

NN31545.1282

januari 1981

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

AANZET VOOR EEN ONDERZOEK NAAR HET

INVESTERINGSGEDRAG VAN AGRARIËRS

drs. J. Vreke

**BIBLIOTHEEK DE HAAFF**

Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.  
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.  
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking.

1790350

16 FEB. 1998



0000 0941 3481

## I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. INVESTERINGEN	3
3. FACTOREN DIE HET INVESTERINGSGEDRAG BEÏNVLOEDEN	6
4. HET BESLISSINGSPROCES	9
4.1. Algemeen	9
4.2. Een beschrijving van de Probit Analysis methode	11
5. HET INVESTERINGSGEDRAG OP BEDRIJFSNIVEAU	17
6. HET INVESTERINGSGEDRAG OP GROEPSNIVEAU	21
7. BENODIGDE GEGEVENS	25
8. LITERATUUR	27

## 1. INLEIDING

Als door de uitvoering van één of meer cultuurtechnische maatregelen voor de boeren in een gebied investeringsmogelijkheden worden geschapen, dan is voor de beoordeling van deze maatregelen van belang in welke mate en in welk tempo de boeren gebruik maken van deze mogelijkheden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het directe en het indirecte effect. Het directe effect is de opbrengststijging (of de inkomensstijging) tengevolge van de betreffende investering. Het indirecte effect is de opbrengststijging tengevolge van de uitgevoerde investeringen die mogelijk zijn geworden door deze opbrengststijging (het directe effect) en die in de autonome ontwikkeling niet mogelijk zouden zijn geweest.

Daarnaast is bij bepaalde cultuurtechnische maatregelen de mate waarin gebruik gemaakt wordt van de nieuwe mogelijkheden van belang bij de bepaling van de aan te leggen capaciteit. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de uitvoering van maatregelen met betrekking tot de wateraanvoer waardoor de mogelijkheid tot beregenen wordt geschapen.

Het doel van deze nota is het voorbereiden van de onderzoeksopzet van een studie naar het investeringsgedrag van de boeren met betrekking tot een vooraf gedefinieerde investering die mogelijk is geworden door de uitvoering van één of meer cultuurtechnische werken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de beschrijving van het gedrag van de individuele boer en de beschrijving van het gedrag van de boeren in een gebied als groep.

De indeling van de nota is als volgt. In par. 2 wordt een indeling gegeven van de investeringen in de landbouw en vindt de afbakening van het onderzoeksterrein plaats. In par. 3 worden een aantal factoren die het investeringsgedrag beïnvloeden opgesomd, onderscheiden

naar factoren betreffende het subject (de boer resp. de groep), het object (de betreffende investering), de kosten van de investering en de verwachte opbrengsten van de investering. In par. 4 wordt, na een korte beschrijving van het beslissingsproces, de probit analysis methode beschreven. Toepassing van deze methode geeft een transformatie van een dichotome variabele naar een kansverdeling.

In de par. 5 en 6 wordt de eerste aanzet gegeven voor een beschrijvend model met betrekking tot het investeringsgedrag van respectievelijk de individuele boer en de boeren in een gebied als groep. Par. 7 geeft een overzicht van de gegevens die moeten worden verzameld.

## 2. DE INVESTERINGEN

Investeringscategorïen kunnen worden onderscheiden naar een aantal gezichtspunten. In deze nota worden ze onderverdeeld naar de functie van de investeringsgoederen in de bedrijfsvoering en naar het soort kapitaalgoed waarin geïnvesteerd wordt. Deze indelingen zijn niet eenduidig in elkaar vertaalbaar. Voor een afbakening van het onderzoek is een confrontatie van de genoemde indelingen noodzakelijk.

De indeling van de investeringen in de landbouw naar de functie in de bedrijfsvoering is de volgende\*:

- investeringen in voorraden. Dit zijn investeringen in voorraden eindprodukt of non-factor inputs in de verwachting voordeel te behalen uit de aankoopvoorwaarden of de prijsontwikkeling,
- vervangingsinvesteringen. Dit zijn investeringen ter vervanging van kapitaalgoederen die afgeschreven, versleten of kapot zijn,
- uitbreidingsinvesteringen. Dit zijn investeringen waardoor de aanwezige produktiecapaciteit vergroot wordt zonder dat dit veranderingen in de bedrijfsvoering tot gevolg heeft,
- vernieuwingsinvesteringen. Dit zijn investeringen die worden gedaan om nieuwe produktiemogelijkheden te verwerven of de bestaande produktiemogelijkheden te verbeteren.

Het behoeft geen betoog dat het gedrag van de boeren met betrekking tot elk van de genoemde investeringscategorïen verschilt. Ook de aanleiding tot investeren verschilt. De aanleiding tot het doen van een investering behorende tot een van de drie eerstgenoemde categorïen wordt niet verklaard. De aanleiding tot het doen van een vernieuwingsinvestering kan zijn:

\*Bedacht moet worden dat de indeling een theoretische indeling is. In de praktijk zullen de onderscheiden categorïen vaak niet duidelijk te onderscheiden zijn. Vervanging van een kapitaalgoed bijvoorbeeld zal vaak uitbreiding of vernieuwing tot gevolg hebben

- a. het ontstaan van nieuwe mogelijkheden door de uitvoering van één of meer (algemene) cultuurtechnische werken
- b. het ontstaan van nieuwe mogelijkheden als gevolg van de voortschrijdende technische ontwikkeling
- c. het voorbeeld geven door één of meer voorlopers in de streek,
- d. het beschikbaar komen van financiële middelen waarmee de investering kan worden bekostigd
- e. het niet meer (of minder) rendabel zijn van de huidige bedrijfsvoering waardoor op een andere bedrijfsvoering wordt overgegaan (b.v. overgang naar meer of minder arbeidsintensieve teelten).

Een indeling van de investeringsgoederen naar soort kapitaalgoed is investeringen in:

1. gebouwen, door aankoop, (ver)bouw of verbetering
2. grond, door aankoop of pacht\*
3. vee
4. machines en werktuigen
5. (voorraden) non-factor inputs
6. (voorraden) eindprodukt
7. verbetering van de fysische produktie-omstandigheden (bodemverbetering, water aan- en/of afvoerverbetering, aanleg of verbetering van bedrijfswegen etc.).

In tabel 2.1 worden de resultaten van de confrontatie van de beide indelingen gegeven. Een +-teken geeft aan dat de combinatie mogelijk is, bijvoorbeeld een vernieuwingsinvestering in gebouwen (1) is mogelijk.

Het onderzoek is in eerste instantie gericht op de vernieuwingsinvesteringen in machines en werktuigen (4) of in verbetering van de fysische produktie-omstandigheden (7). Naast deze investeringen als gevolg van de uitvoering van cultuurtechnische maatregelen wordt het onderzoek uitgebreid met de in het voorgaande onder b en c genoemde

\*Pacht is strikt genomen geen investering. Echter omdat de consequenties voor de bedrijfsvoering (bijna) gelijk zijn aan de consequenties van grondaankoop, is pacht toch opgenomen

Tabel 2.1

	Soort kapitaalgoed						
	1	2	3	4	5	6	7
Voorraadinvestering					+	+	
Vervangingsinvestering	+		+	+			
Uitbreidingsinvestering	+	+	+	+			+
Vernieuwingsinvestering	+	+	+	+		+	+

aanleidingen. Dit omdat:

- het gedrag van de boeren met betrekking tot de onder a, b en c beschreven aanleiding naar verwachting niet significant verschilt. Er treedt namelijk in alle drie gevallen een confrontatie op met de mogelijkheid tot het doen van een investering die daarvoor niet mogelijk was,
- door de uitbreiding de mogelijkheid tot het verzamelen van gegevens vergroot wordt.

De vernieuwingsinvesteringen in gebouwen (b.v. de aanschaf van een ligboxenstal) worden in eerste instantie niet bestudeerd omdat aan deze investering vaak de beslissing tot het al dan niet voortzetten van het bedrijf is gekoppeld. Hierbij spelen andere factoren een rol. In een latere fase van het onderzoek zullen deze investeringen aan de orde komen.

Berekening van het indirecte effect van de uitvoering van de betreffende cultuurtechnische maatregelen vereist naast inzicht in het directe effect ook inzicht in het gedrag met betrekking tot de overige investeringscategorieën. De berekening kan plaatsvinden door het opnemen van het directe effect in een dynamisch landbouw-economisch model, bijvoorbeeld in het door Filius beschreven groeimodel (FILIUS, 1979). De berekening van het indirecte effect valt in eerste instantie buiten het onderzoek.

### 3. FACTOREN DIE HET INVESTERINGSGEDRAG BEÏNVLOEDEN

De beslissing een bepaalde investering wel of niet te doen wordt door een aantal economische en psychologische factoren alsmede door het toeval bepaald. In par. 4 wordt nader ingegaan op het beslissingsproces, in deze paragraaf wordt volstaan met het aangeven van factoren die de beslissing beïnvloeden. Deze factoren kunnen worden onderverdeeld in factoren betreffende:

1. het subject, dat is het individu of de groep die de beslissing neemt
2. het object, dat wil zeggen de functie van de investering en het soort goed waarin geïnvesteerd wordt
3. de kosten van de investering
4. de opbrengst van de investering. Dit betreft zowel de verwachte opbrengst als de aard van de opbrengst (b.v. risicovermindering, opbrengststijging).

Uit de navolgende opsomming blijkt dat dit objectief meetbare grootheden, onzekere grootheden (b.v. de verwachte opbrengst) en niet-meetbare (subjectieve) grootheden betreft. Hierdoor worden de waardering en de onderlinge vergelijkbaarheid van de factoren bemoeilijkt.

Belangrijke factoren die betrekking hebben op het subject zijn:

- a. de houding ten opzichte van risico
- b. psychologische factoren onder andere gevoeligheid voor status, neiging tot veranderingen, groepsgedrag
- c. de leeftijd van de boer en het al dan niet aanwezig zijn van een opvolger
- d. het opleidingsniveau
- e. de vermogenspositie (vermogen, schulden, spaartegoed)
- f. de mogelijkheid tot het krijgen van krediet
- g. het huidige en verwachte inkomen met daaraan gekoppeld het bestedingspatroon
- h. het bedrijfstype, de bedrijfsomvang en de verkavelingssituatie
- i. de inzetbaarheid van de produktiefactoren (arbeid, grond en kapitaal)
- j. de noodzaak om te investeren (uitbreiding, vervanging, rationali-



sering of vernieuwing)

- k. de doelstellingen van de boer (b.v. winstmaximalisering, verbetering werkomstandigheden)

Dit zijn factoren die kenmerkend zijn voor de boer (of de groep) en waarin hij kan verschillen van andere boeren (c.q. groepen).

Belangrijke factoren die betrekking hebben op het object (de investering) zijn:

- a. de aard van de investering (het soort kapitaalgoed waarin geïnvesteerd wordt)
- b. het al dan niet eerder beschikbaar (toepasbaar) geweest zijn van de investering
- c. de vervangbaarheid van de betreffende investering door andere kapitaalgoederen, of door arbeid (eventueel door een loonwerker)
- d. de benodigde inzet van andere produktiefactoren als gevolg van de betreffende investering

Belangrijke factoren die betrekking hebben op de kosten van de investering zijn:

- a. de prijs van de investering, rekening houdend met eventuele kostprijs verlagende subsidies (b.v. t.g.v. de WIR), fiscale voordelen en de kosten van krediet
- b. de kosten van de andere produktiefactoren die ingezet moeten worden als gevolg van de investering
- c. de prijs van kapitaalgoederen die de investering kunnen vervangen

Belangrijke factoren die betrekking hebben op de opbrengst van de investering zijn:

- a. het verwachte rendement
- b. het soort rendement (risico beperking, opbrengstverhoging, besparing op inzet overige produktiefactoren etc.)
- c. het elders haalbare rendement met het bedrag van de investering
- d. de verwachte opbrengst van andere kapitaalgoederen die de investering kunnen vervangen

Deze opsomming is niet uitputtend doch geeft de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de beslissing. Naast deze factoren is ook het toeval van invloed. Dit kan worden beschouwd als de representant

van alle niet opgenomen factoren.

Bij de analyse van het gedrag van de boeren in een gebied als groep wordt gewerkt met gemiddelden. Veel van de genoemde factoren worden dan buiten beschouwing gelaten. Omdat over de bedrijven wordt geaggregeerd is niet van belang welke boer investeert maar welk percentage van de boeren investeert en wanneer dit gebeurt.

Zowel bij de beschrijving van het individuele gedrag als bij de beschrijving van het groepsgedrag moet worden gezocht naar een beperkt aantal, bij voorkeur objectief meetbare, variabelen die representatief zijn voor de onder 1, 2, 3 en 4 genoemde factoren.

#### 4. HET BESLISSINGSPROCES

##### 4.1. A l g e m e e n

De beslissing een bepaalde investering wel of niet te doen is de uitkomst van een beslissingsproces dat begint met het herkennen van de mogelijkheid tot investeren. In dit beslissingsproces kunnen de volgende fasen onderscheiden worden:

1. het herkennen van de mogelijkheid tot het doen van de betreffende investering
2. het ontwikkelen van alternatieven en het inwinnen van informatie
3. de analyse, resulterend in de waardering voor de onderscheiden alternatieven
4. de keuze voor een alternatief (de beslissing)
5. het uitvoeren van de beslissing

Het herkennen van de mogelijkheid tot het doen van een bepaalde investering is onder andere afhankelijk van de soort investering (vervangsinvestering, vernieuwingsinvestering etc.) en van de mate waarin de boer initiatieven durft te nemen. Factoren overigens die een stempel drukken op het gehele beslissingsproces.

Na het herkennen van de mogelijkheid worden alternatieven ontwikkeld. Deze kunnen variëren van niet investeren of buiten de landbouw investeren tot de keuze uit meerdere merken tractoren.

In de derde fase worden de alternatieven nader uitgewerkt en geëvalueerd met betrekking tot elk van de voor de beslisser relevante doelstellingen. De doelstellingen en het relatieve belang van de doelstellingen verschillen van boer tot boer en betreffen zowel economische als niet economische factoren (b.v. verbetering werkomstandigheden). In deze fase zijn de problemen:

- het werken onder onzekerheid. De beslissingen worden genomen in een situatie waarin de toekomst niet met zekerheid voorspeld kan worden (denk o.a. aan de invloed van het weer op de gewasopbrengsten). Dit betekent dat gewerkt wordt met verwachtingen en dat factoren als risico afkeer en neiging tot speculeren invloed uitoefenen op de beslissing
- het herkennen van de doelstellingen (en hun relatieve belang) van de individuele boer

- de waardering van de doelstellingen. Naast economische doelstellingen waarvoor objectief te bepalen criteria zijn ontwikkeld moeten ook niet-economische, vaak niet meetbare, doelstellingen gewaardeerd worden. Een bijkomende moeilijkheid is dat de waarderingen voor de onderscheiden doelstellingen vaak niet vergelijkbaar zijn terwijl bovendien niet al de doelstellingen even belangrijk zijn.

De uiteindelijke beslissing, de keuze voor een alternatief, is gebaseerd op de afweging van de waarderingen voor de onderscheiden alternatieven. In deze afweging speelt, naast de in par. 3 genoemde factoren, het toeval een rol. Dit betreft bijvoorbeeld het moment waarop de beslissing wordt genomen. Na een droog jaar zal eerder tot aanschaf van een beregeningsinstallatie worden besloten dan na een nat jaar.

Als de beslissing is genomen moet deze worden uitgevoerd. In de uitvoeringsfase blijkt op welk tijdstip de investering wordt gedaan.

Een model dat een beschrijving geeft van het beslissingsproces moet de 5 fasen bevatten. Het onderhavige onderzoek is gericht op de beschrijving van een gedeelte van het beslissingsproces. Uitgegaan wordt van de bekendheid met de mogelijkheid tot investeren en van twee alternatieven: investeren ja of nee. Er kan dus worden volstaan met een beschrijving van de fasen 3, 4 en 5. Gezocht wordt naar een model op bedrijfsniveau dat de ja-nee beslissing weergeeft afhankelijk van factoren betreffende het subject, het object, de kosten en de verwachte opbrengsten (zie par. 3) alsmede naar een model dat het tijdstip van investeren beschrijft.

Naast de ontwikkeling van een model op bedrijfsniveau wordt een model ontwikkelt dat voor de boeren in een gebied als groep beschrijft welk percentage van de boeren tot investeren beslist en hoe de investeringen zijn verdeeld in de tijd\*. Een beschrijving van dit groeps-gedrag kan bijdragen aan een snelle beoordeling van de uitvoering van de betreffende cultuurtechnische maatregel.

\*Dit betekent dat in het groepsmodel geen ja-nee variabele behoeft te worden opgenomen. Er kan worden volstaan met de beschrijving van het percentage dat investeert

#### 4.2. Een beschrijving van de Probit Analysis methode

Een ja-nee beslissing kan worden beschreven met behulp van een dichotome variable (d.i. een variabele die slechts twee waarden, bijvoorbeeld nul en één, kan aannemen). Voor het schatten van een model met één of meer dichotome variabelen als te verklaren variabele mag geen gebruik gemaakt worden van de normale regressietechnieken (zie b.v. GOLDBERGER, 1964). In de biometrie is een methode ontwikkeld, de Probit Analysis, voor het schatten van deze modellen (zie FINNEY, 1952). Bij het toepassen van de Probit Analysis wordt de dichotome variabele via een index getransformeerd tot een (continue) kansverdeling wat schatten met behulp van een maximale aannemelijkheidsschatter mogelijk maakt. Hierbij wordt uitgegaan van de gedachte dat een boer besluit te investeren als een, nog nader te definiëren, index een normwaarde overschrijdt. De index is de gewogen som van een aantal verklarende factoren waarvan de wegingsparameters geschat worden.

Het resterende gedeelte van deze paragraaf is gewijd aan een (mathematische) beschrijving van de Probit Analysis en aan de beschrijving van een iteratieve procedure om de wegingsparameters te schatten.

Veronderstel dat het al dan niet uitvoeren van een investering door boer nr  $j$  wordt weergegeven door de dichotome variabele  $y_j$ :

$$\begin{aligned} y_j &= 1 && \text{als boer } j \text{ investeert} \\ &= 0 && \text{als boer } j \text{ niet investeert} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Definieer vervolgens

- de index  $I_j$  (voor boer  $j$ ):

$$I_j = \sum_{k=1}^K x_{kj} \beta_k = X_j' \beta \quad (4.2)$$

waarbij de  $x_{kj}$  de verklarende factoren ( $x_{kj}$  is de waarde van de  $k^e$  verklarende variabele voor boer  $j$ ) en de  $\beta_k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) de wegingsparameters zijn,

- de standaard normaal verdeelde variabele  $N_j$  (de norm voor bedrijf  $j$ , zie ook vgl. 4.4) met cumulatieve verdelingsfunctie  $F(I_j)$ . Omdat veel

onafhankelijke factoren bij de bepaling van de normwaarde van invloed zijn, kan de keuze voor de standaard normale verdeling met de centrale limietstelling worden verdedigd (THEIL, 1971).

$$F(I_j) = \int_{-\infty}^{I_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du = P\{N_j \leq I_j\}^* \quad (4.3)$$

- de verzameling  $s = \{j | y_j = 1\}$  van de bedrijven die tot investeren overgaan en de verzameling  $ns = \{j | y_j = 0\}$  van de bedrijven die dit niet doen.

Vergelijking (4.1) kan dan als volgt geschreven worden:

$$\begin{aligned} y_j &= 1 & I_j &\geq N_j \\ &= 0 & I_j &< N_j \end{aligned} \quad (4.4)$$

Met behulp van (4.4) kan de dichotome variabele  $y_j$  worden getransformeerd tot een kansverdeling, immers:

$$P\{y_j = 1 | I_j\} = P\{N_j \leq I_j | I_j\} = F\{I_j\} \quad (4.5)$$

en

$$P\{y_j = 0 | I_j\} = P\{N_j > I_j | I_j\} = 1 - F\{I_j\} \quad (4.6)$$

Vergelijking (4.5) is weergegeven in fig. 4.1

\* $P\{N_j \leq I_j\}$  wil zeggen: de kans dat  $N_j \leq I_j$

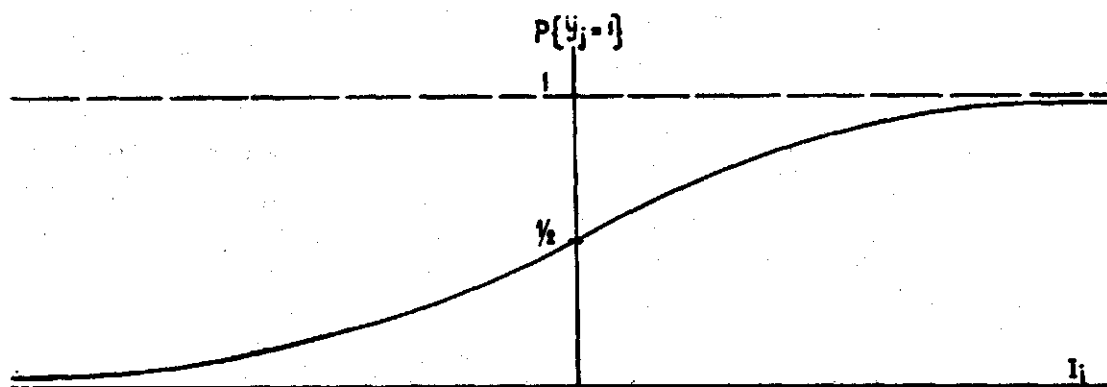


Fig. 4.1. Cumulatieve normale verdeling

Door de transformatie tot de kansverdeling kan de waarschijnlijkheid van de steekproef (of beter van de waarnemingen) worden weergegeven door vergelijking (4-7):

$$L^* = \prod_{j \in s} P\{y_j = 1 | I_j\} \cdot \prod_{j \in ns} P\{y_j = 0 | I_j\} = \prod_{j \in s} F(I_j) \cdot \prod_{j \in ns} \{1 - F(I_j)\} \quad (4.7)$$

Dit geeft voor de logarithmische waarschijnlijkheid (na substitutie van (4.2) in (4.7)):

$$L = \ln L^* = \sum_{j \in s} \ln F(X_j' \beta) + \sum_{j \in ns} \ln \{1 - F(X_j' \beta)\} \quad (4.8)$$

De maximale aannemelijkheidsschatters voor de  $\beta_k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) worden gevonden door  $L$  in (4.8) te maximaliseren. Bepaal hiertoe de afgeleiden van  $L$  naar de  $\beta_k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) en stel deze nul. Dit leidt tot de in (4.9) gegeven normaalvergelijkingen die niet lineair zijn in de  $\beta_k$ . Oplossen van de  $\beta_k$  uit deze vergelijkingen geeft de maximale aannemelijkheidsschatters:

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_k} = \sum_{j \in s} \frac{1}{F(X_j' \beta)} \cdot \frac{\partial F(X_j' \beta)}{\partial \beta_k} + \sum_{j \in ns} \frac{-1}{1 - F(X_j' \beta)} \cdot \frac{\partial F(X_j' \beta)}{\partial \beta_k} = 0 \quad k = 1, \dots, K \quad (4.9)$$

met

$$\frac{\partial F(X_j' \beta)}{\partial \beta_k} = x_{kj} \frac{e^{-(X_j' \beta)^2 / 2}}{\sqrt{2\pi}} = x_{kj} \cdot Z_j \quad k = 1, \dots, K \quad (4.10)$$

In FINNEY (1952) wordt een iteratieve oplossingsprocedure beschreven waarbij gebruik wordt gemaakt van de Taylor ontwikkeling van een functie met meerdere variabelen.

De Taylor ontwikkeling voor een functie met twee variabelen wordt gegeven in vergelijking (4.11). De formulering is ontleend aan SPIEGEL (1963):

$$f(x_0 + h, y_0 + k) = f(x_0, y_0) + (h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y}) f(x_0, y_0) + \frac{1}{2!} (h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y})^2 f(x_0, y_0) + \dots$$

$$\dots + \frac{1}{n!} (h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y})^n f(x_0, y_0) + R_n \quad (4.11)$$

waarbij

$$R_n = \frac{1}{(n+1)!} (h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y})^{n+1} f(x_0 + \theta h, y_0 + \theta k) \quad 0 < \theta < 1$$

$$(h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y}) f(x_0, y_0) \equiv h \frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0) + k \frac{\partial}{\partial y} f(x_0, y_0)$$

$$(h \frac{\partial}{\partial x} + k \frac{\partial}{\partial y})^2 f(x_0, y_0) \equiv h^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} f(x_0, y_0) + 2kh \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} f(x_0, y_0) + k^2 \frac{\partial^2}{\partial y^2} f(x_0, y_0)$$

Onder voorwaarde dat alle  $n^e$  partiële afgeleiden van  $f(x, y)$  continu zijn in een gesloten gebied en de  $(n+1)^e$  partiële afgeleiden bestaan in een open gebied. Voor een functie met meer dan twee variabelen kan ook gebruik worden gemaakt van (4.11), zij het aangepast voor het nieuwe aantal variabelen.

Bij toepassing van de in FINNEY (1952) beschreven iteratieve procedure worden de maximale aannemelijkheidsschatters als volgt bepaald:

1. bepaal a priori schatters  $b_k^1$  voor de  $\beta_k$  ( $k = 1, \dots, K$ )
2. bepaal de Taylor ontwikkeling voor  $\frac{\partial L}{\partial \beta_k}$  ( $k = 1, \dots, K$ ) rond  $(b^1 + \delta)$  en breek deze na de 2e term af\*. Dit geeft:

\*  $b^1$  is de vector  $\begin{pmatrix} b_1^1 \\ \vdots \\ b_k^1 \end{pmatrix}$  en  $\delta = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \vdots \\ \delta_k \end{pmatrix}$



$$\frac{\partial L}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta = b^1 + \delta} = \frac{\partial L}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta = b^1} + \sum_{\ell} \delta_{\ell} \frac{\partial^2 L}{\partial \beta_k \partial \beta_{\ell}} \Big|_{\beta = b^1} = 0 \quad k=1, \dots, K \quad (4.12)$$

waarbij

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} \Big|_{x = x_0} \equiv \frac{\partial}{\partial x} f(x_0)$$

3. los uit (4.12) de  $\delta_{\ell}$  ( $\ell = 1, \dots, K$ ) op en bepaal met behulp van (4.13) de nieuwe schatter  $b^2$  voor  $\beta$ :

$$b^2 = b^1 + \delta \quad (4.13)$$

4. herhaal de stappen 2 en 3 totdat  $\delta_k \approx 0 \quad \forall_k$

Uit (4.10) is af te leiden:

$$\frac{\partial^2 F(X_j' \beta)}{\partial \beta_k \partial \beta_{\ell}} = -x_{kj} x_{\ell j} \cdot X_j' \beta \cdot Z_j \quad (4.14)$$

Substitutie van (4.9), (4.10) en 4.14) in (4.12) geeft:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta = b^1 + \delta} &= \sum_{j \in S} \frac{x_{kj} Z_j}{F(X_j' b^1)} - \sum_{j \in S} \frac{x_{kj} Z_j}{1 - F(X_j' b^1)} - \sum_{j \in S} \left\{ \sum_{\ell=1}^K \delta_{\ell} \frac{x_{kj} x_{\ell j} Z_j}{(F(X_j' b^1))^2} (X_j' b^1 F(X_j' b^1) + Z_j) \right\} \\ &- \sum_{j \in S} \left\{ \sum_{\ell=1}^K \delta_{\ell} \frac{x_{kj} x_{\ell j} Z_j}{\{1 - F(X_j' b^1)\}^2} (-X_j' b^1 (1 - F(X_j' b^1)) + Z_j) \right\} = 0 \quad k=1, \dots, K \quad (4.15) \end{aligned}$$

Dit is te herleiden tot:

$$\begin{aligned} \sum_{\ell=1}^K \delta_{\ell} \left\{ \sum_{j \in S} x_{\ell j} \frac{x_{kj} Z_j}{\{F(X_j' b^1)\}^2} [X_j' b^1 F(X_j' b^1) + Z_j] + \sum_{j \in S} \left[ x_{\ell j} \frac{x_{kj} Z_j}{\{1 - F(X_j' b^1)\}^2} \right. \right. \\ \left. \left. - \{-X_j' b^1 (1 - F(X_j' b^1)) + Z_j\} \right] \right\} = \sum_{j \in S} \frac{x_{kj} Z_j}{F(X_j' b^1)} - \sum_{j \in S} \frac{x_{kj} Z_j}{1 - F(X_j' b^1)} \quad k=1, \dots, K \quad (4.16) \end{aligned}$$

Dit stelsel vergelijkingen is lineair in  $\delta_{\ell}$ .

Als we stellen:  $\xi_j(b^1) = \frac{z_j}{y_j F(X_j^1 b^1) + (y_j - 1)(1 - F(X_j^1 b^1))}$ , dan is

(4.16) te schrijven als:

$$\sum_{k=1}^K \delta_k \left\{ \sum_j x_{kj} x_{lj} \xi_j(b^1) \cdot (X_j^1 b^1 + \xi_j) \right\} = \sum_j x_{kj} \xi_j(b^1) \quad k = 1, \dots, K \quad (4.17)$$

Of in matrix notatie:

$$(X \Phi X') \delta = X \cdot \xi(b^1) \quad (4.18)$$

waarbij:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{K1} & \dots & x_{Kn} \end{pmatrix}, \quad \xi(b^1) = \begin{pmatrix} \xi_1(b^1) \\ \vdots \\ \xi_n(b^1) \end{pmatrix}, \quad \delta = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \vdots \\ \delta_K \end{pmatrix} \text{ en}$$

$$\Phi = \Phi(b^1) = \begin{pmatrix} \theta_1(b^1) & & & \\ & \ddots & & \\ & & 0 & \\ & & & \ddots \\ & & 0 & & \theta_n(b^1) \end{pmatrix} \text{ met } \theta_j(b^1) = \xi_j(b^1) \cdot (X_j^1 b^1 + \xi_j(b^1))$$

Onder de voorwaarde dat  $(X \Phi X')$  inverseerbaar is geeft dit voor  $\delta$ :

$$\delta = (X \Phi X')^{-1} X \xi(b^1) \quad (4.19)$$

En dus:

$$b^2 = b^1 + \delta \quad (4.20)$$

Herhalen tot  $\delta \approx 0$  geeft de maximale aannemelijkheidsschatting (kan ook worden gevonden door (4.18) op te lossen met de regel van Cramer in plaats van inventeren van  $X \Phi X'$ ).

## 5. HET INVESTERINGSGEDRAG OP BEDRIJFSNIVEAU

Bij de beschrijving op bedrijfsniveau van het al dan niet doen van een vooraf gespecificeerde vernieuwingsinvestering en van het tijdstip waarop (eventueel) wordt geïnvesteerd, kan gebruik worden gemaakt van:

- a. de probit analysis methode waar het de beslissing al dan niet te investeren betreft,
- b. een discrete (kans)verdelingsfunctie voor de beschrijving van het tijdstip waarop geïnvesteerd wordt. Deze verdeling moet zodanig zijn dat de kans dat binnen de periode wordt geïnvesteerd gelijk is aan één.

Dit kan in een simulatierun worden ingevoerd met behulp van random generators. Voor het trekken van conclusies is het nodig meerdere runs te maken of met verwachtingen te rekenen. Door invoering in een landbouw-economisch model op bedrijfsniveau (b.v. het groeimodel) kan de ontwikkeling in de tijd worden beschreven. Dit is van belang voor de berekening van de baten van de betreffende cultuurtechnische maatregelen.

Bij toepassing van de probit analysis methode is de keuze van de set verklarende factoren van belang. Hierbij moet worden bedacht dat het opnemen van veel verklarende variabelen de voorspelkracht vaak verbetert maar de toepassing bemoeilijkt. Er moet dus een afweging worden gemaakt tussen voorspelkracht en bewerkelijkheid.

Omdat, per gebied, de aandacht wordt beperkt tot één vooraf gespecificeerde investering kunnen een aantal van de in par. 3 genoemde verklarende factoren buiten beschouwing worden gelaten. Dit betreft met name de factoren die kenmerkend zijn voor het object omdat deze gelijk zijn voor alle boeren in het gebied (het effect is opgenomen in de constante term in vgl. (5.2)). Een verdere vereenvoudiging wordt verkregen door per bedrijfstype te schatten.

Tijdens het onderzoek betreffende de beslissing al dan niet te investeren, moeten meerdere sets verklarende variabelen worden getoetst. Een van de mogelijke sets is de volgende:

- $x_{1j}$  = de prijs van de investering voor bedrijf j na correctie in verband met subsidies, belastingvoordeel en dergelijke,  
 $x_{2j}$  = het verwachte inkomen voor bedrijf j. Deze variabele kan worden

beschouwd als zijnde de aggregatie van een groot aantal factoren met betrekking tot het subject,

$x_{3j}$  = de omvang van de verwachte opbrengst van de investering voor bedrijf  $j$ ,

$x_{4j}$  = de omvang van bedrijf  $j$ ,

$x_{5j}$  = de vermogenspositie van bedrijf  $j$ ,

$x_{6j}$  = de beschikbaarheid van de overige produktiefactoren die moeten worden ingezet als gevolg van de investering. Deze variabele kan worden bepaald als de kosten die gemaakt worden voor de in te zetten factoren, verminderd met de besparingen tengevolge van de investering (b.v. verminderde arbeidsinzet).

Uitgaande van deze factoren krijgen we voor de beslissing tot investeren  $y_j$  ( $y_j = 1$  is ja).

$$y_j = \begin{cases} 1 & I_j \geq 0 \\ 0 & I_j < 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

waarbij

$$I_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_6 x_{6j} \quad (5.2)$$

De  $\beta_i$  ( $i = 0, 1, \dots, 6$ ) kunnen worden geschat met behulp van het in par. 4 beschreven heuristische oplossingsalgoritme.

Nadat de beslissing al dan niet te investeren is beschreven rest de beschrijving van het tijdstip waarop dit gebeurt. Hierbij wordt gedacht aan een beschrijving met behulp van een discrete verdelingsfunctie, indien nodig met meerdere parameters. De parameters bepalen de vorm van de verdeling (scheef dan wel symmetrisch, spreiding rond het gemiddelde etc.). Een voorwaarde is dat de parameters bepaald worden door een aantal, nog nader te bepalen, verklarende factoren. De verdelingsfunctie geeft de kans dat de investering 0, 1, 2, ... jaar na het basisjaar wordt uitgevoerd.

Mogelijkheden voor de verdelingsfunctie zijn:

1. de binomiale verdeling, met als kans  $p(x) = P\{t = x\}$ :

$$p(x) = \binom{N}{x} p^x (1-p)^{N-x} \quad \begin{matrix} 0 \leq p \leq 1 \\ x, N \text{ geheel} \end{matrix}, \quad \begin{matrix} 0 \leq x \leq N \\ x, N \text{ geheel} \end{matrix} \quad (5.3)$$

de verwachte waarde en de variantie zijn respectievelijk:

$$E(x) = Np, \quad \text{var. } (x) = Np(1 - p).$$

De parameters N en p kunnen als volgt worden ingevuld:

N = lengte van de te beschouwen periode

p = maat voor de verwachte tijdsduur tot de investering (b.v.

$$p_j = \frac{1}{I_j},$$

2. de negatief bionomiale verdeling. Deze verschilt van de binomiale verdeling doordat aan de parameters P en N minder strenge eisen worden gesteld.

De verdelingsfunctie heeft de volgende vorm:

$$p(x) = \binom{N+x-1}{N-1} (P/Q)^x (1 - P/Q)^N \quad Q - P = 1; P > 0; 0 \leq x \leq N$$

$x, N$  geheel (5.4)

De verwachte waarde en de variantie zijn respectievelijk:

$$E(x) = NP, \quad \text{var. } (x) = NP(1 + P),$$

3. de Poissonverdeling, dat is een verdeling met één parameter:

$$p(x) = \frac{\theta^x}{x!} e^{-\theta} \quad \theta > 0; \quad x = 0, 1, 2, \dots \quad (5.5)$$

de verwachte waarde en de variantie zijn respectievelijk:

$$E(x) = \theta, \quad \text{var. } (x) = \theta,$$

4. de Erlangverdeling:

$$p(x) = \frac{(\mu k)^k}{(k-1)!} t^{k-1} e^{-k\mu t} \quad \mu, k > 0; \quad k \text{ geheel} \quad (5.6)$$

de verwachte waarde en de variantie zijn respectievelijk:

$$E(x) = \frac{1}{\mu}, \quad \text{var. } (x) = \frac{1}{k\mu^2}.$$

Naast de genoemde verdelingen zijn er vele andere mogelijke verdelingen. Tijdens het onderzoek moet blijken of één van de vier genoemde verdelingen voldoet of dat een andere verdelingsfunctie moet worden gezocht. De parameters van de verdelingsfunctie moeten worden bepaald aan de hand van een set verklarende variabelen. Evenals bij de Probit

Analysis moeten hiertoe een aantal mogelijkheden worden onderzocht. Gestreefd moet worden naar een bevredigende voorspelkracht op basis van een minimaal aantal verklarende factoren.

Het uiteindelijke model met betrekking tot het investeringsgedrag van de individuele boer kan de in de vergelijkingen (5.7) tot en met (5.10) weergegeven gedaante hebben\*.

Hierbij is uitgegaan van de binomiale verdeling met parameters  $N = N$  en  $p = \frac{1}{I_j + 1}$  (gekozen is voor  $I_j + 1$  omdat voor alle  $I_j > 0$  moet gelden  $0 \leq p \leq 1$ ):

$$y_j = \begin{cases} 1 & I_j \geq 0 \\ 0 & I_j < 0 \end{cases} \quad (5.7)$$

$$I_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_K x_{Kj} \quad (\text{d.w.z. } K \text{ verklarende variabelen}) \quad (5.8)$$

$$\text{Tijd}_j = E[t | I_j, N] = N \cdot \frac{1}{I_j + 1} \quad I_j \geq 0 \quad (5.9)$$

$$p(t) = \binom{N}{t} \left(\frac{1}{I_j + 1}\right)^t \left(\frac{I_j}{I_j + 1}\right)^{N-t} \quad (5.10)$$

\*Tijd  $j$  is het verwachte tijdstip van investeren door bedrijf  $j$

## 6. HET INVESTERINGSGEDRAG OP GROEPSNIVEAU

Kernpunten bij de beschrijving van het gedrag van een groep boeren (de boeren in een gebied) met betrekking tot een vooraf gespecificeerde investering zijn het percentage dat investeert en het tijdstip waarop dit gebeurt. Niet van belang is welke boeren investeren. De verwachting met betrekking tot het verloop in de tijd van de investeringen is dat na een beginperiode waarin een klein percentage van de boeren investeert, in een vrij korte periode een relatief groot percentage investeert waarna de nog resterende investeringen in een grotere periode plaatsvinden. Het verwachte verloop wordt geïllustreerd in fig. 6.1.

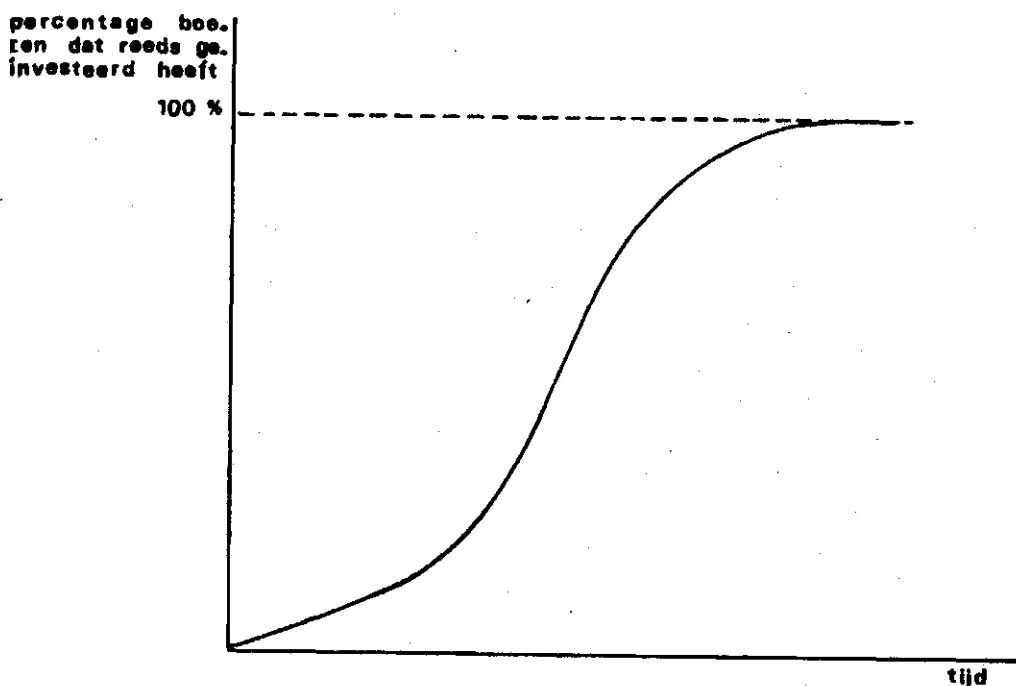


Fig. 6.1. Het verwachte verloop in de tijd van de investeringen bij bestudering van het groepsgedrag

In een proefenquête naar de aanschaf van een beregeningsinstallatie onder de boeren in een gedeelte van het waterschap Salland (VAN HEMERT, 1980) wordt inderdaad een dergelijk verloop gevonden (zie fig. 6.2). Omdat het hier slechts een klein aantal waarnemingen betreft (ca. 15 boeren gaan beregenen) mogen uit de uitkomsten geen

aantal boeren dat  
reeds geïnvesteerd  
heeft

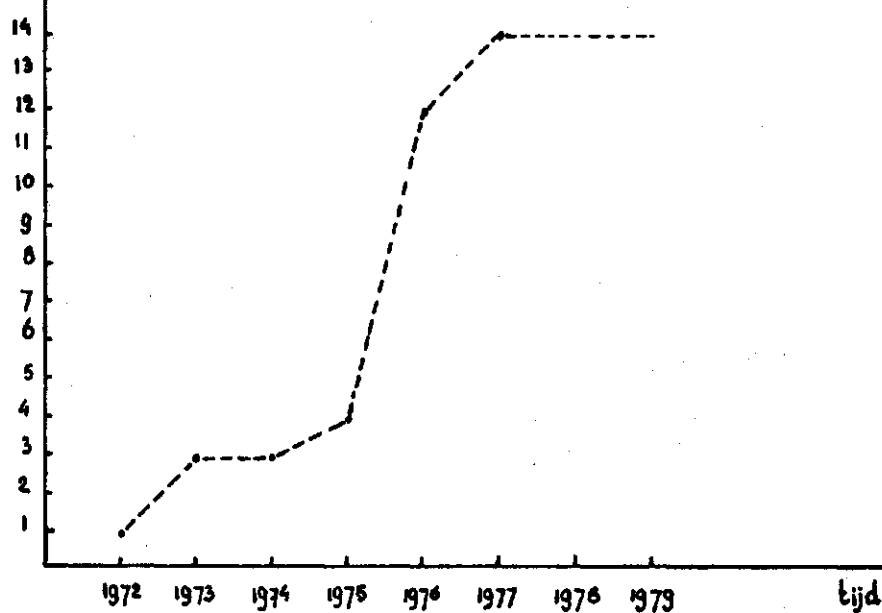


Fig. 6.2. Aanschaf van beregeningsinstallaties zoals is waargenomen in de proefenquôte

conclusies worden getrokken.

Bij de beschrijving van het groepsgedrag wordt, in tegenstelling tot bij het individuele gedrag, gewerkt met gemiddelden als verklarende factoren (b.v. gemiddelde bedrijfsgrootte, gemiddeld bedrijfsinkomen). Dit geldt voor zowel de bepaling van het percentage dat uiteindelijk investeert als voor de bepaling van de verloop in de tijd.

Factoren die bepalend zijn voor het percentage van de boeren dat gaat investeren, zijn:

- het gemiddeld bedrijfsinkomen (per bedrijfstype)
- de gemiddelde bedrijfsomvang in het gebied (per bedrijfstype)
- de gemiddelde verwachte opbrengst
- de prijs van het kapitaalgoed (na correctie voor subsidies, gemiddeld belastingvoordeel en kosten andere in te zetten produktiefactoren)
- de verdeling over de bedrijfstypen
- de leeftijdsverdeling van de boeren in het gebied
- de 'gemiddelde' vermogenspositie van de boeren



- een streekgebonden factor die kenmerkend is voor de ondernemingszin in het gebied. Dat wil zeggen een maat voor het karakter van de boeren in de streek

Het tijdstip van investeren (de helling van de S-curve in fig. 6.1) wordt beïnvloed door:

- financieringsmogelijkheden en wettelijke regelingen (zoals b.v. de Wet op de Investeringsrekening)
- de kosten-opbrengstenverhouding en de verandering van deze verhouding in de tijd
- weersomstandigheden
- de verwachting omtrent de ontwikkeling van de prijzen

Een mogelijkheid voor een beschrijvend model betreffende het percentage (Z) van de boeren dat gaat investeren (per bedrijfstype) wordt gegeven in vgl. (6.1):

$$\ln Z = C_0 + \sum_{i=1}^4 c_i \ln x_i + \varepsilon$$

waarbij  $C_0$  = de constante

$x_1$  = de gemiddelde prijs van de investering

$x_2$  = de verwachte opbrengsten (gemiddeld)

$x_3$  = het gemiddeld vermogen

$x_4$  = de gemiddelde bedrijfsomvang

$\varepsilon$  = een stochastische storingsterm

In vergelijking (6.1) is de kosten/opbrengstenverhouding niet als één afzonderlijke variabele opgenomen. Als representanten voor kosten en opbrengsten zijn respectievelijk de gemiddelde prijs en de verwachte opbrengst opgenomen. Gekozen is voor afzonderlijk opnemen van deze variabelen omdat niet alleen hun verhouding van belang is maar ook de absolute hoogte van de kosten. Doordat wordt uitgegaan van een multiplicatieve functie is impliciet ook de verhouding tussen de beide factoren opgenomen.

Het gemiddeld vermogen ( $x_3$ ) is opgenomen als een indicator voor de kredietmogelijkheden. Het opnemen van de gemiddelde bedrijfsomvang ( $x_4$ ) behoeft verder geen betoog.

In vergelijking (6.1) zijn geen streekgebonden factoren opgenomen. Nadat vergelijking (6.1) over meerdere gebieden is geschat, zal door bestudering van de residuen van de geschatte vergelijking, worden onderzocht of een streekgebonden factor opgenomen moet worden. Tevens moet blijken of de opgenomen verklarende variabelen tot bevredigende resultaten leiden. Als dit niet het geval is moeten andere verklarende variabelen worden opgenomen. Bij het vaststellen van de benodigde gegevens moet hiermee rekening worden gehouden.

De verdeling in de tijd kan worden beschreven met behulp van een cumulatieve verdelingsfunctie, dat is een functie die voor iedere waarde  $x$  de kans geeft dat de uitkomst van een stochastisch proces kleiner dan of gelijk aan  $x$  is. Als we voor  $x$  de tijd kiezen en in plaats van de kans het percentage boeren dat reeds geïnvesteerd heeft dan krijgen we een beschrijving van het verloop in de tijd. De vorm van de verdelingsfunctie wordt bepaald door de waarde van de parameters. Mogelijkheden voor de kansverdeling zijn de in par. 5 genoemde verdelingen. De parameters moeten worden bepaald met behulp van de verklarende factoren. Voor een verdeling met één parameter wordt voorgesteld:

$$\theta = \left\{ \frac{\text{relatieve opbrengsten}}{\text{relatieve kosten}} \right\} \cdot C_0 \quad (6.2)$$

waarbij de relatieve kosten gelijk zijn aan de kosten na correcties voor subsidies, belastingen en eventuele inzet overige produktiefactoren; de relatieve opbrengsten gelijk zijn aan de verwachte opbrengsten na correctie voor de eventueel benodigde inzet overige produktiefactoren en  $C_0$  een constante is.

Als (in de loop van de tijd) een aanzienlijke verandering in de kostenop-opbrengstenverhouding wordt verwacht, moet dit tot uitdrukking komen in de parameter(s) van de verdelingsfunctie. Dit betekent dat voor een andere verdelingsfunctie gekozen moet worden.

In de plaats van de gekozen benadering waarbij het percentage van de boeren dat gaat investeren en het tijdstip waarop dit gebeurt afzonderlijk worden geschat, kan voor een simultane schatting van deze variabelen worden gekozen. In dit geval moet de beschrijving plaatsvinden door middel van een bivariate kansverdeling.

## 7. BENODIGDE GEGEVENS

In de fase volgend op het vaststellen van de beschrijvende modellen wordt bepaald welke gegevens moeten worden verzameld. Hierbij worden onderscheiden:

- de gegevens op bedrijfsniveau, nodig voor de beschrijving van het individuele investeringsgedrag
- de gegevens op gebiedsniveau, nodig voor de beschrijving van het groepsgedrag. Deze gegevens kunnen afzonderlijk worden verzameld of worden afgeleid uit de gegevens op bedrijfsniveau

Omdat een aantal van de op bedrijfsniveau benodigde gegevens niet in de bestaande statistieken zijn opgenomen is besloten de gegevens op bedrijfsniveau te verzamelen door middel van enquêtes. Het gebruik van gegevens uit de bestaande statistieken (incl. LEI-boekhoudingen) wordt echter niet bij voorbaat uitgesloten en kan een welkome aanvulling betekenen. Of voor de gegevens op gebiedsniveau uit de bestaande statistieken kan worden geput moet nog nader onderzocht worden.

Nadat is vastgesteld welke gegevens moeten worden verzameld resteren de keuze van het gebied en het opstellen van de enquête. Hierop wordt in deze nota niet verder ingegaan.

Bij het verzamelen van de gegevens moet rekening gehouden worden met het feit dat de modellen in het ontwikkelingsstadium verkeren. Dit betekent dat meer gegevens moeten worden verzameld dan in eerste instantie nodig zijn (testen van alternatieve sets verklarende variabelen). Voorgesteld wordt de volgende gegevens te verzamelen:

### 1. op bedrijfsniveau:

- het bedrijfsinkomen
- de verwachte opbrengst van de investering
- de oppervlakte van het bedrijf + verkavelingssituatie
- het bedrijfstype + het aantal SBE
- het aantal arbeidskrachten (vreemd-eigen)
- het inschakelen van een loonwerker en zo ja waarvoor
- de leeftijd van de boer
- de opvolgingssituatie

- de aanwezigheid van, afhankelijk van het onderzoek, nader te definiëren kapitaalgoederen
- de produktie (in kg)
- de vermogenspositie van het bedrijf (i.v.m. de mogelijkheid tot het krijgen van krediet)
- het produktieplan (incl. veebezetting)
- de eventueel in te zetten produktiefactoren
- de noodzaak tot het doen van andere investeringen
- het al dan niet doen van de betreffende investering en het tijdstip waarop dit eventueel gebeurt (gebeurd is)

2. op gebiedsniveau:

- de verdeling van de bedrijven over de verschillende bedrijfstypes
- de gemiddelde oppervlakte (en verkavelingssituatie) van de bedrijven per bedrijfstype
- de (gemiddelde) verwachte opbrengst van de investering per bedrijfstype
- het gemiddeld inkomen per bedrijf (per bedrijfstype)
- de gemiddelde leeftijd van de boeren
- één of meer nog nader te bepalen streekgebonden factoren
- het percentage bedrijven dat investeert en de verdeling in de tijd

Afhankelijk van de investering die wordt beschouwd kan deze lijst worden ingekort of aangevuld.

## 8. LITERATUUR

- BAKEL, P.J.T. VAN en J. VREKE (1980). Optimization of water management for agriculture in a peat area. Background document, ECE seminar on Economic Instruments for the rational Utilization of Water Resources.
- FILIUS, A.M. (1979). A dynamic model of regional agricultural economic development as a tool for the appraisal of rural reconstruction projects. European review of Agricultural Economics No. 6.
- FINNEY, D.J. (1952). Probit Analysis. Cambridge University Press.
- GOLDBERGER, A.S. (1964). Econometric Theory. Wiley and Sons Inc., New York.
- HEMERT, A.K. VAN (1980). Verslag van de gehouden enquête ten behoeve van het investeringsgedrag van de agrariërs in het westelijk deel van Salland. ICW.
- HILL, L. and P. KAU (1973). Application of multivariate Probit to a Threshold Model of Grain Dryer Purchasing Decisions. American Journal of Agricultural Economics, volume 55 No. 1.
- HILLIER, F.S. and G.J. LIEBERMAN (1967). Introduction to operation research. Holden Day inc. San Francisco.
- HÜLSEN, R. und D. SAKOWSKY (1975). Investitionsverhalten von Landwirten. Publicatie No. 134, Agrar Soziale Gesellschaft, Göttingen.
- JOHNSON, N.L. and S. KOTZ (1969). Discrete Distributions. Houghton Mifflin Company, Boston.
- KENNEDY, L. (1977). Evaluation of a model building approach to the adaption of agricultural innovations. Journal of Agricultural Economics, volume XXVIII, No. 1.
- OSTLE, B. (1963). Statistics in research. Iowa State University Press.
- SPIEGEL, M.R. (1962). Theory and Problems of Advanced Calculus. Schaum's Outline Series, Mc. Graw-Hill Book Company, London.
- STAM, A.J. (1970). Dictaat Stochastische Processen. Mathematisch Instituut Rijks Universiteit Groningen.
- THEIL, H. (1971). Principles of Econometrics. Wiley and Sons Inc., New York.