Drs. J.P. Elhorst

Onderzoekverslag 25

EEN SCHATTING VAN DE PRODUKTIEFUNCTIE EN DE WINSTFUNCTIE VOOR DE LANDBOUW IN NEDERLAND

LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT DEN HAAG BIBLIOTHEEK
SIGN: L 28-25
EX. NO: 8
MLV:

September 1986

Landbouw-Economisch Instituut

Afdeling Landbouw

REFERAAT

EEN SCHATTING VAN DE PRODUKTIEFUNCTIE EN DE WINSTFUNCTIE VOOR DE LANDBOUW IN NEDERLAND
Elhorst, J.P.
Landbouw-Economisch Instituut, 1986
90 p., graf., tab., bijl.

Dit verslag geeft een beschrijving van het onderzoek dat is verricht naar de produktiefunctie en de winstfunctie voor de landbouw in Nederland. Het is bedoeld voor een ieder die zich bezig houdt of in de toekomst wil bezighouden met het schatten van een produktiefunctie.

Een belangrijk onderdeel in dit verslag zijn de problemen die zich bij het schatten van een produktiefunctie kunnen voordoen, alsmede de oplossingen die voor deze problemen bedacht zijn.

Twee produktiefuncties - de Cobb-Douglas functie en de translog-functie - zijn met elkaar vergeleken. Gebleken is dat de Cobb-Douglas functie zowel uit theoretisch oogpunt als uit statistisch oogpunt moet worden verworpen.

Een alternatief voor het schatten van een produktiefunctie is de winstfunctie. Dit alternatief volgt uit de dualiteitstheorie, die zegt dat onder een aantal voorwaarden een éénduidig verband bestaat tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. Het is een belangrijk alternatief, omdat aan het schatten van de winstfunctie een groot aantal voordelen is verbonden.

Produktiefunctie/Winstfunctie/Dualiteit/Marginaal produkt/Substitutie-elasticiteiten/Vraag naar produktiefactoren/Econometrie/Schattingstechnieken

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Inhoud

		Blz.
WOORD VOORAF		5
SAMENVATTING		7
1.	PROBLEEMSTELLING	12
	1.1 Inleiding	12
	1.2 Benaderingswijzen van het probleem	12
	1.3 De stand van zaken	14
	1.4 Doel en opzet	17
2.	UITGANGSPUNTEN MET BETREKKING TOT DE DATA	19
3.	DE PRODUKTIEFUNCTIE	27
	3.1 Inleiding	27
	3.2 Begrippen	27
	3.3 De theorie van de Cobb-Douglas functie	29
	3.4 Schatting van de Cobb-Douglas functie	32
	3.5 De theorie van de translog-functie	36
	3.6 Schatting van de translog-functie	38
	3.7 Evaluatie	50
4.	DE WINSTFUNCTIE	53
	4.1 Inleiding	53
	4.2 De theorie van de winstfunctie	53
	4.3 Schatting van de winstfunctie	57
	4.4 Evaluatie	74
5.	SLOTBESCHOUWING	75
LITERATUUR		79
BIJLAGEN		
1.	De indeling in bedrijfstypen	81
2.	De prijs- en volumeontwikkeling van kapitaalgoederen	82
3.	Lijst van variabelen met codering en berekeningswijze	88
4.	De specificatie en de schattingsmethodiek van het produktiemodel in hoofdstuk 3	89

Woord vooraf

Een belangrijk hulpmiddel bij het modelmatig verklaren van het producentengedrag is de produktiefunctie, die een verband geeft tussen enerzijds de inzetten van capaciteitsbepalende en -benuttende produktiemiddelen en anderzijds de uitzetten van eindprodukten. Uit de literatuur zijn tal van toepassingen van de produktiefunctie bekend, die relevant kunnen zijn voor het te ontwikkelen sectormodel van de Nederlandse landbouw op het LEI. Voorbeelden daarvan zijn het modelleren van aanbodsvergelijkingen, het afleiden van vraagvergelijkingen naar inputfactoren uitgesplitst naar produktiefactoren die variabel zijn en investeringsvergelijkingen, het verklaren van de prijs van landbouwgronden via het van een produktiefunctie afgeleide marginale produkt van de factor grond, en het bepalen van een rekenprijs voor gezinsarbeid.

Gezien de toepassingsmogelijkheden bij de bouw van het sectormodel, alsmede om de relevantie van de toepassingen beter te kunnen beoordelen, is besloten een nader onderzoek te verrichten naar de produktiefunctie. Een onderzoek dat bovendien kan bijdragen aan de oplossing van het alsmaar terugkerend probleem hoe de produktiefunctie te specificeren. De resultaten van dit onderzoek zijn thans neergelegd in een onderzoekverslag.

Bij dit verslag, dat is opgesteld door Drs. J.P. Elhorst, is dankbaar gebruik gemaakt van inlichtingen, opmerkingen en adviezen, die van verschillende zijden - zowel van binnen als van buiten het LEI - zijn verstrekt.

De Directeur,



J. de Veer

Den Haag, september 1986

Samenvatting

Inleiding

Thans wordt op het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) gewerkt aan een project, dat moet uitmonden in een middellange termijn model voor de Nederlandse Landbouw (Intermodel). Een apart onderdeel binnen dit model vormt de beschrijving van het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren met behulp van gedragsrelaties. Het streven binnen dit onderdeel is gericht op de ontwikkeling van een dynamisch model, waarin per bedrijf een verband wordt gelegd tussen de produktie, de bedrijfsuitkomst, de vraag naar produktiefactoren en de financiële positie. De vraag naar produktiefactoren omvat hierbij de investeringen in kapitaalgoederen zoals grond, gebouwen, werktuigen en vee en de inzet van factoren zoals loonwerk, veevoer, zaaigoederen en vreemde arbeidskrachten.

Het doel van dit onderzoek is de ontwikkeling van een goed verklarend produktiemodel, dat in de toekomst gebruikt kan worden voor het afleiden van de vraag naar produktiefactoren.

Mogelijkheden en beperkingen

Onder de veronderstelling van een produktiefunctie staan drie wegen open voor de afleiding van de vraag naar produktiefactoren. Dit aantal is gebaseerd op de dualiteitstheorie, die zegt dat een direct verband tussen de produktiefunctie en de kostenfunctie alsmede tussen de produktiefunctie en de winstfunctie en dat elk van de drie functies afzonderlijk een beschijving vormt van het produktieproces en de stand der techniek. Elk van de drie uitgangspunten de produktiefunctie, de kostenfunctie en de winstfunctie kan men gebruiken voor het afleiden van het vraagstelsel. De modellen die worden gebruikt voor het afleiden van een vraagstelsel naar produktiefactoren kunnen worden onderverdeeld in programmeringsmodellen en modellen die econometrisch van aard zijn.

Dit onderzoek is beperkt tot de vraag naar produktiefactoren, die variabel zijn, en de methoden waarbij de vraag naar produktiefactoren wordt afgeleid uit een econometrisch schattingsmodel van de produktiefunctie en de winstfunctie. Programmeringsmodellen komen voor ons doel niet in aanmerking, omdat het verleden heeft aangetoond dat indicatoren uit een programmeringsmodel van ondergeschikt belang zijn bij de verklaring van de vraag naar produktiefactoren. De beperking tot produktiefactoren die variabel zijn heeft als reden dat de theorie en de toepassingsmogelijkheden van modellen, die zijn gebaseerd op een produktiefunctie en die tevens de investeringen in kapitaalgoederen (de vraag naar vaste produktiefactoren) verklaren, nog volop in ontwikkeling zijn.

Onderzoeksopzet

De data, die in dit onderzoek worden gebruikt, zijn afkomstig van het LEI. Het LEI beschikt over een boekhoudnet landbouwbedrijven, dat bestaat uit de bedrijfseconomische administratie van ruim 1000 Nederlandse landbouwbedrijven per boekjaar. De waarnemingen zijn genomen over de periode 1975-1982. De bedrijven, die daarbij zijn geselecteerd, komen overeen met de bedrijven die worden gebruikt voor het opstellen van de Bedrijfsuitkomsten in de landbouw (BUL). De plaatsing van een aantal jaren achter elkaar brengt met zich mee dat wij de beschikking krijgen over een panel, een combinatie van cross-sectie data en tijdreeksen.

In dit onderzoek zijn acht bedrijfstypen onderscheiden. De indeling die is aangehouden komt overeen met de typen die worden onderscheiden in Intermodel en de typen die worden onderscheiden bij de stratificatie van de steekproef als de bedrijfskeuze voor het boekhoudnet plaats heeft.

Produktiefactoren die zijn onderscheiden zijn grond, arbeid, werktuigen, vee en non-factor inputs. Bij de schatting van de winstfunctie is de produktiefactor arbeid nader opgesplitst in gezins-vak en vreemd vak en de produktiefactor non-factor inputs in loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen, veevoer en mest.

De factoren grond en arbeid zijn respectievelijk uitgedrukt in hectaren en vak. De opbrengst alsmede de inzet van werktuigen, vee en non-factor inputs zijn herleid op geldeenheden. De opbrengst is bepaald als de bruto-bedrijfsopbrengst, de inzet van werktuigen als de rente over en de afschrijving op werktuigen en de inzet van vee als de rente over vee. Bij de bepaling van de rente over werktuigen is rekening gehouden met de WIR. Tot slot zijn de produktiefactoren door middel van deflatie reëel gemaakt. Bij de goederen en diensten, die worden gerekend tot de non-factor inputs is iets anders te werk gegaan. Eerst zijn zij ieder afzonderlijk gedefleerd met hun eigen prijsindex tot volumeindices en vervolgens zijn zij bij elkaar opgeteld.

De produktiefunctie

Twee produktiefuncties - de Cobb-Douglas en de translog - zijn met elkaar vergeleken. Bestudering van de CD-functie, die een bijzonder geval is van de translog-functie, heeft uitgewezen dat zij zowel uit theoretisch als uit statistisch oogpunt moet worden verworpen. Uit theoretisch oogpunt, omdat de produktie-elasticiteiten constant worden verondersteld en de substitutie-elasticiteiten à priori gelijk zijn gesteld aan -1. Uit statistisch oogpunt, omdat het verschil tussen de verklaringsgraad van de translog-functie en de CD-functie significant is.

Uitbreiding van de specificatie naar het niveau van de translog-functie verliep echter niet zonder problemen. Het aantal

parameters in de schattingsvergelijking wordt zo groot, dat het databestand onvoldoende is geconditioneerd om nog een schatting te kunnen maken, die betrouwbaar is. Het voordeel van de flexibiliteit - de functie is een 2e orde benadering van de produktiefunctie uitgedrukt in logarithmen en de 2e afgeleiden, nodig voor de berekening van de substitutie-elasticiteiten, zijn niet constant - wordt gedeeltelijk teniet gedaan door tekortkomingen aan het databestand. Deze tekortkomingen kennen een tweetal oorzaken. Enerzijds de multicollineariteit tussen de variabelen en anderzijds de onvolkomenheden, die zich kunnen voordoen bij de schatting van een produktiefunctie. Van de onvolkomenheden is het vooral de bedrijfsindeling die de schattingsresultaten verstoort.

Het probleem van de multicollineariteit kan men opheffen door het toevoegen van meer informatie aan het model. De informatie, die is toegevoegd en uiteindelijk heeft geleid tot de produktiefunctie met een voldoende resultaat, bestond uit een aantal restricties op de parameters en de veronderstelling dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs gelijk is aan 1. De restricties op de parameters leiden tot een functie die veel gelijkens vertoont met de CD-functie. Toch bevat de overgebleven vergelijking zoveel meer elementen dat voldoende flexibiliteit blijft behouden om een schatting te kunnen maken van de substitutie-elasticiteiten. De veronderstelling ten aanzien van de non-factor inputs leidt tot een schattingsmodel dat bestaat uit twee vergelijkingen. Het zijn de produktiefunctie zelf en de vraagfunctie naar non-factor inputs.

Bestudering van de schattingsresultaten in relatie tot de bedrijfsindeling heeft ons gebracht tot de vraagstelling of de indeling van de landbouwbedrijven niet moet worden heroverwogen.

Het verkregen produktiemodel biedt toepasingsmogelijkheden voor het grondmarktmodel. Dit model is een onderdeel van het Intermodelproject, waarin onder meer aandacht wordt besteed aan de prijsvorming van grond, de oppervlakte ontwikkeling van de gemiddelde bedrijven en de pacht-eigendomsverhouding. Gewerkt wordt aan een ontwerp, waarbij de waarde van het marginaal produkt van grond, berekend volgens het verkregen produktiemodel, wordt gebruikt voor de verklaring van de prijs van landbouwgronden.

De winstfunctie

De winstfunctie is een uitdrukking voor het maximaal bedrag aan winst, dat behaald kan worden bij een gegeven stand der techniek en een gegeven inzet van vaste produktiefactoren. Dat bedrag is een functie van het opbrengstprijspeil, de prijzen die toebehoren aan de variabele produktiefactoren en de hierboven gegeven inzet van de vaste produktiefactoren. Uiteraard is het onderscheid tussen vaste en variabele produktiefactoren van wezenlijk belang voor de uitkomst van de modelspecificatie. Voor het landbouwbedrijf zijn de produktiefactoren grond, gezins-vak, werktui-

gen en vee als vast en de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs alsmede het aantal vreemd vak als variabel verondersteld.

De winstfunctie heeft tal van eigenschappen, die als wenselijk omschreven kunnen worden. Zo bestaat onder een aantal voorwaarden een éénéénduidig verband tussen de produktiefunctie en de winstfunctie, hetgeen betekent dat de keuze voor een specificatie van de winstfunctie onafhankelijk is van de produktiefunctie. Een ander gewenst punt is dat tegelijk met de winstfunctie een vraagstelsel kan worden afgeleid naar produktiefactoren, die variabel zijn. Door een schatting van de winstfunctie samen met dit vraagstelsel wordt bereikt dat wij een model schatten, dat theoretisch goed is onderbouwd en gedeeltelijk beantwoordt aan het doel dat wij ons gesteld hadden, namelijk de verklaring van de vraag naar produktiefactoren. Dit resultaat brengt met zich mee dat als het gaat om de afleiding van de vraag naar variabele produktiefactoren wij kunnen beslissen in het voordeel van de winstfunctie.

Analoog als aan het uiteindelijk schattingsmodel voor de produktiefunctie is het schattingsmodel dat aan de orde is gesteld voor de winstfunctie een tussenvorm van het duaal schattingsmodel dat toebehoort aan de Cobb-Douglas functie en een model met een translog-specificatie. Het is een stelsel vergelijkingen, waarin de parameters in meer dan één van de vergelijkingen voorkomen. De schattingsresultaten, die met het model verkregen zijn, tonen over het algemeen een overeenkomstig beeld voor de bedrijfstakken en een goed teken voor de coëfficiënten.

Een model waaraan de tijdsdimensie wordt toegevoegd en dat past binnen het raamwerk van de winstfunctie zal in de toekomst onderwerp van onderzoek zijn. De tijdsdimensie is daarbij verantwoordelijk voor de vraag naar vaste produktiefactoren (investeringsrelaties) en de winstfunctie voor de vraag naar variabele produktiefactoren.

Overeenkomsten en verschillen

De twee uiteindelijk verkregen schattingsmodellen voor de produktiefunctie en de winstfunctie kennen een aantal overeenkomsten en verschillen. Overeenkomsten zijn:

- De bedrijfsopbrengst is uitgedrukt in geldeenheden. De oorzaken zijn echter verschillend. Bij de produktiefunctie is herleiding op geldeenheden onvermijdelijk, omdat geen produktiefuncties kunnen worden geschat die produkt-specifiek zijn. Bij de winstfunctie volgt het uit de wiskundige afleiding.
- De schattingsmodellen bevatten vraagfuncties naar produktiefactoren, die variabel zijn verondersteld. Een produktiefactor is variabel als de inzet uitsluitend wordt bepaald door de doelstelling van winstmaximalisatie.

- De schattingsmethode is gelijk. Binnen de produktiemodellen zijn de schattingsvergelijkingen met elkaar verbonden via de parameters, die gemeenschappelijk voorkomen.

Verschillen zijn:

- De opbrengst is bij de produktiefunctie gelijk aan de brutobedrijfsopbrengst en bij de winstfunctie aan de netto-bedrijfsopbrengst.
- Naast de factoren grond, arbeid, werktuigen en vee bevat de produktiefunctie de produktiefactor non-factor inputs, terwijl de winstfunctie de prijzen bevat van de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs.

De overeenkomsten konden ontstaan door de flexibiliteit, die wij eisen van de produktiefunctie. Schat men uitsluitend een Cobb-Douglas functie dan heeft men geen problemen met multicollineariteit, waardoor de overeenkomst in schattingsmodel wat betreft de vraagfunctie naar non-factor inputs kan vervallen. Met als direct gevolg dat tevens de overeenkomst in schattingsmethode vervalt.

1. Probleemstelling

1.1 Inleiding

Thans wordt op het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) gewerkt aan een project, dat moet uitmonden in een middellange termijnmodel voor de Nederlandse landbouw (Intermodel). Een apart onderdeel binnen dit model vormt de beschrijving van het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren met behulp van gedragsrelaties. Het streven binnen dit onderdeel is gericht op de ontwikkeling van een dynamisch model, waarin per bedrijf een verband wordt gelegd tussen de produktie, de bedrijfsuitkomst, de vraag naar produktiefactoren en de financiële positie. De vraag naar produktiefactoren omvat hierbij a) de investeringen in kapitaalgoederen zoals grond, gebouwen, werktuigen en vee en b) de inzet van factoren zoals loonwerk, veevoer, zaaigoederen en vreemde arbeidskrachten. De financiële positie omvat het inkomen, de belastingen, de consumptie, de besparingen en het vreemd vermogen.

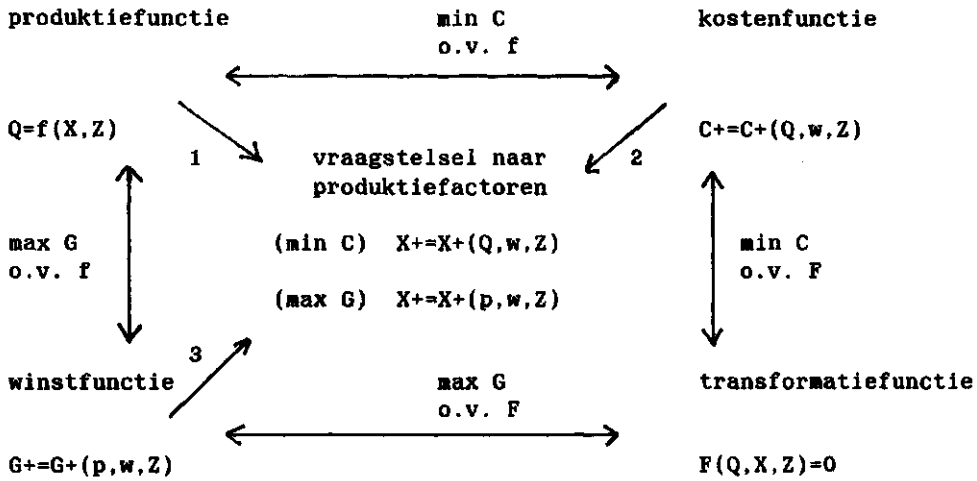
Tot nu toe is een reeks van verslagen verschenen over het verband van het inkomen met respectievelijk de belastingen, de consumptie en de besparingen, maar is weinig aandacht besteed aan de vraag naar produktiefactoren. Nu bestaat het voornemen om binnen het onderdeel van het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren de vraag naar produktiefactoren direct of indirect af te leiden uit een produktiefunctie. Een produktiefunctie, omdat de literatuur die men aantreft op het gebied van de vraag naar produktiefactoren sterk is georienteerd op de theorie van de produktiefunctie. Vrij recentelijk nog heeft Burger (1984) een poging ondernomen om de investeringen in een aantal kapitaalgoederen te verklaren uit de waarde van het marginaal produkt; een waarde die berekend kan worden met behulp van een produktiefunctie.

Voor dit voornemen echter ten uitvoer kan worden gebracht is het noodzakelijk dat meer inzicht wordt verkregen in de wijzen waarop het vraagstelsel naar produktiefactoren kan worden afgeleid.

1.2 Benaderingswijzen van het probleem

Volgens Colman (1983) staan onder de veronderstelling van een produktiefunctie drie wegen open voor de afleiding van een vraagstelsel naar produktiefactoren. Het is een uitspraak gebaseerd op de dualiteitstheorie, die zegt dat een direct verband bestaat tussen de produktiefunctie en de kostenfunctie alsmede tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. Eén en ander is verduidelijkt met behulp van figuur 1.1. Deze figuur toont onder meer de dualiteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de kos-

Figuur 1.1 : Een overzicht van de dualiteitsrelaties



⟷ dualiteitsrelatie
⟶ afleiding algebraisch
Q = afzet
p = afzetprijzen
X = vector met variabele inputs
w = vector met prijzen van variabele inputs
Z = vector met vaste inputs
G = winst
C = kosten
\+ optimaal niveau

tenfunctie alsmede de dualiteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. De dualiteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de kostenfunctie bestaat uit minimalisatie van de kosten en de dualilteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de winstfunctie uit maximalisatie van de winst.

De inhoud van het begrip dualiteitsrelatie zal nader worden toegelicht aan de hand van de produktiefunctie en de kostenfunctie. Veronderstel een produktiefunctie f die een beschrijving vormt van het produktieproces en de stand der techniek op het landbouwbedrijf. De functie f staat voor de opbrengst die maximaal geproduceerd kan worden met behulp van de inputfactoren (X,Z). Van belang is nu dat naast dit maximaal niveau van de opbrengst een minimaal niveau van de kosten bestaat waartegen Q geproduceerd kan worden gegeven de inputprijzen w. Duidelijk is dat dit kostenniveau, dat is gedefineerd als C+, een functie is van Q, w en de produktiefunctie f. Minder duidelijk is echter dat ook C+ een beschrijving vormt van het produktieproces en de stand der techniek op het landbouwbedrijf; ofwel dat ook de kostenfunctie kan worden gebruikt voor het definiëren van de produktiefunctie. Anders gezegd tussen de produktiefunctie en de kostenfunctie bestaat een dualiteitsrelatie in die zin, dat beide het produktieproces en de stand der techniek beschrijven. Een analoog verband bestaat tussen de produktiefunctie en de winstfunctie.

Een inventarisatie van de dualiteitstheorie kan men terugvinden bij Fuss en McFadden (1978). Dit boek behandelt onder meer de eigenschappen van de produktiefunctie, de kostenfunctie en de winstfunctie alsmede de voorwaarden waaronder het duaal verband tussen de drie functies onderling bestaat. Het zal in dit verslag functioneren als naslagwerk, omdat het naast de theorie een groot aantal toepassingsmogelijkheden behandelt.

Afhankelijk van het uitgangspunt de produktiefunctie, de kostenfunctie of de winstfunctie kan men nu langs drie wegen het vraagstelsel naar produktiefactoren afleiden. De wegen zijn in figuur 1.1 genummerd van 1 t/m 3. Opgemerkt moet worden dat het alleen een vraagstelsel betreft naar produktiefactoren die variabel zijn. Neemt men nu de kostenfunctie of de winstfunctie als uitgangspunt, dan veronderstelt men impliciet het bestaan van een produktiefunctie zonder dat deze zelf specificatie behoeft.

Volgens Colman kunnen de modellen, die worden gebruikt voor het afleiden van een vraagstelsel naar produktiefactoren, in twee groepen worden onderverdeeld. Het zijn programmeringsmodellen en modellen die econometrisch van aard zijn. Programmeringsmodellen kunnen daarbij alleen gebruikt worden voor het direct specificeren van een produktiefunctie (weg 1). Het aantal benaderingswijzen, dat gebruikt kan worden voor het afleiden van een vraagstelsel naar produktiefactoren, komt daarmee op vier.

1.3 De stand van zaken

Voorheen werd op het LEI een programmeringstableau gebruikt voor het schatten van de vraag naar produktiefactoren. De gedach-

tengang was als volgt. Het aanbodsblok binnen Intermodel, dat is onderverdeeld in cellen afhankelijk van bedrijfstype, regio en grootteklasse, genereert de landbouwproduktie. Per cel wordt het technisch-economisch bedrijfsgebeuren beschreven met behulp van een lineair of kwadratisch programmeringstableau. De uitkomst van ieder tableau geeft aan hoe de landbouw normatief reageert onder de veronderstelling van winstmaximalisatie. Aangezien de landbouw echter niet uitsluitend winstmaximaliserend is, maar tevens risicomijdend, prijsanticiperend, e.d. bestaat tussen het feitelijk gedrag en het normatief gedrag een discrepantie. Dit verschil in gedrag kan worden overbrugd door gedragsrelaties, want zo was de gedachtengang de gedragsrelaties leggen een verband tussen de uitkomst van het programmeringstableau en het daadwerkelijk gedrag. De gedragsrelaties bevatten hierbij onder meer de vraag naar produktiefactoren.

De methodiek is equivalent met weg 1: het geval waarbij de produktiefunctie als uitgangspunt wordt genomen. De constructie van het programmeringstableau bestaat namelijk uit: a) een stelsel van lineaire additieve produktiefuncties voor alle mogelijke produkten die de landbouwonderneming zou kunnen produceren, b) een aantal restricties op de beschikbaarheid van produktiefactoren, en c) een vraag naar produktiefactoren die wordt afgeleid uit de oplossing van het programmeringstableau.

De resultaten waren echter teleurstellend. De indicatoren uit het programmeringstableau, zoals de schaduwprijs en het niveau van de activiteiten, waar men zoveel waarde aan had gehecht, bleken van ondergeschikt belang voor de verklaring van de gedragsrelaties. De resultaten waren zelfs zo teleurstellend dat besloten werd tot een herziening van het modelconcept. Het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren werd tot een apart modelonderdeel verheven en het concept programmeringstableau levert indicatoren voor de gedragsrelaties werd omgekeerd. Voor ons was dit reden om de methode waarbij de vraag naar produktiefactoren wordt afgeleid uit een programmeringstableau niet in ons onderzoek te betrekken.

Het onderzoek dat hier wordt gepresenteerd is gebaseerd op het LEI-boekhoudnet. Dit boekhoudnet bestaat uit de administratie van ruim duizend landbouwbedrijven per jaar. Plaatst men een aantal jaren achter elkaar, dan verkrijgt men de beschikking over een panel, ofwel een combinatie van cross-sectie data en tijdreeksen. Terzijde kan worden opgemerkt dat het een panel betreft dat incompleet is, d.w.z. het aantal waarnemingen per jaartal is verschillend en een bedrijf komt slechts een beperkt aantal jaren als waarneming voor. De beschikking over een panel en in het bijzonder cross-sectie data brengt met zich mee dat onderzoekingen, die de vraag naar produktiefactoren afleiden uit een produktiemodel, uitsluitend geschat op basis van tijdreeksen buiten ons aandachtsveld vallen.

Twee studies die de vraag naar produktiefactoren afleiden uit een produktiefunctie en de produktiefunctie schatten op basis van een panel zijn afkomstig van Filius (1977) en Burger (1984).

De twee onderzoekingen zijn voor ons van belang, omdat zij zijn gebaseerd op data van het LEI. Filius schat een Cobb-Douglas produktiefunctie voor het bepalen van een rekenprijs van arbeid. De vraag naar produktiefactoren, die in zijn onderzoek wordt afgeleid, is overeenkomstig de theorie van de micro-economie bepaald als de waarde van het marginaal produkt. Burger schat een produktiefunctie die kwadratisch is, en doet een poging om de hoogte van de investeringen te verklaren uit het marginaal produkt van de kapitaalgoederen.

De studie van Filius is gebaseerd op de periode 1968-1973. De schatting van de Cobb-Douglas produktiefunctie werd uitgevoerd voor de akkerbouw, de rundveehouderij en een drietal gemengde bedrijfstypen. Filius onderscheidt vier produktiefactoren grond, arbeid, kapitaal en non-factor inputs. Arbeid is hierbij de som van gezinsarbeid en vreemde arbeid, kapitaal de som van werktuigen en vee, terwijl de non-factor inputs niet nader zijn aangeduid. Bovendien werd voor ieder jaar een factor toegevoegd die het niveauverschil t.o.v. het basisjaar (1968) aangeeft. De verklaringsgraad van de vijf vergelijkingen is ca. 0,90.

De studie van Burger is gebaseerd op de periode 1975-1981. De schatting werd uitgevoerd voor de akkerbouw, de rundveehouderij, de varkenshouderij, de pluimveehouderij en een drietal gemengde bedrijfstypen. Burger onderscheidt de produktiefactoren grond, arbeid, werktuigen, gebouwen en afhankelijk van het bedrijfstype koeien, ligboxenstal, loonwerk en/of krachtvoer. Wederom is arbeid de som van gezinsarbeid en vreemde arbeid. Naast het verschil in produktiefunctie, bedrijfstypen en produktiefactoren bestaat verschil in het gebruik van de data. Filius gebruikt de data per bedrijf, terwijl Burger de data groepeert tot een aantal cellen en middelt. Op die manier behoudt hij een combinatie van cross-sectie data en tijdreeksen, maar loopt het aantal waarnemingen per jaartal sterk terug. Ondanks dat de verklaringsgraad van de zeven vergelijkingen hoog is - ca. 0,95 - komt Burger aan het einde van zijn onderzoek tot de slotsom: "De coëfficiënten van de produktiefuncties zijn zo slecht interpreteerbaar en zo onzeker, dat gevolgtrekkingen niet te maken zijn".

Een studie die de vraag naar produktiefactoren afleidt uit een winstfunctie en die de winstfunctie schat op basis van crosssectie data is afkomstig van Lau en Yotopoulos (1972). Zij onderscheiden drie produktiefactoren grond, arbeid en kapitaal, waarbij arbeid variabel is verondersteld. Bovendien werd voor een aantal regio's een factor toegevoegd die het niveauverschil tussen de regio's aangeeft. Uitgangspunt in hun studie, die werd uitgevoerd voor de landbouw in Indië, vormt de Cobb-Douglas produktiefunctie. Overeenkomstig de dualiteitsrelatie en gegeven dit uitgangspunt werd begonnen met de afleiding van de winstfunctie. Vervolgens werd overeenkomstig weg 3 een vraagfunctie naar arbeid afgeleid. De studie is daarom van belang, omdat de dualiteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de winstfunctie duidelijk zichtbaar wordt gemaakt en een schattingsmethode wordt besproken

die tegelijk met de winstfunctie de vraagvergelijking naar arbeid schat. Het is een schattingsmethode die in dit onderzoek zal worden toegepast.

Over het algemeen kan worden gesteld dat studies die de kostenfunctie als uitgangspunt hanteren en het vraagstelsel afleiden langs weg 2 zijn gebaseerd op tijdreeksen. Dit wordt onder meer veroorzaakt door het feit, dat niet kan worden beschikt over crosssectie data met prijsindices op bedrijfsniveau. Een studie die is gebaseerd op tijdreeksen, maar die wij toch willen noemen is afkomstig van Magnus (1979). In dit onderzoek wordt namelijk een schattingsmethode gebruikt, die sterk overeen komt met die welke werd gevolgd in het onderzoek van Lau en Yotopoulos.

Tot nu toe hebben wij ons niet bezig gehouden met de investeringen in kapitaalgoederen. Het vraagstelsel naar produktiefactoren in het overzicht van figuur 1.1 is beperkt tot produktiefactoren die variabel zijn. De reden hiervan is dat de theorie en de toepassingsmogelijkheden van modellen, die zijn gebaseerd op een produktiefunctie en die tevens de investeringen in kapitaalgoederen (de vraag naar vaste produktiefactoren) verklaren nog volop in ontwikkeling zijn. Een voorbeeld van een toepassingsmogelijkheid is behandeld door Lopez (1985). Dit onderzoek, dat is gebaseerd op tijdreeksen, is echter beperkt tot één kapitaalgoed en kan, zoals door Epstein (1981) is aangetoond, niet tot meer kapitaalgoederen worden uitgebreid. Dit maakt het voor ons doel ongeschikt, omdat binnen het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren vier kapitaalgoederen worden onderscheiden.

Wellicht biedt het artikel van Epstein in de toekomst meer mogelijkheden. Epstein veronderstelt namelijk een waardefunctie, die de winst maximaliseert of de kosten minimaliseert in de tijd, waarbij de waardefunctie in het geval van winstmaximalisatie een dualiteitsrelatie onderhoudt met de produktiefunctie en de winstfunctie en in het geval van kostenminimalisatie met de produktiefunctie en de kostenfunctie. Bovendien kunnen de produktiefactoren worden opgesplitst in een onbeperkt aantal vast en variabel. Dit artikel, dat uitsluitend theoretisch van aard is, bevat een bewijs dat uit de waardefunctie een totaal stelsel naar produktiefactoren mag worden afgeleid en wordt afgesloten met het tonen van vier specificaties van de waardefunctie, die men als uitgangspunt zou kunnen hanteren. Het artikel is van belang, omdat men zou kunnen zeggen dat het een generalisatie is van figuur 1.1. De bruikbaarheid van dit theoretisch concept is echter niet te beoordelen, omdat geen toepassingen bekend zijn.

1.4 Doel en opzet

Binnen het Intermodel-onderdeel van het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren bestaat het voornemen om de vraag naar produktiefactoren direct of indirect af te leiden uit een produktiefunctie. Voordat echter begonnen kan worden met de afleiding van de vraag naar produktiefactoren is het noodzakelijk dat meer in-

zicht wordt verkregen in de specificatie van de produktiefunctie of de specificatie van een produktiemodel, dat is afgeleid van de produktiefunctie. Hetgeen ons brengst bij de doelstelling van dit onderzoek. Dat is de ontwikkeling van een goed verklarend produktiemodel, dat in de toekomst gebruikt kan worden voor de verklaring van de vraag naar produktiefactoren.

Gesteld voor alle benaderingswijzen die voor ons doel in aanmerking komen, zullen wij ons beperken tot het schatten van een econometrisch model voor de produktiefunctie en een econometrisch model voor de winstfunctie. Hierbij kan worden aangetekend dat de beperking min of meer tot stand is gekomen door de stand van zaken, zoals die hierboven is geschetst. Bovendien is besloten dat respectievelijk de studie van Filius en de studie van Lau en Yotopoulos als uitgangspunt zullen dienen voor de twee methoden die in dit onderzoek aan de orde komen: de modelopzet en de schattingsmethode, die in de twee onderzoekingen zijn gevolgd, zullen in deze studie worden overgenomen. De reden van dit besluit is tweeledig. Enerzijds ondersteunen wij de modelopzet en de schattingsmethode in ieder van de twee onderzoekingen en anderzijds is het de bedoeling om bij ieder van de twee methoden de Cobb-Douglas functie als startpunt te gebruiken. Dit om de twee methoden aan het einde van dit verslag te kunnen vergelijken. Gezien de doelstelling van dit onderzoek zal naast het schatten van produktiemodellen die toebehoren aan de Cobb-Douglas functie, aandacht worden besteed aan het schatten van produktiemodellen met een translog-specificatie. Dit omdat de translog-functie een flexibel karakter draagt en een generalisatie is van de Cobb-Douglas functie. Het begrip flexibel komt aan de orde in het hoofdstuk over de produktiefunctie.

De opbouw van dit verslag is als volgt. Hoofdstuk 2 bevat een opsomming van de uitgangspunten in relatie tot de databron. Hoofdstuk 3 behandelt de theorie en praktijk van twee produktiefuncties: de Cobb-Douglas produktiefunctie en de translog-produktiefunctie. Begonnen wordt met een bespreking van de theorie rondom de produktiefunctie in zijn algemeen. Onderwerpen die hierbij aan de orde komen zijn homogeniteit, de schaalparameter, de waarde van het marginaal produkt en de substitutie-elasticiteiten. Vervolgens wordt het ontwikkeld theoretisch concept ingevuld en toegepast. Hoofdstuk 4 behandelt het concept van de winstfunctie. Het toont onder meer de dualiteitsrelatie tussen de produktiefunctie en de winstfunctie, de manier waarop het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren uit de winstfunctie kan worden afgeleid en de invulling van het theoretisch concept voor de Cobb-Douglas produktiefunctie. Het schattingsmodel dat in dit hoofdstuk aan de orde komt is een tussenvorm van de winstfunctie, dat volgens de dualiteitsrelatie toebehoort aan de Cobb-Douglas produktiefunctie, en een translog-specificatie. Het verslag wordt afgesloten met een slotbeschouwing.

2. Uitgangspunten met betrekking tot de data

De data, die in dit onderzoek worden gebruikt, zijn afkomstig van het LEI. Het LEI beschikt over een boekhoudnet landbouwbedrijven, dat bestaat uit de bedrijfseconomische administratie van ruim 1000 Nederlandse landbouwbedrijven per boekjaar. De bedrijven worden gekozen op basis van een gestratificeerde steekproef uit de in de Landbouwtelling geregistreerde bedrijven.

Uitgangspunt in dit onderzoek vormt het individuele bedrijf. Een motief voor een dergelijk uitgangspunt is de herkenbaarheid van ieder afzonderlijk bedrijf in de relaties, die geschat zullen worden. Indien zou worden geschat op een hoger aggregatieniveau, bijvoorbeeld met gemiddelden tussen bedrijven, dan zal de herkenbaarheid van ieder afzonderlijk bedrijf verloren gaan. Schat men namelijk met gemiddelden, dan wordt een aggregatiefout in de relaties geïntroduceerd, die voorkomt uit het ten onrechte als volkomen identiek beschouwen van bedrijven die aan het gemiddelde bedrijf ten grondslag liggen. Zo zal bijvoorbeeld de herkenbaarheid van bedrijven met minder efficiënte produktiemethoden in relaties met een hoger aggregatieniveau grotendeels teniet worden gedaan. Dit is duidelijk niet de bedoeling.

De waarnemingen zijn genomen over de periode 1975-1982. De bedrijven, die daarbij zijn geselecteerd, komen overeen met de bedrijven die worden gebruikt voor het opstellen van de Bedrijfsuitkomsten in de landbouw (BUL). Bedrijven, die voor speciale onderzoeksdoeleinden door het LEI in administratie zijn genomen, zijn hierin niet begrepen. De keuze voor bedrijven die worden gebruikt voor de BUL is hierom, omdat het boekhoudnet volledig is gericht op representativiteit voor de Nederlandse landbouw, althans voor zover het bedrijven betreft met een jaarlijks opschuivende minimumgrootte en met een bedrijfsvoering die in hoofdzaak is gericht op landbouw. Bedrijven met overwegend tuinbouw zijn dus niet in dit boekhoudnet opgenomen.

De samenstelling van het boekhoudnet wordt behalve door het streven naar representativiteit van de Nederlandse landbouw, ook bepaald door de doelstelling zo betrouwbaar mogelijke gemiddelde uitkomsten te verkrijgen voor groepen van bedrijven, die zijn gevormd op basis van bedrijfsomvang, bedrijfstype en regionale ligging. Daar de ervaring heeft geleerd, dat de spreiding in bedrijfsuitkomsten groter is naarmate de bedrijfsgrootte toeneemt en eveneens groter is op akkerbouwbedrijven dan op rundveehouderijbedrijven, zijn grote bedrijven en akkerbouwbedrijven relatief sterker in het boekhoudnet vertegenwoordigd dan kleine bedrijven en rundveehouderijbedrijven. In verband met de verschillen in steekproefdichtheid voortvloeiend uit voornoemde oorzaken wordt per bedrijfstype, per groottklasse en waar mogelijk ook per oppervlakteklasse, per leeftijdsklasse van de landbouwer en per

landbouwgebied een wegingsfactor bepaald, die voor elk van de aldus gevormde subgroepen de verhouding aangeeft tussen het aantal bedrijven dat landelijk voorkomt en het aantal uitgewerkte boekhoudingen dat in de BUL is opgenomen. Door nu bij de schattingsmethodiek rekening te houden met de hoogte van de wegingsfactoren kunnen de verschillen in steekproefdichtheid worden uitgeschakeld. Anders gezegd al de schattingsresultaten die in dit verslag worden vermeld zijn tot stand gekomen met inbegrip van de hoogte van de wegingsfactoren.

In dit onderzoek zullen acht bedrijfstypen worden onderscheiden. Het zijn de typen:

1. akkerbouw
2. rundveehouderij
3. varkenshouderij
4. pluimveehouderij
5. gemengd akkerbouw
6. gemengd rundveehouderij/akkerbouw
7. gemengd rundveehouderij/intensief
8. gemengd intensief

De indeling die is aangehouden komt overeen met de typen die worden onderscheiden in Intermodel en de typen die worden onderscheiden bij de stratificatie van de steekproef als de bedrijfskeuze voor het boekhoudnet plaats heeft. Een volledig overzicht van de bedrijfsindeling is opgenomen in bijlage 1. Daarin staat tevens vermeld het aandeel van de acht onderscheiden bedrijfstypen in het totaal.

In het produktiemodel schatten wij de opbrengst als functie van een aantal produktiefactoren. Produktiefactoren die wij zullen onderscheiden zijn:

A. grond (eigendom + gepacht)
B. arbeid (gezinsarbeid en vreemde arbeid)
C. werktuigen (machines, werktuigen en installaties)
D. vee
E. non-factor inputs

Ad A. grond

In de landbouw vervult de grond niet alleen de rol van vestigingsplaatsfactor zoals in de industrie, maar is zij in de eerste plaats een onmisbare produktiefactor. Dit geldt met name voor de akkerbouw en de rundveehouderij. Alleen bij de moderne intensieve veehouderijbedrijven, die op industriële bedrijven gelijken, is de rol van de grond in hoofdzaak beperkt tot vestigingsplaatsfactor.

In afwijking van alle andere kapitaalgoederen slijt de grond niet. Weliswaar moet de grond onderhouden worden (bemesting, beheersing waterpeil) om als produktiefactor te kunnen blijven functioneren, maar de grond verdwijnt niet tijdens het produktieproces. Tabel 2.1 toont aan dat de gemiddelde grootte van het landbouwbedrijf nog altijd is toegenomen. Bij de akkerbouw met 5,8% en de rundveehouderij met 16,8%.

TABEL 2.1 DE INZET VAN GROND (HA)

PRODUKTIERICHTING		JAARTAL							
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
TAK 1	GROND GEPACHT	25.82	23.47	22.58	22.47	22.89	23.57	24.15	23.39
	GROND EIGENDOM	15.50	18.05	18.07	19.86	19.62	20.10	19.80	20.33
	TOTAAL	41.32	41.51	40.65	42.34	42.51	43.68	43.96	43.72
TAK 2	GROND GEPACHT	10.14	10.89	11.03	11.29	11.85	11.81	11.63	12.00
	GROND EIGENDOM	11.14	11.31	11.79	11.96	12.33	12.35	13.27	12.78
	TOTAAL	21.29	22.20	22.82	23.25	24.18	24.17	24.89	24.77
TAK 3	GROND GEPACHT	1.40	1.76	1.41	.65	.96	1.60	1.12	1.01
	GROND EIGENDOM	3.99	4.34	4.15	5.58	5.13	5.20	5.99	5.52
	TOTAAL	5.39	6.10	5.57	6.23	6.08	6.81	7.11	6.53
TAK 4	GROND GEPACHT	.31	.31	.70	.87	.37	.54	1.36	.21
	GROND EIGENDOM	3.28	2.97	2.84	4.61	4.30	3.70	4.68	3.10
	TOTAAL	3.59	3.29	3.54	5.49	4.67	4.24	6.04	3.31
TAK 5	GROND GEPACHT	17.94	16.08	13.45	15.75	16.83	18.37	18.02	15.92
	GROND EIGENDOM	10.65	13.50	12.86	11.19	7.83	9.01	11.37	10.93
	TOTAAL	28.59	29.58	26.32	26.95	24.67	27.39	29.39	26.86
TAK 6	GROND GEPACHT	12.93	13.35	15.63	11.96	11.09	13.98	13.86	13.52
	GROND EIGENDOM	9.79	9.58	9.77	13.75	12.83	13.79	14.29	15.13
	TOTAAL	22.72	22.93	25.40	25.71	23.92	27.76	28.15	28.65
TAK 7	GROND GEPACHT	3.94	5.21	5.19	6.10	5.01	4.81	4.58	4.39
	GROND EIGENDOM	9.70	8.21	8.74	9.64	10.39	10.47	10.87	10.74
	TOTAAL	13.64	13.42	13.94	15.73	15.41	15.27	15.43	15.13
TAK 8	GROND GEPACHT	2.79	3.16	3.07	3.09	4.36	2.51	3.06	2.65
	GROND EIGENDOM	5.45	6.18	7.19	6.40	6.33	7.15	7.91	8.35
	TOTAAL	8.24	9.36	10.25	9.48	10.69	9.66	10.97	11.00

Ad B. arbeid

De ontwikkeling van de arbeidsbezetting per bedrijf is weergegeven in tabel 2.2. Onder gezins-vak wordt verstaan de ondernemer en zijn gezinsleden. Hebben wij te maken met een bedrijf dat door meer ondernemers wordt geleid (firma, maatschap), dan is de mede vennoot ook onder gezins-vak opgenomen. Wordt het bedrijf daarentegen geleid door een persoon die niet tot het gezin behoort en hiervoor een inkomen ontvangt, dan wordt hij of zij gerekend als vreemd vak. De tabel vertoont een redelijk stabiel beeld. Alleen bij de akkerbouw ziet men een daling van het aantal vreemd vak in de loop der tijd.

Kenmerkend voor een groot deel van de Nederlandse landbouw zijn de gezinsbedrijven. De meerderheid van de arbeid die in het produktieproces wordt ingezet is gezinsarbeid. Algemeen is de opvatting dat hun aanwezigheid wordt bepaald door factoren die cultureel en demografisch van aard zijn. Men denkt hierbij aan de bedrijfsopvolging en de beroepskeuze, die vaak traditioneel zijn bepaald en de vele agrariërs, die in plaats van geheel of gedeeltelijk elders emplooi te zoeken tegen een hogere beloning, in de landbouw blijven door de gehechtheid aan grond en beroep.

Ad E. non-factor inputs

Non-factor inputs zijn opgebouwd uit een aantal factoren:

- loonwerk. Ter onderscheiding van arbeid wordt onder loonwerk of werk door derden verstaan het werk verricht door personen, die behalve hun arbeid ook de benodigde werktuigen leveren.
- bestrijdingsmiddelen. Onder bestrijdingsmiddelen worden verstaan ziektenbestrijdingsmiddelen, onkruidbestrijdingsmiddelen, insecticiden en ontsmettingsmiddelen.
- zaai-, plant- en pootgoederen.
- veevoer. Onder veevoer zijn begrepen de kosten van krachtvoer, ruwvoer en vervoederde melkprodukten. Zij bestaan uit voedermiddelen aangetrokken van buiten het bedrijf en voedermiddelen afkomstig uit het eigen bedrijf.
- energie. Energie omvat brandstoffen en smeermiddelen voor werktuigen en de verwarming van vee.
- mest. De meststoffen bestaan uit kunstmest, stalmest en overige meststoffen (kalk e.d.).

Ofschoon het individuele bedrijf uitgangspunt vormt van dit onderzoek is per bedrijf toch gerekend met een zeker aggregatieniveau van produktie en produktiemiddelen. Een motief hiervoor is dat wij niet kunnen waarnemen hoeveel van een bepaald produktiemiddel wordt gebruikt voor de voortbrenging van diverse produkten afzonderlijk, zodat geen produkt-specifieke produktiemodellen kunnen worden geschat. Wel kunnen wij waarnemen, dat een bepaalde combinatie van produkten wordt voortgebracht met een bepaald pakket aan produktiemiddelen.

TABEL 2.2 DE INZET VAN ARBEID

PRODUKTIERICHTING		JAARTAL 1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
TAK 1	VREEMD VAK	.35	.31	.28	.28	.26	.24	.19	.17
	GEZINS-VAK	1.25	1.30	1.26	1.26	1.26	1.25	1.28	1.24
	TOTAAL	1.60	1.62	1.54	1.53	1.52	1.49	1.46	1.41
TAK 2	VREEMD VAK	.06	.06	.07	.08	.09	.07	.07	.09
	GEZINS-VAK	1.43	1.43	1.44	1.45	1.47	1.48	1.46	1.48
	TOTAAL	1.49	1.49	1.50	1.53	1.56	1.55	1.53	1.57
TAK 3	VREEMD VAK	.02	.11	.05	.07	.12	.07	.07	.12
	GEZINS-VAK	1.21	1.23	1.11	1.22	1.21	1.24	1.27	1.26
	TOTAAL	1.23	1.34	1.16	1.29	1.34	1.31	1.34	1.38
TAK 4	VREEMD VAK	.08	.15	.19	.15	.24	.20	.19	.10
	GEZINS-VAK	1.23	1.32	1.26	1.34	1.40	1.36	1.33	1.45
	TOTAAL	1.31	1.46	1.45	1.50	1.64	1.56	1.52	1.55
TAK 5	VREEMD VAK	.17	.24	.16	.19	.14	.14	.14	.13
	GEZINS-VAK	1.42	1.33	1.48	1.39	1.31	1.51	1.49	1.34
	TOTAAL	1.59	1.57	1.64	1.58	1.45	1.65	1.63	1.47
TAK 6	VREEMD VAK	.05	.04	.14	.14	.07	.06	.06	.06
	GEZINS-VAK	1.53	1.57	1.57	1.46	1.57	1.74	1.57	1.69
	TOTAAL	1.58	1.61	1.70	1.60	1.64	1.79	1.63	1.76
TAK 7	VREEMD VAK	.03	.04	.06	.03	.02	.03	.04	.06
	GEZINS-VAK	1.54	1.50	1.42	1.50	1.54	1.55	1.53	1.48
	TOTAAL	1.57	1.54	1.48	1.53	1.56	1.58	1.57	1.54
TAK 8	VREEMD VAK	.04	.02	.05	.08	.10	.09	.11	.05
	GEZINS-VAK	1.45	1.42	1.47	1.39	1.32	1.31	1.30	1.43
	TOTAAL	1.49	1.44	1.52	1.46	1.42	1.40	1.41	1.48

Is het mogelijk om op dit aggregatieniveau de factoren grond en arbeid uit te drukken in respectievelijk hectaren en vak, voor de opbrengst alsmede de inzet van werktuigen, vee en non-factor inputs is herleiding op geldeenheden onvermijdelijk.

De opbrengst is bepaald als de bruto-bedijfsopbrengst. De inzet van werktuigen en vee zijn in een zeker jaar bepaald als de kosten, die in het betreffend jaar direct aan het produktiemiddel zijn verbonden. Voor werktuigen is dit gelijk aan de rente over en de afschrijving op werktuigen. Voor vee is dit de rente over vee. Kosten die in de boekhouding indirect aan werktuigen en vee worden toegerekend, zoals brandstoffen en veevoer, worden gerekend tot de non-factor inputs. Dit uitgangspunt komt overeen met de studie van Filius.

De rente die het LEI berekend over in het bedrijf geïnvesteerd vermogen wordt vastgesteld op basis van de waarde van de bedrijfsmiddelen bij de in dat jaar geldende prijzen. Voor duurzame slijtende produktiemiddelen betekent dit dat de rente wordt gebaseerd op de boekwaarde, die is afgeleid uit de in het lopende jaar geldende aanschafprijs verminderd met de afschrijving in verband met in vroegere jaren aangewende werkeenheden. De rente wordt dus gebaseerd op basis van de vervangingswaarde.

De in rekening gebrachte rentevoet vindt zijn basis in het rendement van staatsobligaties. Uitgaande van de gemiddelde samenstelling van het vermogen wordt dit percentage verhoogd in verband met de hogere rente over opgenomen kredieten. Deze toeslag bedraagt ½ à 1 % gerekend over het totale vermogen. Vervolgens wordt van deze verhoogde rentevoet een aftrek toegepast in verband met de inflatievergoeding die in de nominale rentevoet is begrepen. De correctie op de rente in verband met de aftrek van deze vergoeding voor geldontwaarding varieerde, afhankelijk van het renteniveau, de afgelopen jaren tussen de 1½ à 2½ %.

Overeenkomstig de gang van zaken bij duurzame slijtende produktiemiddelen wordt ook de waarde van de veestapel, waarover rente wordt berekend, jaarlijks aangepast aan de geldende prijzen.

Bij de bepaling van de kosten van werktuigen is bij het rente aandeel rekening gehouden met de invloed van de WIR, terwijl bij het aandeel van de afschrijvingen hier geen rekening mee is gehouden. De gedachte hierachter is dat de WIR alleen invloed heeft op de aanschafkosten en de gebruikerskosten, en niet op de waarde van een kapitaalgoed. Omdat de rentekosten in direct verband staan tot de aanschafkosten en de afschrijvingen in direct verband staan tot de waarde van een kapitaalgoed is bij de rentekosten wel en bij de afschrijvingen geen rekening gehouden met de WIR. Men kan dit vergelijken met de waarde van grond. De prijs van eigen grond die de ondernemer in werkelijkheid heeft betaald - bijvoorbeeld bij bedrijfsovername of bedrijfsopvolging - ligt over het algemeen lager dan de prijs, die zich voordoet op de markt. Toch wordt bij de opstelling van de bedrijfsbalans voor bepaling van de waarde uitgegaan van het marktprijsniveau.

Vanaf het begin was het de bedoeling om ook de kapitaalcomponent onroerend goed of bedrijfsgebouwen als produktiefactor te onderscheiden. Wij beschikken echter niet over waarnemingen ten aanzien van waarde of de omvang van het onroerend goed dat is ingezet in het produktieproces. Het LEI houdt namelijk alleen een administratie bij van de gebouwen in eigendom. Een administratie van de gebouwen die door de ondernemer zijn gepacht is niet aanwezig. Daarnaast is het niet goed mogelijk de pachtsom - de pachtsom wordt betaald over een combinatie van grond en onroerend bedrijfsgoed - over beide kapitaalcomponenten te verdelen en de waarde of de omvang van het onroerend goed hieruit af te leiden. Daarom is besloten de post onroerend bedrijfsgoed niet als produktiefactor te onderscheiden.

Meer redenen hiervoor, die ontleend zijn aan de BEF (publikatie 3.128, blz. 62-69), zijn dat tal van gebouwen dateren van lang geleden en de waarde bepaling ervan niet eenvoudig is. Bij de akkerbouwbedrijven, rundveehouderijbedrijven en gemengd intensieve veehouderijbedrijven dateert, bij een indeling van de boekwaarde van onroerend bedrijfsgoed op de eindbalans 81/82 naar ouderdom, respectievelijk 47%, 29% en 21% van voor 1963. Hierbij is, zoals gebruikelijk, voor oude gebouwen een raming van de gebruikswaarde gemaakt op basis van het aantal vierkante meters (akkerbouw) of grootveeëenheden (rundveehouderij). Bovendien is slechts een beperkt aantal gebouwen van wezenlijk belang voor het produktieproces; de aardappelbewaarplaats in de akkerbouw, de ligboxenstal in de rundveehouderij, de varkensstal en de pluimveestal in de intensieve veehouderij. De rest van de gebouwen, zoals privé-woning, beplantingen, stortplaatsen, molens, werktuigenberging, e.d., beïnvloeden het produktieproces niet wezenlijk.

Tot slot zijn de produktiefactoren door middel van deflatie met als basisjaar 1975 reëel gemaakt. Aangezien de rente en/of afschrijving jaarlijks worden aangepast aan de stijging van de prijs zijn bij de werktuigen de rente en de afschrijving gedefleerd met het prijsindexcijfer van werktuigen en is bij het vee de rente gedefleerd met het prijsindexcijfer van vee. De berekening van de prijsindices van werktuigen en vee kan men terugvinden in bijlage 2. Bij de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs is als volgt te werk gegaan. Eerst zijn zij ieder afzonderlijk gedefleerd met hun eigen prijsindex tot volume-indices - de prijsindices staan vermeld in tabel 2.3 - en vervolgens zijn zij bij elkaar opgeteld.

Een overzicht van de variabelen, de coderingen waarmee de variabelen zijn opgevraagd uit het boekhoudnet, en de bewerkingen die op de variabelen hebben plaatsgevonden kan men terugvinden in bijlage 3.

Tabel 2.3 Indices (1975=100) van het prijspeil, de arbeidskosten per uur en de prijzen van goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Alg. prijspeil	107,9	114,2	118,7	124,4	132,8	141,8	148,5
Arbeid	108,9	116,2	121,9	129,7	137,0	148,6	165,5
Loonwerk	108,5	115,8	121,6	126,5	137,4	143,1	153,2
Bestrijdings-middelen	102	101	100	103	110	115	124
Zaaigoederen	130	122	114	119	122	133	144
Veevoer	112	115	105	111	120	128	129
Energie	116	127	136	160	207	261	311
Mest	106	106	108	110	122	137	146

Bronnen: LEI, CBS.

3. De produktiefunctie

3.1 Inleiding

Hieronder zullen wij stilstaan bij twee veel gebezigde specificaties van de micro-economische produktiefunctie: de Cobb-Douglas functie (CD-functie) en de translog-functie. Onder een produktiefunctie verstaat men een technische relatie tussen de hoeveelheid produktiemiddelen die in het produktieproces zijn ingezet en de daarmee verkregen hoeveelheid produkten. De CD-functie is onderzocht in verband met de studie van Filius.

De CD-functie werd in 1928 geïntroduceerd door C.W. Cobb en P.H. Douglas, die deze funtie afleidden uit de constatering dat over een vrij groot verloop van tijd in een aantal bedrijfstakken het loonaandeel een constante fractie van het bedrijfsinkomen was. De produktiefunctie die zij hieruit construeerden was homogeen-lineair (homogenitietsgraad = 1) en had een substitutie-elasticiteit van -1. De begrippen komen hieronder nader aan de orde. Later is onderzoek gedaan met een CD-functie waarbij de homogeniteitsgraad niet à priori gelijk gesteld was aan 1.

In 1971 werd door een drietal auteurs (L.R. Christensen, D.W. Jorgenson en L.J. Lau) de translog-functie gepresenteerd, die een generalisatie is van de CD-functie. Hierbij zijn de substitutie-elasticiteiten niet langer constant en noodzakelijkerwijs gelijk aan -1. Bovendien is de functie niet homogeen. Beide functies zullen hieronder besproken en geschat worden.

3.2 Begrippen

Hieronder zullen wij een aantal symbolen gebruiken:

- Q = afzet of eenheden eindprodukt
- X = produktiefactoren
- p = afzetprijs of opbrengstprijspeil
- w = prijzen van produktiemiddelen
- f_i = df/dX_i het marginaal produkt van produktiefactor X_i
- f_{ij} = $d^2f/dX_i\ dX_j$

Twee begrippen zullen nader bestudeerd worden: de schaalopbrengsten en de substitutie-elasticiteiten.

Onder de verandering van de schaal waarop de produktie plaats vindt, verstaan wij een gelijke procentuele verandering van alle inputs. De verhouding waarin de produktiefactoren aangewend worden verandert hierbij niet. Bij een verandering van de schaal van de produktie geldt:

$$\frac{d\,X_i}{X_i} = \frac{d\,X_j}{X_j}$$

Wanneer nu geldt dat de procentuele toename van de produktie groter is dan die van de inputs, spreken wij van toenemende

schaalopbrengsten, bij eenzelfde procentuele toename van constante schaalopbrengsten en bij een geringere procentuele toename van de produktie dan die van de inputs, spreken wij van afnemende schaalopbrengsten:

$$\frac{dQ}{Q} > \frac{dX_i}{X_i} = \frac{dX_j}{X_j} \qquad \text{toenemende schaalopbrengsten}$$

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{dX_i}{X_i} = \frac{dX_j}{X_j} \qquad \text{constante schaalopbrengsten}$$

$$\frac{dQ}{Q} < \frac{dX_i}{X_i} = \frac{dX_j}{X_j} \qquad \text{afnemende schaalopbrengsten}$$

Het zal duidelijk zijn dat bij gegeven en constante factorprijzen in het geval van toenemende schaalopbrengsten de gemiddelde kosten zullen dalen bij toenemende produktieomvang en in het geval van afnemende schaalopbrengsten dat deze zullen stijgen. Bij constante schaalopbrengsten zijn de gemiddelde kosten constant.

Door van de produktiefunctie

$$Q = f(X) = f(X_1, \ldots, X_m)$$

de totale differentiaal te nemen

$$dQ = f_1\, d\,X_1 + \ldots + f_m dX_m$$

kunnen wij ten aanzien van de schaalopbrengsten stellen

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{X_1 f_1 + \ldots + X_m f_m}{Q} * T = SO * T \qquad (1)$$

met $T = \frac{dX_1}{X_1} = \ldots = \frac{dX_m}{X_m}$.

Afhankelijk van de waarde van de term SO is sprake van toenemende (SO > 1), afnemende (SO < 1) of constante schaalopbrengsten (SO = 1).

De CD-functie is homogeen. Een (produktie-)functie is homogeen van de graad h, wanneer voor de functie $Q = f(X_1, \ldots, X_m)$ geldt:

$$f(t\,X_1, \ldots, t\,X_m) = t^{h} * f(X_1, \ldots, X_m) = t^{h}\, f(X)$$

Voor een homogene functie van de graad h geldt de stelling van Euler, volgens welke dan

$$h*Q = X_1 f_1 + \ldots + X_m f_m.$$

Substitutie hiervan in (1) laat zien dat voor homogene functies geldt:

$$\frac{dQ}{Q} = h * t$$

Zoals hiervoor is gesteld gingen Cobb en Douglas in 1928 à priori uit van een homogeen lineaire produktiefunctie (h = 1).

Het tweede genoemde begrip is de substitutie-elasticiteit. Een produktiefunctie, die bestaat uit m produktiefactoren (m>2), kent een groot aantal definities voor de substitutie-elasticiteiten. Voor een overzicht alsmede een discussie wordt verwezen naar Fuss en McFadden. De substitutie-elasticiteit, die in dit onderzoek is gebruikt, staat bekend onder de naam "Direct elasticity of substitution" en is een maatstaf voor de verandering in de verhouding waarin twee produktiefactoren worden aangewend (X_i / X_j) als gevolg van een verandering in de verhouding van het marginaal produkt van de twee produktiefactoren (f_i / f_j). Dit onder de voorwaarde dat de produktieomvang en inzet van de rest van de produktiefactoren gelijk blijft. De substitutie-elasticiteit is gedefinieerd als

$$S_{ij} = \frac{d\,(X_i / X_j)}{X_i \quad X_j} \Big/ \frac{d\,(f_i / f_j)}{f_i / f_j} . \qquad (2)$$

Als de functie f tweemaal continu differentieerbaar is kunnen de substitutie-elasticiteiten berekend worden als

$$S_{ij} = \left(\frac{1}{X_i f_i} + \frac{1}{X_j f_j} \right) \Big/ \left(\frac{f_{ii}}{f_i f_i} - \frac{2f_{ij}}{f_i f_j} + \frac{f_{jj}}{f_j f_j} \right) \qquad (3)$$

De substitutie-elasticiteit is dus de relatieve verandering in de aanwendingsverhouding van twee produktiefactoren gedeeld door de relatieve verandering in de verhouding van het marginaal produkt. De substitutie-elasticiteiten geven hier eigenlijk mee aan hoe het verloop is van de produktie isoquanten. Dit is uiteraard een belangrijke maatstaf.

3.3 De theorie van de Cobb-Douglas functie

De CD-functie is van de vorm

$$Q = \alpha_o \prod_{i=1}^{m} X_i^{\alpha_i} . \qquad (4)$$

Gaan wij uit van een model van winstmaximalisatie onder volkomen concurrentie

$$\text{Max} \quad PQ - \sum_{i=1}^{m} w_i X_i \tag{5}$$

$$\text{o.v.} \quad Q = \alpha_o \prod_{i=1}^{m} X_i^{\alpha_i} ,$$

dan kunnen wij onder meer afleiden dat moet gelden

$$\frac{w_i X_i}{PQ} = \alpha_i, \quad i = 1, \ldots, m. \tag{6}$$

Zoals in de inleiding is gesteld vormde de constatering dat het loonaandeel over een vrij groot verloop van tijd in een aantal bedrijfstakken een constante fractie was van het bedrijfsinkomen, het economisch uitgangspunt van Cobb en Douglas

$$\frac{w_L L}{PQ} = \text{constant}. \tag{6'}$$

Dus toen Cobb en Douglas in 1928 hun produktiefunctie afleidden was de volgorde precies omgekeerd. Zij gingen uit van vgl (6') - dit komt overeen met vgl (6) - en vonden de CD-functie. Nu gaan wij uit van de CD-functie en vinden onder de veronderstelling van winstmaximalisatie en volkomen concurrentie het economisch uitgangspunt.

Berekening van de produktie-elasticiteiten leert ons dat zij uitsluitend afhankelijk zijn van de eigen coëfficiënt

$$\frac{dQ}{dX_i} \frac{X_i}{Q} = f_i \frac{X_i}{Q} = \alpha_i .$$

De interpretatie van de coëfficiënten van de CD-functie is daarmee betrekkelijk eenvoudig. De interpretatie mag dan eenvoudig zijn, het heeft ook nadelen. Het betekent immers dat de produktie-elasticiteiten onafhankelijk zijn van de tijd, de produktieomvang en de verhouding waarin de produktiefactoren worden aangewend.

De substitutie-elasticiteiten berekend volgens (3) zijn allen gelijk aan -1

$$S_{ij} = -1, \; i = 1, \ldots, m; \; j = 1, \ldots, m; \; i \neq j.$$

Ook dit is een nadeel van de CD-functie. De waarde van de substitutie-elasticiteiten zijn geen onderwerp van schatting, maar worden à priori gelijk gesteld aan -1. De vraag of dit realistisch

is blijft bij de schatting van de CD-functie onbeantwoord. Samen met de produktie-elasticiteiten betekent dit dat de CD-functie weinig flexibiliteit vertoont.

Om de economische betekenis van de schaalparameter scherper te kunnen bepalen passen wij de stelling van Euler toe op de CD-functie. Volgens deze moet gelden:

$$f_1 X_1 + \ldots f_m X_m = (\alpha_1 + \ldots + \alpha_m)\, Q \qquad (7)$$

Indien maximalisatie van de winst doelstelling van de ondernemer is kan men uit (5) afleiden, dat de ondernemer net zoveel van een produktiemiddel aantrekt (de vraag naar produktiefactoren) tot de waarde van het marginaal produkt gelijk is aan de prijs van het produktiemiddel

$$p * f_i = w_i, \quad i = 1, \ldots, m.$$

Substitutie hiervan in (7) laat zien dat geldt:

$$\frac{w_1}{p} X_1 + \ldots + \frac{w_m}{p} X_m = (\alpha_o + \ldots + \alpha_m)\, Q$$

ofwel $w_1 X_1 + \ldots + w_m X_m = (\alpha_o + \ldots + \alpha_m)\, pQ.$

Dit leidt tot het volgende overzicht

Als $SO = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i > 1$ dan is $\sum_{i=1}^{m} w_i X_i < pQ$: er is sprake van toenemende schaalopbrengsten en de winst is positief.

Als $SO = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i = 1$ dan is $\sum_{i=1}^{m} w_i X_i = pQ$: er is sprake van constante schaalopbrengsten en de winst is nul.

Als $SO = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i < 1$ dan is $\sum_{i=1}^{m} w_i X_i > pQ$: er is sprake van afnemende schaalopbrengsten en er wordt verlies geleden.

3.4 Schatting van de Cobb-Douglas-functie

De CD-functie van het landbouwbedrijf is als volgt gespecificeerd

$$PY_{kt} = \alpha_o \, eb(t) \, H_{kt}^{\alpha_1} \, L_{kt}^{\alpha_2} \, W_{kt}^{\alpha_3} \, V_{kt}^{\alpha_4} \, M_{kt}^{\alpha_5}$$

PY = bruto-bedrijfsopbrengst (gld)
H = oppervlakte in hectaren kadastraal
L = aantal arbeidskrachten gezin + vreemd (vak)
W = rente + afschrijving werktuigen (gld)
V = rente vee (gld)
M = non-factor kosten (gld)
k = bedrijf
t = jaartal

α_o t/m α_1 en b(t) zijn coëfficiënten. α_o is de efficiency parameter. De coëfficiënt b(t) representeert de vooruitgang in techniek, de invloed van het weer en is tijdsafhankelijk.

De bruto bedrijfsopbrengst is gedefleerd met het algemeen prijspeil. Eigenlijk behoort de bruto bedrijfsopbrengst gedefleerd te worden met het opbrengstprijspeil. Aangezien wij echter niet beschikken over een prijsindex van de opbrengst voor de acht onderscheiden bedrijfstypen afzonderlijk is dit niet mogelijk. Dit vormt echter geen bezwaar, omdat de prijsindex gemakkelijk uit de vergelijking kan worden verwijderd. Veronderstel dat de prijsindex (gecorrigeerd voor inflatie) van de opbrengst gelijk is aan P_t. Vul dit in en neem links en rechts van het gelijkteken logarithmen

$$\ln \frac{PY}{P_t} = \alpha'_o + b(t) + \alpha_1 \ln H + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln W + \alpha_4 \ln V + \alpha_5 \ln M.$$

Uit $\ln \frac{PY}{P_t} = \ln PY - \ln P_t$ volgt dan na herschrijving

$$\ln PY = \alpha'_o + b(t) + \ln P_t + \alpha_1 \ln H + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln W + \alpha_4 \ln V + \alpha_5 \ln M.$$

De term $\alpha'_o + b(t) + \ln P_t$ bestaat nu uit drie elementen. α'_o is de efficiency parameter. b_t staat voor veranderingen in de efficiency parameter. Het is een maatstaf voor de vooruitgang in techniek en de invloed van het weer. $\ln P_t$ staat voor het verschil in opbrengstniveau van jaar tot jaar. b(t) en $\ln P_t$ zijn dus tijdsafhankelijk. In de schattingsvergelijking zal de term in zijn totaliteit vervangen worden door jaardummy's. Dat wil zeggen wij schatten een coefficient α'_o voor het referentiejaar 1975 en benoemen voor ieder ander jaar (1976-1982) een dummy en schatten

zijn coëfficiënt. De coëfficiënt representeert dan het verschil in opbrengstprijspeil, techniek en weer t.o.v. het referentiejaar 1975.

Dit resultaat uiteindelijk in de regressievergelijking

$$\ln PV_{kt} = \alpha''o + \sum_{i=1976}^{1982} biDi + \alpha 1 \ln Hkt + \alpha 2 \ln Lkt + \alpha 3 \ln Wkt + \alpha_4 \ln Vkt + \alpha 5 \ln Mkt + ekt$$

waarbij $e_{kt} \sim N(o, \sigma^2/WFkt)$ met WFkt de wegingsfactor van bedrijf k in jaar t.

De vergelijking is daarbij zo geformuleerd dat de waarnemingen, die toebehoren aan één bedrijf over een verschillend aantal jaren, onafhankelijk van elkaar zijn. De reden dat geen rekening is gehouden met de invloed van autocorrelatie wordt veroorzaakt door het niet kunnen beschikken over een compleet panel. De lengte van één tijdreeks alsmede het aantal jaren dat één tijdreeks bestrijkt is per bedrijf zo verschillend, dat het ondoenlijk wordt een schattingsmodel op te stellen, waarin de ivloed van autocorrelatie is verwerkt. De schattingsresultaten staan vermeld in tabel 3.1. Een vergelijking met de studie van Filius is uitgevoerd op de schattingsresultaten voor de akkerbouw en de rundveehouderij in tabel 3.2.

De schattingsresultaten vallen in twee groepen uiteen: de grondgebonden bedrijven en de intensieve veehouderijbedrijven. De grondgebonden bedrijven staan voor de bedrijfstypen akkerbouw, rundveehouderij, en de gemengde bedrijfstypen met akkerbouw en/of rundveehouderij. De intensieve veehouderijbedrijven staan voor de bedrijfstypen varkenshouderij, pluimveehouderij en gemengd intensief. Bij de grondgebonden bedrijven hebben de coëfficiënten van de produktiefactoren een positief teken en is de schaalparameter groter dan één. Dit resultaat zou wijzen op het bestaan van toenemende schaalopbrengsten. Bij de intensieve veehouderij daarentegen vinden wij een negatief teken voor de produktiefactoren grond en vee. De coëffiënten zijn daarbij niet alleen negatief, maar bovendien significant van nul verschillend. Bovendien is als gevolg hiervan de schaalparameter kleiner dan één. De verklaringsgraad van de acht vergelijkingen is ongeacht het bedrijfstype bijzonder hoog.

Opvallend is dat de waarden van de dummy-variabelen slechts in drie gevallen een positief teken vertonen. Minder opvallend is dat echter als men het vergelijkt met de prijsontwikkeling per eenheid produkt, één van de elementen die waarde van de dummyvariabelen bepaald. Tabel 3.3 geeft de prijsontwikkeling per eenheid produkt voor de akkerbouw en de rundveehouderij (twee bedrijfstakken waar kan worden beschikt over een prijsindex). Uit tabel 3.3. blijkt namelijk dat de verschuivingen, die zich van

TABEL 3.1 SCHATTINGSRESULTATEN VAN DE COBB-DOUGLAS PRODUKTIEFUNCTIE

	PRODUKTIERICHTING							
COEFF.	1	2	3	4	5	6	7	8
0	2.205	2.055	2.449	3.147	1.926	2.218	2.192	3.549
	(18.20)	(27.90)	(10.70)	(5.20)	(6.10)	(7.70)	(12.70)	(10.40)
1	.165	.182	-.029	-.089	.103	.149	.107	-.095
	(11.30)	(23.50)	(-2.80)	(-3.50)	(3.10)	(4.90)	(5.50)	(-5.40)
2	.171	.062	.121	.198	.219	.127	.123	.345
	(11.60)	(6.10)	(4.50)	(2.50)	(4.60)	(3.70)	(4.30)	(7.10)
3	.119	.091	.084	.276	.136	.089	.082	.225
	(14.90)	(18.20)	(5.90)	(7.80)	(5.70)	(3.70)	(6.40)	(11.30)
4	-	.177	.156	-.143	.082	.152	.123	-.083
		(18.70)	(3.50)	(-3.50)	(3.00)	(4.80)	(5.60)	(-4.40)
5	.645	.554	.615	.549	.635	.557	.611	.530
	(50.40)	(81.40)	(19.30)	(12.30)	(24.30)	(16.00)	(39.60)	(27.80)
1976	.023	-.090	-.120	.020	-.058	-.074	-.127	-.192
	(1.00)	(-10.30)	(-2.00)	(.10)	(-1.30)	(-2.20)	(-6.30)	(-3.70)
1977	-.343	-.015	-.031	-.025	-.111	-.073	-.080	-.107
	(-16.60)	(-1.70)	(-.60)	(-.10)	(-2.20)	(-2.10)	(-3.60)	(-2.30)
1978	-.297	-.028	-.150	-.127	-.144	-.124	-.132	-.320
	(-14.40)	(-3.00)	(-2.70)	(-.80)	(-3.10)	(-3.50)	(-5.70)	(-6.80)
1979	-.286	-.123	-.160	-.031	-.119	-.131	-.184	-.206
	(-13.70)	(-12.80)	(-3.00)	(-.20)	(-2.60)	(-3.40)	(-8.40)	(-4.40)
1980	-.261	-.183	-.353	.188	-.176	-.188	-.280	-.245
	(-12.50)	(-19.70)	(-7.20)	(1.30)	(-3.50)	(-5.30)	(-12.80)	(-5.30)
1981	-.209	-.151	-.292	-.017	-.288	-.125	-.217	-.210
	(-10.00)	(-16.10)	(-5.70)	(-.10)	(-6.20)	(-2.80)	(-8.70)	(-4.00)
1982	-.237	-.160	-.197	-.121	-.230	-.191	-.189	-.215
	(-11.10)	(-17.10)	(-3.80)	(-.80)	(-4.40)	(-4.50)	(-7.80)	(-4.20)
SO	1.10	1.07	.95	.79	1.17	1.08	1.04	.92
R**2	.87	.95	.95	.91	.92	.93	.95	.93
N	1866	3080	388	133	262	251	485	361

TUSSEN HAAKJES STAAN T-WAARDEN

jaar tot jaar voordoen in het prijsniveau per eenheid produkt, zich vertalen in de ontwikkeling en de waarden van de dummy-variabelen.

Vergelijking van ons onderzoek met de studie van Filius leert dat de verschillen klein zijn bij de rundveehouderij en niet al te groot bij de akkerbouw. In de akkerbouw zijn het vooral de factoren arbeid en non-factor inputs die in betekenis zijn toegenomen, terwijl de betekenis van de factor grond is afgenomen.

De oorzaak van een negatief teken voor grond en vee in de takken met intensieve veehouderij kan gezocht worden in de onzuiverheid die optreedt bij de bedrijfsindeling. Een bedrijf wordt ingedeeld bij de varkenshouderij of de pluimveehouderij als respectievelijk het aantal sbe varkens of het aantal sbe pluimvee groter is dan 66 2/3% van het totaal aantal sbe. Dit betekent bijvoorbeeld dat een bedrijf met 80% sbe varkens en 20% sbe akkerbouw wordt gerekend tot de varkenshouderij en een bedrijf met 70% sbe pluimvee, 15% sbe akkerbouw en 15% rundvee wordt gerekend tot de pluimveehouderij. Hieruit blijkt dat in specialisatietakken toch nog allerlei mengvormen kunnen voorkomen. Dit is ook het geval voor het gemengd intensief. Het is een bedrijfstak met de nadruk op intensieve veehouderij, alleen de aandelen akkerbouw en rundvee zijn nog groter dan bij de varkenshouderij en de pluimveehouderij.

Als de onzuiverheid nu maar groot genoeg is, d.w.z. als de indeling in bedrijfstypen toch nog takken oplevert die onvoldoende homogeen van karakter zijn, dan is het mogelijk dat een aantal produktiefactoren een negatief teken krijgen. In hoofdstuk 2 is gesteld dat de rol van de produktiefactor grond in de intensieve veehouderij in hoofdzaak is beperkt tot vestigingsplaatsfactor. Dit zou betekenen dat de factor grond eigenlijk niet in de produktiefunctie thuis hoort. Neemt men de factor toch op, dan zou men een coëfficiënt mogen verwachten die niet significant van nul verschillend is. Nu de coëfficiënt van grond toch significant van nul verschilt kan men concluderen dat de bedrijfstakken met intensieve veehouderij heterogeen van karakter zijn, hetgeen wordt veroorzaakt door de grondgebonden bedrijven. Hun invloed heeft tot gevolg dat de coëfficiënt negatief is. Men zou hieruit kunnen afleiden dat de waarde van het produktievolume op een gespecialiseerd bedrijf op een hoger niveau ligt dan op een gemengd bedrijf. M.a.w. een gemengd bedrijf met de nadruk op intensieve veehouderij kan zijn opbrengst vergroten door het afstoten van de aandelen akkerbouw en/of rundvee en zich volledig te specialiseren op intensieve veehouderij.

Het negatief teken zou wellicht voorkomen kunnen worden door meer informatie aan de produktiefunctie toe te voegen. Gezien de aard van de problemen denken wij bijvoorbeeld aan de toevoeging van een specialisatiegraad. De specialisatiegraad kan men bijvoorbeeld construeren aan de hand van de Gini-coëfficiënt

(Jacquemin en de Jong, 1977). De Gini-coëfficiënt is een maatstaf, die aangeeft in welke mate een bedrijf zich heeft gespecialiseerd in één of meerdere produktietakken. Indien het bedrijf zich volledig heeft gespecialiseerd op één tak dan is de specialisatiegraad één. Heeft het bedrijf in alle mogelijke produktierichtingen een even groot aandeel dan is de specialisatiegraad nul.

Tabel 3.2 De coëfficienten van de CD-functie volgens ons onderzoek en de studie van Filius

	Schattings periode	grond	arbeid	kapitaal*	non-factor inputs
Akkerbouw					
Elhorst	1975-1982	.16	.17	.12	.65
Filius	1968-1973	.28	.06	.15	.50
Rundveehouderij					
Elhorst	1975-1982	.18	.06	.27	.55
Filius	1968-1973	.14	.10	.23	.57

* Kapitaal is de som van werktuigen en vee.

Tabel 3.3 De prijsontwikkeling per eenheid produkt in de akkerbouw en de rundveehouderij (%)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Akkerbouw	16,1	-31,5	-1,3	5,7	8,6	4,4	-4,9
Rundveehouderij	5,1	7,7	-0,8	1,7	-0,2	11,4	4,5

3.5 De theorie van de translog-functie

De specificatie van de translog-functie is van de vorm:

$$\ln Q = \alpha_o + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ln Xi + \tfrac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha ij \ln Xi \ln Xj \qquad (8)$$

$$\alpha_{ij} = \alpha ji, \qquad i = 1, \ldots, m; \; j = 1, \ldots, m.$$

De translog-functie wordt gekenmerkt door flexibiliteit. De functie is namelijk een 2e orde benadering van de produktiefunctie uitgedrukt in logarithmen. De basisgedachte daarbij is dat de functie zoveel parameters bevat dat het beschouwd kan worden als een benadering voor de werkelijke doch onbekende produktiefunctie. Tevens is het een generalisatie van de CD-functie. De translog-functie gaat namelijk over in de CD-functie als de coëfficienten α_{ij} allen gelijk zijn aan nul. Dit opent de mogelijkheid om te toetsen of de produktiefunctie moet worden beschreven volgens een translog-functie of dat mag worden volstaan met een functie die eenvoudiger is, namelijk de CD-functie.

De flexibiliteit van de functie uit zich onder meer in de produktieelasticiteiten, de schaalparameter en de substitutie-elasticiteiten. Zij zijn achtereenvolgens gelijk aan

$$\frac{dQ}{X_i}\,\frac{X_i}{dX_i} = t_i = f_i\,\frac{X_i}{Q} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} \ln X_i \qquad i = 1,\ldots, m \qquad (9)$$

$$SO = X_1 f_1 + \ldots + X_m f_m = t_1 + \ldots + t_m =$$

$$= \sum_{i=1}^{m} \alpha_i + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} \ln X_i. \qquad (10)$$

Voor het berekenen van de substitutie-elasticiteiten volgens vgl (3) is het noodzakelijk de 1e en 2e orde afgeleiden van de produktiefunctie te bepalen. Zij zijn gelijk aan

$$\frac{df}{dX_i} = \frac{Q.\ t}{X_i}\ ,\ i = 1,\ldots, m$$

$$\frac{d^2 f}{dX_i\ dX_j} = \begin{cases} Q\ \dfrac{t^2 - t_i + \alpha_{ii}}{X_i X_i} & \text{als } i=j \\[2ex] Q\ \dfrac{t_i t_j + \alpha_{ij}}{X_i X_j} & \text{als } i\neq j \end{cases}$$

Dit invullen in vgl (3) levert na een aantal omschrijvingen

$$S_{ij} = -1 + \frac{\alpha_{ii}\ t^2_j + \alpha_{jj}\ t^2_i - 2\ \alpha_{ij}\ t_i t_j}{(\alpha_{ii}-t_i)\ t^2_j + (\alpha_{jj} - t_j)\ t^2_i - 2\ \alpha_{ij}\ t_i t_j} \qquad (11)$$

De produktie-elasticiteiten, de schaalparameter en de substitutie-elasticiteiten zijn nu afhankelijk van de produktieomvang en

de inzet van de produktiefactoren. M.a.w. zij zijn afhankelijk van de plaats op de produktiefunctie. Vanuit de kennis van het produktieproces gezien is dit een stuk realistischer. Daar staat tegenover dat de interpretatie van de coëfficiënten wordt bemoeilijkt. De translog-functie is bijvoorbeeld niet homogeen, waardoor men niet langer in staat is aan de hand van de schaalparameter te bepalen wanneer verlies wordt geleden of winst wordt gemaakt. Vgl (11) toont nogmaals aan dat indien de coëfficiënten χ_{ij} allen gelijk zijn aan nul (de CD-functie) de substitutie-elasticiteiten gelijk zijn aan -1.

3.6 Schatting van de translog-functie

De specificatie van de regressievergelijking voor de translog-functie komt, afgezien van de kwadratische termen, overeen met die van de CD-functie.

Een groot probleem bij de schatting van de translog-functie vormt de multicollineariteit. Onder multicollineariteit verstaat men het verschijnsel dat de kolommen met waarnemingen van de onafhankelijke variabelen, ln X_i en ln X_i * ln X_j samen met de dummy-variabelen vormend de matrix X, niet orthogonaal zijn maar gecorreleerd. De literatuur noemt een drietal gevolgen of werkwijzen naar aanleiding van multicollineariteit:

1. De precisie van de schattingen neemt af. De afname in precisie uit zich in een vergroting van de standaardfouten en een stijging van de correlatie tussen de coëfficiënten. Het wordt hierdoor moeilijker de invloed van één van de variabelen los te zien van de rest van de variabelen.
2. Vaak gaat men ertoe over om variabelen, die niet significant van nul verschillend zijn, uit de vergelijking te elimineren. Dit kan onterecht zijn indien dit wordt veroorzaakt door multicollineairiteit in de data. Als de multicollineariteit wordt opgeheven vindt men wellicht een invloed die wel significant van nul verschilt.
3. De schattingen kunnen sterk afhankelijk zijn van de data die men gebruikt. Toevoeging of verwijdering van een aantal waarnemingen kan in dat geval leiden tot dramatische verschuivingen in de schattingsresultaten.

Zoals gezegd dit probleem doet zich ook voor bij de translog-functie. Het betekent dat tegenover het voordeel van de flexibiliteit een nadeel is ontstaan. De specificatie van de schattingsvergelijking wordt zo uitgebreid dat het lastiger zo niet onmogelijk wordt het partieel effect van de afzonderlijke variabelen te kwantificeren.

Begonnen is om de regressievergelijking te schatten met het programma P2R uit het BMDP-pakket. P2R is een stapsgewijs regressieprogramma, dat start zonder variabelen in de regressievergelijking, maar variabelen toevoegt indien zij voldoende bijdragen tot de verklaring van de vergelijking. Om de translog-functie te

kunnen vergelijken met de CD-functie is gebruik gemaakt van de optie, dat in ieder geval de variabelen worden opgenomen die ook voorkomen in de CD-functie. Nadat in P2R stapsgewijs de CD-functie is verkregen wordt dan bekeken of de termen die kwadratisch zijn kunnen worden toegevoegd. Variabelen kunnen in P2R om twee redenen niet in de vergelijking worden opgenomen:

A. De variabele draagt onvoldoende bij tot de verklaring van de vergelijking. De maatstaf, die hiervoor gehanteerd is, is dat met 90% betrouwbaarheid gesteld kan worden dat de coëfficiënt niet significant van nul verschilt.

B. De variabele zou voldoende bijdragen tot de verklaring van de vergelijking, maar door multicollineariteit wordt hij niet opgenomen. Dit kan verduidelijkt worden aan de hand van een voorbeeld. Veronderstel men heeft twee variabelen V_1 en V_2, die sterk zijn gecorreleerd en die, als ieder afzonderlijk in de regressievergelijking worden opgenomen, significant van nul verschillend zijn. Neemt men beide echter tegelijk op, dan is één van beide of zijn zelfs beide variabelen niet langer significant van nul verschillend. Ofwel de betrouwbaarheid van de schattingen loopt terug, hetgeen zich uit in een stijging van de correlatie tussen de coëfficiënten en een vergroting van de standaardfouten.
De maatstaf voor multicollineariteit, die het BMDP-pakket in de regressieprogramma's gebruikt, is de tolerantiegraad. De tolerantiegraad is een getal dat aangeeft welk deel van ieder van de onafhankelijke variabelen in de matrix X is gecorreleerd met de rest van de variabelen. Indien de tolerantiegraad van een variabele nu terecht komt onder de tolerantielimiet, dan wordt hij of verwijderd of niet opgenomen in de regressievergelijking. Voor de variabelen V_1 en V_2 betekent dit, dat als V_1 en V_2 tegelijk worden opgenomen, of V_1 of V_2 terecht komt onder de tolerantielimiet. In dat geval kiest P2R uit V_1 en V_2 de variabele die het best bijdraagt tot de verklaring van de vergelijking. De tolerantielimiet is door ons gezet op .001, het miniumniveau dat schattingen oplevert die nog accuraat zijn.

De methodiek, die in P2R gevolgd wordt, zou men kunnen typeren als het zoveel mogelijk informatie halen uit de data als de data gezien haar beperking toelaat. De resultaten van deze excercitie zullen hieronder alleen worden besproken.

Minimaal werden drie en maximaal werden negen van de in totaal vijftien kwadratische termen aan de regressievergelijking toegevoegd. Statistisch gezien betekent dit dat de CD-funcie moet worden verworpen. Daar wij namelijk alleen factoren opnemen die significant van nul verschillend zijn (bij een betrouwbaarheid van 90%) moet telkens, als een factor aan de vergelijking wordt toegevoegd, de vergelijking zonder die factor worden verworpen t.o.v. de vergelijking met die factor.

Algemeen kon worden gesproken van een verbetering van de schattingsresultaten. Voor de takken varkenshouderij en pluim-

veehouderij bleef de coëfficiënt van grond negatief, maar hij was niet langer significant van nul verschillend. Bovendien kwam in geen van de kwadraten, die werden opgenomen, de factor grond voor. Dit ondersteunt de veronderstelling dat haar rol alleen beperkt is tot vestigingsplaatsfactor. In het gemengd intensief was de coëfficiënt van de factor grond negatief en significant. De factor grond verscheen nu echter ook in de termen grond*grond en grond*werktuigen met coëfficiënten die positief en significant waren.

De verkregen vergelijkingen mogen dan een verbetering inhouden van de Cobb-Douglas functie, het is onverantwoord om op basis van dit schattingsmodel de substitutie-elasticiteiten te berekenen. Eén verandering in de schattingsvergelijking - de variabelen V_1 en V_2 uit het voorbeeld verwisselen - kan namelijk leiden tot een totaal ander resultaat t.a.v. de substitutie-elasticiteiten. De oorzaak hiervan kan men terugvoeren op P2R.P2R is een prima programma om de gevolgen één en drie van multicollineariteit te vermijden. Gevolg twee speelt in P2R echter volop. Met als resultaat dat een aantal coëfficiënten, terecht of onterecht, gelijk zijn gesteld aan nul en de verkregen vergelijkingen meer het karakter hebben gekregen van voorspellingsvergelijkingen. Voor de berekening van de substitutie-elasticiteiten is het echter noodzakelijk dat wij de coëfficiënten precies kennen.

De translog-functie in zijn totaliteit schatten - dit is mogelijk met P9R uit het BMDP-pakket. Door een verdubbeling van de precisie waarin wordt gerekend kan de tolerantielimiet namelijk worden verlaagd tot .0001 - biedt ook geen oplossing. Dit, omdat P9R lijnrecht staat tegenover P2R. P9R vermijdt gevolg twee, maar is weer volop onderhevig aan de gevolgen één en drie. Schatting met P9R brengt ons onvermijdelijk bij de slotsom van de studie van Burger: "De coëfficiënten van de produktiefuncties zijn zo slecht interpreteerbaar en zo onzeker, dat gevolgtrekkingen niet te maken zijn".

Voor de substitutie-elasticiteiten bepaald kunnen worden is het noodzakelijk dat de multicollineariteit in de data wordt opgeheven. Dit kan eigenlijk maar op één manier, namelijk door meer informatie aan het model toe te voegen. Informatie die kan worden toegevoegd is bijvoorbeeld de specialisatiegraad (zie hierboven), de ouderdom van het werktuigenpark (balanswaarde werktuigen gedeeld door de nieuwwaarde werktuigen), de opbrengst per ha, de melkgift per koe, de verhouding gepachte en onverpachte grond en de verhouding gezins-vak en vreemd vak. Het betreft informatie die vooral technisch van aard is en in de schattingsvergelijking via de efficiency-paramater of de produktiefactoren zelf moet worden verwerkt.

Men kan ook overstappen op een ander model. Een veronderstelling die vaak wordt gemaakt is dat de relatie tussen de bruto-bedrijfsopbrengst en de non-factor inputs ongeacht de bedrijfsomvang constant is. Twee hectaren verbruiken tweemaal zo-

veel zaaizaad als één of twee koeien verbruiken tweemaal zoveel veevoer als één. In plaats van het schatten van de bruto-bedrijfsopbrengst

$$PY = f\ (H,L,W,V,M) \qquad (12)$$

stapt men over op het schatten van de netto-bedrijfsopbrengst

$$PY - M = f'\ (H,L,W,V). \qquad (13)$$

De functie f' betekent een vereenvoudiging van de functie f', omdat de termen waarin M voorkomt uit de functie f' zijn verdwenen. De mogelijkheid bestaat dat hiermee tevens de multicollineariteit uit de data is verdwenen.

Blijft de vraag of de veronderstelling is gerechtvaardigd. Het afsplitsen van de non-factor inputs van de rest van de variabelen, die voorkomen in de functie f, is alleen toegestaan als aan één van de voorwaarden hieronder is voldaan (Bruno, 1978):

A. Het relatief prijspeil van de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs zijn constant t.o.v. het opbrengstprijspeil.
B. De functie f is sterk separeerbaar in de non-factor inputs en de overige produktiefactoren

   $$f\ (H,L,W,V,M) = f'\ (H,L,W,V) + H(M)$$

C. De verhouding tussen de non-factor inputs en de bruto-bedrijfsopbrengst is constant.

Aan voorwaarde A is niet voldaan. De variatie in de prijzen tijdens de periode 1975 - 1982 laat die veronderstelling niet toe. Aan voorwaarde B kan worden voldaan als wordt verondersteld dat de non-factor inputs volkomen substitueerbaar zijn. In dat geval is de functie f sterk separeerbaar en kan hij worden opgesplitst. Vgl (13) kan dan worden verkregen via de veronderstelling H(M) = M. Is de veronderstelling van volkomen substitueerbaarheid niet plausibel, dan kan men overgaan tot het andere extremum: de non-factor inputs zijn volkomen complementair. Ofwel de verhouding tussen de bedrijfsopbrengst en de non-factor inputs ligt vast. De produktiefunctie gaat dan over in

$$PY = \min\ [f'\ (H,L,W,V),\ \alpha\ M],$$

waarbij α een constante is. Het produktieproces is efficiënt als

$$PY = f'(H,L,W,V) \text{ en } PY = \alpha\ M.$$

Wederom kan men dan de netto bedrijfsopbrengst als uitgangspunt hanteren. Thans via de vergelijking

$$PY - M = (1 - \alpha)\ f'(H,L,W,V).$$

De netto-bedrijfsopbrengst is in dat geval niet langer een functie van f', maar hangt tevens af van de input-output coëfficiënt van de non-factor inputs.

Men ziet dat het schatten van de netto bedrijfsopbrengst tal van veronderstellingen met zich mee brengt en tal van restricties oplegt aan de parameters, die wij op voorhand eigenlijk niet willen maken. Bovendien konden wij uit de acht voorspellings-vergelijkingen, die verkregen zijn met P2R, opmaken dat niet voldaan is aan voorwaarde B of C. Als de produktiefunctie namelijk kruislingse produkttermen bevat, waarin de factor M voorkomt. dan is niet voldaan aan de voorwaarde genoemd onder B of C. Voor de acht vergelijkingen bleek dat dit verschijnsel zich inderdaad voordeed, hetgeen ons brengt bij de conclusie dat de overstap van bruto- op netto-bedrijfsopbrengst moet worden verworpen. Op dit onderwerp komen wij later terug.

Uiteindelijk is de oplossing gezocht in een tussenvorm van de voorspelvergelijking, die is verkregen met P2R, en het volledig gespecificeerd model volgens vgl (8), dat geschat zou kunnen worden met P9R. Gebleken is dat vooral de kolommen $\ln X_i$, $\ln X_j$, $\ln X_i \ln X_j$, $\ln^2 X_i$ en $\ln^2 X_j$ onderling sterk zijn gecorreleerd. Daarom zijn een vijftal restricties op de parameters gelegd, die dit verschijnsel gedeeltelijk moeten voorkomen. Het zijn de restricties:

$$a_{22} = -a_{21} - a_{23} - a_{24} - a_{25},$$

$$a_{33} = -a_{31} - a_{32} - a_{34} - a_{35},$$

$$a_{44} = -a_{41} - a_{42} - a_{43} - a_{45},$$

$$a_{55} = -a_{51} - a_{52} - a_{53} - a_{54}.$$

Het opleggen van de restricties heeft een aantal implicaties voor de vorm van de produktiefunctie. De hoofdreden tot het opleggen van restricties, waarbij de kolom- en rijtotalen optellen tot nul, is dat de homogeniteit van de produktiefunctie wordt hersteld. Zou men de correlatie tussen de kolommen in de matrix X'X willen tegengaan door de hoofddiagonaal gelijk te stellen aan nul ($a_{11} = a_{22} = a_{33} = a_{44} = a_{55} = 0$), dan wordt de homogeniteit niet hersteld. Het homogeniteitsherstel is van belang, omdat het twee eigenschappen met zich meebrengt die als wenselijk omschreven kunnen worden. Enerzijds kan worden afgeleid, dat een produktiefunctie die homogeen is tevens homothetisch is. Anderzijds kan worden afgeleid dat een vereenvoudiging optreedt in de schaalparameter, waardoor de schaalparameter precies gelijk wordt aan de schaalparameter van de CD-functie. Een omschrijving van het begrip homothetisch is ontleend aan Nadiri (1982): "The family of homothetic production functions are characterized by straight line expansions paths through the origin, i.e. the contours of

the production surface are radial blow-ups of one another. A homothetic production frontier is defined as

$$Y = f\,(1(X_1, \ldots, X_m))$$

where 1 is a homogenous function of some arbitary degree (1 > o); 1 en f are twice differentiable functions and 1 can be interpreted as the input index of the factors of production". Anders gezegd een produktiefunctie is homothetisch als de produktie-isoquanten gelijkvormig zijn. Een interessant aspect aan de functie 1, die kan worden opgevat als één input index, is de overeenkomst die het vertoont met de bewerkingseenheid (Be). De bewerkingseenheid is immers een totaalindex voor de drie produktiefactoren arbeid, werktuigen en loonwerk.

Invulling van de restricties verandert de gedaante van de regressievergelijking in vgl (15).

Het blijkt dat de regressievergelijking wordt vereenvoudigd en de interpretatie van de schattingsvergelijking enigszins wordt vergemakkelijkt. De bedrijfsopbrengst is niet alleen afhankelijk van de inzet van grond, arbeid, werktuigen, vee en non-factor inputs, maar tevens van de verhouding waarin de produktiefactoren worden aangewend. Ofwel factoren zoals ha per arbeidskracht, werktuigen per ha, non-factorkosten per ha t/m de verhouding vee en non-factor inputs. Het zijn variabelen die iets zeggen over de intensiteit waarmee produktiefactoren worden gebruikt.

Men ziet dat de restricties op de parameters leiden tot een functie die veel gelijkenis vertoont met de CD-functie. Toch bevat de overgebleven vergelijking t.o.v. de CD-functie zoveel meer elementen, dat voldoende flexibiliteit blijft behouden - de 2e afgeleiden zijn niet constant - om een indicatie te geven van de hoogte van de substitutie-elasticiteiten. Uit de correlatiematrices is gebleken dat het probleem van de multicollineariteit blijft bestaan, maar vergeleken met het volledig gespecificeerd translog-model sterk is teruggebracht.

Naast een vijftal restricties op de parameters is verondersteld dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs gelijk is aan één. Hierboven is aangetoond dat, indien de ondernemer streeft naar winstmaximalisatie, hij net zoveel van een produktiemiddel inzet tot de waarde van het marginaal produkt gelijk is aan de prijs van het produktiemiddel. D.w.z. tot de waarde van het marginaal produkt gedeeld door de eigen prijs gelijk is aan één. Gezien de aard van de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs mag men redelijkerwijs veronderstellen dat hier aan voldaan is, ofwel dat de inzet van non-factor inputs uitsluitend wordt bepaald door winstmaximalisatie en direct zal worden aangepast indien zich prijsveranderingen in de produktiefactoren voordoen. Een ondersteuning voor de veronderstelling dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs ge-

lijk is aan één wordt gevormd door tabel 3.4. Tabel 3.4 toont de waarde van het marginaal produkt gedeeld door de eigen prijs van non-factor inputs berekend m.b.v. de voorspelvergelijkingen. Zij zijn, zoals gebruikelijk, berekend in het gewogen meetkundig gemiddelde van de variabelen. Het blijkt, dat alleen de akkerbouw een afwijkend beeld vertoont. Dit kan echter worden veroorzaakt door de onvolledigheid van de voorspelvergelijkingen.

Tabel 3.4 Het marginaal produkt van non-factor inputs, berekend volgens de voorspelvergelijkingen

Produktie-richting	1	2	3	4	5	6	7	8
Marginaal produkt	1.68	1.01	.99	.97	1.18	1.20	1.05	.96

Daar de bedrijfsopbrengst en de non-factor inputs zijn uitgedrukt in geldeenheden kan men de veronderstelling t.a.v. de non-factor inputs als volgt noteren

$$\frac{d\,PY}{d\,M} = 1. \qquad (14)$$

De eis uitgesproken in vgl (14) is aanleiding tot de regressievergelijking in (16)

$$\begin{aligned} \ln PY = \alpha_0 + \sum_{i=1976}^{1982} b_i D_i + \alpha_1 \ln H + \alpha_2 \ln L + \alpha_3 \ln W \\ + \alpha_4 \ln V + \alpha_5 \ln M + \tfrac{1}{2}\Big[- \alpha_{12} \ln^2 \frac{H}{L} \\ - \alpha_{13} \ln^2 \frac{H}{W} - \alpha_{14} \ln^2 \frac{H}{V} - \alpha_{15} \ln^2 \frac{H}{M} \\ - \alpha_{23} \ln^2 \frac{L}{W} - \alpha_{24} \ln^2 \frac{L}{V} - \alpha_{25} \ln^2 \frac{L}{M} \\ - \alpha_{34} \ln^2 \frac{W}{V} - \alpha_{35} \ln^2 \frac{W}{M} \\ - \alpha_{45} \ln^2 \frac{V}{M} \Big] + e_0 \end{aligned} \qquad (15)$$

$$\frac{M}{PY} = \alpha_5 + \alpha 15 \ln \frac{H}{M} + \alpha 25 \ln \frac{L}{M} + \alpha 35 \ln \frac{W}{M} + \alpha 45 \ln \frac{V}{M} + e1 \quad (16)$$

Vgl (16) kan men opvatten als de vraagfunctie naar non-factor inputs onder de veronderstelling van winstmaximalisatie, waarbij de vraagfunctie wordt verkregen via differentiatie van de produktiefunctie.

Thans bestaat het schattingsmodel uit twee vergelijkingen vgl (15) en vgl (16), waarbij per schattingsvergelijking één storingsterm is toegevoegd, respectievelijk e_o en e_1. De twee vergelijkingen zijn op twee manieren met elkaar verbonden. Enerzijds via de parameters die gemeenschappelijk voorkomen in de produktiefunctie en de vraagfunctie. Anderzijds via de storingstermen. De storingstermen representeren de invloed van de variabelen die door ons in het model zijn genegeerd. De reden tot het negeren van variabelen is dat wij de variabelen niet of onvoldoende kennen, denk bijvoorbeeld aan variabelen die voor de ondernemer persoonlijk van aard zijn, of niet kunnen meten (het weer). Nu zijn de variabelen die per bedrijf worden genegeerd voor elk van de twee vergelijkingen aan elkaar gelijk. Immers het weer beïnvloedt net zo goed de produktiefunctie als de vraagfunctie naar non-factor inputs. Econometrisch gezien betekent dit dat de storingstermen e_o en e_1 met elkaar zijn gecorreleerd. Dit verband tussen de storingstermen geldt onafhankelijk van de parameters, die gemeenschappelijk in de vergelijkingen voorkomen. Dat wil zeggen dat ook zonder de parameters, die gemeenschappelijk voorkomen, de vergelijkingen via de storingstermen met elkaar zouden zijn verbonden. Een dergelijk model dat is geïntroduceerd door Zellner staat bekend onder de naam "seemingly unrelated regression".

Een bespreking van de schattingsmethode - de schattingsmethode is zo opgezet dat direct rekening wordt gehouden met de correlatie tussen de storingstermen en de parameters die gemeenschappelijk in de vergelijkingen voorkomen - kan men terugvinden in bijlage 4. De schattingsresultaten staan vermeld in tabel 3.5.

Tabel 3.6 toont het marginaal produkt voor de factor grond en de waarde van het marginaal produkt voor de produktiefactoren arbeid, werktuigen en vee gedeeld door de prijs van de produktiefactor. De uitkomsten per produktiefactor zijn gemiddeld over de periode 1975 - 1982. Men kan de getallen opvatten als de marginale opbrengst per gulden aan kosten van de betreffende factor. Een uitzondering vormt de factor grond. Hiervoor is alleen de waarde van het marginaal produkt berekend. Deze waarde toont aan met hoeveel de opbrengst op het gemiddeld bedrijf (prijspeil 1975) kan toenemen, als het wordt uitgebreid met 1 ha. Met opzet is niet gedeeld door de prijs van grond, omdat onduidelijk is wat voor prijs wij hiervoor moeten hanteren. De landbouwstatistieken onderscheiden namelijk prijzen voor los bouwland en los grasland zowel verpacht als onverpacht. De prijs die van toepassing is zal voor ieder bedrijf verschillen.

TABEL 3.5 SCHATTINGSRESULTATEN VAN DE TRANSLOG PRODUKTIEFUNCTIE

	PRODUKTIERICHTING							
COEFF.	1	2	3	4	5	6	7	8
0	4.442	3.352	4.999	4.291	3.409	3.379	3.825	5.768
	(41.28)	(62.90)	(38.43)	(16.55)	(15.34)	(21.93)	(36.64)	(44.14)
1	.666	.381	-.146	-.121	.498	.508	.282	-.242
	(22.74)	(16.59)	(-5.27)	(-1.82)	(5.25)	(7.91)	(5.43)	(-6.24)
2	.412	.131	.984	.947	.082	.010	.294	1.243
	(10.07)	(5.29)	(19.02)	(9.39)	(.78)	(.15)	(6.18)	(24.51)
3	.327	.164	.246	.550	.371	.141	.123	.421
	(16.34)	(12.70)	(7.59)	(7.26)	(6.37)	(3.18)	(3.81)	(9.88)
4	-	.544	.233	-.372	.289	.629	.557	.027
		(24.86)	(6.17)	(-6.14)	(4.16)	(14.75)	(14.12)	(.93)
5	-.406	-.213	-.301	-.053	-.246	-.288	-.266	-.481
	(-25.28)	(-22.66)	(-10.02)	(-.84)	(-7.11)	(-9.83)	(-11.70)	(-17.55)
12	-.067	-.019	.007	-.003	-.047	-.026	-.017	.054
	(-10.65)	(-3.35)	(1.16)	(-.23)	(-1.96)	(-1.80)	(-1.43)	(5.93)
13	-.036	-.002	.004	-.002	-.004	-.022	-.023	-.025
	(-9.22)	(-.68)	(.98)	(-.28)	(-.29)	(-1.72)	(-3.01)	(-3.40)
14	-	-.052	-.012	.003	-.025	-.004	-.012	-.001
		(-8.96)	(-1.86)	(.31)	(-1.55)	(-.35)	(-1.06)	(-.17)
15	.093	.071	-.014	-.014	.069	.087	.053	-.013
	(25.57)	(25.30)	(-3.18)	(-1.42)	(5.71)	(8.40)	(7.01)	(-2.02)
23	-.015	-.004	-.026	-.052	-.012	.020	.006	-.012
	(-4.62)	(-1.32)	(-4.35)	(-3.13)	(-.84)	(1.87)	(.87)	(-1.28)
24	-	.006	.021	.039	-.018	-.068	-.024	-.000
		(1.08)	(1.97)	(2.19)	(-1.18)	(-6.01)	(-2.30)	(-.01)
25	.080	.021	.109	.123	.041	.030	.048	.147
	(21.33)	(7.78)	(15.25)	(8.74)	(3.83)	(3.39)	(7.24)	(22.21)
34	-	-.018	-.001	-.010	-.012	-.015	-.009	.033
		(-5.29)	(-.18)	(-.90)	(-1.08)	(-1.37)	(-1.01)	(4.59)
35	.050	.033	.029	.059	.068	.042	.025	.068
	(18.12)	(19.87)	(5.04)	(5.34)	(8.75)	(5.86)	(4.91)	(10.44)
45	-	.107	.067	-.040	.047	.085	.093	-.001
		(43.70)	(7.77)	(-3.32)	(6.19)	(12.06)	(16.46)	(-.22)
1976	.026	.001	-.042	.012	.001	-.004	-.007	.001
	(4.52)	(.34)	(-3.21)	(.38)	(.10)	(-.55)	(-1.61)	(.06)
1977	-.004	-.010	-.022	.003	-.029	-.008	-.012	.009
	(-.64)	(-4.75)	(-1.84)	(.09)	(-2.16)	(-1.11)	(-2.43)	(.57)
1978	-.028	.000	-.058	.002	-.028	-.020	-.001	-.016
	(-4.84)	(.16)	(-4.62)	(.05)	(-2.31)	(-2.77)	(-.18)	(-1.04)
1979	-.028	-.003	-.050	-.011	-.018	-.010	.002	-.019
	(-4.81)	(-1.13)	(-4.05)	(-.37)	(-1.52)	(-1.38)	(.48)	(-1.25)
1980	-.023	-.016	-.021	.005	.001	-.010	-.007	-.031
	(-3.92)	(-6.72)	(-1.90)	(.17)	(.08)	(-1.38)	(-1.27)	(-2.02)
1981	-.031	-.022	-.042	-.021	-.017	-.010	-.021	-.053
	(-5.21)	(-9.05)	(-3.58)	(-.68)	(-1.31)	(-1.15)	(-3.51)	(-3.01)
1982	-.035	-.016	-.039	-	-.025	-.002	-.011	-.022
	(-5.69)	(-6.73)	(-3.38)	(.01)	(-1.74)	(-.25)	(-1.94)	(-1.31)

Tabel 3.6 Het marginaal produkt van de produktiefactoren

produktie-factor	Produktierichting 1	2	3	4	5	6	7	8
grond	1053	1048	-1439	-2611	874	1074	949	-372
arbeid	.82	.16	1.24	.73	.24	.18	.32	.78
werktuigen	1.32	1.17	2.40	3.44	2.24	1.45	.96	3.84
vee		5.65	2.58	-3.52	4.12	4.77	4.83	.77
schaal-parameter (S0)	1.000	1.008	1.016	.950	.993	1.001	.991	.969
toets op S0=1	+	-	-	-	+	+	-	-

- = verworpen, + = niet verworpen.

Een aantal uitkomsten zijn onrealistisch. Analoog als bij de CD-functie, waarbij voor de produktierichtingen met intensieve veehouderij een negatief teken werd gevonden voor de factor grond, vinden wij thans een negatief marginaal produkt voor de factor grond. Hieruit blijkt dat het verkrijgen van een negatief marginaal produkt - een negatief teken voor een produktiefactor in de CD-functie impliceert een negatief marginaal produkt - niet kan worden toegeschreven aan de specificatie van de produktiefunctie. Hetgeen betekent dat alleen de bedrijfsindeling als oorzaak overblijft. Op dit onderwerp komen wij later terug.

Bij de bespreking van tabel 3.6 zullen wij ons verder beperken tot de grondgebonden bedrijven. Ten aanzien van de non-factor inputs is verondersteld dat het marginaal produkt gedeeld door de eigen prijs gelijk is aan één. Gezien de aard van het landbouwbedrijf mag men verwachten dat dit niet het geval is voor arbeid, werktuigen en vee.

In hoofdstuk 2 hebben wij gezien dat een groot gedeelte van de ingezette arbeid bestaat uit gezinsarbeid. Voor deze arbeidskrachten kan niet worden verondersteld dat hun inzet optimaal is bij de gegeven prijs van arbeid. Hun aanwezigheid wordt namelijk meer bepaald door culturele en demografische factoren dan door de afweging van marginale opbrengst en marginale kosten. Uit de tabel blijkt dat het marginaal produkt per gulden aan kosten van arbeid inderdaad kleiner is dan één.

De waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van kapitaalgoederen (werktuigen, vee) ligt over het algemeen boven één. Blijkbaar zijn de investeringen die ieder jaar worden gedaan niet in staat de kapitaalgoederenvoorraad op het optimale peil te brengen. Dit is niet verwonderlijk, omdat men niet mag verwachten dat boeren subiet reageren op prijsveranderingen. Investeringen zijn gericht op de toekomst en dus is het noodzake-

lijk een verwachting op te stellen van de toekomstige prijsverhoudingen om te bepalen hoeveel er geïnvesteerd moet worden. Prijsveranderingen werken slechts geleidelijk door in dit soort verwachtingen. Meer factoren die een rol spelen zijn risicominimalisatie en de tijd die benodigd is voor de uitvoering van investeringen.

Tot slot van tabel 3.6 is de schaalparameter berekend en getoetst of hij gelijk is aan één. De toetsgrootheid kan niet worden verworpen voor de akkerbouw, gemengd akkerbouw en gemengd rundveehouderij/akkerbouw. Dit impliceert dat de veronderstelling, dat de produktiefunctie homogeen lineair is of anders gezegd dat sprake is van constante schaalopbrengsten, niet kan worden verworpen voor de takken met akkerbouw. De schaalparameter voor de rundveehouderij is groter dan één. Aangezien de toetsgrootheid is verworpen, wijst dit op het bestaan van toenemende schaalopbrengsten. Een implicatie die uit het bestaan van toenemende schaalopbrengsten kan worden afgeleid is dat de optimale bedrijfsomvang niet bepaald is. Schaalvergroting leidt immers tot in verhouding meer opbrengst. Het zou betekenen dat de efficiency op rundveehouderijbedrijven kan worden vergroot, als men in staat is om tot schaalvergroting over te gaan.

De substitutie-elasticiteiten zijn - rekening houdend met de restricties op de parameters - berekend volgens vgl (11). De vergelijking voor de elasticiteiten is dermate ingewikkeld dat het technisch gezien onmogelijk is om een betrouwbaarheidsinterval van de elasticiteiten te berekenen. Dit is een bezwaar. Gebleken is dat de betrouwbaarheid van de uitkomst sterk kan worden beïnvloed door de mate van multicollineariteit. Daar de elasticiteiten worden berekend in het gewogen meetkundig gemiddelde van de produktiefactoren zijn zij bovendien afhankelijk van de spreiding in deze gemiddelden. Naarmate de spreiding groter wordt neemt de onzekerheid omtrent de gevonden elasticiteiten nog eens extra toe. Daarom is besloten de substitutie-elasticiteiten eerst voor ieder jaar apart te berekenen om te onderzoeken of zij in de loop der tijd een stabiel karakter vertoonden. Aan de hand van dit onderzoek is tabel 3.7 opgesteld. Het geeft een indicatie van de waarde van de substitutie-elasticiteiten tijdens de periode 1975-1982.

De substitutie-elasticiteiten zijn een maatstaf voor het verloop van de produktie-isoquanten en geven aan hoe makkelijk/moeilijk twee produktiefactoren onderling substitueerbaar zijn. Een belangrijk aspect bij het lezen van tabel 3.7 is het zich kunnen realiseren dat het opbrengstniveau bij substitutie gelijk blijft. Dit omdat een produktie-isoquant combinaties van produktiefactoren representeert die leiden tot één opbrengstniveau.

Tabel 3.7 De waarde van de substitutie-elasticiteiten

	Produktierichting				
	1	2	5	6	7
grond - arbeid	-.76	-.87	-.55	-.59	-.89
grond - werktuigen	-.83	-1.06	-1.06	-1.07	-.72
grond - vee		-1.03	-.71	-.89	-1.19
grond - non-factor	-.97	-.83	-.76	-1.06	-1.00
arbeid - werktuigen	-.99	-1.14	-.63	-.48	-1.01
arbeid - vee		-1.03	-.92	-1.04	-.97
arbeid - non-factor	-1.96	-1.51	-1.34	-2.23	-1.28
werktuigen - vee		-1.23	-.78	-.69	-1.50
werktuigen - non-factor	1.51	-1.43	-1.94	-1.80	-1.11
vee- non-factor		-2.34	-1.14	-1.69	-2.06

Een aantal waarden voor de elasticiteiten kunnen zich voordoen:

S = 0 De twee produktiefactoren zijn complementair en onderling niet substitueerbaar.

S = -∞ De twee produktiefactoren zijn volkomen substitueerbaar. Een voorbeeld van volkomen substitueerbaar zijn de inputfactoren gas en benzine voor een auto met een gasinstallatie.

$-\infty < S < 0$ Substitutie is mogelijk maar beperkt. Als S tegelijkertijd groter is dan -1, dan zijn de produktiefactoren zwak substitueerbaar. Als S tegelijkertijd kleiner is dan -1, dan zijn de produktiefactoren sterk substitueerbaar.

De tabel laat zien dat bij de grondgebonden bedrijven de produktiefactoren allen substitueerbaar zijn. Hieruit blijkt dat de bedrijfsopbrengst langs allerlei wegen, dat wil zeggen met een groot verschil in de inzet van produktiefactoren, bereikt kan worden. Zo vormen de non-factor inputs een goed alternatief voor de factoren arbeid, werktuigen en vee, omdat zij in al de gevallen sterk substitueerbaar zijn. Zwak substitueerbaar zijn de factoren grond en arbeid. Opnieuw traden problemen op in de produktierichtingen met intensieve veehouderij. De ontwikkelingen die zich in de intensieve veehouderij tijdens de periode 1975-1982 hebben voorgedaan zijn blijkbaar zo groot geweest, dat de elasticiteiten van jaar tot jaar een sterk verschillend resultaat gaven. Het heeft ons doen besluiten om de uitkomsten voor de produktierichtingen met intensieve veehouderij niet in de tabel op te nemen.

3.7 Evaluatie

In dit hoofdstuk zijn twee produktiefuncties naast elkaar gezet. Het zijn de Cobb-Douglas functie en de translog-functie. De CD-functie is daarbij een bijzonder geval van de translog-functie. Bestudering van de CD-functie heeft uitgewezen dat zij zowel uit theoretisch als uit statistisch oogpunt moet worden verworpen. Uit theoretisch oogpunt, omdat de produktie-elasticiteiten constant worden verondersteld en de substitutie-elasticiteiten à priori gelijk zijn gesteld aan -1. Uit statistisch oogpunt, omdat het verschil tussen de verklaringsgraad van de translog-functie en de CD-functie significant is. De overstap op de translog-functie verliep echter niet zonder problemen. Problemen die pas aan het licht traden bij de berekening van de substitutie-elasticiteiten. Voor de berekening is het namelijk noodzakelijk dat wij de parameters van het model met voldoende precisie kennen. Uitbreiding van de specificatie naar het niveau van de translog-functie brengt nu juist met zich mee dat het aantal parameters zo groot wordt, dat het databestand onvoldoende is geconditioneerd om nog een schatting van de parameters te maken, die betrouwbaar is. Het voordeel van de flexibiliteit - de functie is een 2e orde benadering van de produktiefunctie uitgedrukt in logarithmen en de 2e afgeleiden, benodigd voor de berekening van de substitutie-elasticiteiten, zijn niet constant - wordt gedeeltelijk teniet gedaan door een tekortkoming aan het databestand.

Deze tekortkoming komt tot uiting in de multicollineariteit van de onafhankelijke variabelen in de matrix X. Multicollineariteit kan men gedeeltelijk opheffen door toevoeging van meer informatie aan het model. Men heeft hiertoe twee mogelijkheden. De informatie, die wordt toegevoegd, is technisch van aard en moet in de produktiefunctie worden verwerkt. Gezien de informatie die in het boekhoudnet is opgeslagen bestaan hiertoe voldoende mogelijkheden. Of men kan overgaan op een ander model. Gekeken is naar de overstap van bruto- op netto-bedrijfsopbrengst. Toetsing heeft echter uitgewezen dat de veronderstellingen die dit met zich meebrengt moeten worden verworpen. Uiteindelijk is gezocht naar een tussenoplossing. Die bestond uit een aantal restricties op de parameters en de veronderstelling dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs gelijk is aan 1. De vereenvoudiging, die de restricties tot gevolg hadden, leidt tot een produktiefunctie, die veel overeenkomst vertoont met de CD-functie. Beide functies zijn homogeen en de schaalparameter of homogeniteitsgraad, die volgt uit beide functies, zijn aan elkaar gelijk. Bovendien wordt de interpretatie van de schattingsvergelijking vergemakkelijkt. De veronderstelling t.a.v. de non-factor inputs heeft tot gevolg dat een schattingsmodel ontstaat dat bestaat uit twee vergelijkingen. Het zijn de produktiefunctie en de vraagfunctie naar non-factor inputs. De twee vergelijkingen zijn op twee manieren met elkaar

verbonden. Enerzijds via de parameters, die gemeenschappelijk in de vergelijkingen voorkomen, en anderzijds via de storingstermen. De schattingsresultaten kan men terug vinden in tabel 3.5.

Bestudering van de schattingsresultaten aan de hand van het marginaal produkt voor de onderscheiden produktiefactoren, de uitkomst t.a.v. de schaalparameter en de waarde van substitutie-elasticiteiten leert ons, dat zij over het algemeen geen problemen opleveren voor de grondgebonden bedrijven, maar dat de resultaten voor de intensieve veehouderij minder goed zijn. Zo vinden wij een negatief teken voor de produktiefactoren grond en vee in de CD-functie, een negatief teken voor de waarde van het marginaal produkt van grond in de translog-functie en een instabiel verloop van de substitutie-elasticiteiten.

Een onderwerp, waarbij nog niet is stilgestaan en dat de oorzaak bevat voor de tegenvallende resultaten, die optreden in voor de intensieve veehouderij, zijn de onvolkomenheden, die zich voordoen in de schatting van een produktiefunctie. Een uitgebreid overzicht van de onvolkomenheden, die zich kunnen voordoen, staat vermeld in een artikel van Upton (1979). Een greep uit de onvolkomenheden, die wellicht van toepassing zijn en de schattingsresultaten meer of minder kunnen verstoren, is:

- De meetbaarheid van de inzet van produktiefactoren. Grond en arbeid zijn respectievelijk uitgedrukt in ha en vak. De rest van de produktiefactoren wordt uitgedrukt in geldeenheden. Dit roept een aantal vragen op. Kan de inzet van werktuigen, die wordt bepaald door rente + afschrijving, dienen als een benadering voor de inzet van al de werktuigen afzonderlijk? Kan de inzet van grond, die wordt uitgedrukt in hectaren kadastraal, niet net zo goed worden uitgedrukt in hectaren cultuurgrond? Moet geen rekening worden gehouden met de kwaliteit van de grond? De inzet van gebouwen in het produktie proces bleek niet meetbaar en is in zijn totaliteit weggelaten. Behoeft dit geen correctie?
- De vooruitgang in techniek en de invloed van omgevingsfactoren. Dit is opgevangen met de introductie van dummy-variabelen voor ieder afzonderlijk jaar.
- Het aggregatieprobleem. De bedrijfsopbrengst en de inzet van produktiefactoren zijn per bedrijf berekend op een hoog aggregatieniveau. Zij zijn de som van een groot aantal produktieprocessen. De vraag is of de fysieke bedrijfsopbrengst van ieder produktieproces gewogen met een prijsindex mag worden opgeteld tot één totaalopbrengst en of de inzet van een produktiefactor zonder meer mag worden gesommeerd over al de produktieprocessen.
- Schattingsproblematiek. Normaal gesproken schat men in de regressie-analyse een functie waarbij de waarnemingspunten beneden of boven het eindresultaat liggen. Aangezien de produktiefunctie in theorie een maatstaf is voor de produktiemogelijkheden, zou het echter logischer zijn indien al de

waarnemingspunten beneden of op het eindresultaat liggen. In dat geval is de functie die wordt geschat een indicatie voor het maximum aan efficiency. Ligt een waarneming beneden de functie, dan is de produktie op het betreffend bedrijf niet efficient genoeg.

Het is vooral de aggregatieproblematiek die - blijkens de invloed van allerlei landbouwactiviteiten die niet moeten worden gerekend tot de intensieve veehouderij, maar tot de akkerbouw of de rundveehouderij - de schattingsresultaten voor de intensieve veehouderij verstoren. De rest van de factoren, die hierboven zijn genoemd, zijn van minder groot belang.

Dit brengt ons bij de vraag of de indeling van de landbouwbedrijven niet moet worden heroverwogen. De twee bedrijfstypen varkenshouderij en pluimveehouderij moeten eigenlijk zo worden gezuiverd dat de invloed van de factor grond van ondergeschikt belang wordt. Pas dan is het mogelijk om, net zoals de produktiefactor vee in de akkerbouw, grond uit de produktiefunctie te elimineren. Voor het gemengd intensief ligt dit een stuk moeilijker. Eigenlijk bestaat op dit moment onvoldoende inzicht in wat voor combinaties van landbouwactiviteiten zich voordoen in het gemengd intensief. Zo is uit ander onderzoek gebleken dat het mogelijk is om van het gemengd intensief een bedrijfstype kalvermesterij af te scheiden, die voldoende groot en zuiver is om als aparte bedrijfstak te worden opgenomen. Daarnaast kan men zich t.a.v. de bedrijfsindeling afvragen wat het onderscheid is tussen gemengd akkerbouw en gemengd rundveehouderij/akkerbouw. Is dit onderscheid zinvol en zijn zij nog voldoende groot om als aparte bedrijfstak te worden opgenomen? Nee, een indeling van de landbouwbedrijven naar bedrijfstypen met één of slechts twee landbouwactiviteiten, waarbij de grenzen voor het zuiver bedrijfstype worden opgetrokken, lijkt een overweging waard.

4. De winstfunctie

4.1 Inleiding

Een alternatief voor de specificatie van de produktiefunctie is het concept van de winstfunctie. In dit hoofdstuk zal uitgebreid aandacht worden geschonken aan dit concept, dat is ontleend aan de dualiteitstheorie.

Een aantal veronderstellingen, belangrijk voor de afleiding van de winstfunctie, zijn noodzakelijk:

a. de ondernemer streeft naar winstmaximalisatie.
b. het opbrengstprijspeil en de prijs van variabele produktiefactoren zijn gegeven en kunnen niet beïnvloed worden door het individuele gedrag van de ondernemer.
c. de produktiefunctie is concaaf in de variabele produktiefactoren.

De winstfunctie bezit tal van eigenschappen, die als wenselijk omschreven kunnen worden. Zo bestaat onder een aantal voorwaarden een éénéénduidig verband tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. Op de voorwaarden zal hier niet dieper worden ingegaan, omdat wij meer geïnteresseerd zijn in een toepassing van de winstfunctie. Een overzicht van de voorwaarden kan men terugvinden in Fuss en McFadden (1978). In het algemeen kan echter worden gesteld dat de produktiefuncties die continu en concaaf zijn leiden tot winstfuncties die continu en convex zijn. Dit éénéénduidig verband biedt ons nu de mogelijkheid om zonder verlies van algemeenheid in plaats van een produktiefunctie een winstfunctie te hanteren. Een ander belangrijk en gewenst punt is dat tegelijk met de winstfunctie een vraagstelsel kan worden afgeleid naar produktiefactoren, die variabel zijn. Door een schatting van de winstfunctie samen met dit vraagstelsel kan worden bereikt dat wij een model schatten, dat theoretisch goed is onderbouwd en gedeeltelijk beantwoordt aan het doel dat wij ons gesteld hadden, namelijk de verklaring van de vraag naar produktiefactoren.

Hieronder komen respectievelijk aan de orde hoe de winstfunctie en het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren uit de produktiefunctie kunnen worden afgeleid, een voorbeeld aan de hand van de Cobb-Douglas produktiefunctie en de voordelen die aan de hantering van de winstfunctie zijn verbonden. Pas dan volgt een toepassing, die relevant is voor het landbouwbedrijf.

4.2 De theorie van de winstfunctie

Uitgangspunt is de ondernemer met een produktiefunctie

$$Q = f(X_1, \ldots, X_m; Z_1, \ldots, Z_n), \qquad (17)$$

waarbij X_i en Z_i staan voor produktiefactoren, die respectievelijk variabel en vast zijn en Q gelijk is aan de opbrengst. Dit is een verschil met hoofdstuk 3. De produktiefactoren worden thans onderverdeeld in twee groepen. De winst, die is gedefinieerd als de bruto-bedrijfsopbrengst vermindert met het totaal bedrag aan variabele kosten, kan worden geschreven als

$$G = p\, f\,(X, Z) - \sum_{i=1}^{m} w_i\, X_i, \qquad (18)$$

waarbij G gelijk is aan de winst, p het opbrengstprijspeil, $X = (X_1, \ldots, X_m)$, $Z = (Z_1, \ldots, Z_n)$ en w_i de prijs per eenheid van de ie variabele produktiefactor. Een conditie, die voortvloeit uit de veronderstelling van winstmaximalisatie, is dat de waarde van het marginaal produkt gelijk is aan de eenheidsprijs

$$p\, \frac{d\, f\,(X, Z)}{d\, X_i} = w_i, \quad i = 1, \ldots, m. \qquad (19)$$

Veronderstel dat vgl (19) kan worden opgelost voor het optimale niveau van de variabele produktiefactoren: $X_i = X_{i+}$. Het is duidelijk dat X_{i+} een functie is van het opbrengstprijspeil, de prijzen die toebehoren aan de variabele produktiefactoren en de inzet van de vaste produktiefactoren

$$X_{i+} = l\,(p, w, Z), \qquad i = 1, \ldots, m. \qquad (20)$$

Substitutie van (20) in vgl (18) levert de winstfunctie

$$G^+ = p\,[f\,(X^+, Z)] - \sum_{i=1}^{m} w_i\, X_i. \qquad (21)$$

De winstfunctie geeft het maximaal bedrag aan winst als functie van

$\{p; w_1, \ldots, w_m; Z, \ldots, Z_n\}$. Volgens de dualiteitstheorie bestaan een aantal connecties tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. De connecties, die voor ons in de toepassing van belang zijn en bekend staan onder de naam Shephard's lemma, zijn

$$X_{i+} = -\frac{d\, G\,(p,w,Z)}{d\, w_i}, \qquad i = 1, \ldots, m \qquad (22)$$

$$Q^+ = G^+\,(p,w,Z) - \sum_{i=1}^{m} \frac{d\, G^+\,(p,w,Z)}{d\, w_i}\, w_i, \qquad (23)$$

waarbij Q^+ de aanbodsfunctie representeert. Wij zien dat uit de afleiding van de winstfunctie tegelijkertijd een aanbodsfunctie

en een vraagstelsel naar variabele produktiefactoren wordt verkregen, die verband houden met de dualiteit tussen de produktiefunctie en de winstfunctie.

Voorbeeld: de Cobb-Douglas produktiefunctie

Veronderstel de CD-functie, die concaaf is in de variabele produktiefactoren

$$Q = \alpha_o \prod_{i=1}^{m} X_i^{\alpha_i} \prod_{i=1}^{n} Z_i^{\beta_i} \qquad (24)$$

waarbij $u = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i < 1.$

Afgeleid kan worden dat de winstfunctie van de CD-functie gelijk is aan (Fuss en Mc Fadden, 1978):

$$G+ = \alpha_{o'} \prod_{i=1}^{m} w_i^{\alpha_{i'}} \prod_{i=1}^{n} Z_i^{\beta_{i'}} \qquad (25)$$

waarbij $\alpha_{o'} = \alpha_o^{(1-u)-1} (1-u)^{(1-u)} \left(\prod_{i=1}^{m} \alpha_i \, p \right)^{\alpha_i (1-u) - 1}$

$$\alpha_{i'} = - \alpha_i (1-u)-1 < 0 \qquad i = 1, \ldots, m$$

$$\beta_{i'} = \beta_i (1-u)-1 > 0 \qquad i = 1, \ldots, n$$

Merk op dat $\alpha_{o'}$ afhankelijk is van α_o en p, waardoor wederom gesteld kan worden dat de term $\alpha_{o'}$ tijdsafhankelijk is. Neemt men links en rechts logarithmen, dan verkrijgt men

$$\ln G+ = \ln \alpha_{o'} + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{i'} \ln w_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_{i'} \ln Z_i. \qquad (26)$$

De vraagfuncties naar variabele produktiefactoren zijn volgens vgl (22)

$$X_{i+} = - \frac{d\, G+}{d\, w_i}, \qquad i = 1, \ldots, m \qquad (27)$$

Vermenigvuldigt men beide kanten van vgl (27) met $\frac{w_i}{G^+}$

$$\frac{w_i X_i}{G^+} = - \frac{d \ln G^+}{d \ln w_i} , \qquad i = 1, \ldots, m \tag{28}$$

dan verkrijgt men in het geval van de CD-functie het volgende vraagstelsel naar produktiefactoren

$$\frac{w_i X_i}{G^+} = - \alpha_i' , \qquad i = 1, \ldots, m. \tag{29}$$

Voordelen

Het werken met de winstfunctie heeft t.o.v. de produktiefunctie een groot aantal voordelen:

- Vgl (22) en vgl (23), die zijn gebaseerd op Shephard's lemma, bieden de mogelijkheid om direct de aanbodsfunctie, Q^+, en het vraagstelsel naar produktiefactoren, X_{i+}'s, uit de winstfunctie af te leiden, zonder dat vgl (19) wordt opgelost of een produktiefunctie wordt gespecificeerd. Dit is een belangrijk voordeel, omdat het betekent dat de keuze voor de specificatie van de winstfunctie onafhankelijk is van de produktiefunctie.
- Via de dualiteitstheorie is verzekerd, dat het hanteren van een winstfunctie als uitgangspunt van de analyse, een aanbodsfunctie en een vraagstelsel naar produktiefactoren oplevert, dat tevens verkregen zou kunnen worden uit een produktiefunctie onder de veronderstellingen a t/m c in de inleiding van dit hoofdstuk.
- De winstfunctie, de aanbodsfunctie en het vraagstelsel naar produktiefactoren kunnen expliciet opgeschreven worden als functies van variabelen, die op korte termijn niet beïnvloed kunnen worden door het individuele gedrag van de ondernemer. Econometrisch gezien betekent dit dat de variabelen exogeen zijn. Een bezwaar dat soms geuit wordt tegen de schatting van een produktiefunctie, dat onzuiverheid optreedt in de schatting als gevolg van een verband tussen de hoogte van de produktie en de produktiefactoren (Q is een functie van X en X^+ is een functie van Q), wordt aldus vermeden.

Een eindoverzicht van de relaties, die zijn gevonden tussen de produktiefunctie en de winstfunctie en dat aansluit op figuur 1.1, luidt:

(1) $p\ f\ (X, Z) - G^+\ (p, w, Z) = w'\ X$

(2) $\frac{d\ f}{d\ X} = w; \quad \frac{d\ G^+}{d\ w} = -X$

$$(3)\quad \frac{d\,f}{d\,Z} = \frac{d\,G^{+}}{d\,Z}$$

$$(4)\quad p\,f = G^{+} - w'\,\frac{d\,G^{+}}{d\,w}\;;\; G^{+} = p\,f - X'\,\frac{d\,f}{d\,X}$$

4.3 Schatting van de winstfunctie

De winstfunctie (vgl (21)) en het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren (vgl (22)) zijn in dit onderzoek onderwerp van schatting. Voor echter begonnen kan worden met de schatting is het noodzakelijk dat een onderscheid wordt gemaakt tussen vaste en variabele produktiefactoren. Belangrijk voor dit onderscheid zijn de voorwaarden, die zijn gesteld in de inleiding van dit hoofdstuk. Van een produktiefactor, die variabel is, wordt namelijk aangenomen dat de waarde van het marginaal produkt gelijk is aan de eenheidsprijs en dat vgl (19) kan worden opgelost voor het optimale niveau van de produktiefactor. M.a.w. bij de specificatie van de winstfunctie wordt verondersteld, dat de inzet van de produktiefactoren, die variabel zijn, optimaal is.

Verondersteld is dat de factoren grond, gezinsarbeid, werktuigen en vee vast zijn. Kapitaalgoederen kunnen op korte termijn als gegeven worden beschouwd en niet beïnvloed worden door het gedrag van de ondernemer, terwijl verschuivingen die optreden in de inzet voor gezinsarbeid zich zeer geleidelijk voltrekken (zie hoofdstuk 2). Daarbij komt dat, zoals wij hebben gezien in hoofdstuk 3, de inzet van grond, gezinsarbeid, werktuigen en vee uitsluitend bezien vanuit het oogpunt van winstmaximalisatie niet optimaal is. Van de produktiefactor non-factor inputs kan worden verondersteld dat zij variabel is. De motivatie is analoog als bij de veronderstelling, die werd gemaakt in hoofdstuk 3, dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs gelijk is aan één. Tot slot is verondersteld dat het aantal vreemde arbeidskrachten werkzaam op het landbouwbedrijf variabel is. De stellingname met betrekking tot gezinsarbeid, dat de inzet niet optimaal is en dat eigenlijk geen prijs bestaat voor gezinsarbeid, is namelijk niet aannemelijk voor vreemde arbeidskrachten. Hun inzet kan gemakkelijk worden aangepast aan het geldend prijsniveau van arbeid. Dit gegeven betekent een belangrijk verschil met hoofdstuk 3. De produktiefactor arbeid wordt thans opgesplitst in gezinsarbeid en vreemde arbeid.

Nog niet is onderzocht of voldaan is aan de voorwaarde dat de produktiefunctie concaaf is in de variabele produktiefactoren. Voor de CD-functie is hier aan voldaan, zoals uit het voorbeeld blijkt, als de som van de produktie-elasticiteiten (u) kleiner is dan één. Optelling van de produktie-elasticiteiten t.a.v. arbeid (vreemd + gezin) en non-factor inputs in de CD-functies, die zijn geschat in hoofdstuk 3, leert ons dat de som kleiner is dan één. Maar dan is zeker de som van de produktie-elasticiteiten t.a.v. vreemde arbeid en non-factor inputs kleiner dan één.

Uitsplitsing van de non-factor inputs.

Nu het gewicht van de produktiefactoren, die variabel zijn, in het model wordt vergroot - tegelijk met de winstfunctie zal immers een vraagstelsel naar variabele produktiefactoren worden geschat - is het aantrekkelijk om tot een uitsplitsing van de non-factor inputs te komen. De delen, waaruit de non-factor inputs tot nu toe waren opgebouwd, zijn loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen, veevoer, energie en meststoffen. Samen met het bedrag dat wordt uitgetrokken voor vreemde arbeidskrachten vormt dit het totaal aan variabele kosten.

Om echter te voorkomen dat kostenposten worden opgenomen, die irrelevant zijn voor het landbouwbedrijf is tabel 4.1 opgesteld. Tabel 4.1 geeft een verdeling van de variabele kosten per bedrijfstype over de zeven onderscheiden kostenposten en het aandeel van de posten in het totaal van de variabele kosten. Omdat wij bijzonder zijn geïnteresseerd in de arbeidsverdeling alsmede het verband tussen gezinsarbeid, vreemde arbeid en loonwerk, is besloten om in ieder geval de vraagfuncties naar loonwerk en vreemde arbeid in het model op te nemen. Vervolgens is besloten om posten die kleiner zijn dan 10% te elimineren, tenzij het totaal van de weggelaten posten groter zou worden dan 10%. Dit was uitsluitend het geval voor de tak met gemengd akkerbouw/rundvee, waardoor de post zaaigoederen voor deze tak bleef behouden.

Opnieuw valt een verschil op tussen de grondgebonden bedrijven en de intensieve veehouderijbedrijven. Bij de intensieve veehouderij zijn de kosten van veevoer veruit het grootst, terwijl bij de grondgebonden bedrijven, in het bijzonder de akkerbouw, de spreiding over de onderscheiden posten veel groter is. Bovendien is het niveau van de kosten bij de grondgebonden bedrijven veel lager.

Typering produktieproces

Het produktieproces op het landbouwbedrijf kan men thans als volgt typeren:

- De ondernemer streeft naar winstmaximalisatie, waarbij de winst is gedefinieerd als de bruto-bedrijfsopbrengst vermindert met de variabele kosten.
- Kosten die voor de ondernemer als variabel worden beschouwd zijn per bedrijftype verschillend:

akkerbouw	- loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen, mest, vreemd vak
rundveehouderij	- loonwerk, veevoer, mest, vreemd vak
varkenshouderij	- loonwerk, veevoer, vreemd vak
pluimveehouderij	- loonwerk, veevoer, vreemd vak
gemengd akkerbouw	- loonwerk, zaaigoederen, veevoer, mest, vreemd vak

Tabel 4.1 Verdeling van de variabele kosten per produktierichting, gemiddeld over de periode 1975 - 1982 (prijspeil 1975)

	Produktierichting							
	1	2	3	4	5	6	7	8
loonwerk	17630	5270	2800	2710	12440	8420	4300	4480
	19,7%	5,6%	1,2%	0,6%	11,7%	10,6%	3,3%	2,3%
bestrijdings-	13600	470	690	460	6600	3240	410	1190
middelen	15,2%	0,5%	0,3%	0,1%	6,2%	4,1%	0,3%	0,6%
zaaigoederen	19060	950	940	670	10740	6140	860	1910
	21,3%	1,0%	0,4%	0,2%	10,1%	7,7%	0,7%	1,0%
veevoer	5280	70430	222800	405980	54570	45290	114960	175550
	5,9%	75,2%	92,5%	95,8%	51,3%	56,9%	87,6%	89,7%
energie	3480	1950	7400	4440	3080	2230	3660	6060
	3,9%	2,1%	3,1%	1,0%	2,9%	2,8%	2,8%	3,1%
mest	17390	10830	1350	960	12340	11160	6070	3800
	19,4%	11,6%	0,6%	0,2%	11,6%	14,0%	4,6%	1,9%
vreemd vak	13070	3810	4960	8440	6680	3170	910	2650
	14,6%	4,1%	2,1%	2,0%	6,3%	4,0%	0,7%	1,4%
totaal	89510	93710	240940	423660	106450	79650	13170	195640

gemengd akker/
rundvee - loonwerk, zaaigoederen, veevoer, mest, vreemd vak
gemengd rundvee/
intensief - loonwerk, veevoer, vreemd vak
gemengd intensief - loonwerk, veevoer, vreemd vak

De kostenposten die voor het landbouwbedrijf variabel en irrelevant werden geacht maken minder uit dan 10% van het totaal. Zij zijn niet langer meegeteld bij het bepalen van de de netto-bedrijfsopbrengst. De prijs van variabele produktiefactoren is gegeven en kan niet beïnvloed worden door het individuele gedrag van de ondernemer. Uit de eis van concaviteit volgt dat de ondernemer afnemende schaalopbrengsten ervaart ten aanzien van de variabele produktiefactoren.

- De inzet van de produktiefactoren grond, gezinsarbeid, werktuigen en vee ligt vast en kan evenmin beïnvloed worden door het individuele gedrag van de ondernemer. Voor de akkerbouw is de produktiefactor vee irrelevant en niet in het model opgenomen.

Schattingsmodel

Nu de produktiefactoren zijn opgesplitst in vast en variabel en het winstbegrip is gedefinieerd komen wij tot de specificatie van het schattingsmodel. Hierboven is aangetoond dat de winstfunctie als uitgangspunt van de analyse mag worden gebruikt en de keuze van de specificatie onafhankelijk is van de produktiefunctie.

Het schattingsmodel dat in dit hoofdstuk aan de orde komt is een tussenvorm van het duaal schattingsmodel dat toebehoort aan de CD-functie - dit is het stelsel vergelijkingen (26) en (29) uit het voorbeeld - en een translog-specificatie. Een tussenvorm, omdat de CD-functie is verworpen en het schatten van een translog-specificatie ons onvermijdelijk doet stuiten op het probleem multicollineariteit. Onderwerpen die uitgebreid zijn besproken in het hoofdstuk van de produktiefunctie. De tussenvorm laat zich als volgt typeren. T.o.v. het duaal schattingsmodel, dat toebehoort aan de CD-functie zijn de vraagvergelijkingen uitgebreid met de termen

$\alpha_{i1} \ln Z_1 + \ldots + \alpha_{in} \ln Z_n.$

Vergeleken met het translog-specificatie zijn uit de winstfunctie verwijderd.

$\ln w_i * \ln w_j$ en $\ln Z_i * \ln Z_j$.

De termen ln w_i*ln wj zijn verwijderd, omdat w een prijsindex is op jaarbasis, waardoor onvoldoende variatie optreedt in w over de periode 1975-1982. De termen ln Z_i*ln Zj zijn weggelaten gezien de problemen die het kan opleveren door multicollineariteit.

Voorts is besloten om per vraagvergelijking een trend op te nemen. Volgens onze gedachtengang kan de trend daarbij twee bewegingen representeren. Enerzijds het toenemend gebruik van opbrengstverhogende middelen in de landbouw. Wij denken hierbij aan krachtvoer, mest en bestrijdingsmiddelen. In dat geval verwachten wij een positief verband met de vraag naar de produktiefactor. Anderzijds de vooruitgang in techniek of de produktiviteitsverbetering. Het gaat hier bijvoorbeeld om een in naar verhouding afnemend gebruik van de produktiefactoren arbeid, zaaigoederen en veevoer. In dat geval verwachten wij een negatief verband. Het per vergelijking opnemen van een trend betekent dat een deel van de vooruitgang in techniek en een deel van de verschuivingen, die in de loop der tijd in het produktieproces zijn opgetreden, in het model zal worden verklaard. Het voordeel hiervan is dat dit deel niet langer is opgesloten in de jaardummy's, waardoor de betekenis van de jaardummy's zal afnemen.

Dit brengt ons bij de formulering van het algemeen schattingsmodel

$$\ln G^{+} = \alpha_0 - \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \ln w_i - \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} \alpha_{ij} \ln w_i \ln Z_j$$

$$- \sum_{i=1}^{m} \beta_i \ln w_i * T + \sum_{j=1}^{n} c_j \ln Z_j + \sum_{l=1976}^{1982} d_l D_l + e_0$$

$$\frac{w_1 X_1}{G^{+}} = \alpha_1 + \alpha_{11} \ln Z_1 + \ldots + \alpha_{1n} \ln Z_n + \beta_1 T + e_1 \qquad (30)$$

.
.
.

$$\frac{w_m X_m}{G^{+}} = \alpha_m + \alpha_{m1} \ln Z_1 + \ldots + \alpha_{mn} \ln Z_n + \beta_m T + e_m$$

e_0 t/m e_m zijn de storingstermen. Per schattingsvergelijking is één storingsterm opgenomen. T is de trend. Zij loopt overeenkomstig de periode 1975-1982 van 1 tot 8. De telparameter i heeft betrekking op de variabele produktiefactoren en de prijs van de variabele produktiefactoren. De telparameter j heeft betrekking op de vaste produktiefactoren. Afhankelijk van het bedrijfstype varieert de parameter n en de parameter m. Samen bepalen zij de omvang van het schattingsmodel. m bepaalt het aantal vergelijkingen en n de lengte van de vergelijkingen. De vraagfuncties zijn verkregen door differentiatie van de winstfunctie (zie vgl (27) en vgl (28)).

$$\frac{w_i X_i}{G^+} = - \frac{d \ln G^+}{d \ln w_i}$$

Merk op dat de coëfficiënten van de vraagvergelijkingen tevens voorkomen in de winstfunctie, maar met een tegengesteld teken. Een gevolg van de uitbreiding is dat de produktiefunctie niet langer uit de winstfunctie kan worden opgelost. Anders gezegd Q kan niet langer expliciet worden opgeschreven als functie van (X, Z) en de produktiefunctie die een éénéénduidig verband onderhoudt met de winstfunctie in vgl (30) is ons onbekend.

Aangezien in de vergelijkingen van het stelsel in (30) coëfficiënten voorkomen, die gemeenschappelijk zijn, is het noodzakelijk dat de winstfunctie en het vraagstelsel simultaan geschat worden. De restrictie dat de coëfficiënten een tegengesteld teken hebben zal in de schattingsmethodiek worden verwerkt. Tevens is het noodzakelijk dat rekening wordt gehouden met de correlatie tussen de storingstermen. Per waarneming zullen de storingstermen, die worden toegevoegd aan de winstfunctie en de vergelijkingen van het vraagstelsel, met elkaar zijn gecorreleerd. Daar staat tegenover dat, analoog als bij de produktiefunctie, is verondersteld dat waarnemingen van eenzelfde bedrijf in verschillende jaren onafhankelijk van elkaar zijn. Daar het model wordt geschat over individuele bedrijven en de tijd kan het schattingsmodel worden gecompleteerd door aan de variabelen G^+ , w, X en Z het aanhangsel $_{\cdot kt}$ toe te voegen.

Het schatten van een stelsel vergelijkingen, dat bestaat uit een winstfunctie en een vraagstelsel naar variabele produktiefactoren, alsmede de veronderstelling t.a.v. de storingstermen komt overeen met de studie van Lau en Yotopoulos. De schattingsmethode, die is gebaseerd op een artikel van Magnus (1978), wordt besproken in bijlage 4.

Tijdens de schatting van de winstfunctie en het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren komen nog twee voordelen naar voren. Ten eerste ten aanzien van de prijzen van de variabele produktiefactoren. Terzijde kan worden opgemerkt dat het model is doorgerekend met reëele prijzen. Dat wil zeggen dat de prijsindices, die in dit model zijn gebruikt en staan vermeld in tabel 2.3, zijn gecorrigeerd voor het algemeen prijspeil. Voor w hebben wij slechts de beschikking over data op jaarbasis. Op zich lijkt dit een tekortkoming. Het is een algemeen probleem dat men vaker tegenkomt bij de combinatie van cross-sectie data en tijdreeksen. Enerzijds spelen variabelen een rol die per individu kunnen verschillen en anderzijds variabelen die voor alle individuen gelijk zijn. De inzet van de produktiefactoren is bijvoorbeeld per onderneming verschillend, maar de prijs van loonwerk of vreemd vak is voor iedereen gelijk. Heeft men slechts de beschikking over data voor een beperkt aantal jaren of treedt onvoldoende variatie op in de variabelen, die voor de individuen gelijk zijn, dan is het niet goed mogelijk hun parameters te schatten. Dit probleem kan nu in ons schattingsmodel worden opgevangen. Doordat de para-

meters van de prijzen w in de winstfunctie tevens voorkomen in de vraagfuncties en wij wel de beschikking hebben over cross-sectie data t.a.v. w_1X_1 t/m $w_m X_m$, zijn wij toch in staat om een betrouwbare schatting te maken van deze parameters (α_i, α_{ij} en β_i). Men kan het ook anders zien. De multicollineariteit, die aanwezig is in de winstfunctie en het niet goed mogelijk maakt de vergelijking afzonderlijk te schatten, wordt opgeheven door de informatie die middels de vraagfuncties aan de winstfunctie wordt toegevoegd. Vergeleken met de produktiefunctie is dit een groot voordeel. De winstfunctie, die een produktiefunctie impliceert, kan meer verbanden tussen de variabelen blootleggen dan de produktiefunctie zelf, zonder dat als gevolg van de multicollineariteit de betrouwbaarheid van de parameters in het geding komt.

Ten tweede blijkt dat de informatie die middels de vraagfuncties wordt toegevoegd het mogelijk maakt om de jaardummy's in de winstfunctie op te nemen. Als men de winstfunctie afzonderlijk zou willen schatten dan is dit niet mogelijk. De oorzaak hiervan ligt in de prijzen w. Aangezien de vector met prijzen w slechts varieert op jaarbasis kan zij namelijk worden geschreven als een lineaire combinatie van de constante en de jaardummy's. Dit zou betekenen dat de matrix X'X singulier is en de winstfunctie technisch gezien niet kan worden geschat. Daar de parameters behorend bij de prijzen w echter ook voorkomen in de vraagfuncties kan, indien het model in zijn totaliteit wordt geschat, de singulariteit van de matrix X'X worden opgeheven.

Schattingsresultaten

De schattingsresultaten staan vermeld in tabel 4.2 t/m 4.8. Bij de bestudering van de vraagfuncties kan het volgende uitgangspunt worden gehanteerd. Een positief teken betekent dat de uitgaven aan een variabele produktiefactor in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst meer dan evenredig stijgen met de vaste produktiefactor en een negatief teken dat de uitgaven in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst minder dan evenredig stijgen. Een akkerbouwbedrijf bijvoorbeeld dat met 1% toeneemt in hectaren zal in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst meer geld gaan spenderen aan loonwerk.

De trend representeert of een toenemend of een afnemend gebruik van een variabele produktiefactor in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst. Merk op dat het hier gaat om geldbedragen en niet om eenheden van een produktiefactor, omdat aan de linkerkant van het gelijkheidsteken tevens de prijsverhouding tussen de produktiefactor en de opbrengst staat vermeld.

Winstfunctie. Hierboven hebben wij gezien dat de parameters die voorkomen in de vraagfuncties tevens voorkomen in de winstfunctie, maar met een tegengesteld teken. De parameters, die voorkomen in de vraagfuncties, zijn daarom niet opnieuw vermeld. Anders gezegd tabel 4.2 is beperkt tot coëfficiënten van variabelen die na differentiatie niet voorkomen in de vraagfuncties.

TABEL 4.2 WINSTFUNCTIE

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	6.470	7.025	8.658	8.621	12.082	5.558	10.271	5.942
STANTE	(19.68)	(25.63)	(5.16)	(1.31)	(10.65)	(6.57)	(10.82)	(3.96)
GROND	1.879	-1.695	-1.424	1.519	-1.859	-1.559	-2.665	-1.913
	(17.00)	(-15.92)	(-3.37)	(.93)	(-4.17)	(-4.47)	(-6.79)	(-4.30)
GEZINS-	-2.548	-.686	-10.958	-17.034	-5.844	-.647	-2.325	-2.649
VAK	(-12.36)	(-3.22)	(-7.51)	(-3.04)	(-6.68)	(-1.10)	(-2.66)	(-1.50)
WERK-	-.301	.042	-1.905	2.678	.740	.848	.195	1.194
TUIGEN	(-4.03)	(.63)	(-4.65)	(2.00)	(2.61)	(3.52)	(.82)	(3.31)
VEE	-	2.187	6.121	3.629	2.003	1.635	2.536	2.571
		(23.22)	(13.20)	(4.70)	(7.16)	(6.55)	(8.79)	(10.96)
1976	.126	-.076	-.027	.403	.124	.031	-.230	-.203
	(3.53)	(-3.73)	(-.16)	(.71)	(1.36)	(.48)	(-3.55)	(-1.45)
1977	-.150	-.185	-.091	.598	.007	-.072	-.330	-.110
	(-3.04)	(-5.41)	(-.30)	(.55)	(.04)	(-.64)	(-2.84)	(-.44)
1978	-.194	-.223	-.121	.542	-.039	-.177	-.500	-.312
	(-2.95)	(-4.53)	(-.26)	(.33)	(-.17)	(-1.10)	(-2.95)	(-.84)
1979	-.183	-.389	-.107	1.057	.009	-.185	-.621	-.130
	(-2.18)	(-6.06)	(-.18)	(.49)	(.03)	(-.88)	(-2.81)	(-.27)
1980	-.081	-.663	-.635	1.651	-.042	-.216	-.963	-.209
	(-.80)	(-8.36)	(-.85)	(.62)	(-.11)	(-.83)	(-3.51)	(-.35)
1981	-.052	-.735	-.670	1.590	-.046	-.228	-1.045	-.205
	(-.43)	(-7.77)	(-.75)	(.50)	(-.10)	(-.73)	(-3.18)	(-.28)
1982	-.016	-.778	-.476	1.579	-.069	-.128	-1.109	-.125
	(-.11)	(-7.10)	(-.46)	(.43)	(-.13)	(-.36)	(-2.91)	(-.15)
--------ELASTICITEITEN VAN DE WINST MBT DE PRODUKTIEFACTOREN----------								
GROND	.397	.253	.021	-.266	.319	.367	.298	-.010
GEZINS-	.483	.220	.843	.814	.211	.412	.485	1.226
VAK								
WERK-	.342	.217	.256	.454	.348	.229	.201	.381
TUIGEN								
VEE	-	.535	.430	-.091	.272	.341	.408	.003

TABEL 4.3 VRAAG NAAR LOONWERK

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	.385	.115	.022	-.020	.261	.167	.096	.052
STANTE	(17.08)	(18.84)	(3.28)	(-1.37)	(7.22)	(5.87)	(9.16)	(4.32)
GROND	.104	.038	.026	.024	.073	.056	.038	.035
	(13.75)	(15.80)	(15.66)	(6.68)	(5.15)	(4.71)	(8.72)	(9.87)
GEZINS-	-.128	-.048	-.004	-.017	-.074	-.075	-.046	-.015
VAK	(-9.08)	(-10.01)	(-.67)	(-1.40)	(-2.69)	(-3.78)	(-4.73)	(-1.11)
WERK-	-.108	-.026	-.010	.003	-.045	-.006	-.014	-.016
TUIGEN	(-21.13)	(-17.47)	(-6.32)	(.89)	(-4.98)	(-.76)	(-5.46)	(-5.68)
VEE	-	-.007	-.001	-.002	-.032	-.041	-.014	-.005
		(-3.16)	(-.78)	(-1.34)	(-3.59)	(-4.84)	(-4.37)	(-2.75)
TREND	.011	.002	.001	.004	.005	.002	.002	.002
	(7.95)	(5.41)	(1.96)	(3.30)	(2.34)	(.98)	(3.59)	(2.68)
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	.711	.766	.992	.739	.572	.610	.879	.824
	.397	.253	.021	-.266	.319	.367	.298	-.010
	1.108	1.019	1.013	.473	.891	.978	1.177	.814
GEZINS-	-.876	-.972	-.148	-.527	-.586	-.824	-1.061	-.368
VAK	.483	.220	.843	.814	.211	.412	.485	1.226
	-.393	-.752	.695	.287	-.375	-.412	-.576	.857
WERK-	-.739	-.532	-.388	.078	-.353	-.067	-.333	-.383
TUIGEN	.342	.217	.256	.454	.348	.229	.201	.381
	-.397	-.315	-.131	.532	-.005	.162	-.131	-.002
VEE		-.136	-.055	-.068	-.250	-.448	-.322	-.121
		.535	.430	-.091	.272	.341	.408	.003
	-	.400	.375	-.159	.022	-.107	.085	-.118

TABEL 4.4 VRAAG NAAR BESTRIJDINGSMIDDELEN

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-STANTE	.074 (6.28)	-	-	-	-	-	-	-
GROND	.045 (11.40)	-	-	-	-	-	-	-
GEZINS-VAK	-.066 (-8.87)	-	-	-	-	-	-	-
WERK-TUIGEN	-.019 (-7.22)	-	-	-	-	-	-	-
VEE	-	-	-	-	-	-	-	-
TREND	.004 (5.13)	-	-	-	-	-	-	-
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	.430 .397 .827	-	-	-	-	-	-	-
GEZINS VAK	-.624 .483 -.142	-	-	-	-	-	-	-
WERK TUIGEN	-.184 .342 .158	-	-	-	-	-	-	-

TABEL 4.5 VRAAG NAAR ZAAI-,PLANT- EN POOTGOEDEREN

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	.136	-	-	-	.055	-.007	-	-
STANTE	(6.29)				(2.45)	(-.21)		
GROND	.029	-	-	-	.043	.029	-	-
	(3.96)				(4.84)	(2.07)		
GEZINS-	-.075	-	-	-	-.014	.106	-	-
VAK	(-5.54)				(-.82)	(4.54)		
WERK-	-.005	-	-	-	-.008	.000	-	-
TUIGEN	(-1.05)				(-1.49)	(.01)		
VEE	-	-	-	-	-.018	-.036	-	-
					(-3.28)	(-3.61)		
TREND	-.002	-	-	-	.001	.004	-	-
	(-1.89)				(.36)	(1.93)		
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	.197				.532	.502		
	.397				.319	.367		
	.594	-	-	-	.851	.869	-	-
GEZINS	-.514				-.178	1.854		
VAK	.483				.211	.412		
	-.032	-	-	-	.034	2.266	-	-
WERK	-.035				-.105	.001		
TUIGEN	.342				.348	.229		
	.307	-	-	-	.243	.231	-	-
VEE					-.227	-.626		
					.272	.341		
	-	-	-	-	.045	-.284	-	-

TABEL 4.6 VRAAG NAAR VEEVOER

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	- .829	1.160	.831	1.488	.375	1.484	.263	
STANTE	(14.34)	(2.93)	(.56)	(6.00)	(2.11)	(6.93)	(.76)	
GROND	- -.533	-.341	.351	-.707	-.627	-.682	-.454	
	(-23.66)	(-3.46)	(.96)	(-7.33)	(-8.54)	(-7.72)	(-4.50)	
GEZINS-	- -.012	-2.478	-3.625	-.950	-.189	-.515	-.789	
VAK	(-.27)	(-7.28)	(-2.87)	(-5.01)	(-1.53)	(-2.62)	(-1.97)	
WERK-	- -.014	-.473	.431	.153	.167	.011	.188	
TUIGEN	(-.99)	(-4.94)	(1.43)	(2.48)	(3.31)	(.21)	(2.30)	
VEE	- .378	1.223	.799	.451	.397	.468	.563	
	(18.95)	(11.30)	(4.59)	(7.41)	(7.55)	(7.19)	(10.60)	
TREND	- -.019	.003	.079	.006	-.008	-.023	.012	
	(-5.74)	(.08)	(.67)	(.38)	(-.74)	(-1.87)	(.43)	
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	-.849	-.364	.080	-1.004	-1.254	-6.202	-.266	
	.253	.021	-.266	.319	.367	.298	-.010	
	- -.597	-.343	-.186	-.685	-.887	-5.903	-.276	
GEZINS-	-.020	-2.647	-.824	-1.349	-.378	-4.684	-.463	
VAK	.220	.843	.814	.211	.412	.485	1.226	
	- .201	-1.804	-.010	-1.138	.034	-4.200	.763	
WERK-	-.022	-.505	.098	.217	.335	.104	.110	
TUIGEN	.217	.256	.454	.348	.229	.201	.381	
	- .195	-.249	.552	.565	.564	.306	.491	
VEE	.602	1.307	.182	.640	.794	4.252	.330	
	.535	.430	-.091	.272	.341	.408	.003	
	- 1.137	1.736	.090	.913	1.136	4.660	.333	

TABEL 4.7 VRAAG NAAR MESTSTOFFEN

VAR.	PRODUKTIERICHTING 1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	.154	.093	-	-	.157	.128	-	-
STANTE	(9.68)	(14.85)			(5.55)	(5.57)		
GROND	.072	.042	-	-	.085	.093	-	-
	(13.60)	(17.40)			(7.72)	(9.76)		
GEZINS-	-.082	-.024	-	-	-.032	-.025	-	-
VAK	(-8.28)	(-4.98)			(-1.47)	(-1.54)		
WERK-	-.046	-.003	-	-	-.038	-.029	-	-
TUIGEN	(-12.72)	(-1.70)			(-5.43)	(-4.41)		
VEE	-	-.025	-	-	-.039	-.045	-	-
		(-11.73)			(-5.59)	(-6.58)		
TREND	.005	.002	-	-	.004	.005	-	-
	(5.62)	(5.83)			(2.12)	(3.83)		
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	.516	.460			.833	.819		
	.397	.253			.319	.367		
	.913	.713	-	-	1.152	1.186	-	-
GEZINS	-.586	-.264			-.312	-.218		
VAK	.483	.220			.211	.412		
	-.103	-.044	-	-	-.100	.195	-	-
WERK	-.328	-.028			-.373	-.255		
TUIGEN	.342	.217			.348	.229		
	.016	.189	-	-	-.025	-.025	-	-
VEE		-.274			-.379	-.395		
		.535			.272	.341		
	-	.261	-	-	-.107	-.054	-	-

TABEL 4.8 VRAAG NAAR VREEMDE ARBEIDSKRACHTEN

	PRODUKTIERICHTING							
VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
CON-	-.118	-.047	-.030	-.039	.006	-.067	.011	.013
STANTE	(-3.90)	(-6.81)	(-2.37)	(-.74)	(.17)	(-2.91)	(.93)	(.82)
GROND	.072	.030	.001	.012	.034	.032	.001	.006
	(7.12)	(11.39)	(.45)	(.93)	(2.49)	(3.37)	(.21)	(1.25)
GEZINS-	-.308	-.113	-.081	-.233	-.245	-.047	-.049	-.037
VAK	(-16.37)	(-21.03)	(-7.45)	(-5.25)	(-9.24)	(-2.93)	(-4.68)	(-2.07)
WERK-	.038	.005	.013	.049	.024	.002	.002	.005
TUIGEN	(5.61)	(2.76)	(4.36)	(4.73)	(2.76)	(.27)	(.53)	(1.36)
VEE	-	.013	.014	.011	.014	.005	.008	-.000
		(5.37)	(4.18)	(1.77)	(1.61)	(.71)	(2.42)	(-.07)
TREND	-.008	-.002	-.002	-.004	-.005	-.001	-.001	.000
	(-4.32)	(-4.41)	(-2.08)	(-1.14)	(-2.15)	(-.46)	(-.99)	(.09)
--------ELASTICITEITEN VAN DE VRAAG (DIRECT + INDIRECT = TOTAAL)----------								
GROND	.972	1.522	.078	.199	.714	1.692	.108	.352
	.397	.253	.021	-.266	.319	.367	.298	-.010
	1.369	1.775	.099	-.067	1.033	2.059	.406	.342
GEZINS-	-4.165	-5.629	-4.511	-3.825	-5.207	-2.479	-5.466	-2.330
VAK	.483	.220	.843	.814	.211	.412	.485	1.226
	-3.682	-5.409	-3.668	-3.010	-4.995	-2.066	-4.981	-1.105
WERK-	.517	.231	.736	.811	.505	.095	.168	.310
TUIGEN	.342	.217	.256	.454	.348	.229	.201	.381
	.859	.448	.993	1.265	.853	.324	.369	.691
VEE		.635	.800	.175	.290	.256	.932	-.010
		.535	.430	-.091	.272	.341	.408	.003
	-	1.170	1.230	.083	.562	.598	1.339	-.007

De coefficienten c_j van de variabelen ln Z_j, de overgebleven variabelen in tabel 4.2, zijn sterk afhankelijk van de parameters behorend bij de variabelen in de vraagfuncties. Om interpretatie van de coëfficiënten in de winstfunctie mogelijk te maken is besloten tot het berekenen van winstelasticiteiten met betrekking tot grond, gezins-vak, werktuigen en vee.

$$\frac{d \ln G+}{d \ln Z_j} = - \sum_{i=1}^{m} \alpha_{ij} \ln w_i + c_j$$

De elasticiteiten, die staan vermeld in het benedenstuk van tabel 4.2, kennen een bijzonder interessant aspect. De elasticiteiten berekend met de winstfunctie zijn namelijk mutatis mutandis. Dat wil zeggen met inbegrip van de verschuivingen die optreden in de variabele kosten. Dit in tegenstelling tot de produktiefunctie, waar de invloed van een produktiefactor wordt berekend volgens het marginaal produkt ceteris paribus.

Analoog als bij de produktiefunctie, waarbij voor de produktierichting pluimveehouderij een negatief teken werd gevonden voor het marginaal produkt van grond en vee en voor de produktierichting gemengd intensief een negatief teken voor het marginaal produkt van grond, vinden wij thans een negatief teken voor de winstelasticiteiten. Waaruit wederom blijkt dat de onzuiverheid in de bedrijfsindeling de schattingsresultaten voor de pluimveehouderij en het gemengd intensief onjuist beïnvloedt.

Tot slot kan ten aanzien van de winstfunctie worden opgemerkt dat, overeenkomstig de verwachting en gezien de grootte van de T-waarden, de betekenis van de jaardummy's is afgenomen.

Vraagvergelijkingen. Per vraagvergelijking zijn de elasticiteiten van de vraag naar X_i met betrekking tot de produktiefactor Z_j berekend

$$\frac{d \ln X_i}{d \ln Z_j} .$$

Een vraagvergelijking uit het stelsel vergelijkingen (30) kan men herleiden tot

$$\ln X_i = \ln (\alpha_i + \alpha_{i1} \ln Z_1 + \ldots + a_{in} \ln Z_n + b_i T) + \ln G+ - \ln w_i .$$

Differentiatie naar ln Z_j levert ons dan de elasticiteiten

$$\frac{d \ln X_i}{d \ln Z_j} = \frac{\alpha_{ij}}{\alpha_i + \alpha_{i1} \ln Z_i + \ldots + a_{in} \ln Z_n + b_i T} + \frac{d \ln G+}{d \ln Z_j}$$

Merk op dat de vraagelasticiteiten uit twee delen bestaan. Enerzijds de invloed die direct uitgaat van een produktiefactor en loopt via de vraagfunctie. De invloed is positief (negatief) als

de coëfficiënt in de vraagfunctie positief (negatief) is. Anderzijds de invloed die indirect uitgaat van een produktiefactor via een verschuiving in de netto-bedrijfsopbrengst. Dit zijn de elasticiteiten van de winstfunctie, die hierboven zijn berkend in tabel 4.2. De opbouw van de elasticiteiten is vermeld in tabel 4.3 t/m tabel 4.8.

Hierboven is beweerd dat een akkerbouwbedrijf dat 1% toeneemt in hectaren in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst meer geld zal gaan spenderen aan loonwerk. Dit wordt thans bevestigd door de elasticiteiten. De netto-bedrijfsopbrengst neemt toe met .397%, de verhouding tussen loonwerk en netto-bedrijfsopbrengst met .711% en de vraag naar loonwerk in zijn totaliteit met 1.108%.

Loonwerk. De combinatie van arbeid en werktuigen, die is opgesloten in de factor loonwerk, heeft tot gevolg dat de tekens van gezins-vak en werktuigen negatief zijn. Ofwel op een bedrijf waar de arbeidskrachten en de werktuigen reeds voorhanden zijn zal de vraag naar loonwerk in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst kleiner zijn. Een uitzondering hierop vormt de coëfficiënt van werktuigen in de pluimveehouderij. De coëfficiënt is echter niet significant.

Uit de elasticiteiten blijkt dat een toename in één van de produktiefactoren Z, bijvoorbeeld gezins-vak, totaal verschillend kan uitpakken voor de totaalvraag naar X, bijvoorbeeld loonwerk. Neemt de netto-bedrijfsopbrengst in het algemeen toe, de vraag naar loonwerk in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst in het algemeen af, de verschuiving in de totaalvraag naar loonwerk is per bedrijfstak sterk verschillend. Zo vinden wij een negatief teken voor de totaalvraag naar loonwerk bij de grondgebonden bedrijven en een positief teken bij de intensieve veehouderijbedrijven. Blijkbaar is de toename in de netto-bedrijfsopbrengst bij een uitbreiding van het aantal gezins-vak in de intensieve veehouderij zo groot, dat de afname in de vraag naar loonwerk, die direct volgt uit de vraagfunctie, wordt overtroffen.

Het teken van vee is negatief. Daar loonwerk vooral van belang is voor de akkerbouw, zal de vraag naar loonwerk in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst vooral minder zijn als een bedrijf zich specialiseert op het houden van vee. De grootte van het bedrijf uitgedrukt in hectaren is uiteraard positief gecorreleerd. Tevens blijkt dat in ieder van de acht bedrijfstakken de totaalvraag naar loonwerk toeneemt bij een stijging van het aantal hectaren. Tot slot blijkt tijdens de periode 1975-1982 een trendmatige toename. In de akkerbouw bedraagt zij ruim 1% per jaar. In de overige takken $\pm$ .2% per jaar.

Bestrijdingsmiddelen. Onder bestrijdingsmiddelen worden verstaan ziektenbestrijdingsmiddelen, onkruidbestrijdingsmiddelen, insecticiden en ontsmettingsmiddelen. Gedurende het decennium 1970-1980 is het gebruik van deze middelen in de akkerbouw fors toegenomen. Het sterk toegenomen verbruik moet vooral gezien worden in het licht van de intensivering van het bouwplan. Tijdens

de periode 1975-1982 vinden wij een toenemend gebruik van .4% per jaar. Wat betreft grond, gezins-vak en werktuigen vinden wij een beeld dat analoog is aan de vraag naar loonwerk.

Zaai-, plant- en pootgoederen zijn alleen van belang voor de grondgebonden bedrijven met akkerbouwactiviteiten. Wederom is het beeld analoog als bij de vraag naar loonwerk. Alleen de tak gemengd akker/rundvee vertoont een enigszins afwijkend beeld. De akkerbouw kent een afnemend gebruik van .2% per jaar.

Meststoffen zijn uitsluitend van belang voor de grondgebonden bedrijven. Opnieuw is het beeld analoog als bij de vraag naar loonwerk. In de akkerbouw constateren wij een toename in het gebruik van meststoffen van .5% per jaar en in de rundveehouderij van .2% per jaar.

De resultaten t.a.v. loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen en meststoffen komen sterk met elkaar overeen en kunnen gemakkelijk onder één noemer worden gebracht. In de regel zijn zij alleen van belang voor ondernemingen met akkerbouwactiviteiten. Alleen het meststoffengebruik is naast de akkerbouw van belang voor de rundveehouderij. De omvang van de akkerbouwactiviteiten, die tot uiting komt in het aantal hectaren, is positief gecorreleerd. De uitgaven aan loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen en meststoffen in verhouding tot de netto-bedrijfsopbrengst nemen meer dan evenredig toe met het aantal hectaren. Tenzij op het bedrijf voldoende gezinsarbeidskrachten of werktuigen voorhanden zijn. Zij vormen de substitutiemogelijkheden en kunnen de toename in het gebruik van loonwerk, bestrijdingsmiddelen en meststoffen tegengaan.

Veevoer. De voederkosten vormen een zeer belangrijke kostenpost in de veehouderij. Onder veevoer zijn begrepen de kosten van krachtvoer, ruwvoeder en vervoederde melkprodukten. Het voedergebruik kan onderscheiden worden in zelfgewonnen ruwvoeder en bijkomend ruwvoeder, dat hoofdzakelijk aangekocht wordt. Voedermiddelen uit het eigen bedrijf zijn meegerekend bij de bepaling van de voederkosten. Een bekend onderwerp uit de landbouw, dat in de schattingsresultaten duidelijk naar voren komt, is dat veevoer een belangrijk substituut vormt voor grond. Hoe minder grond men heeft hoe meer veevoer men gebruikt. Dit wordt bevestigd door de vraagelasticiteit met betrekking tot grond, die overal negatief is. De veestapel zelf werkt uiteraard positief op de vraag naar veevoer. De coëfficiënt van werktuigen vertoont een diffuus beeld en is een aantal malen niet significant. De trend geeft een wisselend beeld. Bij de takken met rundveehouderij zien wij een daling in het voedergebruik in de tijd. Bij de intensieve veehouderij zien wij een stijging. Deze laatste is echter niet significant van nul verschillend.

Vreemd vak. Ook ten aanzien van de vraag naar vreemde arbeidskrachten vinden wij een overeenkomstig beeld. Grond, werktuigen en vee, die samen een maatstaf vormen voor de groottte van het bedrijf, bepalen voor een belangrijk deel het beroep dat wordt gedaan op vreemde arbeidskrachten. Alleen de eigen gezins-

arbeidskrachten kunnen dit tegengaan. Zij vormen hèt substituut voor de vraag naar vreemde arbeidskrachten. Een opmerkelijk resultaat is het positief teken van zowel de coëfficiënt als de vraagelasticiteit met betrekking tot werktuigen. Bedrijven met een hoger mechanisatieniveau vragen blijkbaar meer arbeidskrachten. Dit staat in schril contrast met de stelling dat verdergaande mechanisatie leidt tot de uitstoot van arbeid. Tot slot vinden wij gemiddeld genomen in de landbouw een afnemend gebruik van .2%.

4.4 Evaluatie

De winstfunctie heeft t.o.v. de produktiefunctie een flink aantal voordelen. Dit blijkt uit de theorie van de winstfunctie in zijn algemeen en uit een toepassing van dit concept voor het landbouwbedrijf. Het is een toepassing waarin de voordelen goed zijn uitgebuit. Zo is overgegaan tot een splitsing van de nonfactor kosten in loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen, veevoer en meststoffen en van arbeidskrachten in gezins-vak en vreemd vak, zonder dat problemen optreden bij de schatting van het model. Het probleem van de multicollineariteit, dat bij de produktiefunctie sterk opgeld deed, wordt bij het concept van de winstfunctie goed ondervangen. Bovendien worden bij de winstfunctie meer verbanden tussen de variabelen bepaald dan bij de produktiefunctie. Dit komt voornamelijk door de schatting van een stelsel vergelijkingen, waarin de parameters in meer dan één van de vergelijkingen voorkomen. De schattingsresultaten, die met het model zijn verkregen, tonen over het algemeen een overeenkomstig beeld voor de bedrijfstakken en een goed teken voor de coëfficiënten.

5. Slotbeschouwing

Doel van dit onderzoek was de ontwikkeling van een goed verklarend produktiemodel, dat in de toekomst gebruikt kan worden voor de afleiding van de vraag naar produktiefactoren.

Twee produktiefuncties - de CD-functie en de translog-functie - en één winstfunctie zijn met elkaar vergeleken. Bestudering van de CD-functie, die een bijzonder geval is van de translog-functie, heeft uitgewezen dat deze zowel uit theoretisch als uit statistisch oogpunt moet worden verworpen. Uit theoretisch oogpunt, omdat de produktie-elasticiteiten constant worden verondersteld en de substitutie-elasticiteiten à priori gelijk zijn gesteld aan - 1. Uit statistisch oogpunt, omdat het verschil tussen de verklaringsgraad van de translog-functie en de CD-functie significant is.

Het probleem van de multicollineariteit, dat bij de translog-functie sterk opgeld deed, kan men opheffen door het toevoegen van meer informatie aan het model. De informatie, die is toegevoegd en uiteindelijk heeft geleid tot de produktiefunctie met een voldoende resultaat, bestond uit een aantal restricties op de parameters en de veronderstelling dat de waarde van het marginaal produkt per gulden aan kosten van non-factor inputs gelijk is aan 1. De restricties op de parameters leiden tot een functie die veel gelijkenis vertoont met de CD-functie. Toch bevat de overgebleven vergelijking zoveel meer elementen dat voldoende flexibiliteit blijft behouden. De veronderstelling ten aanzien van de non-factor inputs leidt tot een schattingsmodel dat bestaat uit twee vergelijkingen. Het zijn de produktiefunctie en de vraagfunctie naar non-factor inputs.

Een alternatief voor de specificatie van de produktiefunctie, dat is ontleend aan de dualiteitstheorie, is het concept van de winstfunctie. Analoog aan de produktiefunctie is het schattingsmodel, dat is opgesteld voor de winstfunctie, een tussenvorm van de CD-functie en een translog-specificatie. Bovendien is besloten om per vraagvergelijking - de vraagvergelijkingen kunnen door differentiatie uit de winstfunctie worden afgeleid - een trend op te nemen.

De twee uiteindelijk verkregen schattingsmodellen voor de produktiefunctie en de winstfunctie kennen een aantal overeenkomsten en verschillen. Overeenkomsten zijn:

- De bedrijfsopbrengst is uitgedrukt in geldeenheden. De oorzaken zijn echter verschillend. Bij de produktiefunctie is herleiding op geldeenheden onvermijdelijk, omdat geen produktiefuncties kunnen worden geschat die produkt-specifiek zijn. Bij de winstfunctie volgt het uit de wiskundige afleiding.

- De schattingsmodellen bevatten vraagfuncties naar produktiefactoren, die variabel zijn verondersteld. Een produktiefactor is variabel als de inzet uitsluitend wordt bepaald door de doelstelling van winstmaximalisatie.
- De schattingsmethodiek is gelijk. Binnen de produktiemodellen zijn de schattingsvergelijkingen op twee manieren met elkaar verbonden. Enerzijds via de parameters, die gemeenschappelijk voorkomen, en anderzijds via de storingstermen.

Verschillen zijn:

- De opbrengst is bij de produktiefunctie gelijk aan de bruto-bedrijfsopbrengst en bij de winstfunctie aan de netto-bedrijfsopbrengst.
- Naast de factoren grond, arbeid, werktuigen en vee bevat de produktiefunctie de produktiefactor non-factor inputs, terwijl de winstfunctie de prijzen bevat van de goederen en diensten die worden gerekend tot de non-factor inputs.
- Bij de winstfunctie zijn de non-factor inputs opgesplitst in loonwerk, bestrijdingsmiddelen, zaaigoederen, veevoer en meststoffen en is arbeid opgesplitst in gezins-vak en vreemd vak.

Het blijkt dat de schattingsmodellen van de produktiefunctie en de winstfunctie veel overeenkomsten vertonen. De overeenkomsten konden ontstaan door de flexibiliteit, die wij eisen van de produktiefunctie. Schat men uitsluitend een CD-functie dan heeft men geen problemen met multicollineariteit, waardoor de overeenkomst in schattingsmodel wat betreft de vraagfunctie naar non-factor inputs kan vervallen. Met als direct gevolg dat tevens de overeenkomst in schattingsmethode vervalt. Dit is een belangrijk punt, omdat het toont dat de oorzaken die aan de overeenkomst ten grondslag liggen verschillend zijn. Bij de produktiefunctie wordt de overeenkomst geboren uit de eis dat de parameterschattingen voldoende betrouwbaar zijn. Bij de winstfunctie is dit theoretisch onderbouwd.

Dit neemt niet weg dat de verschillen, die bestaan tussen de produktiefunctie en de winstfunctie zeer essentieel zijn. Om dit te illustreren brengen wij de overstap van bruto- op netto-bedrijfsopbrengst in herinnering. Het komt vaak voor dat men in plaats van het schatten van de bruto-bedrijfsopbrengst overstapt op het schatten van de netto-bedrijfsopbrengst en tegelijkertijd de produktiefunctie vereenvoudigt door de termen waarin de non-factor inputs voorkomen te elimineren. Uit de verschillen tussen de productiefunctie en de winstfunctie blijkt thans dat de overstap terecht verworpen is. Immers als men de bedrijfsopbrengst uitdrukt in geldeenheden bepalen respectievelijk de bruto- en de netto-bedrijfsopbrengst of men het concept van de produktiefunctie of de winstfunctie hanteert. Stelt men de opbrengst gelijk aan de bruto-bedrijfsopbrengst, dan bevat de produktiefunctie de produktiefactor non-factor inputs. Stelt men de opbrengst gelijk aan de netto-bedrijfsopbrengst, dan is het volgens het concept van de winstfunctie noodzakelijk dat èn de prijs van de produk-

tiefactor non-factor inputs in de winstfunctie verschijnt èn een vraagfunctie naar non-factor inputs in het schattingsmodel wordt opgenomen. Doet men dit niet dan wordt een vereenvoudiging aangebracht, die op voorhand onterecht is.

Thans hebben wij voldoende inzicht verkregen in de specificatie van produktiemodellen. Een aantal mogelijkheden om het produktieproces op het landbouwbedrijf te modelleren is op bruikbaarheid beoordeeld en twee produktiemodellen zijn ontwikkeld en geschat. Dit brengt ons bij de doelstelling, die op de achtergrond van dit verslag voortdurend in het oog is gehouden, namelijk dat het produktiemodel kan worden gebruikt voor de afleiding van de vraag naar produktiefactoren.

Hèt voordeel van het concept van de winstfunctie is dat tegelijk met de afleiding van de winstfunctie een vraagstelsel naar variabele produktiefactoren wordt verkregen. Het betreft een stelsel vraagvergelijkingen, die verband houden met de dualiteit tussen de produktiefunctie en de winstfunctie. Door een schatting van de winstfunctie samen met dit vraagstelsel, waarbij de non-factor inputs nader zijn opgesplitst en arbeid is onderscheiden in gezins- en vreemd vak is bereikt dat wij een model schatten, dat theoretisch goed is onderbouwd en gedeeltelijk aan dit doel beantwoordt.

Dit resultaat brengt met zich mee dat als het gaat om de afleiding van de vraag naar variabele produktiefactoren wij thans kunnen beslissen in het voordeel van het concept van de winstfunctie. Dat wil echter niet zeggen dat het concept van de produktiefunctie aan de kant wordt gezet. Zo wordt thans gewerkt aan een ontwerp, waarbij de waarde van het marginaal produkt van grond berekend met behulp van een produktiemodel wordt gebruikt voor de verklaring van de prijs van landbouwgronden, een onderdeel van het grondmarktmodel. Dit model is een onderdeel van het Intermodelproject, waarin onder meer aandacht wordt besteed aan de prijsvorming van grond, de oppervlakte ontwikkeling van de gemiddelde bedrijven en de pacht-eigendomsverhouding. Voor een dergelijk ontwerp is het niet noodzakelijk dat de produktiefactoren non-factor inputs en arbeid worden opgesplitst, waardoor kan worden volstaan met het concept van de produktiefunctie.

Dat de winstfunctie en het vraagstelsel slechts gedeeltelijk beantwoorden aan het doel dat wij ons gesteld hadden wil zeggen dat het onderzoek naar het vraagstelsel nog niet is afgesloten. Binnen het concept van de winstfunctie is de opstelling van de vraagfuncties namelijk beperkt tot produktiefactoren die variabel zijn en is verondersteld dat de inzet van de produktiefactoren grond, vee, werktuigen en gezins-vak niet wordt beïnvloed door het gedrag van de ondernemer. Maar als wij schatten over de periode 1975-1982 is dit niet langer realistisch. Op een termijn van acht jaar kunnen de kapitaalgoederen wel degelijk beïnvloed worden door het gedrag van de ondernemer en wordt de vraag naar variabele produktiefactoren tevens bepaald door het investeringsgedrag van de ondernemer. Wij zouden kunnen zeggen dat aan het

concept van de winstfunctie een tijdsdimensie ontbreekt, die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling die zich voordoet in de kapitaalgoederenvoorraad.

Een model waaraan de tijdsdimensie wordt toegevoegd en dat past binnen het raamwerk van de winstfunctie zal in de toekomst onderwerp van onderzoek zijn. Het is een model dat overeenkomt met de theorie behandeld in het artikel van Epstein (zie par. 1.3) en dat aansluit op het streven binnen het sociaal-economisch bedrijfsgebeuren: een dynamisch model, waarin per bedrijf een verband wordt gelegd tussen de produktie, de bedrijfsuitkomst, de vraag naar produktiefactoren en de financiële positie. De tijdsdimensie is daarbij verantwoordelijk voor de investeringsrelaties, het concept van de winstfunctie voor het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren en de bedrijfsuitkomst, die middels de winstfunctie berekend wordt en gezien haar definitie kan worden geinterpreteerd als de cash flow, voor de aansluiting op de financiële positie.

Literatuur

Akkerbouw 1980. LEI, Den Haag 1981.

Van bedrijfsuitkomsten tot financiële positie (BEF). LEI, Den Haag, diverse jaargangen.

Bruno, M., Duality, intermediate inputs and value-added. Zie Fuss en McFadden.

Burger, C., Investeringen in akker- en weidebedrijven. LEI, Den Haag 1984. Interne notitie.

Colman, D., A review of the arts of supply response analysis. Review of marketing and agricultural economics 51 (1983) No.3.

Epstein, L.G., Duality theory and functional forms for dynamic factor demands. Review of economic studies 48 (1981) 81-95.

Filius, A.M., Rekenprijzen voor arbeid in de landbouw ten behoeve van de evaluatie van cultuurtechnische projecten. ICW, Wageningen 1977. Nota 971.

Fuss, M. en D. McFadden (ed.), Production economics: A dual approach to theory and applications. Amsterdam (North Holland) 1978. Deel 1 en deel 2.

Hoe rekent het LEI over de landbouw. LEI, Den Haag. Mededelingen en overdrukken 131.

Landbouwcijfers LEI/CBS. Den Haag en Voorburg 1984. Blz. 126

Foeken, D., Prijsstijgingen van landbouwwerktuigen. Landbouwmechanisatie 35 (1984) No. 6.

Jacquemin, A.P. en H.W. de Jong, European industrial orgarization. Londen (MacMillan Press) 1977.

Lau, L.J. en P.A. Yotopoulos, Profit, supply and factor demand functions. American journal of agricultural economics, 54 (1972) No. 1.

Lopez, R.E., Supply response and investment in the Canadian food processing industry. American journal of agricultural economics 67 (1985) No. 1.

Magnus, J.R., Maximum likelihood estimation of the GLS model with unknown parameters in the disturbance covariance matrix. Journal of econometrics 7 (1978) No. 3.

Magnus, J.R., Substitution between energy and non-energy inputs in the Netherlands 1950-1976. International economic review 20 (1979) No. 2.

Nadiri, M.I., Producers theory (Uit Handbook of mathematical economics, volume 2). Amsterdam (North Holland) 1982.

Upton, M., The unproductive production function. Journal of agricultural economics 30 (1979) No. 2.

Bijlagen

Bijlage 1. De indeling in bedrijfstypen

De indeling van landbouwbedrijven kent 8 bedrijfstypen:

1. A - Akkerbouw
2. R - Rundveehouderij
3. Vark. - Varkenshouderij
4. Pluimv. - Pluimveehouderij
5. A + - Gemengd akkerbouw
6. RA + - Gemengd rundveehouderij/akkerbouw
7. RV + - Gemengd rundveehouderij/intensief
8. V + - Gemengd intensief

Deze zijn als volgt opgebouwd:

Bedrijfstype is gedefinieerd met behulp van de volgende SBE-groepen:

I - SBE akkerbouw exclusief snijmais
II - SBE grasland en weidedieren inclusief snijmais
III - SBE varkenshouderij
IV - SBE pluimveehouderij
V - SBE overige intensieve veehouderij
VI - SBE tuinbouw
VII - SBE totaal

Landbouwbedrijven (I t/m V J VI) worden verdeeld over de volgende bedrijfstypen:

1. A : I + VI > 2/3 VII
2. R : II > 2/3 VII
3. Vark. : III > 2/3 VII
4. Pluimv.: IV > 2/3 VII

Voor zover niet in 1 t/m 4.

5. A + : I + VI > II; I + VI > III + IV + V
6. RA + : II J I + VI; I + VI > III + IV + V
7. RV + : II J III + IV + V; III + IV + V J I + VI
8. V + : III + IV + V J I + VI; III + IV + V J II

Een bedrijf wordt dus bijvoorbeeld een rundveehouderijbedrijf genoemd indien meer dan 2/3 van het totaal aantal sbe betrekking heeft op de rundveehouderij.

Het aandeel van de acht bedrijfstypen in het totaal van de landbouwbedrijven staat vermeld in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Het aandeel van de acht bedrijfstypen in het totaal. Aantal landbouwbedrijven tussen 71 en 2000 sbe per bedrijfstype volgens de Landbouwtelling 1980

	Aantal	% van het totaal
Akkerbouw	11557	15,3
Rundveehouderij	41682	55,1
Varkenshouderij	6702	8,9
Pluimveehouderij	1811	2,4
Gemengd akkerbouw	1895	2,5
Gemengd rundvee/akker	1891	2,5
Gemengd rundvee/intensief	4675	6,2
Gemengd intensief	5379	7,1
Totaal	75592	100,0

Bijlage 2. De prijs- en volumeontwikkeling van kapitaalgoederen

Dit is een bijlage over de prijs- en volumeontwikkeling van werktuigen, gebouwen in eigendom en vee in de landbouw. De gebouwen die door de landbouwbedrijven worden gepacht zijn niet in de analyse betrokken, omdat wij niet beschikken over gegevens t.a.v. de waarde van het gepacht vermogen.

Volumeontwikkeling per bedrijf

De kapitaalcomponenten werktuigen en gebouwen in eigendom kennen de eigenschap:

Eindbalanswaarde = beginbalanswaarde - afschrijvingen + investeringen.

De kapitaalcomponent vee kent de eigenschap:

Eindbalanswaarde = beginbalanswaarde + aankopen - verkopen + aanwas.

Mutaties die optreden in het volume van werktuigen en gebouwen in eigendom zijn de afschrijvingen en de (des-)investeringen. Mutaties die optreden in de omvang van de veestapel zijn aankopen, verkopen en aanwas. Aangezien de beginvoorraad en de eindvoorraad kapitaalgoederen worden gewaardeerd tegen dezelfde prijzen is het mogelijk om per bedrijf de volumeontwikkeling te berekenen, waarbij het volume is uitgedrukt in geldeenheden.

$$\text{Volumestijging (\%) per bedrijf} = \frac{\text{eindbalanswaarde} - \text{beginbalanswaarde}}{\text{beginbalanswaarde}} * 100\%$$

Prijsontwikkeling per bedrijf

Aan het begin van ieder boekjaar vindt een herwaardering plaats van de kapitaalgoederenvoorraad. Door vergelijking van de eindbalanswaarde in boekjaar t-1 en de beginbalanswaarde in boekjaar t is het ook mogelijk om per bedrijf de prijsstijging van de kapitaalgoederenvoorraad te bepalen. Een beperking hierbij is dat dit alleen mogelijk is voor bedrijven die beide boekjaren in administratie zijn.

$$\text{Prijsstijging (\%) per bedrijf} = \frac{\text{beginbalanswaarde (t)} - \text{eindbalanswaarde (t-1)}}{\text{eindbalanswaarde (t-1)}} * 100\%$$

Veronderstel een bedrijf met het volgende gegeven:
beginbalanswaarde boekjaar 1980 = 100.0
eindbalanswaarde boekjaar 1980 = 110.0
beginbalanswaarde boekjaar 1981 = 116.5

Dan is voor dit bedrijf in 1980 de volumestijging 10% en de prijsstijging 5%.

Volume-ontwikkeling per bedrijfstak

De volume-ontwikkeling per bedrijfstak kan nu worden bepaald door de berekening van een gewogen gemiddelde over de bedrijven die tot deze bedrijfstak behoren. Als wegingsfactor gebruiken wij

Wegingsfactor = wegingsfactor steekproefbedrijf boekhoudnet * beginbalanswaarde.

De wegingsfactor van het steekproefbedrijf is bepaald door de steekproefopzet. De beginbalanswaarde is in de wegingsfactor opgenomen, omdat het gewicht van een volumestijging in procenten per bedrijf voor het totaal toeneemt naarmate de beginbalanswaarde van het bedrijf groter is.

TABEL 2.1 DE PRYS- EN VOLUMEONTWIKKELING VAN WERKTUIGEN

PRODUKTIERICHTING		JAARTAL 1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
TAK 1	PRIJS	16.63	4.04	6.20	5.05	6.28	7.49	6.22	5.92
	VOLUME	5.05	12.69	4.00	-2.09	-.07	-1.06	-4.75	-2.14
TAK 2	PRIJS	10.77	4.51	5.37	5.63	4.91	7.13	5.18	5.23
	VOLUME	8.24	8.91	10.46	7.77	9.50	.90	-3.08	-1.02
TAK 3	PRIJS	18.01	4.37	5.23	5.10	4.92	7.65	5.21	4.99
	VOLUME	-2.60	5.82	6.57	3.80	11.65	7.24	-4.26	.79
TAK 4	PRIJS	6.45	4.74	4.92	6.66	5.00	9.04	5.42	5.00
	VOLUME	-8.51	-4.14	-1.99	-.76	11.44	5.14	-2.45	-8.32
TAK 5	PRIJS	14.53	4.67	5.59	6.65	5.14	7.32	4.45	5.43
	VOLUME	2.60	11.74	1.19	-.44	-2.96	-6.30	-.75	2.80
TAK 6	PRIJS	9.92	4.66	4.91	5.28	4.83	7.25	5.67	7.61
	VOLUME	5.60	12.13	8.38	2.71	18.01	-5.17	-2.44	-.48
TAK 7	PRIJS	8.33	4.26	5.14	5.30	5.08	7.61	5.00	4.79
	VOLUME	13.60	13.13	9.75	7.08	5.70	-3.74	-3.94	-.07
TAK 8	PRIJS	10.34	4.25	5.00	5.50	5.91	8.97	5.34	5.00
	VOLUME	2.21	5.46	3.49	18.10	2.95	-1.16	-6.23	-2.41

TABEL 2.2 DE PRYS- EN VOLUMEONTWIKKELING VAN GEBOUWEN IN EIGENDOM

PRODUKTIERICHTING		JAARTAL							
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
TAK 1	PRIJS	6.24	5.67	13.15	-1.12	5.08	2.09	-.65	-.23
	VOLUME	12.66	10.54	7.13	1.62	2.57	-2.10	-.94	1.65
TAK 2	PRIJS	7.00	6.93	5.39	11.96	6.18	2.32	-.21	.00
	VOLUME	9.32	8.16	5.39	9.99	15.61	7.71	-.15	.02
TAK 3	PRIJS	8.19	7.53	5.65	25.50	6.71	2.77	.04	.00
	VOLUME	1.00	7.59	.11	3.13	2.11	2.53	-3.72	.39
TAK 4	PRIJS	7.05	8.68	5.96	32.53	6.73	2.93	.06	.00
	VOLUME	-4.13	-2.63	-1.61	-2.20	-.26	.94	.03	-3.92
TAK 5	PRIJS	6.06	5.13	6.73	9.67	5.55	2.31	-.00	.00
	VOLUME	4.82	3.61	2.14	1.83	-2.50	5.21	7.40	-3.34
TAK 6	PRIJS	9.72	7.88	5.58	4.70	5.24	1.87	-.00	-.00
	VOLUME	17.37	3.60	4.52	1.23	16.13	-2.29	-1.70	3.36
TAK 7	PRIJS	6.78	7.55	3.79	17.11	5.65	2.55	-.00	-.76
	VOLUME	2.12	8.50	2.00	2.62	6.39	2.04	-1.80	1.41
TAK 8	PRIJS	6.97	7.52	5.13	22.13	6.54	2.80	.12	.00
	VOLUME	6.13	5.65	-.07	7.48	5.50	-3.15	-2.33	2.54

TABEL 2.3 DE PRYS- EN VOLUMEONTWIKKELING VAN VEE

PRODUKTIERICHTING		JAARTAL 1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
TAK 1	PRIJS	-.30	3.02	2.02	-.89	-1.24	.71	1.26	-3.67
	VOLUME	-19.71	-4.71	-8.90	-4.64	-.39	-15.00	.65	15.40
TAK 2	PRIJS	-.45	10.36	5.50	.28	.28	.60	6.84	-3.98
	VOLUME	3.02	1.51	4.92	6.56	5.30	2.96	2.35	3.04
TAK 3	PRIJS	-3.05	-.81	-2.63	4.10	3.15	7.28	1.29	2.48
	VOLUME	12.58	9.63	8.59	4.53	5.44	1.98	-1.18	4.71
TAK 4	PRIJS	3.01	2.03	-.12	-.05	.13	.24	.39	-.58
	VOLUME	13.62	-10.56	28.75	-5.34	16.76	-2.85	11.60	-12.92
TAK 5	PRIJS	-3.24	4.78	2.08	2.19	.91	3.79	3.13	.47
	VOLUME	-.76	-5.68	3.84	2.09	-8.91	9.24	-6.40	-5.61
TAK 6	PRIJS	-.28	8.88	5.53	-.05	.09	.48	6.27	-3.16
	VOLUME	4.76	.37	5.03	.98	-2.47	-2.13	1.66	3.65
TAK 7	PRIJS	-3.14	6.25	1.85	.88	1.10	2.52	5.06	-1.88
	VOLUME	2.55	4.45	5.13	7.83	2.65	2.00	3.27	5.03
TAK 8	PRIJS	-3.41	2.88	.85	2.21	2.15	4.89	3.81	1.43
	VOLUME	11.44	-4.09	6.65	8.33	1.61	-6.36	.90	10.48

Bijlage 2 (vervolg)

Prijsontwikkeling per bedrijfstak

Analoog als bij de volumeontwikkeling berekenen wij de prijsontwikkeling, maar nu met wegingsfactor.

Wegingsfactor = wegingsfactor steekproefbedrijf boekhoudnet * eindbalans-waarde (t-1)

Onder werktuigen wordt verstaan machines, werktuigen en installaties. De post gebouwen staat voor onroerend goed. Hiertoe worden tevens de pachtersinvesteringen gerekend, omdat pachtersinvesteringen in eigendom blijven van de boer. Geen rekening is gehouden met de WIR. De resultaten staan hieronder in een drietal tabellen vermeld.

De prijsstijgingen van de werktuigen vertonen uiteraard veel overeenkomst met de uitkomsten van het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG). De waardering van werktuigen is immers gebaseerd op gegevens van het IMAG. Bij de waardering van gebouwen wordt naast gegevens van het IMAG gebruik gemaakt van indices voor de bouwkosten, opgesteld door het CBS. Afwijkingen tussen het IMAG en de prijsindices in tabel 2.1 kunnen worden verklaard door de uitsplitsing in bedrijfstypen, het verschil in definitie van werktuigen en het verschil in het gebruik van jaartallen. Denk hierbij respectievelijk aan de gewichten van de bedrijfstypen, de bepaling van de prijsindex, die bij het IMAG is gebaseerd op een beperkt aantal soorten en merken, en het boekjaar dat bij het LEI loopt van 1 mei t/m 30 april.

Tabel 2.4 Prijsstijgingen van landbouwwerktuigen, inclusief landbouwtrekkers, volgens het IMAG

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
13,3%	9,5%	6,1%	5,1%	5,0%	6,7%	5,3%	7,5%

Bron: Landbouwmechanisatie (35 (1984)).

Een aantal resultaten in de tabellen vallen op. Het volume van de werktuigenvoorraad in de akkerbouw neemt van 1978 t/m 1982 af. Dit wijkt duidelijk af van de ontwikkeling van de hoeveelheid werktuigen, zoals die in het Akkerbouwrapport 1980 is opgenomen. Dit rapport geeft een terugblik op de bedrijfseconomische ontwikkeling van de jaren 1975 - 1980.

Tabel 2.5 Ontwikkeling van de hoeveelheid werktuigen in de akkerbouw volgens het Akkerbouwrapport

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
8,8%	5,6%	0,2%	4,4%	1,8%	-0,2%	-1,5%	-9,0%

Bron: 1975 - 1978 Akkerbouw 1980.
1979 - 1982 Sectie PPR, Afdeling landbouw.

Bijlage 2 (vervolg)

De reden van dit verschil is tweeërlei. In het Akkerbouwrapport wordt de hoeveelheid werktuigen berekend per bewerkingseenheid. Als de hoeveelheid werktuigen en bewerkingseenheden bijvoorbeeld beide met 1% stijgen blijft volgens het Akkerbouwrapport de hoeveelheid werktuigen gelijk (0%), terwijl wij voor de werktuigen een stijging van 1% berekenen. Een ander verschil is dat in het rapport de ontwikkeling in de hoogte van de kosten wordt gevolgd. Hierbij worden naast de afschrijving en de rente tevens onderhoud, brandstoffen en smeermiddelen tot de kosten gerekend. Dit kostenbegrip heeft echter als nadeel dat het niet langer een zuiver beeld geeft van de inzet van werktuigen in het produktieproces.

Het jaar 1981 kenmerkt zich als een bijzonder slecht investeringsjaar. De omvang van het werktuigenpark neemt overal af, d.w.z. de investeringen in werktuigen blijven achter bij de afschrijvingen, en de omvang van de gebouwen in eigendom daalt bijna overal. Voor een belangrijk deel kan men dit toeschrijven aan de ontwikkeling van de rentestand, die omstreeks 1981 zijn hoogtepunt bereikt.

Als in 1981 en 1982 de investeringen in gebouwen sterk terugvallen zien wij dat het prijsniveau zich stabiliseert. Dit in tegenstelling tot 1978 dat zich kenmerkt door forse prijsstijgingen in de veehouderij. Blijkbaar staat het prijsniveau onder druk van de investeringsvraag naar gebouwen.

Tot slot blijkt uit tabel 2.3 dat in de veehouderij de veestapel, uitgedrukt in geldeenheden, op een uitzondering na is toegenomen.

Het blijkt dat de waardestijging of -daling die jaarlijks optreedt in de kapitaalgoederenvoorraad op het landbouwbedrijf gemakkelijk kan worden opgesplitst in een volume- en een prijscomponent. De volumecomponent geeft een beter inzicht in de ontwikkeling van de omvang van de kapitaalgoederenvoorraad op het bedrijf dan de kapitaal- of gebruikerskosten per bewerkingseenheid. De prijscomponent van de kapitaalgoederen zal dienen als hulpmiddel bij het defleren van tijdreeksen van werktuigen, gebouwen en vee.

Bijlage 3. Lijst van variabelen met codering en berekeningswijze

1	Cel gebruikt voor bedrijfstypering	4009
2	Wegingsfactor BUL steekproefbedrijven	3351 met als eis 3351 > 0
3	Begin- of eindbalanswaarde werktuigen	15000 + 15200 + 15300 + 15400 + 15090 + 15290 + 15490
4	Begin- of eindbalanswaarde gebouwen	17020 + 17600
5	Begin- of eindbalanswaarde vee	4 of 14
6	Betaald loon vreemd personeel	83 + S 30700 gedefleerd met eigen prijsindex (BEF)
7	Gezins-vak	83 + S 30700 - 1 vak als S 30700 > 0
8	Vreemd vak	3038 + 1 vak als S 30700 > 0
9	Totaal vak (L)	235
10	Grond gepacht (kadastraal)	3025 + 3026
11	Grond in eigendom (kadastraal)	3023 + 3024
12	Grond in aantal hectaren (H)	nr. 10 + nr. 11
13	Rente over werktuigen (inclusief WIR)	S 39200 + S 39210 + S 39300 + S 39310
14	Afschrijving op werktuigen	S 38200 + S 38300
15	Werktuigen (W)	nr. 13 + nr. 14 gedefleerd met eigen prijsindex (bijlage 2)
16	Rente over vee (V)	S 53510 t/m 53590 gedefleerd met eigen prijsindex (bijlage 2)
17	Bruto-bedrijfsopbrengst (PY)	172 gedefleerd met algemeen prijspeil (BEF)
18	Kosten loonwerk	85 gedefleerd met eigen index (BEF)
19	Kosten bestrijdingsmiddelen	86 gedefleerd met eigen index (CBS)
20	Kosten zaden, plant- en pootgoederen	116 gedefleerd met eigen index (CBS)
21	Kosten veevoer	30 + 59 + 94 + 96 + 104 + 106 107 gedefleerd met eigen index (CBS)
22	Kosten energie (brandstoffen en verwarming vee)	87 + S 53810 t/m 53899 gedefleerd met eigen index (CBS)
23	Kosten mest	115 gedefleerd met eigen index (CBS)
24	Non-factor inputs (M)	nr. 18 t/m 23

De coderingen verwijzen naar het LEI-boekhoudnet. Voor de prijsindices met bron BEF of CBS wordt verwezen naar hoofdstuk 2. De prijsindices van werktuigen en vee zijn door ons zelf berekend in bijlage 2.

Bijlage 4. De specificatie en de schattingsmethodiek van het produktiemodel in hoofdstuk 3

De specificatie van het schattingsmodel dat toebehoort aan het produktiemodel in hoofdstuk 3 luidt:

$$\begin{bmatrix} \ln PY \\ \\ \\ \frac{M}{PY} \end{bmatrix}_{kt} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ D_{76} & 0 \\ D_{77} & 0 \\ D_{78} & 0 \\ D_{79} & 0 \\ D_{80} & 0 \\ D_{81} & 0 \\ D_{82} & 0 \\ \ln H & 0 \\ \ln L & 0 \\ \ln W & 0 \\ \ln V & 0 \\ \ln M & 1 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 H/L & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 H/W & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 H/V & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 H/M & \ln H/M \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 L/W & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 L/V & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 L/M & \ln L/M \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 W/V & 0 \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 W/M & \ln W/M \\ -\tfrac{1}{2}\ln^2 V/M & \ln V/M \end{bmatrix}_{kt} \Bigg) \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \beta_{76} \\ \beta_{77} \\ \beta_{78} \\ \beta_{79} \\ \beta_{80} \\ \beta_{81} \\ \beta_{82} \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \\ \alpha_5 \\ \alpha_{12} \\ \alpha_{13} \\ \alpha_{14} \\ \alpha_{15} \\ \alpha_{23} \\ \alpha_{24} \\ \alpha_{25} \\ \alpha_{34} \\ \alpha_{35} \\ \alpha_{45} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_0 \\ \\ e_1 \\ \\ \end{bmatrix}_{kt}$$

t = tijdsindex, die overeenkomstig de periode 1975 - 1982 loopt van 1 t/m 8
k = bedrijfsindex

Bijlage 4 (vervolg)

Het model is nu gespecificeerd in een vorm, waarbij direct rekening wordt gehouden met de parameters die gemeenschappelijk voorkomen in de vergelijkingen. Kortweg kan het model worden geformuleerd als :

$$Y_{kt} = X_{kt} \cdot \beta + e_{kt}.$$

De formulering van het schattingsmodel dat toebehoort aan de winstfunctie en het vraagstelsel naar variabele produktiefactoren in hoofdstuk 4 komt overeen met het bovenstaande produktiemodel.

Veronderstel $E\, e_{kt} = 0$ en $E_{kt}\, e_{kt}' = R$. Aangezien wij de beschikking hebben over een panel, een combinatie van cross-sectie data en tijdreeksen, maar het panel incompleet is kan het aantal waarnemingen per jaartal verschillend zijn, d.w.z. k is tijdsafhankelijk. Noem het totaal aantal waarnemingen k en het aantal waarnemingen per jaartal K_t, kt loopt dan jaarlijks van 1 tot K_t. R is een (2 * 2)-matrix en is symmetrisch positief definiet. De veronderstelling, dat per waarneming de storingstermen van de vergelijkingen zijn gecorreleerd, brengt met zich mee dat de elementen van R onbekend zijn en geschat moeten worden. Veronderstelt men geen correlatie tussen de storingstermen van de vergelijkingen en schat men de parameters met behulp van OLS, dan betekent dit dat de elementen van R buiten de hoofddiagonaal à priori gelijk worden gesteld aan nul. De variantie-covariantie matrix van het schattingsmodel is gelijk aan $E\, ee' = V$, waarbij $e' = (e_{11}, \ldots, e_{k1}, \ldots, e_{18}, \ldots, e_{k8})$. Uit de constructie van het model volgt dat de matrix V blok-diagonaal is en gelijk aan $V = I \times R$, waarbij x het Kronecker produkt tussen twee matrices voorstelt. Een verschil met dit schattingsmodel en het model van Zellner, dat men kan terugvinden in een flink aantal handboeken op het gebied van de econometrie, is dat hij uitgaat van een variantie-covariantie matrix die gelijk is aan $V = R \times I$.

De maximum-likelihood schattingen van de parameters in de vector β en de matrix R kunnen nu langs een iteratief schema worden verkregen. Dit schema is gebaseerd op een iteratieproces van Magnus (1978).

1 Kies een uitgangspunt : $R_0 = I$

2 Bereken $\beta_0 = (X' V_0^{-1} X)^{-1} X' V_0^{-1} Y$

$$e_0 = Y - X \beta_0$$

Aangezien V_0 blok-diagonaal is geldt

$$\beta_0 = (\sum_{kt} X_{kt} R_0^{-1} X_{kt})^{-1} \sum_{kt} X_{kt} R_0^{-1} Y_{kt}$$

Dit deel, waarin gesommeerd wordt over het aantal bedrijven en de tijd, is gebruikt voor de berekening van β . β is de OLS-schatting van de parameters.

3 Bereken $R_1 = \frac{1}{k} e_0 e_0' = \frac{1}{k} \sum_{kt} ekt\ ekt'$

4 Ga terug naar 2 en bereken β_1 met de matrix R_1. β_1 is een

GLS-schatting van de parameters.

Herhaal dit procédé tot convergentie is bereikt.