

## Hoofdstuk 12

### Diffusie van technologie, veranderingen in werkgelegenheid en beroepenstructuur: een modelmatige analyse<sup>1</sup>

P.J.M. Diederens, R.P.M. Kemp, J. Muysken, F.C. Palm, C.P.A. Bartels, A.H. Webbink

#### *Inleiding*

Traditionele, statische algemene evenwichtstheorie, zo niet het voornaamste instrument bij economische analyses, dan toch de achtergrond van het denken van het merendeel der economische onderzoekers, kan slecht uit de voeten met het fenomeen technologische ontwikkeling. Een blik op de historische ontwikkeling van de theorie leert dat technologische ontwikkeling lange tijd is genegeerd (exogeen is verondersteld). De laatste tijd wordt weliswaar het belang van technische vooruitgang erkend, maar daardoor komt des te duidelijker de onmacht van het traditionele, statische neoklassieke referentiekader aan het licht om plaats te bieden aan een analyse van technologische ontwikkeling. De dynamisering van het algemene evenwichtsmodel staat nog in zijn kinderschoenen.

Het grote belang van technologische ontwikkeling voor het economisch proces, beschouwd vanuit empirisch oogpunt, is evident. Oorzaken van veranderingen in cruciale economische variabelen als produktie, produktiviteit en werkgelegenheid moeten voor een belangrijk deel gezocht worden in de invoering van nieuwe produktietechnieken. De effecten van technologische ontwikkeling blijven echter niet beperkt tot fluctuaties in de omvang van deze grootheden, maar strekken zich uit tot veranderingen van meer kwalitatieve en structurele aard. De verhoudingen tussen sectoren van bedrijvigheid ondergaan wijzigingen; de organisatie van produktieprocessen wordt aangepast aan de nieuwe technologie; de inhoud van allerhande functies verandert; er doen zich veranderingen voor in de inrichting van maatschappelijke processen en in de relaties tussen burgers, bedrijven en overheid.

Bij wijze van voorbeeld kan gewezen worden op de gevolgen van voortgaande informatisering op de omvang van de dienstensectoren. Het aandeel van deze sectoren in de economische activiteit is aanzienlijk gestegen. Met name het aantal soorten diensten dat wordt aangeboden is verveelvoudigd. In de dien-

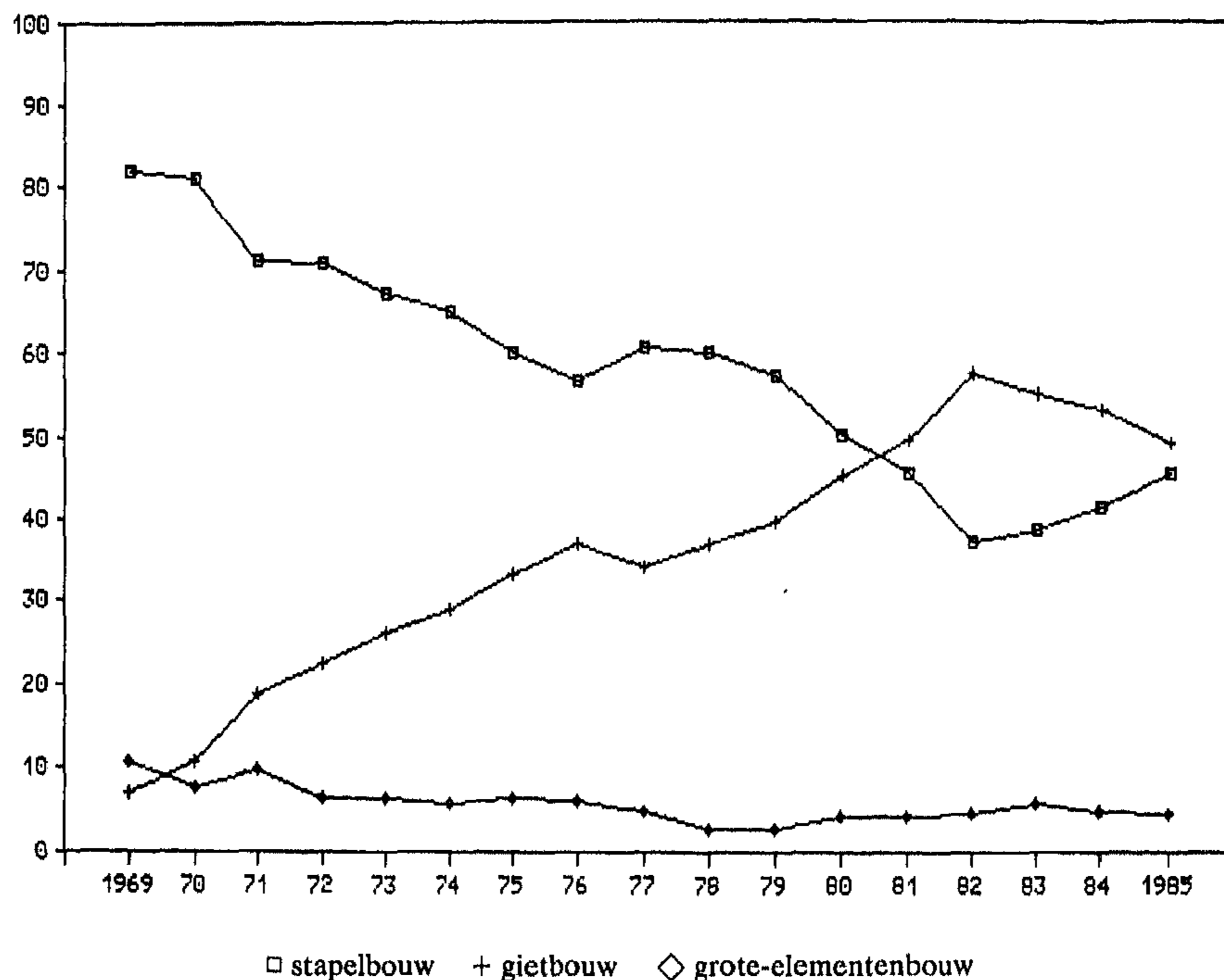
<sup>1</sup> Dit hoofdstuk is grotendeels gebaseerd op het eindrapport voor de Programmacommissie Technologie en Economie, getiteld:

Diederens, P.J.M., R.P.M. Kemp, J. Muysken, F.C. Palm, C.P.A. Bartels, A.H. Webbink, *Diffusie van technologie: gevolgen voor werkgelegenheid en beroepenstructuur*, Rijksuniversiteit Limburg/Buro Bartels, Maastricht/Oudemolen, 1988.

stensectoren is het omgaan met computertechniek een onderdeel geworden van de functie-inhoud van een aanzienlijk deel van de werknemers.<sup>2</sup>

Zelfs de recente ontwikkeling van een sector die algemeen als technologisch conservatief gezien wordt, de bouwnijverheid, kan het belang van technische ontwikkeling illustreren. In de woningbouw wordt voornamelijk van drie verschillende produktietechnieken gebruik gemaakt: stapelbouw, gietbouw en montagebouw.<sup>3</sup> Deze drie technieken bestaan sinds de jaren zestig naast elkaar en concurreren. Zij zijn elk in de loop der jaren op verschillende punten verbeterd. Ontwikkelingen van technische aard hebben ertoe geleid, dat het gebruik van gietbouw relatief is gestegen, ten koste van montagebouw en stapelbouw (zie Figuur 1).

Figuur 1: Aandelen van stapelbouw, gietbouw en montagebouw, 1969 t/m 1985.



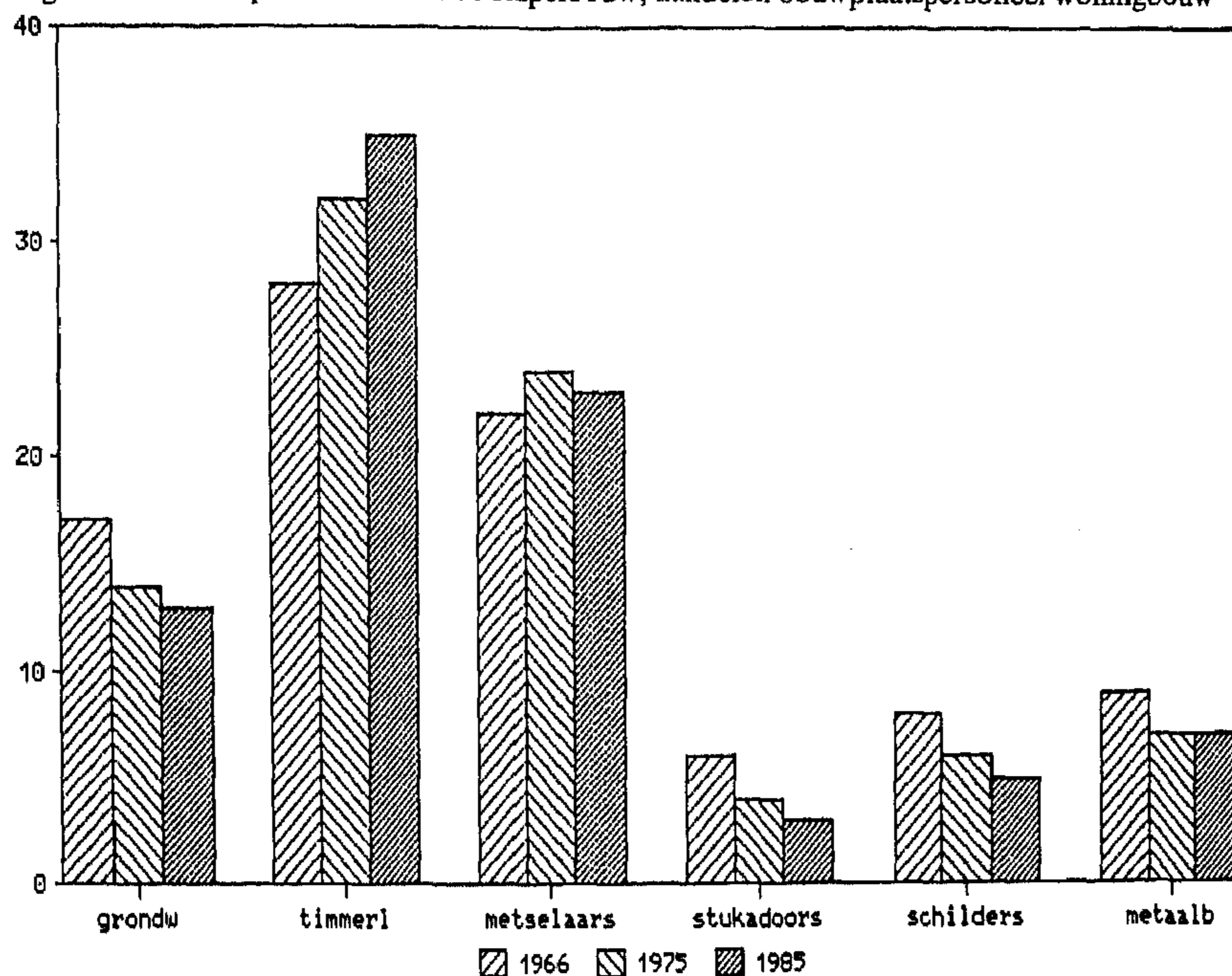
Deze technische veranderingen hebben uitgesproken gevolgen gehad voor de vraag naar personeel op de bouwplaats met specifieke kwalificaties (zie Figuur 2). In de bouwnijverheid vallen veel arbeiders in de categorieën timmerlieden en metselaars. Beide beroepsgroepen komen bij systeembouw (giet- en montagebouw samen) verhoudingsgewijs minder voor, in tegenstelling tot de wat

<sup>2</sup> Een en ander wordt voor het bankwezen beschreven in De Wit (1987 en 1988).

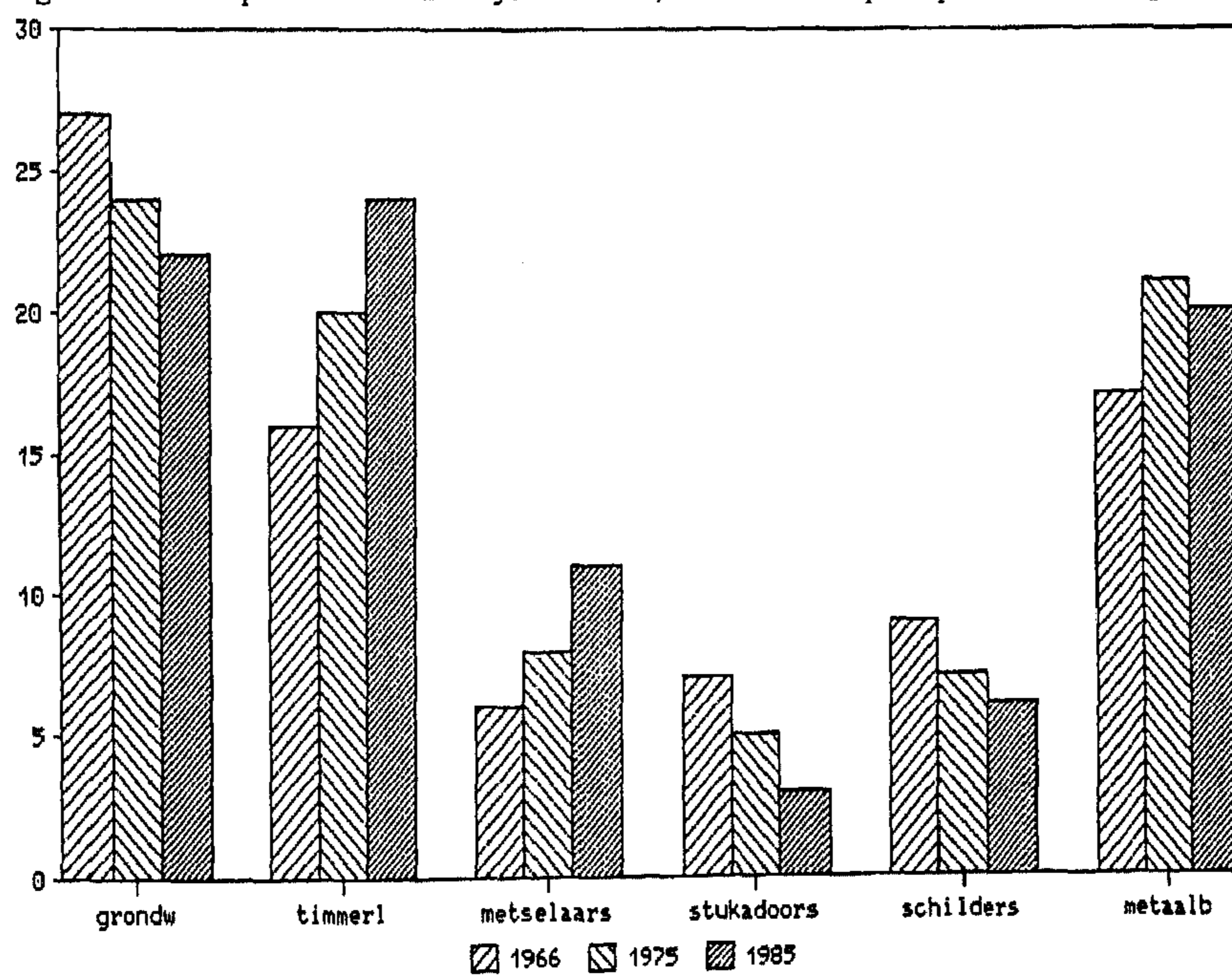
<sup>3</sup> Zie Stichting Bouwresearch (1984), Priemus en Van Elk (1970) en NEOM (1986).

lager geschoolde beroepen, zoals grondwerkers, betonwerkers, betonijzer-  
vlechters, steigermakers (in Figuur 2 samengenomen als grond- en beton-  
werkers) en metaalberoepen zoals loodgieters, electriciens, verwarmingsmon-  
teurs en dergelijke.

Figuur 2A. Beroepenstructuur in de stapelbouw; aandelen bouwplaatspersoneel woningbouw



Figuur 2B. Beroepenstructuur in de systeembouw; aandelen bouwplaatspersoneel woningbouw



Uit Figuur 2 valt af te lezen dat in de loop der jaren de aandelen timmerlieden, metselaars en metaalberoepen zijn gegroeid, zowel bij stapelbouw als bij systeembouw, ten koste van lager geschoolde arbeiders en traditionele vakarbeiders zoals stukadoors, schilders en overige gespecialiseerde bouwberoepen. Het werk op de bouwplaats vergt tegenwoordig minder laaggeschoolde arbeid en ook minder traditionele gespecialiseerde bouwarbeid. Het vergt daarentegen relatief meer technische 'metaal'-arbeid en meer all-round vakmanschap, zoals dat van timmerlieden en ook metselaars.

Gezien het empirische belang van technologische ontwikkeling voor economische processen vragen twee kwesties nu om opheldering: ten eerste, wat bemoeilijkt de analyse van technologie binnen het raamwerk van de traditionele algemene evenwichtstheorie, en ten tweede, welke mogelijkheden komen in aanmerking om het hiaat te vullen. Gezocht wordt naar een theoretisch kader waarbinnen de wijze waarop technologische ontwikkeling in z'n werk gaat beschreven kan worden en waarbinnen verklaard wordt waarom het voortschrijden der techniek binnen onze economische orde een onstuitbaar proces is.

Algemene evenwichtstheorie beschrijft het verloop en met name de uitkomst van economische processen binnen een economie, die aan zeer specifieke karakteristieken voldoet. Hoewel de vooronderstellingen die aan de traditionele algemene evenwichtstheorie ten grondslag liggen genoegzaam bekend zijn, is het in dit verband zinvol een aantal dezer in herinnering te brengen:

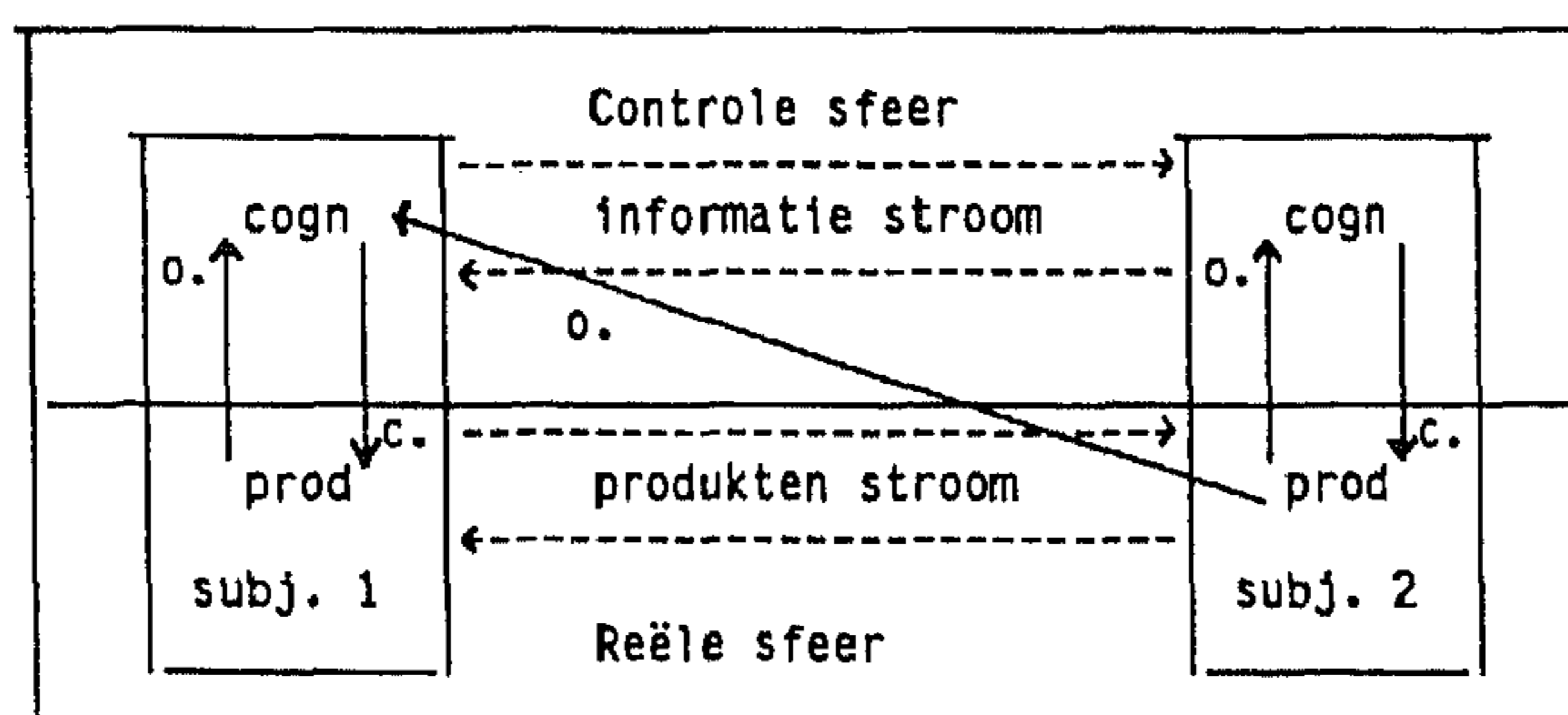
1. Producenten maximaliseren winst; consumenten maximaliseren nut, gegeven een vaste voorkeursordering.
2. Prijzen bevatten alle relevante informatie en zijn de enige bron van informatie.
3. Subjecten beschikken over alle relevante informatie: informatie wordt onmiddellijk en volledig verspreid.
4. Aanpassingsprocessen vinden onmiddellijk plaats of verlopen volgens een ad hoc opgelegd patroon: informatie wordt onmiddellijk en volledig verwerkt.

De vooronderstellingen vinden hun legitimatie in het specifieke doel waartoe de algemene evenwichtstheorie ontwikkeld is: de analyse van voorwaarden voor stabiliteit en voor optimaliteit van het economisch proces. Stabiliteit in het opereren van een economisch systeem en het bereiken van een optimum is, zo is gebleken, slechts gegarandeerd onder zeer restrictieve voorwaarden.

Het initiëren van technologische ontwikkeling, het op de markt brengen van nieuwe producten en het verbeteren van productieprocessen, wordt echter ondernomen, juist met de bedoeling destabiliserend op het economisch systeem in te werken en daar zelf beter van te worden. Deze handelwijze ligt in de aard van het concurrentieproces besloten. Technologische ontwikkeling vormt daarmee een lastige complicatie bij het analyseren van voorwaarden voor stabiliteit en optimaliteit in een economie.

De gebruikelijke veronderstellingen 1 t/m 4, omtrent de aard van het handelen van economische subjecten en de rol van informatie, leveren problemen op bij de weergave en analyse van technologische ontwikkeling. Om dit aan te tonen is het instructief economische systemen te beschrijven als bestaande uit twee complementaire delen, een reële (R-) en een controle (C-) sfeer (zie Schema 1).<sup>4</sup> In de R-sfeer spelen zich reële processen af, waarbij materiële zaken als goederen en diensten worden bewerkt of overgedragen. Het gaat om productie, consumptie en handel. De C-sfeer is het terrein van de controle processen, welke het karakter van cognitieve activiteiten hebben. Deze activiteiten begeleiden en sturen de reële processen. Het betreft hier activiteiten als observatie, informatie overdracht, informatie verwerking, het voorbereiden en het treffen van beslissingen.

Schema 1: Een economisch systeem met twee subjecten



Standaard economische analyse, met name in de neoklassieke traditie, concentreert zich op de beschrijving van processen in de reële sfeer. Geanalyseerd worden volumina van in- en outputs alsmede ruilverhoudingen. R-processen kunnen echter niet beschreven worden zonder C-processen te veronderstellen. Om reële analyse mogelijk te maken wordt binnen de neoklassieke traditie op zeer rudimentaire wijze de controle sfeer geschetst. De hierboven weergegeven veronderstellingen 1 t/m 4 vormen samen de gebruikelijke invulling van de C-sfeer binnen de neoklassieke theorie. De eerste veronderstelling betreft de aard en het doel van de cognitieve processen en daarmee het doel van gedrag, de tweede de aard van informatie, het materiaal waar de C-processen mee werken. De derde en vierde veronderstelling specificeren de capaciteiten van subjecten om informatie te vergaren en te verwerken, het functioneren van C-processen. Het moge duidelijk zijn dat het hier om een minimumpakket gaat. Gedrag is tot één enkele dimensie te herleiden, informatie is van één enkel, numeriek meetbaar type en verspreiding en verwerking van informatie zijn onmiddellijk.

Technologische ontwikkeling speelt zich voor een belangrijk deel af in de C-sfeer. In essentie is technologische ontwikkeling immers een cognitief pro-

<sup>4</sup> Het nu volgende conceptuele raamwerk is ontleend aan Kornai (1971). Er wordt geabstraheerd van de monetaire sfeer.

ces, een intellectuele activiteit, waarbij informatie uit verschillende bronnen gecombineerd wordt en een complex verwerkingsproces ondergaat, zo complex dat vaak van een creatief proces gesproken wordt. Dit proces mondt uit in een uitvinding danwel in de toepassing van een uitvinding (innovatie en diffusie).

Om technologische ontwikkeling binnen een economische theorie succesvol te kunnen analyseren, is het noodzakelijk het beeld van de C-sfeer van het economisch systeem zuiverder weer te geven dan gebruikelijk. De hypothesen 1 t/m 4 dienen dan door minder klemmende alternatieven vervangen te worden. De volgende set behoort tot de mogelijkheden:

1. Economische subjecten gedragen zich volgens vaste patronen, routines. Gedrag wordt marginaal aangepast in reactie op impulsen uit de omgeving. Hierbij wordt voortgebouwd op gevestigde patronen uit het verleden.
2. Relevante informatie is slechts voor een klein deel vervat in prijzen. Andere bronnen zijn van meer kwalitatieve aard en worden aangeboord via directe observatie alsmede via een veelheid van media.
3. Economische subjecten reageren sterker op informatie, naarmate die meer direct aansluit bij hun bestaande routines.
4. Informatiegaring en -verwerking zijn cognitieve processen. De snelheid waarmee cognitieve processen verlopen bepaalt mede het tempo van technologische en economische ontwikkeling.

Centraal bij het formuleren van bovenstaande uitgangspunten staat een beeld van de wijze waarop menselijke cognitieve processen plaatsvinden. De cognitieve capaciteiten van het individu, maar ook van het collectief, kennen begrenzingsen, enerzijds op het gebied van de vergaring van informatie, anderzijds waar het gaat om het bevatten en verwerken van informatie. Hieruit volgt van de ene kant de noodzaak een hiërarchie te veronderstellen in de beschikbare informatie, een volgorde waarin informatie doordringt tot het individu (vooronderstelling 3), van de andere kant de noodzaak rekening te houden met de factor tijd bij het verloop van cognitieve processen (vooronderstelling 4). Voorts wordt onderkend, dat informatie meerledig kan zijn (vooronderstelling 2) en wordt niet het doelgerichte maar het sociaal bepaalde element van menselijk handelen benadrukt (vooronderstelling 1).

De laatste jaren is onderzoek in de hierboven aangegeven richting, bekend onder namen als evolutionaire of structuralistische theorie, stap voor stap tot ontwikkeling gebracht.<sup>5</sup> Tot op heden blijken bovenstaande ideeën uitermate weerbarstig, wanneer getracht wordt ze in een wiskundige formulering onder te brengen.<sup>6</sup> In het vervolg van dit hoofdstuk wordt een model gepresenteerd dat een genuanceerdere kijk op processen in de C-sfeer tot uitdrukking poogt te brengen. Het model beschrijft echter slechts een beperkt deel van technologi-

<sup>5</sup> Zie voor een expositie van evolutionaire theorie Nelson en Winter (1982); zie voor recente ontwikkelingen in deze richting Dosi c.s. (1988) en voor een behaviouristische theorie van keuzege-drag Earl (1983).

<sup>6</sup> Interessante pogingen zijn te vinden in Iwai (1984a en 1984b) en in Dosi c.s. (1988).

sche ontwikkeling, het deel waarbij C-processen relatief makkelijk te traceren zijn, te weten het diffusieproces.

In de volgende paragrafen wordt allereerst een beschrijving gegeven van de achtergronden van het diffusiemodel. De veronderstellingen die aan het model ten grondslag liggen worden toegelicht aan de hand van de uitkomsten van een kwalitatieve analyse van drie verschillende sectoren van de Nederlandse economie: de woningbouw, het bankwezen en de chemische industrie. Dan volgt een uiteenzetting van het gehanteerde model. Vervolgens worden de resultaten van een kwantitatieve analyse van de ontwikkeling van de woningbouw, vanaf midden jaren zestig tot heden, weergegeven. We besluiten met een aantal conclusies.

#### *Achtergronden van het diffusieproces*

Uitvindingen en toename van technische mogelijkheden zijn voorwaarden voor het ontstaan van innovaties, het op de markt komen van nieuwe producten en produktiemethoden. De verspreiding van deze innovaties, de diffusie, is een essentiële schakel tussen ontwikkelingen in de techniek en eventuele macro-economische gevolgen. De vraag hoe het diffusieproces zich voltrekt trachten we te beantwoorden met de nodige aandacht voor de informatieverwerkings- en leerprocessen die hierbij een rol spelen. Het verloop van deze processen in het geval van de individuele ondernemer, die moet beslissen over de invoering van een nieuwe techniek, wordt mede bepaald door randvoorwaarden van economische en institutionele aard. In Schema 2 is dit weergegeven.<sup>7</sup>

Een bedrijf opereert binnen een omgeving die enerzijds gekenmerkt wordt door de stand van de technologie, anderzijds door de condities op relevante markten. Of een bepaalde onderneming een nieuwe produktietechniek al dan niet invoert, hangt af van de positie van het bedrijf in zijn omgeving, relatief ten opzichte van concurrenten, en daarmee van de informatie die het bedrijf uit zijn omgeving kan putten. Daarnaast spelen kennis en vaardigheden die in het bedrijf aanwezig zijn, het informatiekapitaal waarover het bedrijf reeds beschikt, een rol.

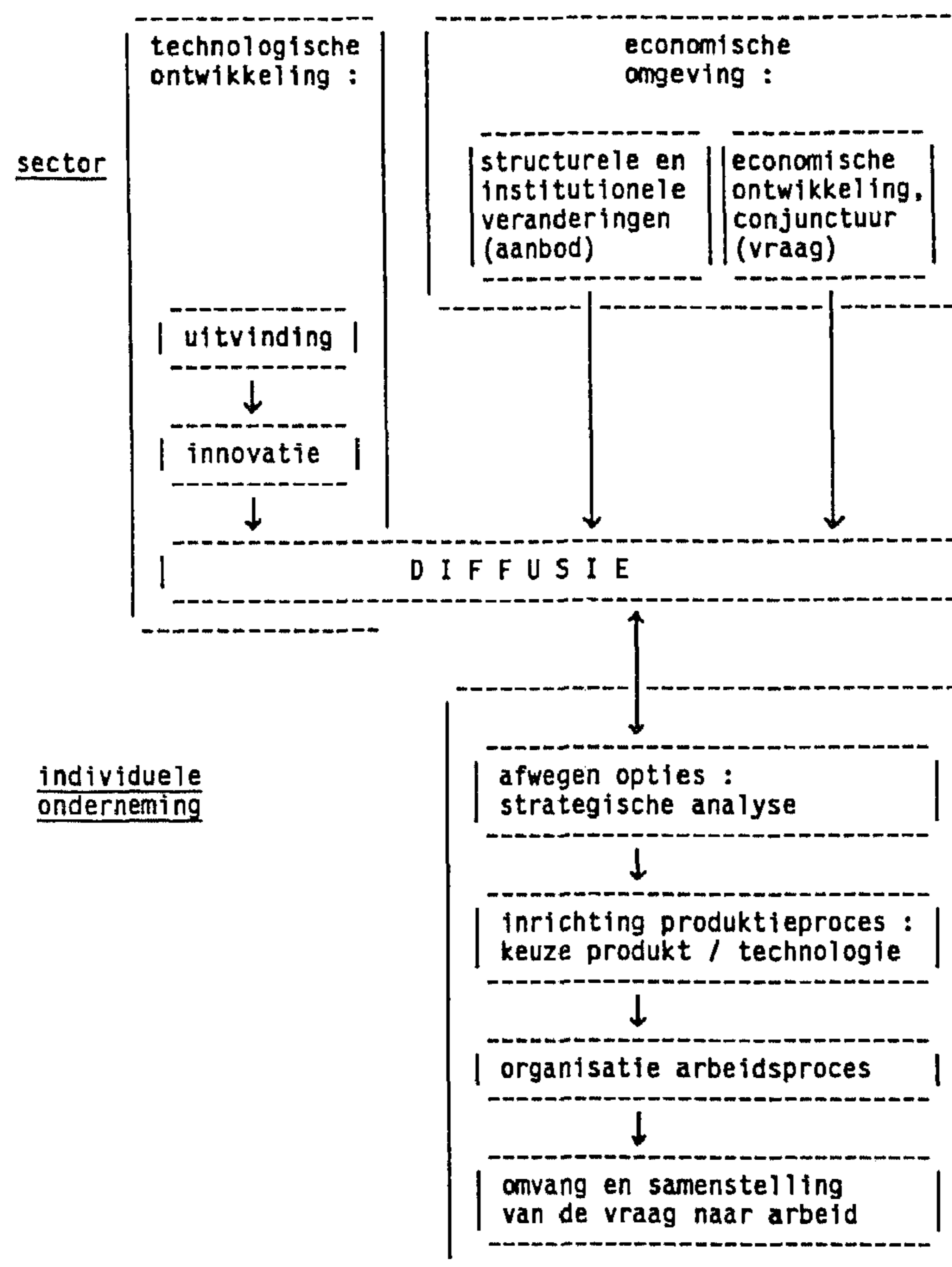
De structuur van schema 1 volgend zullen we trachten een beeld te schetsen van de elementen die van belang zijn voor het diffusieproces. De voornaamste elementen presenteren we in de vorm van stellingen I tot en met V, de voornaamste bevindingen betreffende chemie, bouwnijverheid en bankwezen zijn samengevat in schema 3.

#### Technologische omgeving

Produktietechnieken maken deel uit van een technologisch traject. Veel produktietechnieken zijn variaties op toepassingen van dezelfde of verwante prin-

<sup>7</sup> Het schema vormt een aanpassing van hetgeen is geschetst door Vrolijk. Zie Vrolijk (1986).

Schema 2: Het diffusieproces in zijn context.



cipes. Technologische ontwikkeling is op te vatten als een leerproces, waarbij ondernemingen voortbouwen op in het verleden opgedane kennis en ervaring. Slechts incidenteel komt een geheel nieuw type produktietechniek ter beschikking, een basisinnovatie, die de kiem kan vormen voor de ontwikkeling van een nieuw traject en voor verdere differentiatie van het areaal van producten.<sup>8</sup>

- I. Veranderingen in technieken vinden plaats langs een technologisch traject. Binnen technologische trajecten zijn verschillende technieken te onderscheiden. Veranderingen van traject vinden incidenteel plaats.

In elk van de genoemde sectoren (zie schema 2) blijken verschillende technologische trajecten te kunnen worden aangetroffen. In de chemie en in het bankwezen is sprake van een duidelijke overgang van mechanisatie naar in-

<sup>8</sup> Zie hierover Dosi (1985).



formatisering; in de bouwnijverheid is sprake van een reeds lang geleden op gang gekomen overgang van ambachtelijke bouwmethoden naar systeembouw en van het gebruik van traditionele bouwmaterialen als bakstenen en hout naar het gebruik van nieuwe materialen waaronder beton, kunststoffen en dergelijke.

Voorts kan worden vastgesteld dat de specifieke toepassingswijze van een basisinnovatie in belangrijke mate bepaald wordt door de schaal waarop productie plaats vindt. Zo bestaan in de chemie continue en batchmatige productieprocessen. Hiervoor zijn verschillende toepassingen van de informatietechnologie ontwikkeld. Het continue massaproces is eenvoudiger beheersbaar en kon dikwijls eerder worden geautomatiseerd dan het batchmatige. In het bankwezen kan iets soortgelijks worden waargenomen: het betalingsverkeer, een massaproces, is eerder geautomatiseerd dan de productie van andere bancaire diensten, zoals het verstrekken van leningen en persoonlijke adviezen. De laatste jaren wordt ter ondersteuning van kredietverleningsactiviteiten steeds meer software ontworpen. In de woningbouw zijn de grote-elementenbouwmethode en de gietbouwmethode allereerst toegepast bij de bouw van grote series.

## 2.2. Economische omgeving

Onder economische omgevingsvariabelen verstaan we factoren als de marktstructuur, de verdeling over grootteklassen van ondernemingen, de bezettingsgraad van de kapitaalgoederenvoorraad, vraag- en aanbodelasticiteiten en de conjunctuur.

Enerzijds determineert de economische omgeving waarbinnen een onderneming werkzaam is mede de informatie waarover een ondernemer kan beschikken. Grote ondernemingen beschikken over andersoortige expertise dan kleine; in geconcentreerde markten is niet-prijsinformatie betreffende concurrenten en marktomstandigheden belangrijker dan in markten met vele atomistische partijen. Anderzijds bepaalt de aard van de relevante informatie de vorm waarin deze economisch te gelde kan worden gemaakt. Zeer specialistische kennis en vaardigheden, die slechts ten koste van grote inspanning verworven kunnen worden, zullen leiden tot monopolieposities bij de economische aanwending.

Economische omgevingsfactoren zijn gerelateerd aan voor de bedrijfsstrategie relevante informatiestromen en bepalen derhalve mede de geneigdheid van ondernemers om tot invoering van nieuwe produktietechnieken over te gaan.

- IIa. De kosten van invoering van nieuwe technologie voor een onderneming zijn gecorreleerd met de concentratiegraad van de markt.
- IIb. Het diffusieproces van produktietechnieken gaat in een snelgroeiende afzetmarkt sneller dan in een stagnerende of afnemende.
- IIc. De herkomst van nieuwe produktietechnieken kan verschillen: zowel

eigen ontwikkelingsactiviteiten als andere sectoren of het buitenland kunnen bron van innovaties zijn.

Om het diffusiemechanisme te begrijpen is de vraag interessant of de concentratiegraad van de markt samenhang vertoont met de kosten van het diffusieproces.<sup>9</sup> Indien het invoeren van nieuwe produktietechnieken met hoge kosten gepaard gaat, kan technologische vernieuwing een instrument zijn om potentiële concurrenten van de markt te weren. Indien imitatiekosten laag zijn, is daarmee een argument om nieuwe technische mogelijkheden tot ontwikkeling te brengen vervallen.<sup>10</sup>

In de chemie en in het bankwezen gaan oligopoloïde en sterk geïnternationaliseerde markten samen met hoge diffusiekosten. In de bouwnijverheid zijn de overgangskosten behorend bij invoering van nieuwe produktietechnieken vaak betrekkelijk laag. Ontwikkeling van nieuwe technieken resulteert in de bouwnijverheid klaarblijkelijk niet in effectieve toetredingsbarrières tot de markt. De impuls tot technische vernieuwing is in deze branche dan ook relatief zwak. Dit lijkt in verband te staan met de marktform, die neigt in de richting van volledige mededinging: de bouwnijverheid kent naast een aantal grote ondernemingen zeer veel kleine bedrijfjes. Trage technische ontwikkeling wordt tevens in de hand gewerkt door factoren als een hoge arbeidsmobiliteit en een gebrek aan coördinatie tussen bedrijven die in verschillende fasen van het productieproces gespecialiseerd zijn.

De marktgroei blijkt van invloed te zijn op de snelheid van het diffusieproces. Zowel vergelijking tussen de sectoren, alsook een nadere beschouwing van de bouwnijverheid geven aanleiding tot de conclusie, dat in markten waar de omzet groeit de diffusie van nieuwe technieken sneller gaat.

In elk van de onderzochte sectoren zijn mogelijkheden om veranderingen in produktietechnieken aan te brengen meestal afkomstig uit andere sectoren, met name van de leveranciers van kapitaalgoederen en materialen. Opvallend daarbij is dat in deze sectoren grote ondernemingen vaak voorop lopen bij de toepassing van deze nieuwe produktietechnieken.

### Onderneming

De snelheid waarmee de individuele onderneming de vernieuwingen die zich aandienen invoert is afhankelijk van inschattingen omtrent kosten en opbrengsten, welke samenhangen met de positie van het bedrijf in de markt.

<sup>9</sup> Met kosten van het diffusieproces wordt bedoeld op de totale kosten voor de sector van het overgaan op nieuwe produktietechnieken: de kosten van informatieverwerving, waaronder opleiding, bijscholing, het opdoen van ervaring en dergelijke, de kosten van omstelling en aanpassing van het productieproces en van vervroegde afschrijving van economisch verouderde kapitaalgoederen.

<sup>10</sup> Het barrièremarktconcept is in dit verband een bruikbaar instrument voor analyse. Zie bijvoorbeeld Van Witteloostuijn en Maks (1988). De relatie technologie en marktstructuur komt vanuit neoklassiek perspectief aan de orde in Kamien en Schwartz (1982).

- III. De beslissing om over te stappen op een andere produktietechniek wordt door de onderneming genomen op basis van een afweging van kosten en baten. De relevante informatie, welke in het afwegingsproces wordt meegenomen, verschilt per onderneming.

Elk bedrijf maakt specifieke producten met gebruik van technieken waarmee het in de regel al jarenlang ervaring heeft. De organisatie is daarop afgestemd. Veranderingen vinden meestal slechts geleidelijk plaats, omdat rekening wordt gehouden met de gegeven uitgangssituatie en voortgebouwd wordt op de bestaande routines. Het overschakelen op een nieuwe techniek noopt tot een afweging, waarbij de baten in de vorm van verhoogde rendementen worden vergeleken met de veelsoortige frictie- en aanpassingskosten die een overstap met zich meebrengt. Een overstap naar een nieuwe techniek is gemakkelijker en minder kostbaar naarmate de nieuwe techniek meer lijkt op de oude.

Overwegingen om over te stappen op nieuwe technieken variëren in de praktijk. Verschillen in ondernemingsgrootte kunnen enerzijds resulteren in divergerende inschattingen van de kosten om op een nieuwe techniek over te gaan, anderzijds in uiteenlopende verbeteringen in efficiëntie in de productie, vanwege het mogelijke optreden van schaalvoordelen.

#### Levenscyclus

Onze veronderstellingen omtrent ondernemersgedrag voeren tot de hypothese dat produktietechnieken aan een levenscyclus onderhevig zijn. Dit betekent dat er achtereenvolgens een introductiefase en een groeifase, waarin men langzamerhand leert met een nieuwe techniek om te gaan, waarneembaar moeten zijn. Vervolgens wordt kennis omtrent de techniek gemeen goed en treedt een rijpheidsfase in. Zodra er vervolgens efficiëntere alternatieven op de markt verschijnen, treedt voor de techniek de fase van teruggang in.

- IV. Produktietechnieken doorlopen een levenscyclus. Het komt voor dat een produktietechniek in een sector gelijktijdig door de ene onderneming wordt ingevoerd en door een andere wordt afgestoten.

In het bankwezen en in de chemie kan voor bepaalde technieken een cyclisch patroon worden waargenomen. In het bankwezen maken technieken, bijvoorbeeld belichaamd in computerapparatuur en -programmatuur van een bepaalde generatie, een duidelijke introductie- en groeiperiode van enkele jaren mee, een rijpheidsfase en een afstootperiode. In de woningbouw bestaat een aantal technieken al gedurende vele jaren naast elkaar. Niettemin kan voor de grotelementenbouw toch worden gesproken van een laatste fase in de levenscyclus.

In de bouwnijverheid is gelijktijdige invoering van eenzelfde techniek door de ene aannemer en afstoot door een andere waar te nemen. Ondernemers werken binnen verschillende routines en voeren langzaam verbeteringen in de door hen gebruikte techniek door. De markt is regionaal van karakter en bedrijven bewegen zich op een beperkt marktsegment.

## Werkgelegenheid

Als gevolg van de introductie van nieuwe produktietechnieken veranderen omvang en samenstelling van de werkgelegenheid. De invloed van veranderingen in produktietechnieken op de vraag naar arbeid doet zich deels onmiddellijk, deels na verloop van tijd gelden.

- V. Verandering van produktietechniek heeft invloed op de vraag naar arbeid, zowel in kwantitatieve als in kwalitatieve zin. De snelheid van veranderingen in de vraag naar arbeid hangt samen met de snelheid van het diffusieproces.

In de onderzochte sectoren blijkt de arbeidsproductiviteit te zijn toegenomen, mede dankzij de diffusie van nieuwe technieken. De effecten van de invoering van nieuwe technieken doen zich pas na verloop van tijd ten volle gelden. Dit heeft te maken met het feit dat arbeidsorganisaties pas langzamerhand alle mogelijkheden en organisatorische consequenties van het gebruik van nieuwe technieken leren kennen.

In elk van de drie sectoren kan men waarnemen dat gedurende enige tijd de eisen gesteld aan het productiepersoneel in feite lager zijn geworden. De invoering van automatisering in het bankwezen en de chemie en van mechanisering en prefabricage in de bouwnijverheid vroegen slechts een beperkt aantal hoog gekwalificeerde werknemers om het productieproces te begeleiden. De laatste jaren is in elk van deze sectoren iets merkbaar van een omslag. Men tracht tot efficiencyverbeteringen te komen door middel van een verdere taakintegratie. Het nog resterende productiepersoneel moet niet alleen vakbekwaam zijn, maar zo mogelijk ook een commerciële instelling hebben en over goede communicatieve vaardigheden beschikken. Zowel door werving van beter geschoolde werknemers als door bijscholing van het aanwezige personeel tracht men aan deze eisen tegemoet te komen.

Een overzicht van resultaten ten aanzien van stellingen I tot en met V voor de sectoren bankwezen, chemie en bouwnijverheid is te vinden in Schema 3.

### *Het model*

Het hierboven geschetste beeld van de samenhang tussen concurrentie, verspreiding van innovaties en effecten op de werkgelegenheid hebben wij getracht in een model te vatten. Dit model is gebaseerd op de in de vorige paragraaf gepresenteerde vooronderstellingen en sluit aan bij de beschrijving van de controle-sfeer die in de inleiding is uitgewerkt.

Het model beschrijft de verandering in de aanwending van produktietechnieken in de loop van de tijd. Stel er zijn ter vervaardiging van een produkt  $n$  technieken beschikbaar. Deze technieken kunnen op grond van de kostprijs per eenheid produkt worden gerangschikt, waarbij techniek 1 de minst en techniek  $n$  de meest efficiënte techniek is – zie vooronderstelling I uit de vorige

Schema 3: Kwalitatieve toetsing van vooronderstellingen

<i>Veronderstelling</i>	<i>Bankwezen</i>	<i>Chemie</i>	<i>Bouwnijverheid</i>
<i>Technologische omgeving</i>			
Technologische tracjecten	Verschuiving van mechanisering naar informatisering;	Idem	Voortgaande mechanisering, veel aanpassingen;
Meerdere technieken	Massa- en individuele productie	Continu- en batchproductie	Serie- en stukproductie; systeem- en stapelbouw
<i>Economische omgeving</i>			
a. Kosten diffusieprocessen vertonen relatie met concentratiegraad sector	Hoge kosten, oligopolie	Idem	Lage directe kosten, bijna volledige mededinging
b. Snelheid diffusieproces beïnvloed door marktgroei	Snelheid hoog, sterke marktgroei	Snelheid vrij hoog, afnemende groei	Snelheid laag, stabiele/afnemende markt
c. Bron nieuwe produktietechnieken	Informatica- en telecommunicatiesector	Industrie van meet- en regeltechniek	O.a. chemie, machine- en bouwmaterialen-industrie
<i>Onderneming</i>			
Overwegingen overstap andere techniek	Concurrentiepositie op peil houden	Idem, tevens kostenbesparing	Kostenbesparingen
Overwegingen verschillen per type onderneming	Verschillen per marktsegment	Verschillen tussen grote en kleine ondernemingen	Idem
<i>Levenscyclus</i>			
Cyclisch patroon	Ja	Ja	Ja
Gelijktijdige invoering en afstoot	Nauwelijks: ontwikkelingen gaan snel	Ja	Ja
<i>Werkgelegenheid</i>			
Effecten op omvang en kwaliteit	Arbeidsproductiviteit omhoog, andere beroepen, andere functie-inhoud	Idem	Langzaam

paragraaf. De mate waarin het gebruik van techniek  $i$  zal toenemen hangt af van de aantrekkelijkheid van techniek  $i$ . Een bepaalde techniek  $i$  is een voordeliger alternatief voor producenten die technieken 1 tot en met  $i-1$  gebruiken. Deze aantrekkelijkheid noemen we de concurrentiekracht van techniek  $i$ . Binnen het model is deze weergegeven als de verhouding tussen de mate waarin techniek  $i$  wordt aangewend en de mate waarin met minder efficiënte methoden wordt geproduceerd. Als  $Y_{it}$  het produktievolume is, gemaakt met techniek  $i$  in periode  $t$ , is in formulevorm de concurrentiekracht:

$$\left(1 - \frac{Y_{it-1}}{\sum_{k=1..i} Y_{kt-1}}\right) \quad (1)$$

Producenten die reeds met techniek  $i$  produceren zullen geneigd zijn op een van de technieken  $i+1$  tot en met  $n$  over te gaan. Zij ervaren een zekere impuls om techniek  $i$  af te stoten ten gunste van een beter alternatief. Deze impuls duiden we aan met de term concurrentiedruk op techniek  $i$  en is gerelateerd aan de verhouding tussen de mate waarin techniek  $i$  wordt aangewend en de mate waarin efficiëntere produktietechnieken worden gebruikt. De concurrentiedruk kan derhalve worden weergegeven door:

$$\left(1 - \frac{Y_{it-1}}{\sum_{k=1..n} Y_{kt-1}}\right) \quad (2)$$

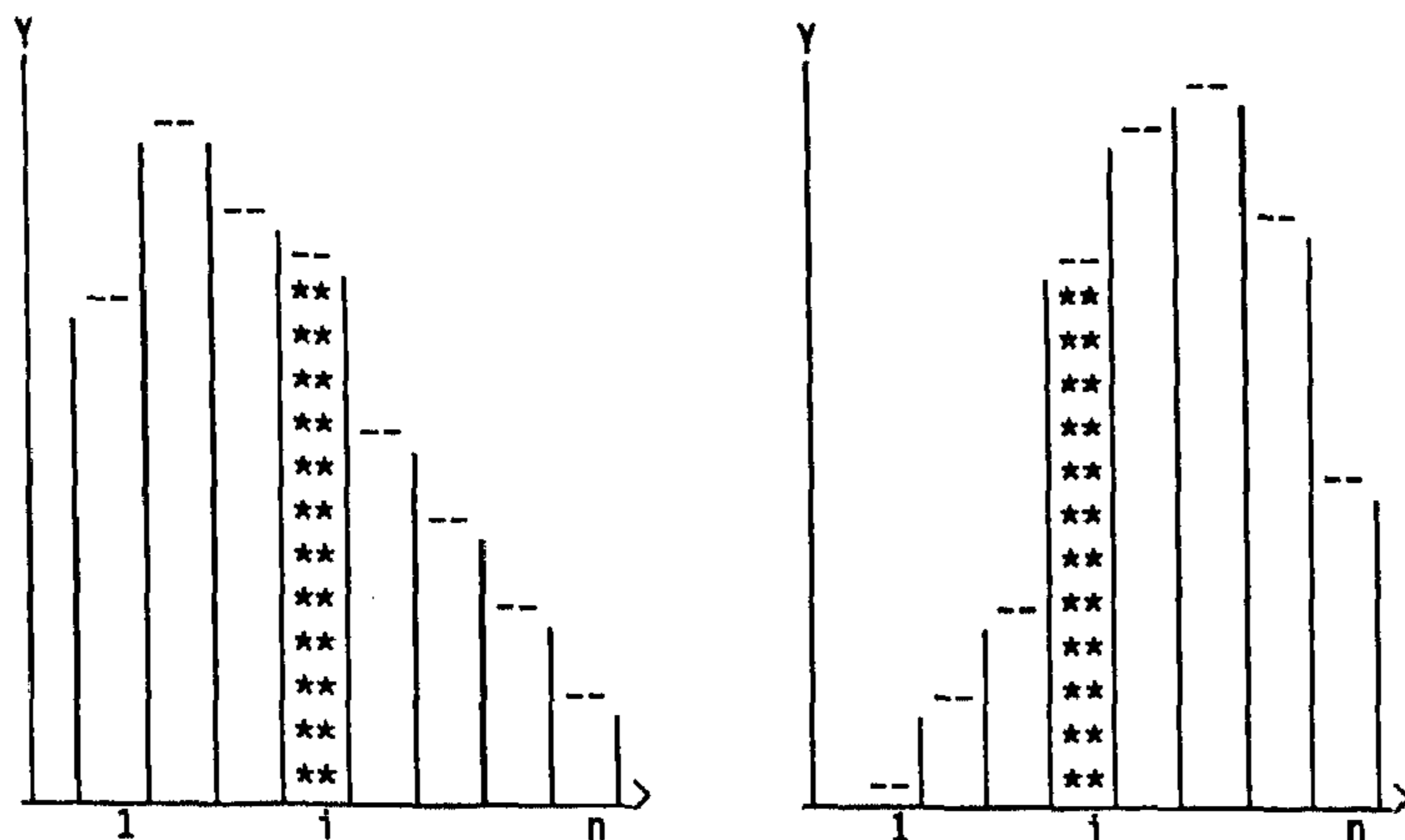
De begrippen concurrentiekracht en concurrentiedruk zijn toegelicht in Figuur 3. In deze figuur is het produktievolume gemaakt met techniek  $i$  in de linker en rechter grafiek gelijk. Links is techniek  $i$  in de groeifase en is de concurrentiekracht van techniek  $i$  groot en de concurrentiedruk laag. Ter rechter zijde is techniek  $i$  relatief verouderd en is de concurrentiekracht klein en de concurrentiedruk groot.<sup>11</sup>

Bij beslissingen omtrent de invoering van nieuwe technieken nemen ondernemers de techniek die zij reeds gebruiken als uitgangspunt – zie veronderstelling III uit de vorige paragraaf. In deze techniek ligt de huidige voorraad kennis en vaardigheden van het bedrijf besloten. Invoering van een nieuwe techniek gaat gepaard met een kostbaar en tijdrovend aanpassingsproces. De kosten zijn hoger naarmate de nieuwe produktietechniek sterker van de huidige afwijkt. Daarom zal de onderneming trachten een nieuwe produktietechniek te kiezen, die zo nauw mogelijk bij de oude aansluit.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Met de concepten concurrentiekracht en concurrentiedruk trachten we iets weer te geven van de kwantiteit en de relevantie van de over technieken beschikbare informatie. Een grote concurrentiedruk bijvoorbeeld, (Figuur 3, rechts), brengt tot uitdrukking dat de hoeveelheid informatie over betere technieken groot is en tevens dat die informatie in grote mate van directe concurrenten in de markt, gebruikers van technieken  $i+1$ , komt.

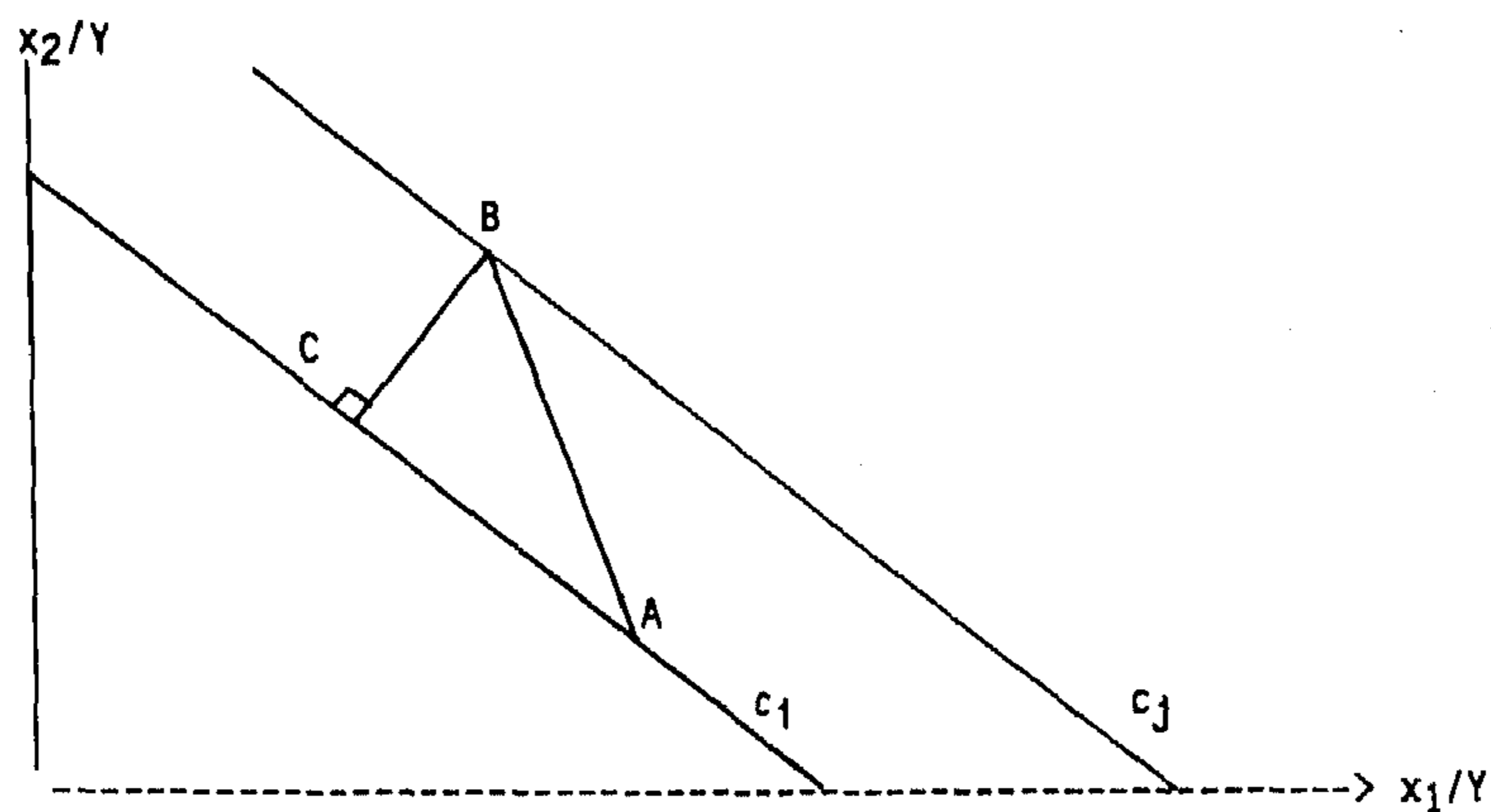
<sup>12</sup> Deze visie op het beslissingsproces sluit aan bij de beschrijving van de controle-sfeer die in de inleiding is gegeven.

Figuur 3: Een techniek i in twee verschillende economische omgevingen.



De mate waarin produktietechnieken op elkaar lijken is een moeilijk meetbaar fenomeen. We veronderstellen dat de gelijkenis van technieken groter is naarmate de produktiefactoren die benodigd zijn bij de voortbrenging van het produkt meer aan elkaar gelijk zijn. Daarom karakteriseren we technieken als vectoren van technische coëfficiënten, hoeveelheden produktiefactoren per eenheid produkt. Als maatstaf voor de gelijkenis van technieken, gerepresenteerd door deze vectoren, nemen we in het diffusiemodel de afstand tussen die vectoren, aangeduid met de term technische afstand: een kleine technische afstand duidt op een sterke gelijkenis.

Figuur 4: Efficiencyverbetering en technische afstand.



Dit kan worden toegelicht aan de hand van Figuur 4, voor een produkt dat wordt voortgebracht met twee inputs,  $x_1$  en  $x_2$ . Op de assen in de figuur staan technische coëfficiënten voor de inputs 1 en 2 weergegeven. Het produkt kan

worden voortgebracht met twee technieken,  $i$  en  $j$ . Dit is in de figuur aangeduid door de punten A (voor techniek  $i$ ) en B (voor techniek  $j$ ). De technische afstand tussen de technieken  $i$  en  $j$  is nu het lijnstuk AB.

Uit de isokostencurven  $c_i$  en  $c_j$  die door A en B zijn getekend, kan men afleiden dat techniek  $j$  het minst efficiënt is. Gegeven de factorkosten verhouding zal een producent geneigd zijn een nieuwe techniek te zoeken in de richting van punt C. De kostenverlaging per eenheid produkt in verhouding tot de afstand tot de nieuwe techniek is in deze richting het gunstigst. Indien er alléén een nieuwe techniek  $i$  beschikbaar is, zal de ondernemer de kostenbesparing, gerepresenteerd door afstand BC, moeten afwegen tegen de kosten van het overbruggen van de technische barrière BA. Daarom is de verhouding BC/BA een belangrijke factor bij het bepalen van de diffusiesnelheid naar  $i$  en de afstoetsnelheid van  $j$ .

Meer formeel worden de diffusiesnelheid en afstoetsnelheid van techniek  $i$  op tijdstip  $t$ ,  $d_1(t,i)$  resp.  $d_2(t,i)$ , als volgt gedefinieerd:

$$d_1(t,i) = \alpha_{1t} * \frac{\|e\|_{it}}{\|R\|^{\sigma_1}_{it}}; \quad d_2(t,i) = \alpha_{2t} * \frac{\|e^*\|_{it}}{\|R^*\|^{\sigma_2}_{it}} \quad (3)$$

Hierbij geeft  $\|R\|$  de gemiddelde technische afstand van  $i$  ten opzichte minder efficiënte technieken weer  $\|R^*\|$  die ten opzichte van meer efficiënte technieken. Evenzo geeft  $\|e\|$  het gemiddelde kostenvoordeel weer en  $\|e^*\|$  het gemiddelde kostennadeel. De parameters  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$  zijn zogenoemde lokale zoekparameters die behoren bij de technische afstand en de doorwerking van de barrière bij de overgang op een andere techniek weergeven. De variabelen  $\alpha_{1t}$  en  $\alpha_{2t}$  zijn schaalgrootheden die de conjunctuur, het ondernemingsklimaat en de hevigheid van de concurrentie weerspiegelen – zie ook vooronderstelling II uit de vorige paragraaf.<sup>13</sup>

Het is duidelijk dat nu de relatieve toename van het gebruik van techniek  $i$  gelijk is aan het produkt van concurrentiekracht en diffusiesnelheid. Evenzo is de afname van het gebruik gelijk aan het produkt van concurrentiedruk en afstoetsnelheid. Dat de techniek gelijktijdig door de ene onderneming wordt ingevoerd en door de andere wordt afgestoten, stemt overeen met vooronderstelling IV uit de vorige paragraaf.<sup>14</sup> De wijze waarop in het diffusiemodel bovenstaande elementen, concurrentiekracht, concurrentiedruk en de ver-

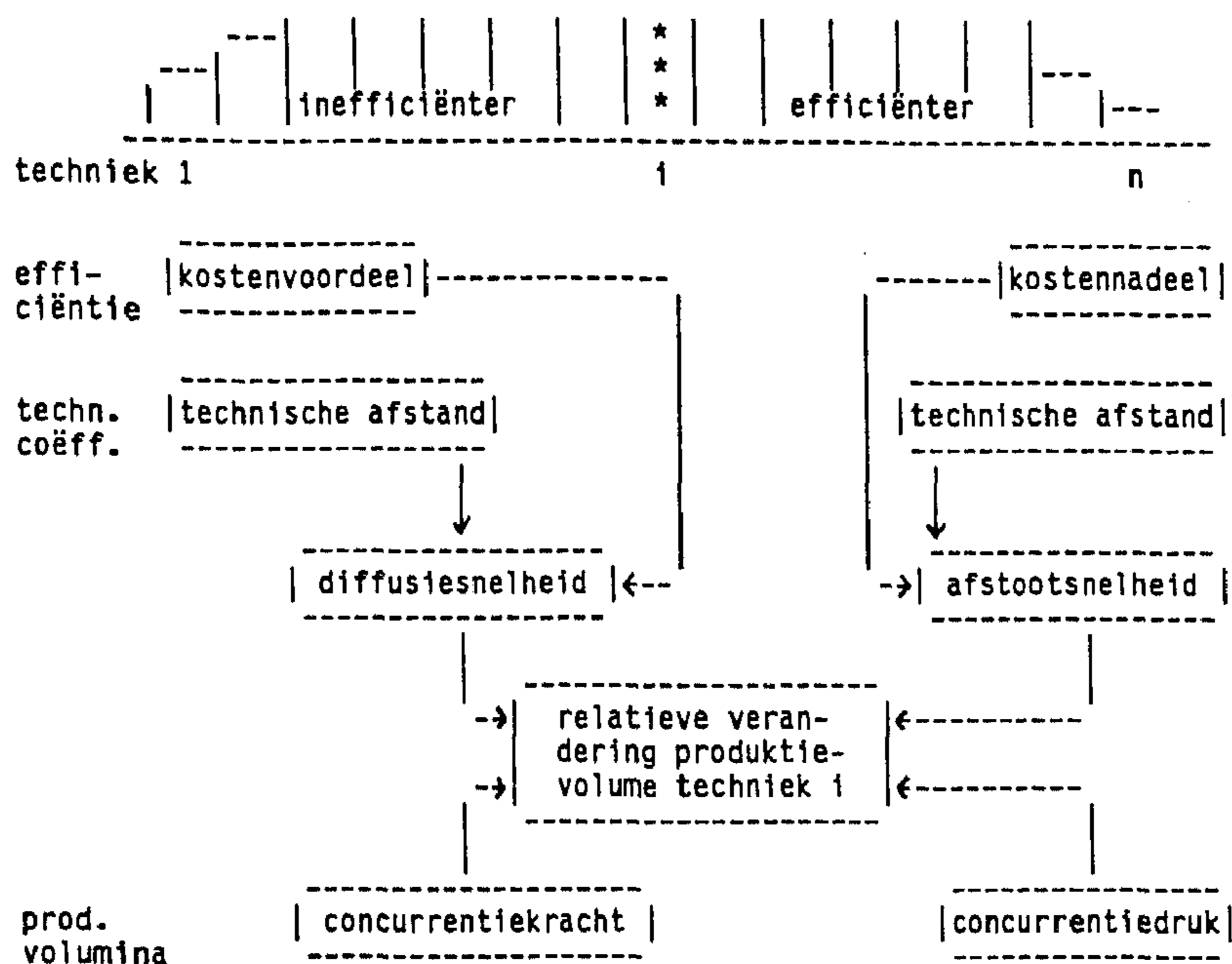
<sup>13</sup> Zo zal bijvoorbeeld een hevige concurrentie leiden tot relatief hoge waarden voor  $\alpha_{1t}$  en  $\alpha_{2t}$ , terwijl een sterke groei van de economie een relatief hoge waarde voor  $\alpha_{1t}$  ten opzichte van  $\alpha_{2t}$  tot gevolg heeft. In het model is dit ten dele geëndogeniseerd door beide waarden van  $\alpha$  afhankelijk te maken van de winstmarge.

<sup>14</sup> De verandering van het produktievolumen van techniek  $i$  kan worden geïnterpreteerd als het verschil van twee sigmoïde curven, die resulteren in een levenscyclus. Een nieuwe techniek zal bij introductie slechts door een beperkt aantal producenten worden toegepast. Daarna zal een versnelling in de toepassing plaatsvinden tot een bepaald maximum, waarna de groei zal afnemen. Na de introductie van nog betere technieken vindt afstoot plaats.



houding tussen efficiencyverbetering en overgangskosten, zijn samengebracht ter verklaring van de mate van verandering van het gebruik van techniek i op tijdstip t, is samengevat in Schema 4.

Schema 4. Het diffusiemodel



De resulterende verandering van het gebruik van techniek i in periode t ( $Y_{it}$ ) wordt weergegeven door:

$$Y_{it} = d_1(t,i) * \left(1 - \frac{Y_{it-1}}{\sum_{k=1..i} Y_{kt-1}}\right)$$

$$- d_2(t,i) * \left(1 - \frac{Y_{it-1}}{\sum_{k=i..n} Y_{kt-1}}\right) \quad (4)$$

Het is ook duidelijk op welke wijze in het model de diffusie van technieken doorwerkt in de beroepenstructuur. Immers verschillende beroepen worden gezien als verschillende inputs in het productieproces. En verschillende technieken maken in verschillende mate gebruik van bepaalde beroepen. De verandering in het gebruik van technieken leidt dan automatisch tot een verandering in de beroepenstructuur.

### *Kwantitatieve resultaten*

Als empirische illustratie is het in de vorige paragraaf gepresenteerde diffusie-model doorgerekend, om de technische ontwikkeling van de nieuwbouw van woningen in Nederland voor de periode 1966 tot en met 1985 te simuleren. Een woning wordt daartoe als een homogeen produkt opgevat. Dit impliceert dat veranderingen van produktietechniek geheel worden toegeschreven aan kostenverschillen en niet als het gevolg van produktinnovaties worden opgevat.

Bepalend voor de techniek bij het produktieproces in de bouwnijverheid is de wijze waarop de draagconstructie van een bouwwerk tot stand komt. Voor de vervaardiging van de draagconstructie maken we onderscheid tussen drie produktietechnieken, stapelbouw, gietbouw en grote-elementenbouw. Bij meer dan 95% van de nieuwbouw van woningen wordt een van deze methoden toegepast. Deze drie technieken kennen elk zelf ook een zekere technische verbetering in de loop van de tijd.

In de toepassing van het model op de woningbouw is onderscheid gemaakt tussen vier produktiefactoren: materialen, materieel, bouwvakarbeiders en employé's.<sup>15</sup> Bouwvakarbeiders zijn achteraf uitgesplitst naar zeven beroepsgroepen.

### De diffusie van technieken

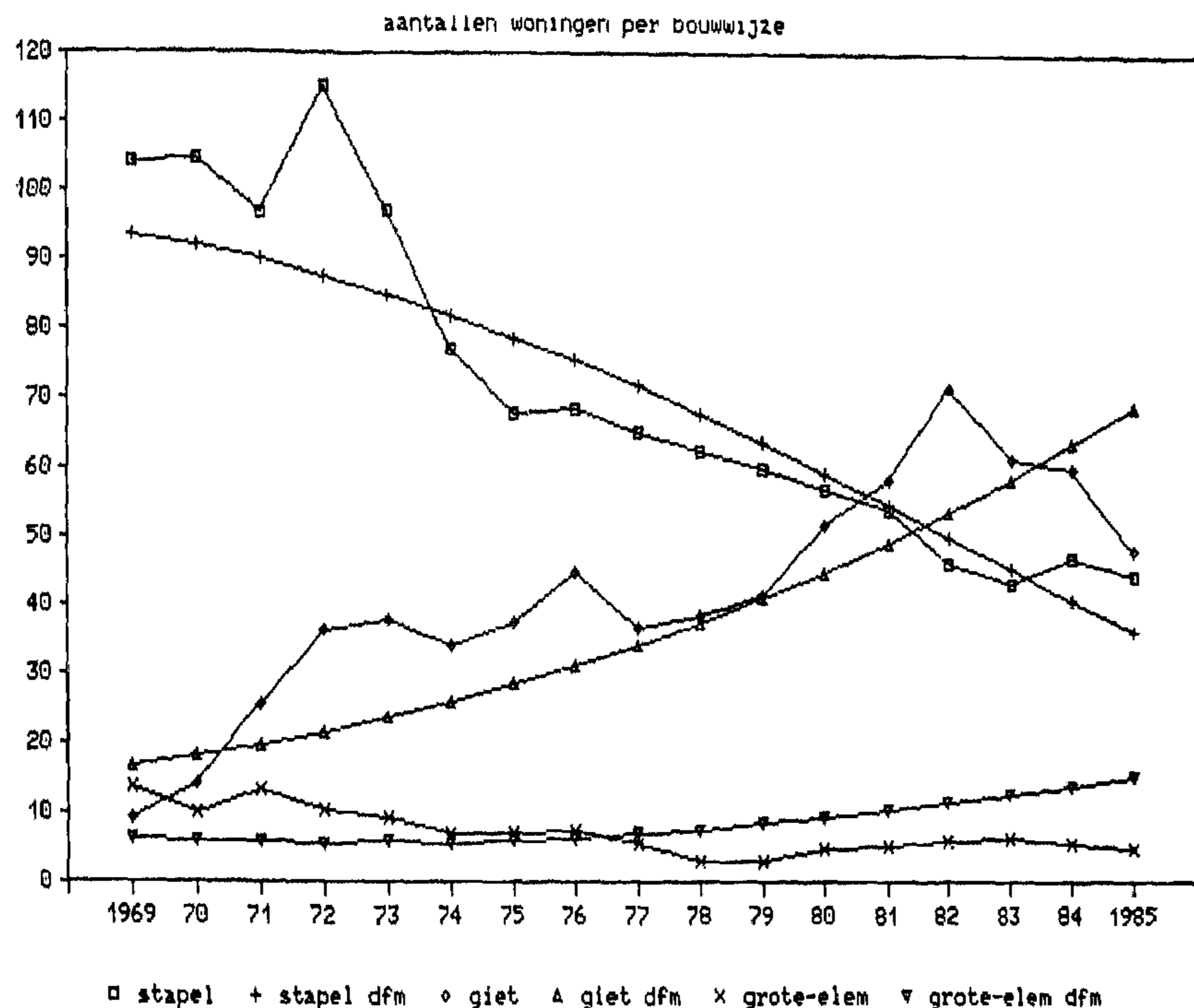
Ten gevolge van de relatief hoge bouwkosten van stapelbouw, wordt deze bouwmethode in toenemende mate gedurende de zestiger en zeventiger jaren van de markt gedrongen. Gietbouw, de meest efficiënte methode, neemt geleidelijk de plaats van stapelbouw in. Gietbouw heeft zich ontwikkeld tot een flexibele methode waarmee ook kleinere projecten, die vanouds veel met behulp van stapelbouw werden gebouwd, op goedkope wijze kunnen worden uitgevoerd. Tevens heeft het tekort aan vakarbeiders in het voordeel van gietbouw gewerkt, omdat naar verhouding minder vaklieden nodig zijn dan bij stapelbouw.

Grote-elementenbouw, hoewel goedkoper dan stapelbouw, heeft nooit zo'n vlucht genomen als gietbouw. De methode is niet zo flexibel als gietbouw en heeft geen antwoord kunnen formuleren op de tendens naar bouwprojecten van steeds beperkter omvang. Sinds omstreeks 1983 beleeft stapelbouw een nieuwe bloeiperiode. Enerzijds heeft dit te maken met innovaties in de bouwmaterialenindustrie, anderzijds met een verschuiving in de vraag van sociale woningbouw naar vrije sector woningen.

Met behulp van het diffusiemodel kan de ontwikkeling van het gebruik van de verschillende bouwmethoden beschreven worden. De simulatieresultaten zijn

<sup>15</sup> Voor 1966, 1974 en 1984 zijn technische coëfficiënten bepaald uit gegevens over de kostenopbouw per techniek; voor tussenliggende jaren zijn schattingen vervaardigd.

Figuur 5: Simulatieresultaten: het aantal woningen per techniek, 1969 t/m 1985.



gepresenteerd in Figuur 5.<sup>16</sup>

Blijkens de figuur wordt de teruggang van stapelbouw, afgezien van de periode van 1971 tot en met 1973, vrij goed weergegeven. De afname van het gebruik van stapelbouw is het gevolg van hogere bouwkosten van stapelbouw ten opzichte van gietbouw en grote-elementenbouw. In termen van het model betekent dit dat er een hoge afstoetsnelheid van de stapelbouwmethode bestaat als gevolg van een groot kostenverschil ten opzichte van andere technieken en een steeds groter wordende concurrentiedruk.

De opkomst van gietbouw kan met behulp van het diffusiemodel, afgezien van enkele fluctuaties, ook redelijk worden verklaard. Gietbouw is veelal de goedkoopste techniek en is vooral in de plaats gekomen van stapelbouw. Ook de simulatieresultaten van de grote elementenbouw zijn niet slecht, al wordt de produktie in het begin van de zeventiger jaren onderschat, terwijl deze in latere jaren wordt overschat. Het eerste heeft te maken met de uitzonderlijk hoge woningbouwproduktie in die jaren, terwijl het tweede het gevolg is van een

<sup>16</sup> Omdat voor de jaren 1966 tot en met 1968 geen betrouwbare schattingen over het aantal woningen gebouwd met gietbouw en grote-elementenbouw te verkrijgen waren, zijn de aantallen woningen vanaf 1969 afgebeeld. De aantallen woningen voor de periode 1980 tot en met 1985 zijn geconstrueerd door de RL aan de hand van cijfermateriaal van het Ministerie van VROM.

verandering in de vraag: mensen zijn minder bereid in een grootschalig woningbouwcomplex te wonen. Het feit dat de woning als een homogeen produkt wordt opgevat blijkt de verklarende kracht van het model dan ook enigszins te beperken. Hetzelfde effect heeft overigens het feit dat materialen alleen op geaggregeerd niveau worden meegenomen.

#### Werkgelegenheid en beroepsstructuur

Aan de diffusie van technieken zijn veranderingen in factorgebruik gerelateerd. Doordat het gebruik van produktiefactoren per techniek verschilt, hebben verschuivingen in de toepassing van technieken een andere inzet van produktiefactoren tot gevolg. In Figuur 6 zijn de feitelijke arbeidsvolumina van de beroepsgroepen op de bouwplaats afgebeeld, tezamen met de resultaten uit de modelsimulaties.

De mate waarin het diffusiemodel de ontwikkeling per beroepsgroep kan beschrijven is rechtstreeks gebonden aan de nauwkeurigheid bij het weergeven van produktievolumina. Opvallend is de stijging in de werkgelegenheid voor arbeiders met een metaalberoep en de daling van de vraag naar laag geschoolde arbeid. Dit betreft voornamelijk grond- en betonwerkers, schilders en stuka-doors en, de laatste jaren ook, metselaars. De voornaamste trends worden door het model redelijk weergegeven.

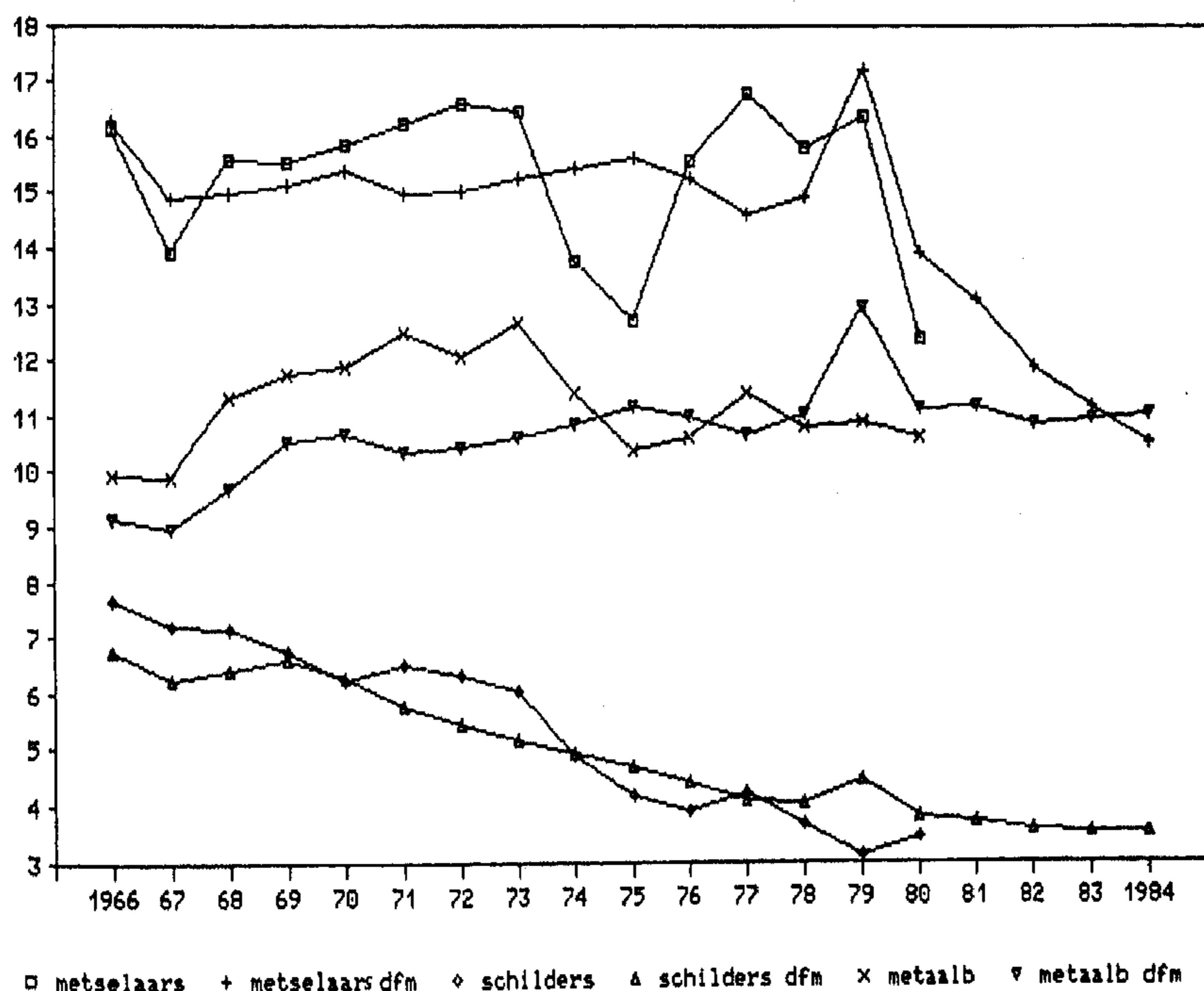
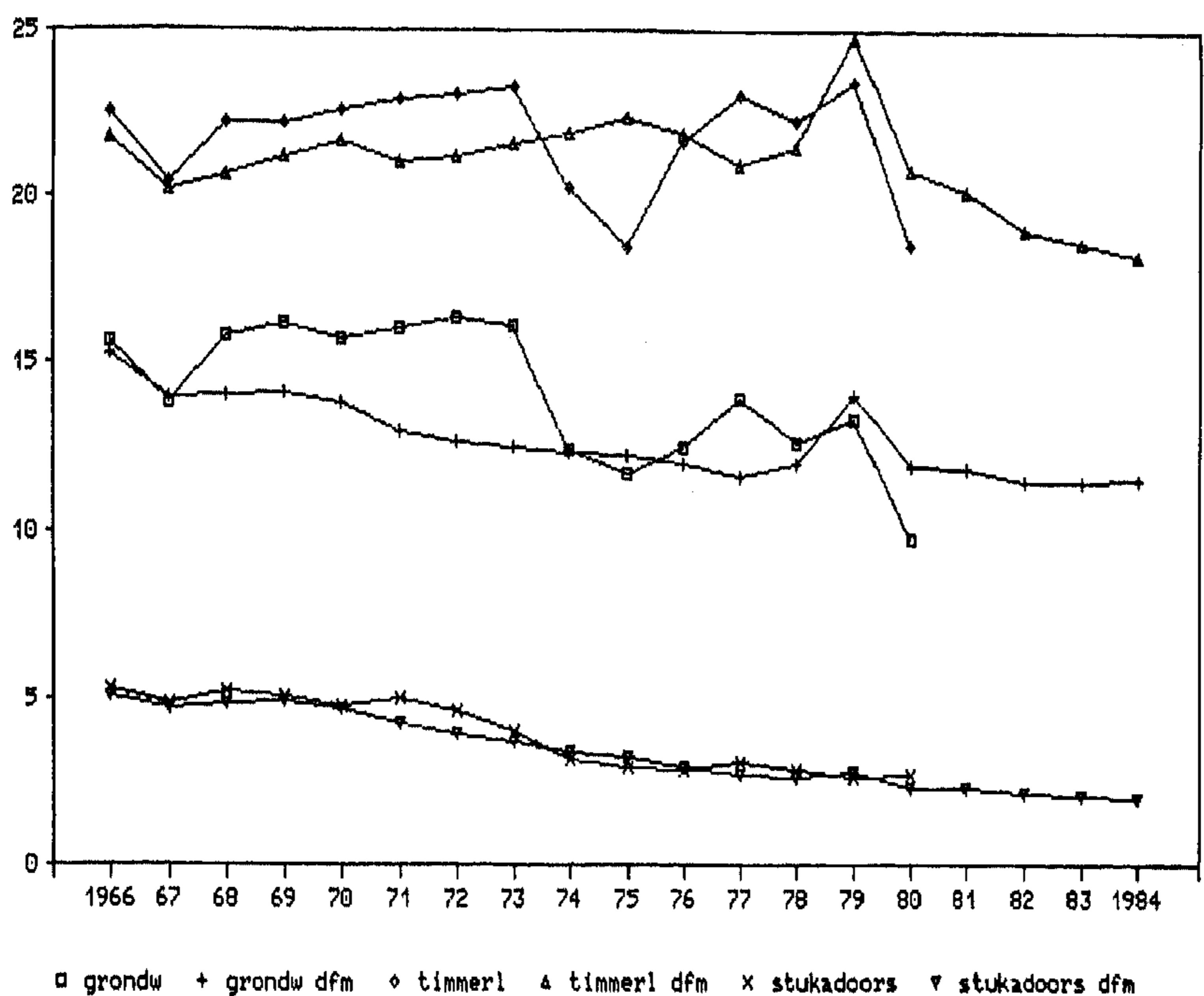
#### *Tot besluit*

Diffusie van technologie kost tijd. Niet elke ondernemer produceert zo goedkoop als technisch mogelijk is, noch investeert hij steeds in de meest efficiënte techniek. Het diffusiemodel tracht een verklaring voor dit verschijnsel tot uitdrukking te brengen en te beschrijven hoe het verspreidingsproces van technologie verloopt. Belangrijk in dit verband is de rol die de huidige techniek van de onderneming speelt en de notie dat baten in de vorm van rendementsverbetering afgewogen worden tegen overgangskosten. Deze beide noties vloeien rechtstreeks voort uit de constatering dat het bij technologische vooruitgang gaat om complexe cognitieve processen, die op een specifieke wijze gestructureerd zijn en met inspanning, tijd en kosten gepaard gaan.

In het diffusiemodel is geabstraheerd van een aantal factoren die bij diffusie een rol spelen. Aan vraagontwikkeling en produktdifferentiatie ten gevolge van technische ontwikkeling is geen aandacht geschonken. Schaalvoordelen en ondernemingsomvang zijn niet in het model opgenomen als factor in de verklaring van adoptiegedrag. Dit heeft tot gevolg, dat de rol van efficiency-overwegingen wellicht wordt overbelicht bij de verklaring van diffusie. De concentratiegraad van de markt is binnen het geschetste kader te zien als een resultante van de dynamiek van het diffusieproces en niet als een verklaringsgrond voor de diffusiesnelheid.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Aan het tegemoet komen aan een aantal van deze bezwaren wordt aandacht besteed in het eindrapport; zie noot 1.

Figuur 6: Simulatiere resultaten: werkgelegenheid en beroepenstructuur in de woningbouw.



Aan het voorgaande kunnen tenslotte een aantal overwegingen worden ontleend die van belang zijn voor het beleid. Het verdient aanbeveling zowel de totstandkoming van innovaties, alsook de toepassing en verspreiding ervan van overheidswege te stimuleren. Hierbij dient echter in de gaten gehouden te worden dat effectief diffusiebeleid gemakkelijk in conflict kan komen met innovatiebeleid. Hoe sneller diffusie plaatsvindt en hoe goedkoper imitatie, hoe minder aantrekkelijk het is voor een bedrijf om energie te steken in innovatie. De feitelijke ruimte voor diffusiebeleid hangt derhalve samen met een aantal marktkarakteristieken, bijvoorbeeld concentratiegraad en de mate waarin het gaat om een internationale markt. Tevens is het van belang innovatie producerende sectoren te onderscheiden van innovatie toepassende bedrijfstakken.

Diffusiebeleid dient zich allereerst toe te spitsen op het tot stand brengen van een efficiënte informatie-infrastructuur, niet alleen ten aanzien van technische kennis, maar ook op het gebied van marktontwikkelingen. Voorts kan gedacht worden aan het scheppen van een aantal concrete voorwaarden ter verlichting van de problemen die verbonden zijn met de invoering van een nieuwe technologie: financiering van scholing- en aanpassingskosten alsmede verzekering van risico's.

#### *Literatuur*

- Coombs, R., P. Saviotti and V. Walsh, – *Economics and Technological Change*, 1987, Macmillan.
- Diederer, P.J.M., R.P.M. Kemp, J. Muysken, F.C. Palm, C.P.A. Bartels, A.H. Webbink, *Diffusie van technologie: gevolgen voor werkgelegenheid en beroepsstructuur*, Rijksuniversiteit Limburg/Buro Bartels, Maastricht/Oudemolen, 1988.
- Dosi, G. – 'Technological paradigms and technological trajectories', *Long Waves in the World Economy*, Ch. Freeman ed., 1983, London.
- Dosi, G., Ch. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (eds.), – *Technical Change and Economic Theory*, 1988, Pinter Publishers.
- Earl, P. E. *The Economic Imagination, Towards a Behavioural Analysis of Choice*, 1983, M.E. Sharpe, New York.
- Iwai, K. – 'Schumpeterian Dynamics: An evolutionary model of Innovation and Imitation', *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, 1984, 5.
- Iwai, K. – 'Schumpeterian Dynamics, Part 2: Technological Progress, Firm Growth and Economic Selection', *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, 1984, 5.
- Kamien, M.I. en N.L. Schwartz, *Market structure and innovation*, Cambridge University Press, 1982.
- Kornai, J. *Anti-Equilibrium, On Economic Systems Theory and the Tasks of Research*, 1971, North Holland, Publishing Company, Amsterdam, Oxford.
- Nederlands Economisch Instituut (NEI), *Het betalingsverkeer en technologische ontwikkeling*, Rotterdam, 1987.
- Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij BV (NEOM), *Vergelijking bouwmethoden*, Sittard, 1986.
- Nelson, R.R. and S.G. Winter – *An Evolutionary Theory of Economic Change*, 1982, Harvard.
- Peekel, M. en J.W. Veluwenkamp, *Het girale betalingsverkeer in Nederland*, PCGD/RPS, Amsterdam, 1984.
- Priemus, H. en R.S.F.J. van Elk, *Niet-traditionele bouwmethoden in Nederland – documentatie*, Stichting Bouwresearch, publicatiennr. 26, Alphen aan den Rijn, 1971.
- Stichting Bouwresearch (SBR), *Techniek in bouw en industrie*, publicatiennr. 102, Rotterdam, 1984.
- Stoneman, P., *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford University Press, 1983.

- Vrolijk, H.W., Technologie en werkgelegenheidsstructuur, *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, 1986, jrg 2, blz. 40-49.
- Wit, G.R. de, 'Technologische ontwikkelingen in het Nederlandse bankwezen; de internationale context', *Tijdschrift voor Politieke Economie*, 10<sup>de</sup> jrg. no. 2, mei 1987, p. 27-47.
- Wit, G.R. de, 'Automatisering in het bankwezen', *Economisch Statistische Berichten*, 73<sup>ste</sup> jrg. no. 3642, 3 febr. 1988, p. 124-128.
- Witteloostuijn, A. van en J.A.H. Maks, 'Workable Competition and the Barrier Market', – *European Journal of Political Economy*, vol.4, no.1, 1988.