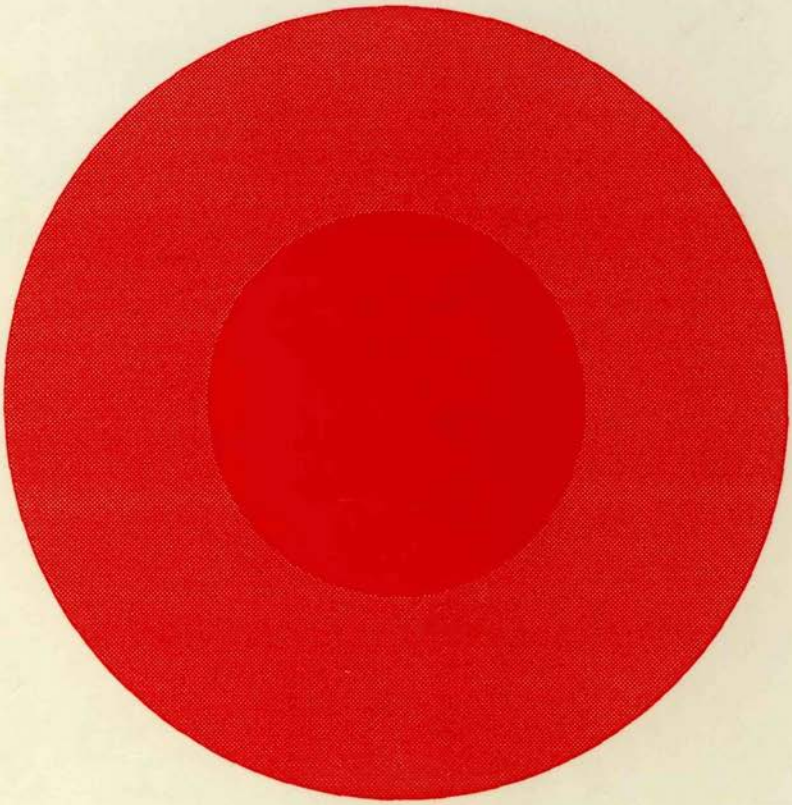
ORGANISATIEVORMEN VAN RESEARCH EN DEVELOPMENT ALS MANAGEMENTVRAAGSTUK



PETER ELFFERICH

ORGANISATIEVORMEN VAN RESEARCH EN DEVELOPMENT ALS MANAGEMENTVRAAGSTUK

ORGANISATIEVORMEN VAN RESEARCH EN DEVELOPMENT ALS MANAGEMENTVRAAGSTUK

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Erasmus Universiteit Rotterdam
op gezag van de Rector Magnificus Prof.dr. C.J. Rijnvos
en volgens besluit van het College van Dekanen.
De openbare verdediging zal plaatsvinden op
donderdag 26 november 1992 om 13.30 uur precies

door

PETER CHRISTOPH ELFFERICH

geboren te Leiden

Promotiecommissie

Promotor	:	Prof.dr.ing. F.A.J. van den Bosch
Overige leden	:	Prof.dr.drs. F.A.H. Janszen
	:	Prof.dr. C.P. Veerman
		Prof.dr. J.G. Wissema

VOORWOORD

De titel van dit proefschrift luidt: 'Organisatievormen van Research en Development' als managementvraagstuk. Twee belangrijke elementen komen in deze titel naar voren: organisatie en onderzoek. De onderzoeksvolgorde van deze dissertatie weerspiegelt een geleidelijke ontwikkeling van theorie naar praktijk en wederom naar theorie. Van onderzoekspresentaties in Nederland naar internationale congressen in het buitenland, in Zweden, West-Duitsland, Engeland en Frankrijk. Voor mij ligt de grootste uitdaging in modelbouw en casestudies. Meer recent is hieraan toegevoegd de marketing en presentatie van de resultaten van het onderzoek. Hierbij zijn vele personen mij tot inhoudelijke en morele steun geweest. Als eerste noem ik mijn promotor Frans van den Bosch, mijn ouders, Prof.dr. C.P. Veerman, mijn 'vader' collega Peter de Wolf en mijn vrienden. Daarnaast noem ik managers van de ondernemingen Akzo Pharma, DSM, Duphar, Gist-Brocades en Unilever. Deze hebben met geduld getracht een bijdrage te leveren aan de brug tussen organisatie in theorie en praktijk. Later hebben enige hoogleraren mij gestimuleerd tot een verdere ontwikkeling op theoretisch gebied. Dit geldt in het bijzonder voor Prof. dr. Håkansson uit Uppsala (Zweden) en Prof. dr. Klaus Brockhoff uit Kiel (West-Duitsland). Tenslotte noem ik de finale ondersteuning van Wil Sommerling-Geurtsen die met vlijt de 'typische' lay out van mijn proefschrift heeft aangepast aan de externe norm. En vergeet ik niet de steun van het BIC, in het bijzonder de dames Jacobson en Flamand, bij het vinden van boeken, artikelen en data. Tenslotte dank ik ook de vele overige personen buiten en binnen de Eramus Universiteit Rotterdam die hun medewerking verleend aan de totstandkoming van mijn proefschrift. De cirkel is 'rond', zoals aangegeven op de omslag van mijn proefschrift.

Peter Elfferich

Uitgeverij Eburon
Postbus 2867
2601 CW Delft

Lay-out: Wil Sommeling

ISBN 90-5166-273-4

INHOUD

HOOFDSTUK EEN

INLEIDING

1.1 INLEIDING

In deze dissertatie trachten we een bedrijfskundig model te formuleren waarin organisatievormen van Research & Development (R&D) projecten in de praktijk worden verklaard. We richten ons op het 'make, buy or cooperate'-vraagstuk als onderdeel van het strategisch management van R&D. In de praktijk kan een onderneming kiezen uit een grote variëteit van organisatievormen van R&D projecten. Als voorbeeld noemen we de organisatievormen contractonderzoek, gemeenschappelijke R&D, joint ventures en R&D in eigen beheer. Organisatievormen van R&D projecten kunnen worden onderscheiden naar de mate waarin de acquisitie en exploitatie van technologische kennis worden geïnternaliseerd.[1] In volgorde van toenemende internalisatie van R&D kunnen organisatievormen worden onderscheiden welke corresponderen met de beheersstructuren ('governance structures'): 'R&D verricht door derden' ('buy'-optie), 'R&D in samenwerking met derden' ('cooperate'-optie) en 'R&D in eigen beheer' ('make'-optie). Op basis van het model in hoofdstuk 4 formuleren we drie hypothesen. Deze hypothesen zullen worden getoetst, zowel op geaggregeerd niveau (bedrijfstakniveau) in hoofdstuk 5, als op het niveau van individuele R&D projecten binnen een onderneming (projectniveau) in hoofdstuk 6. We kunnen de te formuleren hypothesen als volgt samenvatten (paragraaf 4.5.2):

1. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D project van een onderneming zal, op korte termijn bezien, toenemen, naarmate een onderneming over meer R&D personeel binnen een zelfde toepassingsgebied beschikt, op het moment dat een project wordt gestart (ceteris paribus).*

2. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D project door een onderneming zal toenemen naarmate de ontwikkelingstermijn van een R&D project langer is (ceteris paribus).*

3. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D project door een onderneming zal afnemen, naarmate een geringer aantal ondernemingen R&D verricht*

binnen een zelfde toepassingsgebied, op het moment dat een R&D project wordt gestart (ceteris paribus).

1.2 ONDERZOEKSVRAAGSTELLING

1.2.1 R&D management en organisatievormen

Deze dissertatie heeft organisatievormen van R&D projecten als onderwerp. Beslissingen over organisatievormen maken deel uit van het zich snel ontwikkelende onderzoeksveld 'strategisch management van R&D' (Cooper 1989, p. 115)[2]. Het management van R&D[3] kan worden opgevat als een vraagstuk, waarbij theorie en praktijk in sterke wisselwerking met elkaar staan. Dit geldt met name voor innovatie, het proces van toepassing van nieuwe ideeën voor de creatie van nieuwe produkten en processen (Galbraith 1982). "Niets is overigens daarbij zo praktisch als goede, integratieve theorieën" (Van den Bosch 1990, p. 291). Wij beogen met deze dissertatie een bijdrage te leveren aan theorievorming op het gebied van management van R&D.

In de praktijk kunnen we drie generaties R&D management onderscheiden (Roussel, Saad & Erickson 1991). In de 'eerste generatie R&D' is de aandacht van het management gericht op de toewijzing van R&D budgetten ('operational/ costs-approach'). Het algemeen management beslist op centraal niveau ('corporate level') over de toewijzing van R&D budgetten. Het R&D management draagt verantwoordelijkheid voor investeringen in onderzoekscapaciteit. 'Tweede generatie R&D' is een aanzet tot het strategisch management van R&D op projectniveau. Het individuele R&D project vormt de schakel tussen het R&D-, divisie- en ondernemingsmanagement. Kenmerkend voor 'derde generatie R&D' is integratie van R&D management binnen de te formuleren ondernemingsstrategie. De onderlinge afstemming van projecten binnen en tussen onderdelen van een onderneming, alsmede binnen de gehele onderneming, staat centraal. De aandacht van het management is gericht op de projectportefeuille van een onderneming, welke bestaat uit diverse technologie-/ marktcombinaties (Pappas 1984, p. 31). Deze benadering is analoog aan de produkt-/marktportefeuillebenadering (zogenaamde 'business approach'; zie: Erickson, Magee, Roussel & Saad 1990, p. 74).

Het uitgangspunt voor de te volgen ondernemingsstrategie betreft de strategische positionering van een onderneming in bedrijfstakken waarbinnen zij wenst te opereren en de toewijzing van produktiefaktoren over functionele managementgebieden als R&D, produktie en marketing (Cooper 1989, p. 115). Het management van R&D wordt opgevat als een investering in met name 'vaardigheden' ('skills').[4]

De beschikking over kennis van elk van de sleutelcomponenten R&D, produktie en marketing vormt een noodzakelijke voorwaarde voor winstgevendheid van ondernemingen (Dill 1990, p. 127). Binnen dit kader kan de aandacht nader worden toegespitst op organisatievormen van R&D, gegeven de projectportefeuille van een onderneming. In het bijzonder of een onderneming bij de verwerving (acquisitie) van technologische kennis beter de technologische kennis in eigen beheer kan ontwikkelen, (joint-) ventures aan kan gaan of voor inlicentiëring van technologische kennis kan kiezen (Roberts & Berry 1985, p. 5-9).

Recentelijk heeft het R&D management-vraagstuk evenwel een bredere basis gekregen (zogenaamde 'policy approach', zie: Ford & Farmer 1986, p. 58), namelijk op welke R&D activiteiten een onderneming zich het best kan richten. 'Corporate strategy'-beslissingen betreffen de keuze binnen welke bedrijfstakken een onderneming actief wil zijn en de verdeling van produktiefaktoren over Strategic Business Units (SBU's) en dergelijke (Cooper 1989, p. 115). Het besef is gegroeid, dat niet zozeer de samenstelling van de projektportefeuille van een onderneming, maar de 'core competence' een sleutelrol speelt voor het uitzetten van de ondernemingsstrategie. De 'core competence' betreft het vermogen van ondernemingen technologische en produktievaardigheden te concentreren om zich aan snel wijzigende markten en consumentenvoorkeuren aan te passen (Durand 1988; Prahalad & Hamel 1990, p. 81). Een analyse van organisatievormen van R&D dient dan ook niet uitsluitend te worden beperkt tot de commerciële aantrekkelijkheid van technologische kennis en de markt(-en) voor nieuwe produkten (Cooper 1989, p. 117). Juist op lange termijn speelt een nadere afbakening van de 'core skills' van een onderneming een sleutelrol (Reve 1990, p. 138).[5]

De organisatievorm van R&D is van essentieel belang voor een efficiënte benutting van veelal schaarse produktiefaktoren ('resources'; Håkansson 1990, p. 373). In deze dissertatie richten we ons op dit aspect, namelijk of een onderneming bij de verwerving (acquisitie), en ook commercialisatie (exploitatie), van technologische kennis dit zelf ter hand dient te nemen, aan anderen over kan laten, of in samenwerking met een partner dient te verrichten. Het 'make, buy or cooperate'-vraagstuk als onderdeel van het strategisch management van R&D is het onderwerp van deze disseratie. Hierbij benadrukken we dat we ons beperken tot een analyse van de organisatievormen van R&D vanuit het perspectief van de individuele onderneming. De wenselijkheid van bepaalde organisatievormen uit publiek oogpunt laten we buiten beschouwing (Adams 1991; Jacquemin 1991; Odagiri 1989). Zo besteden we geen aandacht aan de welvaartseffecten van de voorkeur voor samenwerking op R&D gebied boven R&D in eigen beheer. Enige voordelen van samenwerking op R&D gebied betreffen: een meer vrije verspreiding van technologische kennis, minder problemen met eigendomsrechten, minder duplicatie

van (vrijwel) identieke R&D, een efficiëntere benutting van schaarse produktiefaktoren en het terugdringen van diverse vormen van onzekerheid (paragraaf 2.1), verbonden aan R&D. Mogelijke nadelige welvaartseffecten van samenwerking op R&D gebied zijn: een vertraging van het tempo van R&D, een geringer volume output van R&D en imitatie van produkten door concurrerende partners waarmee wordt samengewerkt (Adams 1991, p. 233-235).

1.2.2 Empirie

In de praktijk speelt het 'make buy or cooperate'-vraagstuk niet alleen voor de onderneming als geheel ('corporate level'), maar ook in het bijzonder voor het management van R&D projecten ('project level'). Zo is in de door ons geraadpleegde literatuur uitvoerig aandacht besteed aan R&D samenwerkingsverbanden. We noemen theoretische bijdragen (Richardson 1972; Stigler 1951; Teece 1980), empirische studies op bedrijfstakniveau (Calantone & Benedetto 1988; Levy 1984; Marity & Smiley 1983; Pisano 1990; Shan 1990) en, meer recentelijk, casestudies (Moenaert & Deschoolmeester 1990; Smith & Fleck 1988; Teece 1987). De keuzeproblematiek met betrekking tot het aangaan van samenwerkingsverbanden op R&D-gebied maakt deel uit van een bredere vraagstelling, namelijk welke organisatievorm ondernemingen prefereren. Bijvoorbeeld contractonderzoek, joint ventures, overname van innovatieve ondernemingen en R&D in eigen beheer (Granstrand & Sjölander 1990, p. 40). De kernvraag van het empirische gedeelte van onze dissertatie betreft een verklaring van organisatievormen van R&D projecten welke we in de praktijk aantreffen.

In het empirische gedeelte van deze dissertatie nemen we trends in organisatievormen binnen het technologiecluster 'biotechnologie', alsmede een aantal cases van lopende R&D of recentelijk afgeronde R&D projecten onder de loupe. Deze cases zijn het resultaat van onder meer interviews met R&D managers van grote internationale ondernemingen in Nederland. We plaatsen het vraagstuk inzake organisatievormen op projectniveau binnen de context van voornoemde 'make, buy or cooperate'-afweging op ondernemingsniveau ('corporate level'). Omdat de keuze van de organisatievormen van R&D projecten en de beheersstructuur van R&D van ondernemingen naar onze mening onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden.

1.2.3 Theorie

In het theoretische gedeelte van de dissertatie zullen we ons richten op de beheersstructuur van R&D (Williamson & Ouchi 1981, p. 102-105). In theorie kan het

strategisch management proces worden opgevat als een voortdurende aanpassing van de 'capabilities', in het bijzonder de toewijzing van produktiefaktoren, aan de omgeving waarbinnen een onderneming opereert (Teece 1985, p. 35). De omgeving waarbinnen een onderneming opereert kan onder meer kan worden ingedeeld in het economische, alsmede het technologische, politieke en sociale segment (Fahey & Narayanan 1986, p. 28). Twee verklarende faktoren karakteriseren elk van de omgevingssegmenten, namelijk: 'onzekerheid'[6] en 'afhankelijkheid'[7] (Aldrich 1979, p. 106-135; Lawrence & Dyer 1983, p. 4-5). In theorie kan R&D management derhalve worden opgevat als een dynamische koppeling tussen een onderneming enerzijds en de omgeving, gekarakteriseerd door de faktoren 'afhankelijkheid' en 'onzekerheid', anderzijds (Van den Bosch 1989).

We merken op dat met betrekking tot het 'make, buy or cooperate'-vraagstuk in op neoklassieke leest geschoeide theorieën de aandacht met name wordt gericht op de locatie van produktiefaktoren op een gegeven tijdstip. Het gaat om de vraag of de produktiefaktoren, waarmee R&D wordt verricht, eigendom zijn van de onderneming zelf of van een derde, welke R&D in opdracht van de onderneming verricht.

Binnen een aantal invalshoeken wordt onderkend dat de toewijzing van produktiefaktoren een dynamisch proces is (Dosi & Orsenigo 1988, p. 14). Op mesoniveau wordt binnen diverse invalshoeken aandacht besteed aan de dynamiek van marktstructuren (Nelson & Winter 1982; Schumpeter 1978; Utterback & Abernathy 1975). Binnen zogenaamde 'proces'-benaderingen wordt de volgtijdelijkheid van organisatievormen op projectniveau nader belicht (Kay 1988).[8] De dynamiek van beheersstructuren vormt een interessant veld voor toekomstig onderzoek (Reve 1990, p. 158). Daarbij is de faktor tijd het bindend element (Van den Bosch & Elfferich 1991c). In de strategisch management literatuur wordt steeds meer aandacht geschonken aan relaties binnen en tussen organisaties met als doel het verkorten van de ontwikkelingstermijn van nieuwe produkten (Allen & George 1989, p. 107). Zo vinden we aanzetten tot een dynamische benadering van organisatievormen en beheersstructuren onder meer in Galbraith (1967), Lawrence & Lorsch (1969), Moenaert & Deschoolmeester (1990), Rothwell & Whiston (1990), Stigler (1951) en Teece (1987).

Met behulp van een analytisch bedrijfskundig model trachten wij een bijdrage te leveren aan een koppeling tussen theorie en praktijk van het strategisch management van R&D. In dit model zullen we een aanzet geven tot een verklaring van de verscheidenheid van R&D organisatievormen van R&D projecten in de praktijk. Hierbij onderscheiden we organisatievormen van R&D projecten naar de mate van internalisatie van R&D. Als verklarende variabelen hanteren wij: het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een on-

derneming beschikt, de termijn, benodigd voor de commercialisatie van technologische kennis (in het vervolg aangeduid als: 'ontwikkelingstermijn') en het aantal ondernemingen met vaardigheden ('skills') binnen een zelfde toepassingsgebied. Deze drie variabelen zijn een operationalisering van de drie in de nader te bespreken theoretische bijdragen aangestipte sleutelfaktoren: 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'.

1.3 MOTIVATIE

1.3.1 Empirie

Produktie en R&D zullen in de jaren '90 tot de belangrijkste functionele managementgebieden gaan behoren (Porter 1990, p. 74). Levenscycli van diverse produkten zullen verkorten door versnelde technologische ontwikkeling, zich snel wijzigende consumentenvoorkeuren en hogere kwaliteitseisen. Het strategisch management van R&D kan worden getypeerd door een grote mate van onzekerheid, in het bijzonder met betrekking tot de commercialisatie van nieuwe technologische kennis (Pavitt 1990; Teece 1987). In een aantal technologieclusters, waaronder 'biotechnologie', is er sprake van een intensieve tijdsconcurrentie (Sapienza 1989, p. 291). Het gaat om 'the reward of being the first', zoals Kamien en Schwartz (1982, p. 107) aanduiden. Veel ondernemingen zijn gedwongen tot het versneld opbouwen van een 'core competence' (Prahalad & Hamel 1990), veelal, maar niet noodzakelijkerwijs, gekoppeld aan het opvoeren van de R&D inspanning. De uitkomst van het concurrentieproces zal mede worden bepaald door het commerciële succes van R&D (Franko 1989). In de jaren '90 zal strategisch management van R&D het functionele managementgebied zijn waarop ondernemingen wereldwijd concurreren: "In the current international environment, a company's ability to innovate is rapidly becoming the primary source of its ability to compete succesfully", aldus Bartlett & Ghosal (1990, p. 216). Hierbij speelt de organisatie van R&D een belangrijke rol (Lawrence & Lorsch 1969; Rothwell & Whiston 1990).

Gedurende de laatste helft van de negentiende en de eerste helft van de twintigste eeuw verrichtten ondernemingen onderzoek veelal zelfstandig (Teece 1988, p. 157). Versnelling in de ontwikkeling van technologische kennis dwingt ondernemingen tot een voortdurende herdefiniëring van de grenzen van hun organisatie. Dit geldt in het bijzonder voor ondernemingen die opereren binnen het technologie-cluster 'biotechnologie' (Orsenigo 1989, p. 145). In de loop van deze eeuw zijn ondernemingen geconfronteerd met het probleem dat zij over onvoldoende financieringsmogelijkheden, markttoegang of complementaire technologische kennis

beschikken. Ter discussie kwam de vraag of ondernemingen beter (onderdelen van) R&D zelf ter hand dienen te nemen, uit kunnen besteden of in samenwerking met derden dienen te implementeren. Het belangrijkste motief van ondernemingen voor samenwerking op R&D gebied is verschoven van onvoldoende financieringsmogelijkheden, via toetredingsbarrières op produktmarkten, naar complementariteit van technologische kennis. Deze kennis kan deel uitmaken ven verschillende technologieclusters, bijvoorbeeld 'biotechnologie', 'electronica', 'chemie' en 'nieuwe materialen' (Fildes 1990, p. 68).

We hebben geschetst dat de overdracht van technologische kennis niet alleen binnen, maar ook tussen individuele of groepen organisaties plaats kan hebben. Binnen dit kader onderscheidt Root (1988, p. 69-70) 'intrafirm', 'interfirm' en 'market transactions'. Naast interne integratie van functionele management activiteiten binnen een onderneming (Lawrence & Lorsch 1969) wordt externe integratie tussen toeleveranciers, bijvoorbeeld van componenten, en producenten van steeds groter belang (Imai 1988). Rothwell en Whiston (1990, p. 195) wijzen er op dat:

> "What in fact is occurring is an increased degree of strategic integration between companies along a variety of both vertical and horizontal inter-firm relationships".

Bovendien zijn op mesoniveau netwerken tussen clusters van ondernemingen en bedrijfstakken één van de sleutels van het concurrentievoordeel van een land (Office of Technology Assessment 1990, p. 151-170). Naar onze mening is een nadere analyse van R&D organisatievormen een uitdaging, omdat dit onderwerp een belangrijk aspect is van het strategisch management van R&D en één van de faktoren welke het concurrentieel voordeel van zowel individuele ondernemingen als landen bepaalt.

1.3.2 Theorie

Theorievorming op het gebied van strategisch management in het algemeen en de organisatie van R&D in het bijzonder vormt een uitdaging (Teece 1985, p. 35). Hierbij verdienen naar onze mening tenminste vier punten nader aandacht.

1) De aandacht wordt gericht op de in- en externe organisatie van een onderneming. De technologische en organisatorische kennis waarover een onderneming beschikt verandert met de tijd (Pennings 1989, p. 7-10). De strakke grens, welke veelal wordt getrokken tussen markt en onderneming, blijkt te kunnen verschuiven (zowel bij externalisatie als internalisatie van R&D) en vervagen (bij samenwerking). De dynamiek van grenzen van organisaties vraagt om een nadere bestudering (Van den Bosch 1990; Orsenigo 1989;

Pisano 1990). Zo merkte Schumpeter (1978) reeds op dat de organisatiestructuur van markt en onderneming zich voortdurend ontwikkelt. Tevens benadrukte Schumpeter het belang van organisatievormen voor het concurrentieel voordeel van een onderneming.

2) De functionele management activiteit R&D in het bijzonder draagt een onzeker karakter. Dit geldt met name voor de commercialisatie van nieuwe technologische kennis. In de literatuur blijft een nadere afbakening van het begrip 'onzekerheid', inherent aan R&D, veelal beperkt tot een onderscheid tussen 'afzetonzekerheid', 'technologieonzekerheid' en 'financiële onzekerheid' (Kamien & Schwartz 1982, p. 109-110).[9] Aan onzekerheid, welke in verband met contractuele problemen tussen actoren veelal onmeetbaar en onverzekerbaar is (Kay 1988, p. 282), wordt minder aandacht besteed (Teece 1988, p. 258-264; Williamson 1990, p. 15-16). Dit geldt in het bijzonder voor onzekerheid welke samenhangt met de lengte van een contracttermijn.

3) Theorievorming met betrekking tot de 'make, buy or cooperate'-problematiek bevindt zich tot op heden in een beginstadium. Naar onze mening bieden de transactiekosten- en agencytheorie nuttige aanknopingspunten (Aoki & Williamson 1990, p. 8-16; Dosi 1988, p. 1133). Daarnaast kunnen de 'resource dependence'- (Pfeffer & Salancik, 1978) en 'proces'-benadering (Dill 1990) aanknopingspunten bieden voor theorievorming. Dit geldt zowel voor de verklaring van samenwerkingsverbanden binnen de private sector als tussen de private sector en andere sectoren, bijvoorbeeld universiteiten. Zo doet Killing (1980) een aanzet tot een dynamische benadering van organisatievormen. Hierbij legt hij een koppeling tussen de organisatievorm van functionele management activiteiten en de contracttermijn.[10] Voor zover wij hebben kunnen nagaan, wordt in voornoemde theorieën aan de dynamiek van organisatievormen evenwel nauwelijks aandacht besteed. Terwijl theorieën, welke daar wel aandacht aan besteden, bijvoorbeeld de dynamische theorieën van Schumpeter (1978) en Utterback & Abernathy (1975), uitsluitend de marktstructuur of interne organisatiestructuur van een onderneming in beschouwing nemen. Dat de keuzeproblematiek inzake beheersstructuren zowel voor markt- als interne organisatiestructuur van een onderneming consequenties kan hebben wordt buiten beschouwing laten. In dit verband wijst Mattson (1987, p. 213) op het belang van de onderlinge afhankelijkheid tussen ondernemingen, de duur en 'timing' van strategische activiteiten.

4) Tot op heden ontbreekt een analytisch bedrijfskundig model, waarin de grote verscheidenheid van R&D organisatievormen welke wij in de praktijk aantref-

fen, wordt verklaard. Dit houdt mogelijkerwijs verband met problemen welke zich voordoen bij de vertaalslag tussen R&D management in theorie en praktijk. Zoals we uit de deze en de vorige paragraaf 1.3.1 naar voren komt, lijkt een dergelijk model van groot belang, zowel uit wetenschappelijk als praktisch oogpunt.

Hierbij tekenen we aan dat Moenaert & Deschoolmeester (1990), Pisano (1990) en Shan (1987, 1990) een aantal empirisch toetsbare hypothesen met betrekking tot 'make, buy or cooperate'-beslissingen hebben geformuleerd en getoetst. De op basis van ons model geformuleerde hypothesen zijn gedeeltelijk analoog aan die van Pisano (1990). Shan (1987) besteedt enige aandacht aan de formulering van een theoretisch model dat ten grondslag ligt aan de hypothesen welke in de empirie kunnen worden getoetst. Tot op heden hebben wij echter in de strategisch management literatuur een analytisch integraal model, waarin de belangrijkste in de praktijk voorkomende organisatievormen van R&D projecten kunnen worden verklaard, nog niet aangetroffen.

1.4 ORGANISATIE DISSERTATIE

In figuur 1-1 hebben we de organisatie van de hoofdstukken van deze dissertatie weergegeven. Hierbij hebben we twee hoofdstukken buiten beschouwing gelaten, namelijk hoofdstuk 1 (INLEIDING) en hoofdstuk 7 (SAMENVATTING EN CONCLUSIES). Bij een nadere indeling van deze dissertatie zijn naar onze mening twee dimensies van belang: de koppeling tussen theorie en praktijk, welke wordt weerspiegeld door een nadere operationalisatie van verklarende faktoren en de (theoretische) samenhang tussen (te verklaren en verklarende) faktoren onderling.

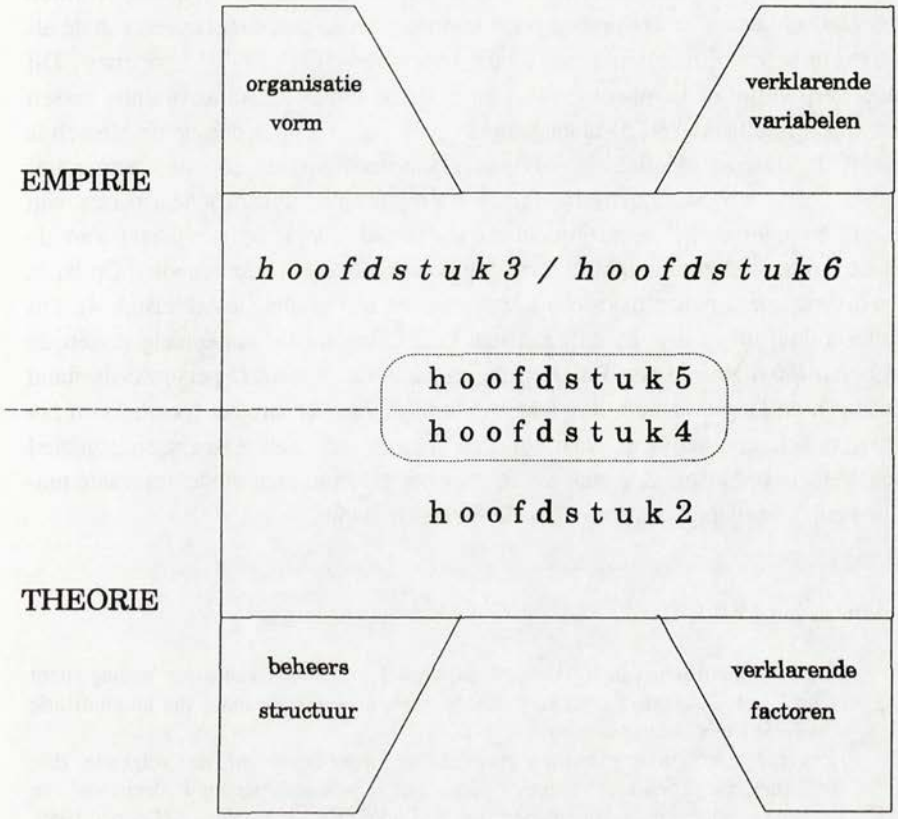
In hoofstuk 2 (THEORIE) gaan we nader in op theorieën waarin het 'make, buy or cooperate'-vraagstuk ter sprake komt. We richten ons derhalve op de beheersstructuur welke aan organisatievormen van R&D projecten ten grondslag ligt. Overigens zullen we in zowel hoofdstuk 2 als hoofdstuk 3 een indeling in drie analyseniveaus hanteren: meso-, micro en structureel. Vervolgens gaan we na welke faktoren ('constructs') R&D beheersstructuren zouden kunnen verklaren en hoe de te verklaren beheersstructuur mogelijkerwijs samenhangt met verklarende faktoren. In paragraaf 1.2 kwam reeds ter sprake dat de belangrijkste verklarende faktoren 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' zijn. In hoofdstuk 3 (EMPIRISCHE STUDIES) wordt onder de loupe genomen welke organisatievormen met welke verklarende variabelen in verband zijn gebracht in de door ons gesignaleerde litera-

tuur. Aan de in ons model gehanteerde verklarende variabele 'ontwikkelingstermijn van een R&D project' wordt evenwel geen aandacht besteed.

Uit figuur 1-1 blijkt dat hoofdstuk 4 een scharnierfunctie tussen theorie en empirie vormt. In dit hoofdstuk wordt op basis van de in hoofdstuk 2 besproken organisatietheorieën de (te verklaren faktor) beheersstructuur in verband gebracht met drie verklarende faktoren, namelijk 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Vervolgens besteden we nader aandacht aan een operationalisering van de verklarende faktoren. Hierbij benutten we de in hoofdstuk 2 besproken operationalisatie van faktoren door derden, alsmede de resultaten van interviews welke aan bod komen in hoofdstuk 6. Het volume van het R&D personeelsbestand, de lengte van de ontwikkelingstermijn van een R&D project en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied zijn nadere operationalisaties van de verklarende faktoren. Hierna komt het model aan bod, dat uitmondt in drie hypothesen, waarin de organisatievorm van R&D projecten wordt verklaard. Zoals reeds ter sprake is gekomen, behelzen deze hypothesen dat de mate van internalisatie van een R&D project toeneemt met de omvang van het R&D personeelsbestand, de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project en afneemt met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen hetzelfde toepassingsgebied. Vervolgens toetsen we deze drie hypothesen op bedrijfstakniveau in hoofstuk 5 en op projectniveau in hoofdstuk 6. Hiermee trachten we tegemoet te komen het 'multi niveau'-karakter van R&D organisatievormen. In hoofdstuk 6 zullen aan de hand van kwalitatieve data van moderne Amerikaanse 'high tech'-ondernemingen in de biotechnologiesector op de hypothesen gebaseerde stellingen worden getoetst. Hierbij beperken we ons tot de zogenaamde 'cooperate'/'sell'-afweging, welke zich voordoet bij de exploitatie van technologische kennis. In hoofdstuk 6 (CASES) komen door ons verrichte casestudies aan bod. Het doel van hoofdstuk 6 is drieledig:

1) Een evaluatie van het belang van diverse verklarende variabelen in de opvatting van geïnterviewde managers van R&D projecten. Hiermee verkrijgen we een terugkoppeling naar het model in hoofdstuk 4.
2) Een toetsing van de in hoofdstuk 4 geformuleerde hypothesen.
3) Het plaatsen van R&D organisatievormen binnen het kader van de door een onderneming gevolgde R&D strategie. We hebben R&D organisatievormen in de empirie derhalve geanalyseerd op twee niveaus: bedrijfstak- en projectniveau.

Figuur 1-1 Samenhang hoofdstukken



Uit de door ons beschreven organisatie van de dissertatie komt de in paragraaf 1.2 beschreven wisselwerking tussen theorie en empirie naar voren. We zien dat we achtereenvolgens uit voor ons relevante managementtheorieën (hoofdstuk 2) en door derden verrichte empirische studies (hoofdstuk 3) de basis voor ons model hebben afgeleid. Aan de hand van de door ons verrichte casestudies zijn we de verklarende variabele ontwikkelingstermijn op het spoor gekomen. Hierna hebben we de definitieve versie van het model toegepast als basis voor een empirische toetsing, zowel op bedrijfstakniveau (hoofdstuk 5) als op projectniveau (hoofdstuk 6).

1.5 BESLUIT

Het onderwerp van deze dissertatie betreft een verklaring van organisatievormen van R&D projecten, welke op hun beurt kunnen worden ingedeeld in één van de alternatieve beheersstructuren 'make', 'buy' (respectievelijk 'sell') of 'cooperate'. Dit onderwerp vormt een uitdaging, met name omdat een adequate aansluiting tussen theorie en praktijk van R&D management op dit punt tot op heden op problemen is gestuit. In diverse theorieën wordt nader aandacht besteed aan de comparatief statische aspecten van organisatievormen enerzijds en de dynamische aspecten van markt- en interne organisatiestructuren anderzijds. De volgtijdelijkheid van de gekozen organisatievormen blijft daarbij grotendeels buiten beschouwing. Op basis van diverse managementtheorieën komen we tot een model (in hoofdstuk 4). Dit model mondt uit in drie hypothesen met betrekking tot de samenhang tussen de mate van internalisatie van R&D en de omvang van het R&D personeelsbestand (positief), de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project (positief) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (negatief). In hoofdstuk 2 nemen we de voor het te formuleren model relevante management- en organisatietheorieën nader in beschouwing.

Noten bij hoofdstuk 1

1. Onder internalisatie van R&D verstaan we het uitoefenen van meer 'management control' over R&D. In paragraaf 4.2.3. bespreken we hoe de mate van internalisatie van R&D kan worden gemeten.
2. Het strategisch management van R&D is opgebouwd uit de volgende drie componenten: 'corporate strategy decisions', 'business strategy decisions' en 'decisions about organizational structure and administrative systems' (Cooper 1989, p. 115).
3. Gedefinieerd als het management van onderzoek, produkt- en procesontwikkeling en produktontwerp (Erickson e.a. 1990, p. 73).
4. Pappas (1984, p. 230) duidt erop dat: "Technology should be viewed as an asset. Traditionally, technology has been treated as an isolated, project based phenomenon, rather than as a strategic resource".
5. A.G.M. van Asseldonk (1991, p. 517) onderscheidt als dimensies van het concurrentievoordeel: *produkt*: primaire faktorkostenvoordelen; *produkt-/ marktcombinaties*; *technologie*: differentiatievoordelen en *cultuur*. P. Cayseele & H. Schreuder (1988, p. 1155) wijzen op mobiliteitsbarrières als basis voor concurrentieel voordeel: *marktgerichte strategieën* als assortiment, distributiekanalen en merknaamreputatie, *aanbodkarakteristieken* als schaalvoordelen en R&D capaciteit en *ondernemingskarakteristieken* als eigendomsverhoudingen, grootte en structuur.
6. Met 'onzekerheid' wordt veelal gedoeld op veranderingen van concurrentieverhoudingen, technologische ontwikkeling en overheidsbeleid in de tijd (Lawrence &

Dyer 1983, p. 6). Onzekerheid kan ook worden afgemeten aan de omvang van coördinatieproblemen binnen alternatieve beheersstructuren als 'markt' en 'hierarchie' (Williamson & Ouchi 1981, p. 139).

7. Afhankelijkheid betreft met name schaarste van materialen, 'human resources' en kapitaal (Lawrence & Dyer 1983, p. 6).
8. Kay (1988, p. 283) merkt op dat naarmate een project verder is gevorderd, het ondernemingsspecifieke karakter van R&D afneemt, de kosten toenemen, onzekerheid afneemt en hierarchische interne organisatiestructuren eerder de voorkeur verdienen.
9. Kay (1988, p. 282) duidt deze drie vormen van onzekerheid aan als "market uncertainty, which refers to the possible achievement of commercial viable produkt or process", "technical uncertainty, which is concerned with the achievement of specified performance and cost level" en "general business uncertainty, which refers to all decisions in the future".
10. "Contact time between firms and the level of supplier commitment will be a function of the type of license agreement or joint venture" (Killing 1980, p. 39).

HOOFDSTUK TWEE

THEORIE

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk staan theorieën, welke externe organisatievormen van de functionele managementactiviteit R&D kunnen verklaren, centraal. Dit hoofdstuk vormt de theoretische onderbouwing van het model dat in hoofdstuk 4 aan bod komt. Zoals we in paragraaf 1.1. bespraken kunnen organisatievormen worden geclassificeerd naar de onderliggende beheersstructuur: 'make', 'cooperate' en 'buy', respectievelijk 'sell' (Richardson 1972, p. 884-889; Stigler 1951, p. 13-24 en Williamson & Ouchi 1981, p. 112-118). In dit hoofdstuk richten we ons hoofdzakelijk op de onderlinge samenhang tussen het type beheersstructuur en verklarende faktoren. Organisatievormen kunnen ook worden geclassificeerd naar de mate van internalisatie van R&D (CONTROL). In hoofdstuk 4 zetten we nader uiteen hoe diverse organisatievormen en daarmee corresponderende beheersstructuren van R&D (te verklaren variabele) kunnen worden ingedeeld naar de mate van internalisatie (CONTROL).

In dit hoofdstuk richten we de focus op een koppeling tussen de te verklaren faktor, de gekozen beheersstructuur, en verklarende faktoren, in het bijzonder omgevingsfaktoren en ondernemingsspecifieke faktoren (Fahey & Narayanan 1986, p. 29). Daartoe hebben we diverse theoretische invalshoeken ingedeeld naar analyseniveau. Volgens Scott (1987, p. 12-15) kunnen organisatievormen op drie niveaus worden geanalyseerd: het ecologische, structurele en sociaal-psychologische niveau. Het laagste analyseniveau, het sociaal-psychologische niveau, waarin het gedrag van groepen of individuen binnen een onderneming wordt geanalyseerd, laten wij buiten beschouwing. Het ecologische niveau kan worden onderverdeeld in het meso- en het microniveau. In paragraaf 2.2 komt het mesoniveau, bijvoorbeeld de bedrijfstak, produktgroep of technologiecluster (Roobeek 1988), aan bod. In paragraaf 2.3 behandelen we theorieën op microniveau. Onder dit niveau verstaan we het geheel van relaties welke een onderneming met haar directe omgeving, in het bijzonder toeleveranciers en afnemers, onderhoudt. Dit niveau sluit aan bij de 'organisation set'-benadering (Håkansson 1990, p. 145; Scott 1987,

p. 120-121). Het structureel niveau, dat in paragraaf 2.4 centraal staat, betreft onderdelen binnen organisaties als Strategic Business Units (SBU's), R&D-projecten en dergelijke. Het 'make'-, 'buy'- of 'cooperate'-vraagstuk kan derhalve worden geanalyseerd op het niveau van groepen van organisaties, tussen individuele organisaties en binnen organisaties. Diverse theoretische invalshoeken op het meso-, micro- en structurele niveau kunnen worden ingedeeld in twee categorieën omgevingsfaktoren, namelijk 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' (Aldrich 1979, p. 106-135; Fahey & Narayanan 1986, p. 11-12; Lawrence & Dyer 1983, p. 4-5).[1] Fahey & Narayanan (1986, p. 11) wijzen er op dat:

> "Information based theories focus primarely attention to the degree of uncertainty confronting organizations, whereas resource-based theories focus on the degree to which the organization is dependent on the others for vital resources"

In de hiernavolgende paragrafen gaan we na hoe beheersstructuren onder meer kunnen worden verklaard uit de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Voorts besteden we aandacht aan mogelijke aanknopingspunten voor een nadere operationalisering van verklarende faktoren met verklarende variabelen. Evenals Kamien & Schwartz (1982, p. 109-110) onderscheiden we in het vervolg van deze dissertatie diverse vormen van onzekerheid: technologieonzekerheid, vraagonzekerheid en financiële onzekerheid. We definiëren deze vormen van onzekerheid als volgt:

1) *Technologieonzekerheid*: onzekerheid met betrekking tot de *totale (cumulatieve) kosten* van een R&D-project.

2) *Vraagonzekerheid*: ('demand uncertainty', Harrigan 1986, p. 542). Vraagonzekerheid kan worden onderverdeeld in marktonzekerheid en afzetonzekerheid. *Marktonzekerheid* betreft onzekerheid inzake het *tijdstip* waarop een concurrerende technologische kennis op de markt wordt gebracht. *Afzetonzekerheid* ('sales uncertainty') betreft onzekerheid met betrekking tot de *afzet* van een onderneming in een bepaalde periode.

3) *Financiële onzekerheid*. Hieronder verstaan we onzekerheid inzake de mate waarin nieuwe technologische kennis bijdraagt tot de *toegevoegde waarde* van een onderneming in een bepaalde periode.

2.2 THEORIEEN OP MESONIVEAU

In theorieën op mesoniveau wordt concurrentie tussen ondernemingen op basis van prijs, kwaliteit en nieuwe produkten, nieuwe produktiemethoden en organisatievor-

men nader belicht (Douma 1988, p. 228; Schumpeter 1978, p. 57-94). De eenheid van analyse is de bedrijfstak (of technologiecluster). Verondersteld wordt dat de typen en frequentie van relaties tussen organisaties samenhangen met de marktstructuur, of daaraan gerelateerde variabelen als bijvoorbeeld marktconcentratie. De marktstructuur kan worden verklaard uit technologische ontwikkeling (Dill 1990, p. 124). Binnen de (comparatief) statische theorieën wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de betekenis van de marktstructuur op een bepaald tijdstip voor de organisatievorm van R&D. Terwijl in dynamische theorieën technologische ontwikkeling als motor achter evolutie van marktstructuren en organisatievormen van R&D wordt beschouwd.

2.2.1 Statische theorieën

Binnen (comparatief) statische theorieën (d'Aspremont & Jacquemin 1988, p. 1133-1137; Katz 1986, p. 527-543; Porter 1980; Ruiz-Mier 1989, p. 127-141) bepaalt het prijsmechanisme welke activiteiten ondernemingen in eigen beheer verrichten, uitbesteden of in samenwerking met derden verrichten. De organisatievorm van R&D is een resultante van een marktevenwicht op de markten van produktiefaktoren, technologische kennis (de output van R&D) en produkten. Samenwerkingsverbanden worden in hoofdzaak opgevat als een 'sharing-rule' van de output van R&D of de produktiefaktoren waarmee R&D wordt verricht (Katz 1986, p. 530).[2] Alle op een markt opererende ondernemingen zijn identitiek. Dit houdt in dat deze dezelfde produktiefunctie kennen en, gegeven de marktprijs van een produkt, alle een gelijk outputvolume voortbrengen. Binnen dit kader kan door ondernemingen verrichte R&D worden opgevat als een produktiefunctie waarbij met produktiefaktoren (inputs) als menselijk en fysiek kapitaal technologische kennis of nieuwe produkten (outputs) wordt voortgebracht. Binnen deze theorieën wordt evenwel geen aandacht besteed aan diverse vormen van onzekerheid (paragraaf 2.1).

Organisatievormen van R&D kunnen worden gekarakteriseerd met een aantal parameters, met als belangrijkste het volume van de R&D input van een onderneming en het gedeelte van de kosten van R&D dat door de onderneming zelf wordt gedragen (Ruiz-Mier 1989, p. 129-131). We merken op dat een nader onderscheid tussen het volume van R&D en de mate van internalisatie van R&D van belang is.

Het belangrijkste motief voor het delen van kosten van R&D tussen samenwerkende ondernemingen, is een marktfeilen, bijvoorbeeld 'spill-overs': het vloeien van technologische kennis (output) naar andere ondernemingen, welke daarvoor geen prijs betalen (d'Aspremont & Jacquemin 1988, p. 1135). Organisatievormen

als 'joint research' en 'joint ventures' kunnen gepaard gaan met omvangrijke 'spill-overs'. Naarmate de omvang van 'spill-overs' groter is zullen ondernemingen eerder geneigd zijn een groter gedeelte van de kosten van R&D te delen met anderen. Volgens Katz (1986, p. 528) remmen een eventuele verlaging van de produktiekosten en verhoging van de ondernemingswinst van de samenwerkingspartner de samenwerkingsgeneigdheid van een onderneming evenwel af. Het gezamenlijk op de markt brengen van nieuwe produkten (output) kan worden verklaard uit een streven naar 'collusie'. Dit is aantrekkelijk bij een geringe concurrentie op de markt (Koutsoyiannis 1979, p. 237-254). De structuur van de markt voor eindprodukten is derhalve van belang voor de keuze uit alternatieve organisatievormen. Volgens Katz (1986, p. 528) zullen samenwerkingsverbanden de geneigdheid meer R&D te verrichten stimuleren, omdat mogelijke externe effecten als gevolg van 'spill overs' van R&D worden geïnternaliseerd. Een eventuele verlaging van de produktiekosten en verhoging van de ondernemingswinst van de samenwerkingspartner remmen de samenwerkingsgeneigdheid evenwel af.

We concluderen dat binnen de (comparatief) statische neo-klassieke invalshoeken organisatievormen van R&D worden gekoppeld aan een feilen op de markt voor technologische kennis en de mate van concurrentie op de produktmarkt. De verklarende faktoren 'onzekerheid', alsmede de mate van specialisatie ('asset specificity') van produktiefaktoren van individuele ondernemingen, worden hierbij buiten beschouwing gelaten.

2.2.2 Dynamische theorieën

In dynamische theorieën wordt aandacht geschonken aan de volgtijdelijke wisselwerking tussen de fase van de levenscyclus van een technologie, (vraag-)onzekerheid en marktstructuur. Zowel op de markt voor produkten als produktiefaktoren. Organisatievormen worden opgevat als het resultaat van de toewijzing van produktiefaktoren tussen ondernemingen. Dynamische invalshoeken onderscheiden zich van statische invalshoeken. Kenmerkend voor deze invalshoeken is dat het ontbreken van een marktevenwicht centraal staat en belang wordt gehecht aan de verklarende faktoren 'onzekerheid' en de mate van specialisatie van produktiefaktoren ('asset specificity').

In diverse dynamische theorieën (Nelson & Winter 1982, p. 139-205; Schumpeter 1978, p. 57-94; Utterback & Abernathy 1975, p. 261-270) is R&D een gegeven (exogeen) dat de marktstructuur (endogeen) beïnvloedt. Nieuwe produkten kunnen hogere ondernemingswinsten opleveren, welke toetreding tot de markt uitlokken. Hierdoor neemt het aantal ondernemingen dat op een markt opereert toe.

Volgens Wolff (1986, p. 1) combineren Nelson & Winter (1982, p. 72-95) de theorie van Schumpeter met de micro-economische beslistheorie. De auteurs verduidelijken dat toetreding van een onderneming tot een markt wordt bemoeilijkt door het specifieke karakter van 'vaardigheden' ('skills') benodigd voor R&D. Welke tezamen met het innovatief vermogen, service, kwaliteit, en routines deel uitmaken van de zogenaamde 'capabilities' waarover een onderneming beschikt. In de evolutietheorie van Nelson & Winter (1982) wordt een onderneming beschouwd als een verzameling van 'capabilities' met een beperkt toepassingsgebied, bijvoorbeeld een segment van een technologiecluster. De 'capabilities' dragen een ondernemingsspecifiek karakter. Deze worden in belangrijke mate bepaald door de ervaring welke een onderneming heeft opgedaan in het verleden (Teece 1989, p. 106):

> "The specific features that account for the ability of a particular organization to accomplish particular things are reflected in the character of the collection of individual member's repertoires, and the possession of particular collections of specialized plant and equipment"

Utterback & Abernathy (1975, p. 639-656) besteden aandacht aan het tijdspatroon van de toewijzing van produktiefaktoren welke benodigd zijn voor de activiteiten R&D, produktie en distributie. Volgens Calantone & Benedetto (1988, p. 13) kan R&D worden geklassificeerd naar de onderliggende beheersstructuur: te weten R&D in eigen beheer of de acquisitie van technologische kennis van derden. De auteurs onderscheiden bij de ontwikkeling van een nieuw produkt of produktieproces drie ontwikkelingsfasen, waarin geleidelijk wordt overgegaan van produkt- naar procesinnovatie: de ongecoördineerde, de gesegmenteerde en de systematische fase. In de ongecoördineerde fase wordt de nadruk gelegd op R&D. In de ongecoördineerde fase heeft met name produktinnovatie plaats om te voorzien in een marktbehoefte in de toekomst. De onzekerheid inzake de omvang van het uiteindelijke marktpotentieel is groot (Utterback & Abernathy 1975, p. 6). R&D heeft voornamelijk plaats in eigen beheer. Dit geldt in het bijzonder als ondernemingen over specifieke 'vaardigheden' ('skills') beschikken of als imitatie door een concurrent met hoge kosten gepaard gaat. In de gesegmenteerde fase neemt de vraagonzekerheid af en treden ondernemingen, welke zich richten op specifieke marktsegmenten, toe tot de markt. In de systematische fase is een produkt gestandaardiseerd en wordt de aandacht gericht op een verbetering van de efficiency van produktie. Op een veelal oligopoïde markt ligt de nadruk op prijsconcurrentie. Ondernemingen zullen de voorkeur geven aan externe acquisitie van een reeds ontwikkelde technologische kennis van toeleveranciers van materialen en apparatuur, inlicentiëring, imitatie en dergelijke. In de gesegmenteerde en systematische fase neemt het ondernemingsspecifieke karakter (exclusiviteit) van nieuwe technolo-

gische kennis af en gaat de exclusiviteit van marketing en produktiefaciliteiten een steeds belangrijker rol spelen. Aan de hand van Utterback & Abernathy's dynamische innovatie theorie kan zowel de behoefte aan uitbesteding van R&D als de mate van vraagonzekerheid in verband worden gebracht met de fase van de technologielevenscyclus.

2.3 THEORIEEN OP MICRONIVEAU

In theorieën op microniveau staan de grenzen van een organisatie centraal. Ondernemingen kunnen worden opgevat als een set van actoren welke verschillende produktiefaktoren benutten voor de implementatie van activiteiten (Håkansson 1990, p. 371). Hiermee onderscheiden deze theorieën zich van het neoklassieke concept van een onderneming, namelijk als coalitie van eigenaars van produktiefaktoren (Alchian & Woodward 1988, p. 70).

Organisatievormen, alsmede de grenzen van organisaties kunnen worden getypeerd naar de locatie van functionele managementactiviteiten: binnen, buiten of op de grenzen van organisatorische eenheden. Voornoemde locaties corresponderen met de beheersstructuren 'make', 'buy' (of 'sell') of 'cooperate'. In de theorieën welke wij de revue laten passeren komen twee sleuteldimensies aan de orde. Namelijk de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Voorts besteden we expliciet aandacht aan een nadere operationalisering van de verklarende faktor 'onzekerheid', omdat deze mede de basis vormt voor het formuleren van toetsbare hypothesen (zie: paragraaf 4.4.2).

2.3.1 Resource dependence theorie

In de resource dependence theorie van Pfeffer & Salancik (1978) wordt de samenhang tussen organisatiestructuur en omgevingskenmerken blootgelegd. Volgens Pfeffer (1978, p. 46) staat in de resource dependence theorie het verband tussen interne en externe organisatiestructuur en economische macht centraal. Organisaties worden in deze theorie opgevat als 'quasi markten', waar controle over produktiefaktoren wordt toegewezen. De afhankelijkheid van produktiefaktoren, produkten en diensten is de eenheid van de analyse. Een scherp onderscheid tussen de inputs, waaronder produktiefaktoren, en output is van belang. De scheidslijn tussen de markt en de onderneming ligt daar waar andere organisaties meer controle over produktiefaktoren uitoefenen dan de onderneming zelf (Pfeffer & Salancik 1978, p. 113). De basis van macht ligt in de voorziening van de sleutelproduktiefaktoren. Pfeffer & Salancik (1978) gaan nader in op twee situationele kenmerken (contin-

gencies), namelijk 'afhankelijkheid' en 'onzekerheid'. Ondernemingen zijn bij transacties in goederen en diensten (economische) afhankelijk van derden, zowel van afnemers als van toeleveranciers. Naarmate een groter gedeelte van de inputs van één leverancier wordt afgenomen of van de output bij één afnemer wordt afgezet, zal de afhankelijkheid van transacties met derden toenemen. Transacties met derden kunnen bovendien zijn omgeven met onzekerheid. De omvang van de transacties tussen een onderneming en haar omgeving fluctueert (gegeven de marktprijs). Voornoemde situationele kenmerken, de mate van afhankelijkheid en onzekerheid, beïnvloeden tezamen de voor R&D te preferen coördinatievorm. Het ondernemingsgedrag kan worden getypeerd als een streven naar stabiliteit met betrekking tot transacties binnen een onderneming en tussen een onderneming en haar omgeving. Dit wordt weerspiegeld in een streven naar een reductie van onzekerheid en afhankelijkheid. Zoals Dill (1990, p. 126) samenvat:

> "Because the environment is the source of scarce and valued resources essential to organizational autonomy and survival, the resource dependence perspective argues that organizations strive to acquire resources that will minimize their dependence".

Naarmate de onzekerheid van transacties toeneemt zal een onderneming trachten te groeien om meer controle over produktiefaktoren ('resources'), waarmee goederen en diensten kunnen worden voortgebracht, uit te oefenen. Een onderneming kan zelfstandig groeien, fuseren, joint ventures aangaan of netwerken vormen. Fusies en joint ventures zijn eerder gericht op een reductie van onzekerheid aan de afnemerszijde van de onderneming dan op een streven naar winst of marktmacht. Daarnaast speelt bij joint ventures een reductie van afhankelijkheid van 'human resources' een rol. Organisatievormen als netwerken en joint ventures zullen boven interne groei en fusies worden geprefereerd naarmate de behoefte aan organisatorische flexibiliteit toeneemt (Pfeffer & Salancik 1978, p. 113-141). Pfeffer en Salancik (1978, p. 228) koppelen organisatievormen en de mate van controle over produktiefaktoren aan omgevingsfaktoren. Zij benadrukken dat de organisatievorm slechts gedeeltelijk wordt bepaald door de omgeving:

> "While the environment (or more correctly, actions of others in the environment), may present contingencies that create problems for the organisation, those actions must be enacted and considered by organisational members".

Aan de hand van de resource dependence theorie kan de geneigdheid R&D te internaliseren (te verklaren variabele) worden verklaard uit de faktor 'afhankelijkheid' (marktstructuur), zowel aan de afnemers- als toeleverancierszijde van een onderneming. Dit geldt in het bijzonder met betrekking tot 'human resources'.

2.3.2 Transactiekostentheorie

Volgens Wolff (1986, p. 2) worden in de transactiekostentheorie (Aoki & Williamson 1990; Williamson & Ouchi 1981) organisatietheorie en micro economische beslistheorie met elkaar gecombineerd. Ten behoeve van een nadere analyse van organisatievormen vullen de transactiekostentheorie en evolutie theorie van Nelson & Winter (1982) elkaar aan. In de transactiekostentheorie worden organisaties opgevat als beheersstructuren van transacties. De transactie is derhalve de eenheid van analyse. Williamson (1981, p. 131) definieert een transactie als volgt:

> "A transaction may thus be said to occur when a good or service is transferred across a technologically separable interface".

Binnen dit kader kunnen we R&D opvatten als een overdracht van technologische kennis, eventueel gekoppeld aan en overdracht van produktiefaktoren. Dit in tegenstelling tot de neo-klassieke invalshoeken (zie: paragraaf 2.2.1.) waarin R&D wordt opgevat als een produktiefunctie, waarbij technologische kennis wordt voortgebracht. Transacties kunnen plaatshebben tussen produktiefaktoren of organisaties van produktiefaktoren als teams, divisies en gehele ondernemingen. Transacties kunnen betrekking hebben op produkten, diensten, technologische kennis en produktiefaktoren (Williamson 1990, p. 3-25). De (in economisch opzicht) meest doelmatige en effectieve beheersstructuur en kenmerken van transacties worden met elkaar in verband gebracht.

Beheersstructuur

De te verklaren faktor is de beheersstructuur van transacties. De beheersstructuur kent als uitersten: de markt, transacties op 'spot'-basis ('market governance') en 'interne organisatie', transacties onder gemeenschappelijk beheer ('unified governance'). Met als tussenvorm samenwerkingsverbanden tussen organisaties ('bilateral governance', Williamson & Ouchi, 1981, p. 102-105). De 'make-, buy- or cooperate'-problematiek vormt de kern van de transactiekostentheorie. We kunnen de beheersstructuur van R&D op drie niveaus analyseren:

1) De markt voor technologische kennis.
2) De markt voor de produktiefaktoren.
3) De markt voor organisaties van produktiefaktoren,[3] bijvoorbeeld teams, onderdelen van ondernemingen als Strategic Business Units (SBU's) of gehele ondernemingen.

In het geval van de 'buy'-optie verwerft een onderneming uitsluitend de technologische kennis (output) van derden, bijvoorbeeld in de vorm van inlicentiëring en contractonderzoek. De produktiefaktoren waarmee R&D kan worden verricht blijven volledig eigendom van derden. Bij volledige internalisatie ('make'-optie) is de onderneming eigenaar van alle benodigde produktiefaktoren (inputs) waarmee R&D kan worden verricht. Tenslotte zal een onderneming bij de 'cooperate'-optie (gedeeltelijke internalisatie) zowel technologische kennis van derden verwerven als met eigen produktiefaktoren ontwikkelen (Shan, 1987, p. 1-2).

We concluderen dat beheersstructuren zich van elkaar onderscheiden door de mate van 'managementcontrol' die een onderneming uitoefent over produktiefaktoren. Naarmate een onderneming een groter gedeelte van transacties ten behoeve van R&D internaliseert, zal een onderneming over een groter gedeelte van de produktiefaktoren, waarmee R&D kan worden geïmplementeerd, controle uitoefenen. Transacties in produktiefaktoren tussen organisaties brengen derhalve een verandering van de beheersstructuur teweeg.

Gedrag

Bij de 'make, buy or 'cooperate'-afweging zullen de produktie- en transactiekosten tezamen van alternatieve coördinatiemechanismen tegen elkaar worden afgewogen (Malone 1985, p. 4; Williamson & Ouchi 1981, p. 110)[4]. Binnen deze benadering zal een bepaalde beheersstructuur boven een andere worden geprefereerd indien de som van de produktie- en transactiekosten lager is dan van het alternatief.

Het gedrag van agenten hangt samen met twee verklarende variabelen: 'onzekerheid' en marktconcentratie. Volgens Simon (1978, p. 1-16) heeft onzekerheid, waarmee transacties (ook transacties in produktiefaktoren) kunnen zijn behept, tot gevolg dat het gedrag het beste kan worden getypeerd als 'beperkt rationeel' (Simon, 1978, p. 1-16). Managers welke opereren onder tijdsdruk nemen beslissingen welke gekenmerkt worden door lokale optimaliteit. Bovendien kan marktconcentratie (een gering aantal aanbieders of vragers op een (quasi-)markt) leiden tot opportunistisch gedrag van bij transacties betrokken agenten. Het gedrag van deze agenten kan worden getypeerd naar de mate van rationaliteit en opportunisme.

Verklarende faktoren

De te verklaren faktor, de beheersstructuur, kan worden verklaard uit de omvang van produktie- en transactiekosten tezamen van alternatieve beheersstructuren van

R&D. De crux van de transactiekostentheorie is dat de neiging transacties in technologische kennis binnen de onderneming te verrichten toeneemt, naarmate de kosten, verbonden aan transacties tussen de onderneming en derden, toenemen. De keuze tussen de beheersstructuren 'make' en 'buy' wordt bepaald door de omvang van transactiekosten van overdracht van technologische kennis. Hierbij kan worden aangetekend dat samenwerking op R&D gebied zal worden geprefereerd boven R&D in eigen beheer of uitbesteding indien twee of meer ondernemingen complementaire technologische kennis voortbrengen waarvan de overdracht (of van produktiefaktoren) met hoge transactiekosten gepaard gaat. (Balakrishan 1989, p. 18; Hennart 1988; Shan 1987, p. 28-36).[5] Waarbij, zoals Williamson (1981, p. 558) aanduidt sprake is van een 'trade-off' tussen produktie- en transactiekosten:

> "Trade-offs between production cost economies (in which the market may be presumed to enjoy certain advantages) and governance cost economies (in which the advantages may shift to the internal market)"

De omvang van de transactiekosten hangt samen met de verklarende variabelen: *onzekerheid*, *transactiespecificiteit* ('asset specificity') van benodigde ondersteunende produktiefaktoren als land, fysiek en menselijk kapitaal en specifieke produktiemiddelen en de *frequentie* van transacties. Daarnaast is de identiteit van bij transacties betrokken partijen van belang. De omvang van de transactiekosten zal toenemen met onzekerheid en transactiespecificiteit en afnemen met de frequentie. We zien dat aan de hand van de transactiekostentheorie de mate van internalisatie van R&D in verband kan worden gebracht met de verklarende faktoren: omvang transactiespecifieke investeringen ten behoeve van, en frequentie van transacties in technologische kennis. De belangrijkste verklarende faktor is evenwel de mate van onzekerheid waarmee transacties zijn behept.

Een nadere operationalisering van de verklarende faktor 'onzekerheid' in de vorm van een verklarende variabele stuit veelal op problemen (Aoki, Gustafsson & Williamson 1990, p. 3-25). Daarom dient de verklarende faktor 'onzekerheid' ons inziens nader te worden belicht. Onzekerheid kan voor een aanzienlijk gedeelte worden verklaard uit de faktor 'tijd'. Zo zagen we in paragraaf 2.2 dat op mesoniveau in de theorie van Utterback & Abernathy (1975) een directe koppeling wordt gelegd tussen 'make or buy'-beslissingen en de fase van technologielevenscyclus.[6] De verklarende variabelen lengte van de technologielevenscyclus (T) en ontwikkelingstermijn van een R&D-project (DEVT) verdienen nader aandacht. Op elk van de analyseniveaus geldt namelijk dat naarmate transacties, contracten in het bijzonder, over een langere termijn worden afgesloten, de mate van onzekerheid toeneemt. In de volgende paragraaf gaan we nader in op de mogelijke samenhang tussen de ver-

klarende faktor, 'onzekerheid' en de operationalisering ervan met de verklarende variabele 'lengte van de termijn waarover een contract wordt afgesloten'.

We merken op dat op projectniveau de 'transactiespecificiteit' ('asset specificity') in tijdsperspectief geplaatst kan worden door een onderscheid te maken tussen 'reeds ontwikkeld' en 'nog te ontwikkelen'. Voor reeds ontwikkelde (standaard) technologische kennis, welke bovendien het karakter draagt van een homogeen goed, is de markt de meest geëigende organisatievorm. Indien reeds ontwikkelde technologische kennis een ondernemingsspecifiek karakter draagt, zal een bilateraal contract de voorkeur verdienen. Transacties in nog te ontwikkelen technologische kennis betreffen veelal produktiefaktoren, in het bijzonder menselijk kapitaal, waarmee R&D kan worden geïmplementeerd. Indien de te ontwikkelen technologische kennis door meerdere ondernemingen kan worden toegepast verdient 'precompetitive research' in de vorm van 'joint R&D' of een joint venture de voorkeur. Technologische kennis welke een ondernemingsspecifiek karakter draagt zal bij voorkeur in eigen beheer worden ontwikkeld.

2.3.3 Agencytheorie

In de agencytheorie kunnen organisatievormen worden opgevat als een netwerk van contracten tussen actoren (Jensen 1983, p. 326). De kernvraag van de agencytheorie behelst de optimale contractvorm. Het betreft zowel de effectiviteit van alternatieve contractvormen als de meest efficiënte verdeling van risico's tussen agenten, gegeven de contractvorm. De agencytheorie vult de transactiekostentheorie aan (Aoki, Gustafsson & Williamson 1990, p. 3-25; Williamson 1981). Zowel de agencytheorie als transactiekostentheorie hanteren de gedragsveronderstellingen van 'beperkte rationaliteit' (Simon 1978). In beide theorieën staat dezelfde faktor, namelijk de beheersstructuur van activiteiten, centraal. In hoofdzaak betreft het de keuze tussen hierarchieën en markten. De afweging tussen respectievelijk 'behaviour based' en 'outcome based contracts' correspondeert daarmee.

Gedrag

Bij vrijwel elke met onzekerheid omgeven hierarchische economische relatie[7] kan het zogenaamde 'agencyprobleem' zich voordoen. Het agencyprobleem behelst de wijze waarop financiële risico's, welke aan beslisbevoegdheid over het inzetten van produktiefaktoren kleeft, contractueel tussen principaal en agent worden verdeeld. Hiermee sluit de agencytheorie aan bij diverse zogenaamde 'control' theorieën, waaronder de transactiekosten- en resource dependence theorie. Evenals in de

transactiekostentheorie wordt in de agencytheorie uitgegaan van onzekerheid en een doelconflict tussen actoren. De agencytheorie onderscheidt zich van andere organisatietheorieën, als de resource dependence theorie (Pfeffer & Salancik 1978), contingencytheorie (Lawrence & Lorsch 1969) en transactiekostentheorie (Williamson & Ouchi 1981, p. 112-118).[8] Omdat de risicohouding, uitkomstonzekerheid en informatiesystemen expliciet als verklarende variabelen van organisatievormen worden beschouwd (Eisenhardt 1989, p. 64)[9]. Aan het in stand houden van een contractuele relatie tussen principaal en agent zijn zogenaamde 'agencykosten' verbonden. Agencykosten kunnen worden opgevat als kosten, welke gepaard gaan met de delegatie van activiteiten binnen een organisatie. Waarbij een activiteit wordt opgevat als beslisbevoegdheid over het inzetten van produktiefaktoren. Jensen (1983, p. 331) definieert agencykosten als volgt:

> "Agency costs are defined as the sum of the costs of structuring, bonding and monitoring contracts between agents"

Invalshoeken

De agencyliteratuur kent de 'positieve' en 'principaal-agent'-invalshoek (Jensen 1983, p. 334-336). In de 'positieve' benadering is de focus met name gericht op beheersstructuren waarmee het agencyprobleem kan worden opgelost (Eisenhardt 1989, p. 59). Binnen de 'positieve' benadering wordt de te prefereren contractvorm verklaard uit faktoren als kapitaalintensiteit, mate van specialisatie van produktiefaktoren, informatiekosten, perfectie kapitaalmarkten, condities op interne en externe kapitaalmarkten en in- en externe arbeidsmarkten (Jensen 1983, p. 334-337).

In de 'principaal-agent'-invalshoek staat de efficiëntie van contractuele overeenkomsten centraal (Jensen & Meckling 1980, p. 305-360). Binnen een onderneming ontstaat een zogenaamde 'principaal-agent'-relatie, waarbij de principaal eigenaar is van en de agent beslist over de aanwending van produktiefaktoren. De agent oefent 'managementcontrol' uit. Naar onze mening kan tussen organisaties ook een principaal-agent relatie ontstaan. Kenmerkend is een contractuele overeenkomst, waarbij de 'managementcontrol' over produktiefaktoren van de principaal-onderneming gedeeltelijk wordt gedelegeerd aan de agent-onderneming.

De hamvraag is hoe agencykosten over principaal (of principaal-onderneming) en agent (of agent-onderneming) worden verdeeld. Onzekerheid verklaart de optimale contractvorm. Deze onzekerheid heeft zowel betrekking op de input als de output van de agent. Binnen de agencytheorie is de verklarende faktor 'onzekerheid' opgebouwd uit de componenten 'behavioural' en 'outcome uncertainty'.

Verklarende faktoren

Killing (1980, p. 77) schetst hoe de keuze tussen de alternatieve organisatievormen 'licentie-overeenkomsten' en 'joint ventures' samenhangt met de lengte van de contracttermijn. Moenaert et al. (1990, p. 296) wijzen op het belang van een reductie van onzekerheid als motief voor de internalisatie van R&D. Binnen de agencytheorie worden contractvormen gekoppeld aan onzekerheid en contracttermijn. 'Behaviour based contracts' zullen worden geprefereerd boven 'outcome based contracts' naarmate de onzekerheid, in het bijzonder de uitkomstonzekerheid, groter is. De geneigdheid activiteiten te internaliseren kan derhalve worden gekoppeld aan uitkomstonzekerheid. Eisenhardt (1989, p. 70, 71) benadrukt dat:

> "Researchers should focus on information systems, outcome uncertainty and risk...The second area is expansion beyond the pure forms of behaviour and outcome contracts. However, contracts can vary on a continuum between behaviour and outcome contracts."

De continue te verklaren variabele 'optimale contractvorm' kan worden gekoppeld aan de verklarende variabele 'contractermijn'. Binnen de agencytheorie worden organisatievormen gekoppeld aan de faktor 'tijd'. Diverse auteurs (Eisenhardt 1989; Fama 1980; Levinthal 1988) constateren dat de omvang van agencykosten samenhangt met de lengte van de contracttermijn. Zo verwoordt Eisenhardt (1989, p. 63) dat naarmate de principaal-agent relatie langer duurt, 'behaviour based contracts' zullen worden geprefereerd boven 'outcome based' contracts:

> "The length of the agency relationship is positively related to behaviour based contracts and negatively related to outcome based contracts"

In overeenstemming hiermee merkt Levinthal (1988, p. 170) op dat:

> "The repetition of an agency relationship over time tends to improve its efficiency...As the numbers of periods increase, the variance in the average output decreases and it reflects more accurately the agent's actions"

Wij bespeuren dat naarmate de contracttermijn korter is en contracten frequenter worden herzien, 'output based' contracten de voorkeur verdienen. Dit heeft als oorzaak dat de (marginale) waardering diensten van de opdrachtgever-actoren verschilt van de van te voren contractueel vastgestelde prijs (Fama 1980, p. 301). Naarmate de contractduur van het R&D traject langer is of de R&D arbeidsintensiever zal de kans op agencyproblemen met betrekking tot ex ante contracten toenemen. In dat geval zal R&D in eigen beheer ('behaviour based contracts') geprefereerd worden boven uitbesteding van R&D ('outcome based contracts'). Naar-

mate de contractduur langer is, zal de principaal een groter gedeelte van het 'uitkomstrisico' dragen.

We merken op dat binnen de agencytheorie, evenals in de transactiekostentheorie, een koppeling kan worden gelegd tussen de organisatievorm van een R&D-project en onzekerheid. De verklarende factor 'onzekerheid' kan nader worden geoperationaliseerd met de variabele (resterende) ontwikkelingstermijn van een R&D-project.

2.3.4 Netwerktheorie

In diverse netwerktheorieën (Jarillo 1988; Thorelli 1986) worden organisatievormen beschouwd als een verzameling van 'links' tussen strategische beschikkingsmachtsposities over produktiefaktoren (Thorelli 1986, p. 38). In netwerken staat de verdeling van macht tussen actoren centraal. Netwerken zijn een organisatievorm welke het midden houdt tussen markt en hierarchie. 'Links' zijn economisch/politieke betrekkingen tussen organisaties, gebaseerd op macht en vertrouwen. Meer specifiek: economische, technologische kennisafhankelijkheids- en vertrouwensrelaties. Hiermee bieden netwerktheorieën een breder perspectief dan de agencytheorie waarin contracten de schakels tussen actoren (principaal en agenten) vormen en vullen de transactiekostentheorie, waarbinnen de overdracht van goederen en diensten centraal staat, aan. Netwerktheorieën hebben veel gemeen met de resource dependence theorie (Pfeffer & Salancik 1978), waarin afhankelijkheidsrelaties produktiefaktoren en produkten centraal staan.

Een theoretische onderbouwing van het ontstaan van netwerken bevindt zich nog in een beginstadium. Volgens Jarillo (1988, p. 31-36) biedt de transactiekostentheorie van Williamson (1981) in combinatie met Porter's concept van de waarde keten ('value chain'; Porter 1986)[10], een aanknopingspunt. Essentieel voor het ontstaan van netwerken is dat de kosten van transacties via de markt hoger zijn dan binnen een netwerk. Als basisvoorwaarde voor het ontstaan van een netwerk noemt Jarillo (1988) dat de uitvoering van activiteiten door derden (inclusief transactiekosten) minder kost dan door de onderneming zelf. Anders geformuleerd: de externe prijs, gedefinieerd als de som van de externe en transactiekosten, is hoger (lager) dan de interne kosten. Als bovendien de externe prijs lager is dan de interne kosten kan met netwerken de extra kosten verbonden aan transacties via de markt worden omzeild. Jarillo (1988, p. 39) vat de ratio achter het ontstaan van netwerken als volgt samen:

"If a firm is able to obtain an arrangement whereby it farms out activities to the most efficient supplier, keeps for itself that activity in which it has a comparative advantage, and lowers transaction costs, a superior mode of organisation emerges: the strategic network".

Hierbij wijst Mattson (1987, p. 237, 238) erop dat een onderneming welke een verhoudingsgewijs groot volume produktiefaktoren van derden benut, niet noodzakelijkerwijs een gering volume van de eigen produktiefaktoren aanwendt. Produktiefaktoren van verschillende ondernemingen kunnen elkaars complement zijn. Met name bij samenwerking op R&D gebied. Wij concluderen dat binnen een netwerk niet de absolute omvang van het volume, maar de verhouding van het volume van de eigen en produktiefaktoren van derden als keuzeparameter van belang is. In het model in hoofdstuk 4 gaan we hier nader op in.

2.3.5 Netwerken en incentives

Een volgende stap is een nadere integratie van transactiekostentheorie en agencytheorie. Reve (1990, p. 133-161) geeft een aanzet tot een theorie waarin de combinatie van beide theorieën wordt geformaliseerd, de zogenaamde 'nexus of treaties' theorie.

Kenmerkend voor deze theorie of 'incomplete contracting' is de nadruk op onzekerheid, wederzijdse afhankelijkheid tussen actoren en beperkt rationeel gedrag (Aoki, Gustaffson & Williamson 1990, p. 15). Binnen deze benadering wordt een onderneming opgevat als een set van interne ('internal governance') en externe contracten ('external governance'; Reve 1990, p. 137):

Firm = f (internal contracts, external contracts)

De onderneming is opgebouwd uit de 'strategische kern' ('strategic core'; Reve 1990, p. 139) en strategische allianties met derden. De strategische kern bestaat uit 'core skills': produktiefaktoren met hoge transactiespecificiteit ('asset specificity'). De strategische kern is benodigd voor het behalen van een concurrentieel voordeel. In essentie houdt de 'nexus of treaties' theorie in dat de keuze tussen interne en externe contracten in principe wordt bepaald wordt door de transactiespecificiteit ('asset specificity') van de produktiefaktoren, welke betrekking kan hebben op regio, menselijk en fysiek kapitaal en gespecialiseerde investeringen (Reve 1990, p. 146).

Daarnaast zijn prikkels ('incentives'), in het bijzonder 'organizational' en 'inter organizational incentives', van belang. 'Organizational incentives' zijn nodig voor

het behouden en beschermen van de 'core skills'. 'Organizational incentives' behelzen onder meer beloningssystemen, het formuleren van doelstellingen en motivatie, alsmede partcipatie overeenkomsten. 'Interorganizational incentives' betreffen met name externe contracten (Reve 1990, p. 138). Agencyproblemen, welke verband houden onvoldoende toereikende 'organizational en 'interorganizational incentives', kunnen tot gevolg hebben dat ondernemingen de keuze tussen 'interne' en 'externe contracten' herzien.

Interne contracten zullen worden gesloten als het een van de 'core skills' van een onderneming betreft. Mits de agencykosten binnen een onderneming binnen een bepaalde grens blijven (Reve 1990, p. 138):

Internal contract = f (core skills, organizational incentives)

De 'strategische kern' kan in de tijd verschuiven doordat de transactiespecificiteit van produktiefaktoren ('asset specificity') verandert. Bijvoorbeeld door veranderingen in de technologische en marktomgeving van een onderneming. De samenstelling van de strategische kern is derhalve tijdsafhankelijk. Als ondernemingen meer ervaring opdoen langs de 'learning curve' neemt de transactiespecificiteit van produktiefaktoren af en zal een groter gedeelte van de R&D activiteiten buiten de 'strategische kern' vallen. In dit geval worden 'externe contracten' geprefereerd boven 'interne contracten':

External contracts = f (complementary skills, interorganizational incentives)

Complementaire produktiefaktoren, welke een hoge transactiespecificiteit kennen, verwerft een onderneming bij voorkeur van derden middels samenwerkingsverbanden. Indien de aan externe contracten verbonden agencykosten echter hoog zijn zal voor interne contracten worden gekozen (Reve 1990, p. 138).

Wij concluderen dat op basis van de invalshoek van Reve (1990) een koppeling kan worden gelegd tussen de beheersstructuur van R&D en omgevings- en ondernemingsspecifieke variabelen. De strategische kern wordt bepaald door variabelen uit de technologie- en marktomgeving van een onderneming (Teece 1989, p. 106). Naarmate de technologielevenscyclus korter is of een onderneming minder ervaring heeft met R&D, zal R&D eerder in eigen beheer worden verricht. Omdat produktiefaktoren in dat geval een meer transactiespecifiek karakter dragen en eerder deel zullen uitmaken van de 'core skills'. Onzekerheid en daarmee gepaard gaande hoge agencykosten hebben evenwel tot gevolg dat complementaire 'vaardigheden' tevens eigendom worden van de onderneming zelf.

2.3.6 Toeëigeningstheorie

De zogenaamde 'toeëigenings'-theorieën (Dosi 1988, p. 1139-1140; Klein e.a. 1978; Levin et al. 1987, p. 783-820; Teece 1987) spitsen zich toe op beheersstructuren van complementaire activiteiten. In het bijzonder aan de afnemerszijde van een onderneming. Het betreft de keuze tussen het overnemen ('make'-optie) dan wel het door derden laten verrichten ('sell'-optie) van complementaire activiteiten. Uitdrukkelijk wordt aandacht besteed aan de positionering van een onderneming binnen haar technologie- en politieke omgevingssegmenten (Fahey & Narayanan 1986, p. 28). Teece (1987) richt de aandacht op uit winstoogpunt optimale 'control structure'. Hieronder verstaat hij het overnemen of contractueel uitbesteden van complementaire activiteiten die de eigen R&D ondersteunen. Bijvoorbeeld met complementaire R&D, produktie, distributie en service.

De geneigdheid R&D in eigen beheer te verrichten wordt voornamelijk bepaald door het toeëigeningsregime ('appropriability regime'): omgevingsfaktoren als type technologie en octrooiwetgeving ter bescherming van technologische kennis. Het gaat om de mate waarin de onderneming de commerciële waarde van technologische kennis kan beschermen tegen eventuele imitatie door concurrenten. Daarnaast speelt de mate van specialisatie van complementaire produktiefaktoren een rol. Complementaire produktiefaktoren zijn gespecialiseerd indien er sprake is van een wederzijdse afhankelijkheid tussen de complementaire activiteiten en de R&D van de onderneming zelf. De organisatie van generieke complementaire activiteiten behoeft niet te worden afgestemd op de R&D die een onderneming verricht. Bij een nadere klassificatie van het type toeëigeningsregime onderscheidt Teece (1987) 'zwakke' en 'krachtige' toeëigeningsregimes ('appropriability regimes'). In een 'zwak' dan wel 'krachtig' toeëigeningsregime is het vrijwel onmogelijk respectievelijk goed mogelijk eigendomsrechten van nieuwe technologieën te beschermen. Met bijvoorbeeld patenten en geheimhouding. Volgens Levin et al. (1987, p. 793-798) kan in de empirie de kracht van het toeëigeningsregime worden afgebakend met de effectiviteit van zogenaamde 'lead' tijden, investeringen in complementaire produktiefaktoren voor marketing- en service, geheimhouding, kosten en tijd benodigd voor duplicatie van technologische kennis en zogenaamde 'learning curve'-effecten.

Binnen een 'krachtig' toeëigeningsregime zal een onderneming reeds ontwikkelde technologische kennis in principe via licenties en dergelijke aan derden verkopen ('sell'-optie). Mits de aan R&D complementaire produktiefaktoren een generiek karakter dragen. Indien de complementaire produktiefaktoren een gespecialiseerd karakter dragen stuit een contractuele relatie tussen licentiegever en -nemer op problemen. De eigenaar van complementaire produktiefaktoren loopt te ho-

ge financiële risico's indien de contractuele relatie wordt verbroken. In dat geval verdient internalisatie van de complementaire activiteiten de voorkeur. In een zogenaamd 'zwak toeëigeningsregime' loopt een onderneming kans dat de winst wordt aangetast, omdat concurrenten, welke nieuwe technologische kennis imiteren, de markt betreden. Vooral als de aan R&D complementaire produktiefaktoren waarmee complementaire R&D, produktie, distributie en service kunnen worden geïmplementeerd een gespecialiseerd karakter dragen. Ondernemingen zullen in 'zwakke' toeëigeningsregimes gespecialiseerde complementaire produktiefaktoren in principe willen overnemen (acquisitie). Een uitzondering hierop vormen ondernemingen die vanwege hun geringe omvang onvoldoende financieringsmogelijkheden hebben voor acquisities. Of in tijdnood zitten vanwege dreigende imitatie door concurrenten. Deze categorie ondernemingen is gedwongen samen te gaan werken met derden voor de commercialisatie van R&D.

De (comparatief statische) strategische coöperatie theorie van Shan (1987) knoopt aan bij de transactiekostentheorie en toeëigeningstheorie. In deze theorie wordt samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen gekoppeld aan een technologiespecifieke variabele. Het tempo van technologische vernieuwing bepaalt de keuze tussen R&D in eigen beheer en samenwerking op R&D gebied. Shan (1987, p. 76-93) concludeert dat de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen afneemt met de verwachte economische levensduur van een technologie.

2.4 THEORIEEN OP STRUCTUREEL NIVEAU

De zogenaamde contingencytheorieën bewegen zich met name op structureel niveau. In deze theorieën wordt de samenhang tussen (in- en externe) organisatiestructuur van functionele activiteiten, strategie en (onzekerheid uit de) omgeving blootgelegd. De samenhang tussen de interne organisatiestructuur van een onderneming en situationele faktoren, zogenaamde contingencies, staat centraal.

Lawrence & Lorsch (1969) formuleren een theorie met betrekking tot de integratie van functionele management activiteiten binnen een onderneming (interne integratie). Op basis van casestudies betreffende ondernemingen in de container-, voeding- en plasticsector (Lawrence & Lorsch 1969, p. 133-158). Deze theorie vormt de basis voor een nadere analyse van de integratie van activiteiten tussen ondernemingen (externe integratie). Het belang van een effectieve integratie van functionele managementactiviteiten is onder meer een verhoging van het tempo waarin nieuwe produkten kunnen worden ontwikkeld (Rothwell & Whiston 1990). De te verklaren faktor is de mate van behoefte aan integratie en differentiatie tussen de functionele managementactiviteiten R&D, produktie en marketing binnen

een onderneming.[11] De mate van differentiatie wordt afgemeten aan het verschil in tijdshorizon van managers in verschillende afdelingen van een onderneming (Meyer 1978, p. 49).[12] De verklarende faktor is de mate van verschil tussen onzekerheid in de R&D, produktie- en marktsubomgeving. De onzekerheid in elk van de omgevingssegmenten neemt toe naarmate respectievelijk de onderneming R&D intensiever is, produktieprocessen vaker moeten worden aangepast en vaker nieuwe produkten op de markt moeten worden gebracht.[13]

De crux van de contingencytheorie is dat de behoefte aan integratie tussen de functionele management activiteiten toeneemt met het verschil in onzekerheid van segmenten in de technologie- en marktomgeving. Naarmate de onderlinge afstemming van functionele managementactiviteiten complexer is zal de behoefte aan integratie binnen een onderneming, bijvoorbeeld tussen afdelingen, teams en dergelijke, toenemen.[14] Integratie van functionele management activiteiten tussen ondernemingen kan ook worden verklaard uit 'onzekerheid'. De hamvraag betreft welk integratiemechanisme het meest efficiënt is voor de afstemming van managementactiviteiten welke een groot verschil in onzekerheid vertonen: hierarchie of markt. Ondernemingen kunnen bij de 'make or buy'-beslissing besluiten routinematig taken door derden te laten verrichten en complexe taken waarvan de onderlinge afstemming tussen de onderneming zelf en een andere onderneming hoge coördinatiekosten met zich meebrengt, in eigen beheer te verrichten ('make'-optie).[15] Onzekerheid, bijvoorbeeld met betrekking tot toegang tot produktiefaktoren en markten vormt een noodzakelijke, doch niet voldoende voorwaarde voor integratie van functionele managementactiviteiten tussen ondernemingen. Lawrence & Lorsch (1969, p. 239) wijzen erop dat:

> "Intra organisational transactions will not be viable over time unless the intra organisational integrating devices prove more effective than the marketplace."

Indien de onzekerheid met betrekking tot de afstemming van activiteiten binnen ondernemingen groter is dan tussen ondernemingen, is de markt efficiënter dan interne organisatie. Indien we ons toespitsen op de 'make or buy'-beslissingen met betrekking tot functionele management activiteiten dienen de kosten, verbonden aan de coördinatie van verschillende beheersstructuren, tegen elkaar te worden afgewogen. Niet alleen de onzekerheid verbonden aan 'market'- of 'intrafirm'-, maar ook aan 'interfirm'-transacties (Root 1988, p. 69-70) is van belang bij de keuze inzake de mate van integratie van functionele managementactiviteiten.

Harrigan (1986, p. 535-555; 1988, p. 141-158) integreert voornoemde contingencytheorieën met aspecten van Porter's vijf krachten model (1980) en Williamson's transactiekostentheorie (1981) voor een analyse van de totstandkoming van de externe organisatiestructuur van een onderneming. Zij verklaart de

typering van samenwerkingsverbanden uit omgevingsfaktoren, alsmede de door de onderneming gevolgde strategie. Samenwerkingsverbanden kunnen worden onderscheiden naar vier dimensies:

1) *vorm*: formele (equity-) of minder formele (non-equity) overeenkomsten
2) *focus*: een web van kleine samenwerkingsverbanden of minder, omvangrijkere samenwerkingsverbanden
3) de mate van *autonomie* ten opzichte van moederondernemingen
4) de *duur* van de overeenkomsten (Harrigan 1988, p. 141).

De belangrijkste omgevingsfaktoren betreffen kenmerken van vraag en aanbod op de markt, alsmede het type produktietechnologie.[16] Bij een snelle, stabiele groei van de vraag naar een eindprodukt integreren winstgevende ondernemingen voorwaarts in de bedrijfskolom middels participaties. Innovatieve ondernemingen kunnen voortdurend worden geconfronteerd met diverse vormen van onzekerheid. Korte produktlevenscycli hebben een behoefte aan meer 'control' in de vorm van 'equity' overeenkomsten tot gevolg. Hetzelfde geldt voor technologieën welke van strategisch belang zijn voor een onderneming. Naarmate de onzekerheid met betrekking tot toekomstige vraag groter wordt, neemt de behoefte aan organisatorische autonomie toe. Zoals bijvoorbeeld het geval bij arbeidsintensieve R&D. In dit geval bestaat er behoefte aan organisatorische autonomie enerzijds en 'control' anderzijds. Deze ondernemingen zullen kiezen voor verzelfstandigde samenwerkingsverbanden waarover controle kan worden uitgeoefend. Bijvoorbeeld 'equity joint ventures' (Harrigan 1988, p. 155). Harrigan (1988) beantwoordt de vraag, hoe een bepaalde samenwerkingsvorm kan voorzien in een gelijktijdige behoefte aan 'control' en autonomie slechts gedeeltelijk. Dit geldt in het bijzonder voor situaties waarin sprake is van onzekerheid, zowel met betrekking tot de vraag, het aanbod als lengte van de levenscycli van produkten. De 'trade-off' tussen organisatorische autonomie en 'control' kan zijn weerslag vinden in diverse organisatievormen, variërend van participaties tot complete overnames.

2.5 EVALUATIE THEORIEEN

2.5.1 Faktoren

In tabel 2-1 hebben we de diverse theoretische invalshoeken samengevat. Hierbij hebben we in kolom 4 trachten samen te vatten welke van de te verklaren faktoren 'onzekerheid', 'afhankelijkheid' en 'vaardigheden' in beschouwing worden genomen. In kolom 3 zijn we nagegaan welke van de alternatieve beheersstructuren

'make', 'buy' of 'cooperate' worden verklaard. Daarnaast hebben we in kolom 1 het analyseniveau van elk van de theorieën, meso-, micro of structureel (paragraaf 2.1), en in kolom 2, een typering van de in de theorieën gehanteerde gedragsveronderstellingen vermeld. Voorts is de onderlinge samenhang tussen de te verklaren faktor en verklarende faktoren en aanknopingspunten voor een nadere operationalisering van verklarende faktoren van belang. De onderlinge samenhang tussen faktoren zullen wij samenvatten met drie hypothesen.

Uit kolom 1 van tabel 2-1 komt naar voren dat acht invalshoeken (2-8 en 10) ingaan op een afweging tussen organisatievormen welke corresponderen met diverse typen beheersstructuren. Ons valt op dat alleen in de transactiekosten- en agencytheorie de afweging tussen elk van de beheersstructuren 'make', 'buy' en 'cooperate' aan bod komt. Voorts blijkt dat bij een nadere afbakening van de te verklaren faktor, de gekozen beheersstructuur, het analyseniveau van individuele R&D-projecten ontbreekt (zie ook: Pisano 1990, p. 154).

Een belangrijke ondernemingsspecifieke faktor betreft de 'core skills' waarover een onderneming beschikt. Als *eerste hypothese* formuleren we dat activiteiten welke deel uitmaken van de 'core skills' van een onderneming bij voorkeur in eigen beheer zullen worden verricht. Pfeffer & Salancik (1978), Reve (1990) en Utterback & Abernathy (1975) duiden op het belang van 'vaardigheden' als verklarende faktor. Welke door Nelson & Winter (1982) en Reve (1990) nader wordt geoperationaliseerd. Naast de mate van specialisatie ('asset specificity') speelt de ervaring welke een onderneming heeft opgedaan een belangrijke rol voor een nadere afbakening van de samenstelling van de 'core skills'. Hiermee vullen dynamische invalshoeken op mesoniveau theorieën op microniveau aan.

In kolom 4 van tabel 2-1 zien we dat in het merendeel van de theorieën, in het bijzonder binnen de transactiekosten- en agencytheorie (paragraaf 2.3), 'onzekerheid', als verklarende faktor een belangrijke rol speelt (alle theorieën behalve de statische neoklassieke invalshoeken). Onze *tweede hypothese* luidt dat ondernemingen eerder geneigd zullen zijn R&D te internaliseren naarmate 'onzekerheid' toeneemt. Zoals we hebben uiteengezet is de verklarende faktor 'onzekerheid' onder meer gerelateerd aan twee verklarende variabelen, namelijk de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT, op elk van de analyseniveaus), de lengte van de technologielevenscyclus (op mesoniveau, T) en 'R&D/sales'-ratio (op structureel niveau). Lawrence & Lorsch (1969) verduidelijken dat niet alleen onzekerheid betreffende transacties tussen (aggregaten van) ondernemingen (meso- of microniveau), maar ook tussen afdelingen binnen een onderneming (structureel niveau) van belang is.

Tabel 2-1 Invalshoeken, gedrag en variabelen

Invalshoek[1]	Niveau[2]			Gedrag[3]			FAKTOREN te verklaren[4]			FAKTOREN verklarend[5]		
	me.	mi.	st.	rat.	nat.		m	b	c	onz.	afh.	vaar.
Neoklass.	x				x				x		x	
Utterb.	x				x			x	x		x	x
Resource		x	x			x	x	x	x		x	x
Trans.	x	x	x		x		x	x	x		x	x
Agency		x			x		x	x			x	
Netwerk		x				x	x	x			x	
Nexus		x			x		x		x		x	x
Toe.	x				x		x	x			x	
Cont.			x		x				x		x	
Harr.		x	x		x			x	x		x	x

1 Neoklass. = Neoklassieke theorie (paragraaf 2.2.1)
Utterb. = Theorie Utterback & Abernathy (paragraaf 2.2.2)
Resource = Resource dependence theorie (paragraaf 2.3.1)
Trans. = Transactiekostentheorie (paragraaf 2.3.2)
Agency = Agencykostentheorie (paragraaf 2.3.3)
Netwerk = Netwerktheorie (paragraaf 2.3.3)
Nexus = 'Nexus of treaties' theorie (paragraaf 2.3.6)
Toe. = Toeëigeningstheorie (paragraaf 2.3.4)
Cont. = Contingencytheorie (paragraaf 2.4)
Harr. = Benadering Harrigan (paragraaf 2.4.4).

2 Centraal staat het analyseniveau van te verklaren faktor (zie: paragraaf 2.1.)
me. = meso (aggregaten van organisaties)
mi. = micro (directe omgeving van individuele organisatie)
st. = structureel (binnen organisatie).

3 rat. = in principe gericht op winstmaximalisatie
nat. = gericht op positieve maar niet maximale ondernemingswinst

4 m = 'make'-optie
b = 'buy'-optie
c = 'cooperate'-optie; een kruisje reflecteert de welke optie wordt beschouwd; meerdere kruisjes de keuze tussen de aangegeven opties.

5 onz. = 'onzekerheid' (zie: paragraaf 2.1)
afh. = afhankelijkheid van afnemers, toeleveranciers
vaar. = volume 'vaardigheden', ('skills'), bijvoorbeeld omvang R&D personeelsbestand.

Daarnaast zien we in kolom 4 van tabel 2-1 dat in de resource dependence theorie, neoklassieke invalshoeken, alsmede de transactiekostentheorie, netwerktheorieën en 'nexus of treaties' theorie nader ingegaan wordt op de verklarende faktor 'afhankelijkheid'. Onze *derde hypothese* luidt dat ondernemingen eerder geneigd zullen zijn R&D te internaliseren naarmate de afhankelijkheid van derden toeneemt. In de resource dependence theorie (paragraaf 2.3.1) wordt expliciet aandacht besteed aan 'afhankelijkheid' als verklarende faktor. In statische neoklassieke invalshoeken wordt de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen gekoppeld aan de marktstructuur (mesoniveau). Op basis van de transactiekosten-, toeëigenings- en 'nexus of treaties' theorie constateren we dat de verklarende faktor 'afhankelijkheid' gekoppeld kan worden aan de mate van specialisatie van produktiefaktoren ('asset specificity'; zie ook: Alchian en Woodward 1988, p. 73, 76).

2.5.2 Theorieën

We zullen trachten de vraag te beantwoorden in welke mate diverse theorieën op meso-, micro- en structureel niveau het inzicht in de keuzeproblematiek omtrent R&D beheersstructuren en organisatievormen kunnen verdiepen. Twee aspecten verdienen ons inziens nader aandacht: het (analyse-)niveau waarop beslissingen inzake R&D organisatievormen ingrijpen en de mate waarin diverse faktoren uit de markt-, technologie- en politieke omgevingssegmenten (Fahey & Narayanan 1986) van belang kunnen zijn. Daarnaast is een typering van het ondernemingsgedrag van belang.

We merken op dat onzekerheid als gevolg van technologische ontwikkeling het op continuïteit gerichte ondernemingsgedrag beïnvloedt (Kay 1988). Relatief korte levenscycli van produkten en technologieën, meer in het algemeen de tijddruk waaronder managers opereren, hebben tot gevolg dat het ondernemingsgedrag het beste kan worden getypeerd als 'beperkt rationeel' (Clark e.a. 1989).

Uit paragraaf 2.2 komt naar voren dat 'make-, buy- or cooperate'-beslissingen zich met name afspelen op microniveau en structureel niveau. Veranderingen van beheersstructuren van R&D-projecten kunnen gevolgen hebben voor de externe en interne organisatiestructuur van een onderneming. Zowel transacties in technologische kennis, de output van R&D, als in daarvoor benodigde produktiefaktoren zijn in het geding. Bovendien kan de structuur van de bedrijfstak, waarbinnen een onderneming opereert, worden beïnvloed. Het mesoniveau kan daarbij ook van belang zijn. Zoals we reeds benadrukten verdient het projectniveau ook nader aandacht. Onze focus is gericht op de keuzeproblematiek inzake de beheersstructuur en organisatievorm van R&D-projecten. Sleutelfaktoren die hierbij een rol kunnen

spelen zijn een nadere afbakening van ondernemingsspecifieke faktoren, 'vaardigheden' (Harrigan 1986; Reve 1990, p. 133-161; Teece 1987, p. 106) en omgevingsfaktoren. In het bijzonder de faktoren 'afhankelijkheid' en 'onzekerheid' (Pfeffer & Salancik 1978; Reve 1990; Williamson & Ouchi 1981).

Theorieën die in aanmerking komen voor een verklaring van R&D organisatievormen hebben voornamelijk betrekking op het micro- en/of structureel niveau. In de resource dependence- (Pfeffer & Salancik 1978) en transactiekostentheorie (Williamson & Ouchi 1981), wordt aandacht besteed aan de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. De agencytheorie en 'toeëigenings' benadering en de benadering van Harrigan (Harrigan 1988; Teece 1986) kunnen nuttig zijn voor een nadere operationalisering van de verklarende faktor 'onzekerheid' met verklarende variabelen als contracttermijn (DEVT) en lengte technologielevenscyclus (T). Evenals Dosi (1988, p. 1133) concluderen we dat de transactiekosten- en agencytheorie, in combinatie met theorieën welke zich toespitsen op 'vaardigheden', in aanmerking komen voor een verklaring van beheersstructuren van R&D.[17]

Voornoemde theorieën hebben echter als nadeel dat ze alle in principe (comparatief) statisch van aard zijn. Indien R&D organisatievormen aan de hand van casestudies worden verklaard is de faktor 'tijd' van groot belang (Moore 1989). Binnen dit kader lijkt de theorie van Utterback & Abernathy (1975) en van Shan (1987) een vruchtbare aanzet tot een dynamische theorie voor R&D organisatievormen als bijvoorbeeld samenwerking op R&D gebied. Voorts wijzen we op de agencytheorie geënte theorie van Killing (1980) waarin de lengte van de contracttermijn centraal wordt gesteld en de benadering van Moenaert en Deschoolmeester (1990) waarin de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) wordt gekoppeld aan de mate van internalisatie van R&D.

Een andere mogelijke tekortkoming binnen de meeste management- en organisatietheorieën is dat er onvoldoende aandacht wordt besteed aan de coördinatieproblematiek welke zich voordoet bij de onderlinge afstemming van functionele managementactiviteiten R&D, produktie en marketing. Terwijl de crux van een succesvolle R&D strategie ligt in een adequate afstemming tussen kerntechnologieën en produkt-/marktcombinaties. Lawrence & Lorsch merkten reeds in 1969 (p. 239) op dat:

> "The marketplace is, of course, one type of integrating device, and consolidations that convert marketplace transactions into intra organisational transactions will not be viable unless the intra organisational integrating devices prove more effective than the marketplace".

2.6 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk hebben we aandacht besteed aan theorieën welke zouden kunnen bijdragen aan een verklaring van R&D organisatievormen. R&D organisatievormen kunnen worden ingedeeld in drie beheersstructuren: 'make', 'buy' en 'cooperate'. Op basis van een nadere evaluatie komen we tot de conclusie dat met name de transactiekosten- en agencytheorie elk van de gekozen beheersstructuren kunnen verklaren. De belangrijkste verklarende faktoren welke in diverse theorieën aan bod komen zijn 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Op basis van deze theorieën kunnen we als hypothesen formuleren dat ondernemingen eerder geneigd zullen zijn R&D in eigen beheer te verrichten (te verklaren faktor), naarmate de onderneming over een groter volume 'vaardigheden' beschikt, transacties in technologische kennis met meer onzekerheid zijn omgeven en de onderneming in kwestie meer afhankelijk is van toeleveranciers of afnemers. Belangrijkste tekortkomingen van deze theorieën zijn evenwel het statische karakter ervan en het ontbreken van een koppeling tussen functionele managementactiviteiten als R&D, marketing en produktie. Dynamische theorieën en de theorie van Lawrence & Lorsch (1969) komen aan deze tekortkoming tegemoet. Een dynamische theorie, waarin elk van de gekozen beheersstructuren kan worden verklaard, ontbreekt evenwel tot op heden.

In dit hoofdstuk hebben we getracht te evalueren welke de belangrijkste verklarende faktoren van aan organisatievormen ten grondslag liggende beheersstructuren zijn. Een volgende stap, een nadere operationalisering van deze faktoren en het leggen van een verband tussen de te verklaren variabele, de organisatievorm van een R&D-project, en verklarende variabelen, komt in hoofdstuk 4 aan bod. In hoofdstuk 3 zullen we nagaan welke hypothesen inzake de keuzeproblematiek van (R&D-)organisatievormen diverse auteurs empirisch hebben getoetst.

Noten bij hoofdstuk 2

1. Overigens kunnen omgevingsfaktoren nader worden toegespitst op diverse omgevingssegmenten, met als belangrijkste het economische- of marktmarktsegment, alsmede het technologie- en politieke segment (Fahey & Narayanan 1986, p. 28).
2. Als voorbeeld van een 'cost'- c.q. 'R&D sharing rule' geeft Ruiz-Mier (1989, p. 130-131): 'cost sharing rule': "expenditures on R&D of firm i $c^i = l.r^i + (1-l)\, r^j$ "; 'R&D sharing rule': "effective R&D level firm i $t^i = r^i + f.\, r^j$ ", waarin c^i = omvang totale R&D uitgaven onderneming i, $r^{i,j}$ = omvang uitgaven aan R&D verricht door onderneming i,j, t^i = omvang effectieve R&D door onderneming i; parameter l demarkeert 'cost sharing rule'; indien niet wordt samengewerkt op research gebied geldt: l = 1; parameter f bakent 'R&D sharing rule' af: de mate waarin de resultaten

van de R&D van onderneming j door onderneming i kunnen worden benut. In het algemeen kan f worden beschouwd als een keuzeparameter welke mogelijkerwijs restricties kent wegens de aard van technologie ('basic research' versus 'development') en overheidsbeleid (patent, copyright wetgeving).

3. Waarbij de onderneming voor de keuze staat deze produktiefaktoren te verwerven via de interne dan wel de externe markt voor produktiefaktoren.
4. Onder produktie- c.q. coördinatiekosten verstaat Malone (1985, p. 10): "the costs of performing the basic tasks necessary to achieve the organisation's goals'; "coordination costs include all the 'overhead' associated with deciding which tasks will be performed by which processors".
5. Hennart (1988, p. 369) geeft dit als volgt weer:

		FIRM A	
		marketable	non marketable know how
FIRM B	marketable know how	indeterminate	B licences A
	non marketable know how	A licenses B	A joint venture with B

Balakrishan (1989, p. 18) neemt de markt voor overnames van ondernemingen in beschouwing. Hij onderscheidt drie categorieën kosten:

1. transactiekosten op de produktmarkt
2. kosten, verbonden aan de administratie van hierarchieën en joint ventures
3. de kosten, verbonden aan de overdracht van eigendomsrechten van produktiefaktoren.

Hij concludeert dat noch marktmacht, noch (financiële) risicodeling tussen partners kan verklaren waarom joint ventures boven overnames worden geprefereerd (p. 7). Hoge transactiekosten op de produktmarkt, alsmede imperfecties op de markt voor produktiefaktoren, verklaren wel waarom joint ventures worden geprefereerd (p. 8).

6. Naarmate de levenscyclus van een technologie verder gevorderd is zullen R&D activiteiten eerder door derden worden verricht ('buy'- optie).
7. Waaronder wij verstaan dat elke bij de relatie betrokken actor zijn individuele nut tracht te optimaliseren.
8. In de transactiekostentheorie waarin 'asset specificity' en 'small numbers' expliciet als verklarende variabelen worden genomen wordt benadrukt dat onzekerheid de belangrijkste determinant van beheersstructuren is. In de agencytheorie wordt onzekerheid, welke verband houdt met 'moral hazard'- en 'self selection'-problemen nader uitgewerkt.
9. In de agencytheorie wordt de risicohouding van principaal en agent expliciet in beschouwing genomen.
10. Deze waarde keten is opgebouwd uit elkaar opeenvolgende fasen in het produktieproces: 'inbound logistics', 'operations', 'outbound logistics', 'marketing & sales' en

'service', alsmede ondersteunende activiteiten 'human resource management', 'R&D' en 'procurement' (Porter 1986, p. 19-22).

11. Op de analyseniveaus 'afdelingen binnen een onderneming' afdalend naar 'individuele projectteams'.
12. Afgeleide doelstellingen behelzen een vergroting van de omzet en het aandeel van nieuwe produkten in het produktassortiment.
13. Een verkorting van de lengte van de produktlevenscyclus alsmede een toename van de complexiteit van taken met de arbeidsintensiteit dragen bij tot elk van de vormen van onzekerheid (Lawrence & Lorsch 1969, p. 233).
14. Galbraith (1967) onderscheidt op projectniveau 'pooled interdependence', indien binnen de projecttermijn aanspraak wordt gemaakt op dezelfde inputs, 'sequential interdependence', indien de de output in een fase input is voor de volgende fase en 'reciprocal interdependence', als op een willekeurig tijdstip de output van de ene fase input is voor een andere fase en vice versa. De verdeling van de beslisbevoegdheid over diverse hierarchische niveaus is hiermee in overeenstemming (Lawrence & Lorsch 1969, p. 141-146).
15. "If a company decides to emphasize a capability for performing relatively uncertain tasks, it can often choose to subcontract for a supply of components that can best be produced in a highly routine fashion" (Lawrence & Lorsch 1969, p. 234).
16. In Harrigan (1986, p. 540-553) wordt getoetst in welke mate joint ventures, gespecificeerd naar breedte, diepte, graad en vorm, samenhangen met vraagonzekerheid, 'competitive volatility', marktmacht en ondernemingsstrategie.
17. "Organizational competences... are fundamental ingredients (together with transaction costs and monitoring factors emphasized by Williamson 1985) of the explanation of both the integration of research within production /marketing units and, more generally, of the boundaries of firms in contemporary market economies" (Dosi 1988, p. 1133).

HOOFDSTUK DRIE

EMPIRISCHE STUDIES

3.1 INLEIDING

In hoofdstuk 2 zijn diverse theoretische invalshoeken aan bod gekomen. Daarin werd aandacht besteed aan de (mogelijke) samenhang tussen type beheersstructuur en verklarende faktoren. In dit hoofdstuk presenteren we in totaal vijftien empirische studies. Hierin worden de in paragraaf 2.6 besproken verklarende faktoren 'vaardigheden' ('skills'), 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' nader geoperationaliseerd met verklarende variabelen. Centraal staat de (mogelijke) samenhang tussen de te verklaren variabele 'organisatievorm' en verklarende variabelen. In elk van deze studies wordt nader ingegaan op de afweging tussen implementatie van een functionele managementactiviteit, bijvoorbeeld R&D, in eigen beheer en door derden. Bij een nadere indeling van de empirische studies zijn naar onze mening van belang: het analyseniveau van de te verklaren variabele, de organisatievorm van R&D, en het analyseniveau van de theoretische invalshoeken waarop de studies zijn gebaseerd.

In theorie kunnen organisatievormen van R&D worden bestudeerd op meso-, micro- en structureel niveau (paragraaf 2.1). Onze indeling van organisatievormen van R&D in de praktijk correspondeert hiermee. De indeling is als volgt:

1) *Bedrijfstakniveau* (mesoniveau): organisatievormen van R&D van ondernemingen welke opereren binnen een zelfde bedrijfstak of technologiecluster dat verschillende bedrijfstakken kan omvatten. In paragraaf 5.2.2. zetten we uiteen dat het technologiecluster 'biotechnologie' vijf marktsegmenten beslaat.
2) *Ondernemingsniveau* (microniveau): organisatievormen van R&D van een gehele onderneming of Strategic Business Unit (SBU).
3) *Projectniveau* (structureel niveau): organisatievormen van een zelfde onderdeel binnen een onderneming, in casu een project, op verschillende tijdstippen.

De meeste door ons gesignaleerde empirische studies richten zich op trends van organisatievormen op bedrijfstakniveau. Drie studies (Hagedoorn 1988; Pfeffer &

Salancik 1978; Smith & Fleck 1988) nemen de samenwerkingsgeneigdheid op ondernemingsniveau onder de loupe. Slechts één studie (Moenaert et al. 1990) neemt de organisatievorm van een individueel R&D project als uitgangspunt.

In dit hoofdstuk nemen wij het analyseniveau van de in de empirische studies gehanteerde invalshoeken als basis. In paragraaf 3.2, 3.3 en 3.4 komen achtereenvolgens studies op bedrijfstak-, ondernemings- en projectniveau aan bod. In elke paragraaf bespreken we de gehanteerde theoretische invalshoeken. In paragraaf 3.4 zullen de studies met elkaar worden vergeleken en nader worden geëvalueerd. Waarbij aandacht wordt besteed aan welke verklarende variabelen in diverse studies zijn gehanteerd en hoe de verklarende faktoren 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' nader zijn geoperationaliseerd.

3.2 BEDRIJFSTAKNIVEAU

Studie 1

Calantone en Benedetto (1988) nemen de 'make or buy'- beslissing inzake R&D op bedrijfstakniveau onder de loupe. Hierbij nemen zij de dynamische theorie van Utterback & Abernathy (1975) als uitgangspunt (paragraaf 2.2.2). De auteurs koppelen het type R&D ('produkt-' of 'proces') en de door ondernemingen gekozen organisatievorm van R&D (R&D binnen de bedrijfstak versus verwerving technologische kennis van ondernemingen uit een andere bedrijfstak) aan de ontwikkelingsfase van de betreffende technologie.[1] A priori verwachten zij dat in de introductiefase met name 'produkt R&D' plaats zal hebben. In deze fase zullen ondernemingen winstgevender zijn naarmate deze over meer specifieke technologische kennis beschikken (over meer specifieke 'vaardigheden' of 'human resources') of R&D verrichten welke op korte termijn moeilijk door andere ondernemingen na te bootsen is. R&D zal met name in eigen beheer worden verricht. Terwijl ondernemingen die een produkt voortbrengen in latere fasen van de produktlevenscyclus meer mogelijkheden hebben technologische kennis van derden te verwerven. Bijvoorbeeld van concurrenten, toeleveranciers en licentiegevers. Op bedrijfstakniveau valt te verwachten dat de geneigdheid R&D uit te besteden toeneemt naarmate produkten zich in een latere fase van de produktlevenscyclus bevinden. Calantone & Benedetto (1988) toetsen onder meer de volgende hypothesen op bedrijfstakniveau:

1) Er bestaat geen verband tussen het type R&D (produkt versus proces) en de fase van de produktlevenscyclus.

2) Er bestaat geen verband tussen voorkeur voor externe acquisitie boven interne ontwikkeling en de fase van de produktlevenscyclus.
3) Er bestaat geen verband tussen de voorkeur voor externe acquisitie boven interne ontwikkeling en het type R&D (produkt versus proces).[2]

Deze hypothesen zijn getoetst op basis van de Bolton Enquiry Database. Deze bevat tijdreeksen van in totaal zestienhonderd innovaties in het Verenigd Koninkrijk over de periode 1945-1970. De database beslaat 55% van de produktie in Groot Britannië (p. 16). Calantone & Benedetto (1988) hebben een loglineare analyse van een aantal sleutelvariabelen gehanteerd. Te weten: de fase van de produktlevenscyclus, locatie van R&D (binnen versus buiten de bedrijfstak) en het type R&D ('produkt R&D' versus 'proces R&D'). Calantone en Benedetto (1988) delen ondernemingen in naar diverse subcategorieeën van verklarende variabelen. Zo kan bijvoorbeeld worden getoetst of er een significant verschil bestaat tussen de proportie produkt R&D in de vroege respectievelijk late fase van de produktlevenscyclus. Calantone en Benedetto (1988) hebben onder meer de volgende verklarende variabelen onder de loupe genomen:

Tabel 3-1 Verklarende variabelen (Calantone & Benedetto 1988, p. 17)

Variabele	Omschrijving	Klassificatie
Prodstage	fase in produktontwikkeling	0 / 1 (vroeg / laat)
Outind	bron R&D	0 / 1 (binnen / buiten bedrijfstak)
Typeinov	type R&D	0 / 1 (produkt / proces)

De resultaten van een gedeelte van de loglineaire analyse staan in tabel 3-2.

Tabel 3-2 Resultaten onderzoek Calantone & Benedetto (1988, p. 18)

Variabele	Gestandaardiseerde coefficiënt
Prodstage	-1,79
Outind	-2,89 *
Typeinov	19,5 *
Prodstage* typeinov	6,03
Prodstage* outind	-0,50
Outind* typeinov	-10,09
Typeinov* outind*prodstage	3,65

* significant op $p < 0,05$ niveau

Uit tabel 3-2 blijkt dat de ondernemingen in de vroege fase van de produktlevenscyclus 'produkt R&D' prefereren. Terwijl 'proces R&D' in de late fase van de produktlevenscyclus de voorkeur verdient. In overeenstemming met de theorie van Utterback & Abernathy (1975) kan hypothese 1 (geen samenhang tussen type R&D en fase produktlevenscyclus) worden verworpen. Hypothese 2 (geen samenhang tussen type organisatievorm en de fase van de produktlevenscyclus) kan evenwel *niet* worden verworpen. Betrokken ondernemingen van een bepaalde bedrijfstak hebben niet specifiek de voorkeur voor R&D binnen de bedrijfstak c.q. acquisitie van technologische kennis van ondernemingen uit een andere bedrijfstak in een bepaalde fase van de produktlevenscyclus. Voor zover dit wel het geval is, betreft het uitsluitend produkttechnologische kennis. In de steekproef is een dichotomie te bespeuren tussen een voorkeur voor produkt R&D in vroege fasen en verwerving buiten de bedrijfstak van procestechnologische kennis in latere fasen van de produktlevenscyclus. Uit de empirische toetsing blijkt dat op bedrijfstakniveau de 'make or buy'-beslissing, het type R&D en de fase van de produktlevenscyclus onderling met elkaar samenhangen.

Samenvattend kan worden gesteld dat Calantone en Benedetto (1988) geslaagd zijn in het blootleggen van een samenhang tussen het type R&D (produkt versus proces) en de fase van de produktlevenscyclus. Wat betreft de 'make or buy'-beslissing op bedrijfstakniveau zijn de resultaten van de empirische toetsing niet eenduidig. Mogelijkerwijs bestaat er een discrepantie tussen het analyseniveau van de te verklaren variabele, de organisatievorm van R&D op bedrijfstakniveau (mesoniveau), en het niveau waarop ondernemingen 'make or buy'-beslissing nemen, namelijk ondernemingsniveau of projectniveau (structureel niveau). Zo kunnen ondernemingen ook binnen dezelfde bedrijfstak voor de keuze komen te staan R&D zelf te verrichten of uit te besteden aan andere ondernemingen uit een zelfde bedrijfstak. Daarnaast kan de 'make or buy'-beslissing niet direct met de fase van de produktlevenscyclus zelf, maar eerder met faktoren welke met de fase van de produktlevenscyclus kunnen samenhangen, in verband worden gebracht. Tijdsconcurrentie kan ondernemingen dwingen reeds in de vroege fase van de produktlevenscyclus (complementaire) technologische kennis van derden te betrekken (Shan 1987, p. 28-36).

Studie 2

Håkansson (1989; 1990) onderzoekt de samenwerkingsgeneigdheid van Zweedse ondernemingen. Samenwerkingsverbanden worden gedimensionaliseerd naar de 'resource'-, 'actor'- en 'activity structure' (Håkansson 1989, p. 374). Håkansson gaat

in eerste instantie na in welke mate het gedeelte van de R&D voor ondernemingen dat wordt uitbesteed aan derden (samenwerkingsgeneigdheid), kan worden verklaard uit de zogenaamde *'resource structure'*: de positie welke een onderneming inneemt in het netwerk van markten (afnemers-, toeleveranciers-, kapitaal- en arbeidsmarkt) waarmee de onderneming relaties onderhoudt. Hiermee sluit hij aan bij de 'organisation set'- benadering van Scott (1986). Daarnaast tracht Håkansson de samenwerkingsgeneigdheid te plaatsen binnen de zogenaamde *'actor structure'*, de identiteit van actoren waarmee de onderneming relaties onderhoudt en de *'activity structure'*, de functionele management activiteiten welke een onderneming ontplooit.

De kernvraag van Håkansson's onderzoek betreft in welke mate 'resource-', 'activity'- en 'actor structure'-variabelen de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen kunnen bepalen. Hiertoe neemt hij een steekproef van in totaal honderddrieëntwintig voornamelijk kleine en middelgrote Zweedse ondernemingen.[3] Over de gehele steekproef wordt ongeveer 50% van het onderzoek uitbesteed. Hierbij is circa 55% gemeenschappelijk onderzoek, waarvan circa een vierde voor lange termijn (15% van de gehele steekproef).[4] Håkansson (1989) constateert dat over de gehele steekproef sprake is van een uit winstoogpunt optimaal gedeelte van R&D dat door individuele ondernemingen wordt uitbesteed. De belangrijkste variabelen die de auteur met betrekking tot de *'resource structure'* onder de loupe neemt betreffen: marktaandeel (afnemersmarkt; p. 72), verdeling van het vermogen over eigenaars (kapitaalmarkt; p. 81) en ervaring van het personeel (arbeidsmarkt; p. 84). Håkansson (1989) bakent de *'activity structure'* af met de variabelen: R&D-intensiteit (R&D), toegevoegde waarde (produktie) en marktaandeel (marketing). De samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen kan nauwelijks worden in verband worden gebracht met het aandeel van R&D en produktie in de toegevoegde waarde van ondernemingen. Ook de mate waarin er sprake is van een 'sleuteltechnologie', alsmede het type technologie (produkt versus proces) verklaart slechts een gering gedeelte van de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen. De samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen staat min of meer los van de R&D en produktieactiviteiten die de onderneming ontplooit. Zo merkt de auteur op:

> "Companies have a good deal of freedom to choose their level of collaboration regardless of the nature of their development investment." (Håkansson 1989, p. 102)

Wel bespeurt Håkansson (1989) voor de functionele managementactiviteit marketing een negatieve samenhang de frequentie van 'customer /supplier'- verbanden en het marktaandeel van ondernemingen. Håkansson (1989) concludeert dat de ontwikkeling van R&D en R&D organisatievormen gekoppeld is aan de 'resource structure' van een onderneming, in het bijzonder de afhankelijkheid van diverse

markten. Volgens Håkansson is het toekomstig potentieel van een onderneming, weerspiegeld door de 'activity structure', slechts van ondergeschikt belang (p. 37):

> "Our analysis suggests that corporate development is affected more by its base and its past than all future opportunities combined"

Studie 3

Harrigan (1986) heeft een empirisch onderzoek gedaan naar joint ventures in vertikale richting. De steekproef betreft joint ventures in de periode 1960-1981 van honderdtweeënnegentig ondernemingen in zestien bedrijfstakken, voornamelijk in de chemie-, biochemie-, voedings- en genotmiddelen-, en electronicasector (p. 543). Harrigan (1986) tracht een verband bloot te leggen tussen het succes van een joint venture, het type joint venture en de omgevingsvariabelen. De analyse heeft zowel plaats op het niveau van de onderneming als op Strategic Business Unit-niveau. Het type joint venture specificeert Harrigan (1986) naar vier dimensies: de *graad*, het *aantal fasen*, de *breedte* en de *vorm* van de joint venture.

1) De *graad* heeft betrekking op de proportie van de output welke met de volgende fase in de bedrijfskolom wordt geïntegreerd. Als organisatievormen kunnen worden onderscheiden: 'geen integratie', 'quasi integratie', 'taper integratie' en 'volledige integratie'. 'Quasi-integratie' is een samenwerkingsovereenkomst tussen autonome eenheden, welke de vorm aan kan nemen van cooperatieve overeenkomsten, minderheidsparticipaties, leningen, aankoopkredieten, logistieke faciliteiten en 'customer-/supplier' overeenkomsten. Onder 'taper integratie' verstaan we dat een gedeelte van de in- of outputs in een fase van de bedrijfskolom door andere ondernemingen wordt geleverd, respectievelijk afgenomen (Harrigan 1983, p. 20). Met deze ondernemingen wordt *geen* samenwerkingsovereenkomst afgesloten.
2) Het *aantal fasen* waarop de joint venture betrekking wordt bepaald aan de hand van een index, gelijk aan de sommatie van het aantal fasen, gewogen met de toegevoegde waarde per fase.
3) De *breedte* betreft welke activiteiten een onderneming in eigen beheer verricht. De breedte van de integratie is groot indien in een bepaalde fase van de bedrijfskolom relatief veel activiteiten worden ontplooid.
4) De *vorm* van de joint venture kan variëren van een 'non equity' tot een 'equity joint venture' (p. 538).

In tabel 3-3 staat de indeling van de joint ventures welke Harrigan (1986) heeft gemaakt op basis van de scores voor elk van de strategische dimensies: graad, breedte, aantal fasen en vorm.

Tabel 3-3 Score en klassifikatie joint venture per dimensie

Graad	0 - 0.05	geen interne aan-/verkopen
	0.05 - 0.50	enkele interne aan/-verkopen
	0.50 - 1.00	voornamelijk interne aan-/ verkopen
Breedte	0 - 0.45	weinig activiteiten
	0.45 - 0.75	sommige activiteiten
	0.75 - 1.00	veel activiteiten
Fasen	0 - 0.50	een fase
	0.50 - 0.80	twee fasen
	0.80 - 1.00	veel fasen
Vorm	0 - 0.95	non equity
	0.95 - 1.00	equity

Bron: Harrigan (1986, p. 547, 548)

In tabel 3-3 zien we hoe Harrigan (1986) de strategische dimensies van joint ventures: graad, aantal fasen, breedte en vorm heeft geklassificeerd. Harrigan (1986) onderscheidt als graad: 'geen interne aankopen, 'enkele interne aankopen' en 'veel interne aankopen'. Voorts onderscheidt zij als aantal fasen: 'een', 'twee' en 'meer dan twee'. De breedte van joint ventures wordt ingedeeld in: 'weinig activiteiten', 'sommige activiteiten' en 'veel activiteiten'. Als vorm tenslotte klassificeert Harrigan (1986) 'non equity' en 'equity joint ventures'.

Harrigan (1986) vat een joint venture op als meer dan een eenvoudige 'make or buy'-beslissing. Omdat ondernemingen bij sommige joint ventures niet alleen kern-, maar ook complementaire activiteiten integreren. De omgeving waarbinnen een onderneming opereert wordt gesplitst in een aantal subomgevingen die elk worden onderverdeeld naar omgevingsvariabelen. Deze subomgevingen hebben betrekking op de afzet van een onderneming, de mate van concurrentie op de markt en de ondernemingsstrategie. Als omgevingsvariabelen hanteert Harrigan (1986, p. 541) met betrekking tot:

1) de *vraag*: de groei van de afzet, de verandering van de groei van de afzet en de duur van een technologielevenscyclus
2) de *concurrentie*: de concentratiegraad (C4-ratio) en de activa/afzet ratio
3) de *ondernemingsstrategie*: de toegevoegde waarde bepaalde fasen in de bedrijfskolom, produkt kwaliteit en complexiteit en de beschikking over ondernemingsspecifieke kennis.

Harrigan's empirische analyse is gericht op het traceren van verbanden tussen het type joint venture en omgevingsvariabelen. Gepoogd wordt een statistisch significant verband te vinden tussen hoge (lage) scores betreffende het type joint venture en hoge (lage) scores met betrekking tot de omgevingsfaktoren, zowel voor een groep 'winstgevende' als 'niet winstgevende' ondernemingen. Aan de hand van chi-kwadraat tests wordt bepaald of er statistisch significante diagonaalpatronen in kruistabellen, waarin de klassifikaties van de joint ventures en omgevingsfaktoren tegen elkaar zijn afgezet, kunnen worden gevonden. De meeste significante verbanden die Harrigan (1986) vindt hebben betrekking op de graad van joint ventures: de intensiteit van de verkopen binnen ondernemingen ('internal transfer strategy') en de vorm van de joint venture ('equity' versus 'non equity'). Harrigan concludeert dat winstgevende ondernemingen eerder geneigd zijn voorwaarts in de bedrijfskolom te integreren bij een grote groei van de vraag naar het eindprodukt en een hoog tempo van technologische verandering (Harrigan 1986, p. 546-547). Een samenhang tussen de mate van vertikale integratie en afzetonzekerheid (paragraaf 2.1) ontbreekt evenwel. Voorts vindt Harrigan (1986) een significante positieve samenhang tussen de 'mate van de aankopen van zusterondernemingen' en de hoogte van 'uittredingsbarrières'. Wat betreft de vorm van joint ventures het volgende. Alle ondernemingen (zowel winstgevende als niet winstgevende) blijken eerder geneigd 'equity' boven 'non-equity' overeenkomsten te prefereren als de omvang van de toegevoegde waarde per (up-) 'downstream' activiteit (Harrigan 1986, p. 548-551) toeneemt.

Binnen de gehele steekproef is er niet sprake van een patroon van joint venturestrategieën dat discrimineert tussen 'winstgevende' en 'niet winstgevende' ondernemingen. De verbanden die het meest opvallen kunnen als volgt worden samengevat. De organisatievorm 'taper integration' zal worden geprefereerd boven 'volledige integratie' indien de afzet snel groeit. Volledige vertikale integratie verdient zal worden geprefereerd indien de 'afzetonzekerheid' (paragraaf 2.1) gering is. Harrigan (1986, p. 53) concludeert dat er aan vertikale joint ventures nadelen verbonden zijn, met name op dynamische markten met snelle introductie van nieuwe technologieën. Harrigan (1986, p. 53) vat dit als volgt samen:

"High degrees of internal integration and broad ranges of integrated activities seem to offer temporary state-of-the-art advantages that must be weighted against the advantages being flexible enough to exploit the next round of technological innovation"

Studie 4

Levy (1984) beschouwt de mate van vertikale integratie van in totaal Britse ondernemingen in zevenendertig bedrijfstakken in de jaren 1958, 1963, 1967 en 1972. Hij richt zich op determinanten van kosten die verbonden zijn aan transacties, zowel op markten als binnen een onderneming. Met name op de omvang van transactiespecifieke investeringen en transactiekosten, gekoppeld aan diverse risico's. De omvang van transactiespecifieke investeringen operationaliseert hij met de advertentie-intensiteit (ADV) en R&D intensiteit (RND) van een onderneming. De belangrijkste risico's betreffen de variantie van de omzet (VAR) (afzetrisico), de mate van diversificatie (DIV) en het systematische risico in de ondernemingswinst (BETA). Transacties binnen ondernemingen zullen hogere kosten met zich meebrengen naarmate de coördinatie van activiteiten moelijker is. Dit is het geval naarmate de onderneming groter is en een meer gedecentraliseerde organisatiestructuur kent. A priori verwacht Levy (1984) dat de mate van vertikale integratie (VI_t) (value added/sales) positief samenhangt met determinanten van transactiekosten op de markt: transactiespecifiteit ('asset specificity') en diverse risico's en negatief samenhangt met de mate van diversificatie van een onderneming. Terwijl een toename van de interne transactiekosten, gepaard gaand met de omvang van en decentralisatie binnen een onderneming, juist desintegratie met zich mee zal brengen. De regressievergelijking waarmee bovengenoemde verbanden worden getoetst luidt:

$$VI_{i,t} = b_0 + b_1 VI_{t-1} + b_2 SEC_{i,t} + b_3 DIST_{i,t} + b_4 RDNi,t + b_5 ADV_{i,t} + b_6 ADG_{i,t} + b_7 UNANT_{i,t} + b_8 FS_{i,t} + b_9 DIV_{i,t} + b_{10} DORG_{i,t} + e_{i,t}$$

waarin: VI = de mate van vertikale integratie, SEC = schaalvoordelen; DIST = de afstand goederen vervoerd tussen diverse stadia in bedrijfskolom; RND = R&D uitgaven/omzet; ADV = de advertentieuitgaven/omzet; ADG = de mate van onverwachte omzetgroei; UNANT = mate onverwachte gebeurtenissen, geoperationaliseerd als: BETA = systematisch risico ondernemingswinst; VAR = de onverwachte variantie omzet; VAR = onverwachte variantie omzet; BETA = het systematisch risico in winst; FS = de omvang onderneming; DIV = mate diversificatie van een onderneming; DORG = de mate van decentralisatie van een onderneming.

De tekens van de coëfficiënten van BETA, VAR, DIV, RND, alsmede MES, ADG, FS zijn significant (op 5% niveau) en in overeenstemming met de theorie. Wat opvalt

is dat de coëfficiënt van ADV niet altijd positief of significant is. In de empirie kan de geneigdheid tot vertikale integratie niet worden verklaard uit investeringen in transactiespecifieke merknaam.

Levy (1984) is erin geslaagd om de mate van vertikale integratie te verklaren uit determinanten van transactiekosten, zowel binnen als buiten de onderneming. Zijn belangrijkste bijdrage is een operationalisering van de faktoren 'transactiespecificiteit', 'risico' en 'coördinatiekosten'. Vertikale integratie op ondernemingsniveau kan worden verklaard. Een analyse op projectniveau heeft Levy (1984) evenwel achterwege gelaten.

Studie 5

Mariti & Smiley (1983) trachten aan de hand van empirisch onderzoek de belangrijkste motieven voor de organisatievormen R&D samenwerkingsverbanden, joint ventures en consortia, in de Europese automobiel-, basismetaal-, en computer & electronicaindustrie te traceren. Hun veldstudie bestaat uit een analyse van zeventig samenwerkingsverbanden in 1980 aan de hand van gepubliceerde rapporten van alle samenwerkingsverbanden in de Europese financiële pers, alsmede interviews met senior managers. Binnen deze steekproef zijn in volgorde van afnemende frequentie zijn de belangrijkste motieven voor R&D samenwerkingsverbanden: complementariteit technologie (41%), overdracht van technologische kennis (29%), distributie (21%), schaalvoordelen (16%) en risicodeling (restgroep, 14%). Op basis van bovengenoemde steekproef en persoonlijke interviews met senior managers besluiten Marity & Smiley (1983) met de volgende motieven voor R&D samenwerkingsverbanden:

1) overdracht technologische kennis, bijvoorbeeld binnen 'customer/supplier' samenwerkingsverbanden
2) hoge transactiespecifieke investeringen
3) complementariteit in technologische kennis
4) toegang tot distributiekanalen, relevant bij snel veranderende technologie
5) schaalvoordelen, in het bijzonder bij concentratie aan aanbodkant van de markt.

Studie 6

Killing (1980) formuleert een model waarin de keuze tussen de organisatievormen licentiëring, meerderheids joint venture en 50-55% joint venture worden verklaard.

De belangrijkste hypothese behelst dat een onderneming intensiever samenwerkt met een toeleverancier van technologische kennis, naarmate deze meer ervaring moet opdoen op markten waar de technologische kennis in kwestie toe kan worden gepast (Killing 1980, p. 38). De leerbehoefte van een onderneming neemt toe met het verschil tussen de 'vaardigheden' van de onderneming zelf en de samenwerkingspartner. De keuze tussen de organisatievormen licenties en joint ventures worden gekoppeld aan de variabelen: 'contacttijd' ('contact time') tussen ondernemingen en omvang van de investeringen in activa (p. 39). Killing heeft in totaal vierenzeventig licentie-overeenkomsten en achtentwintig joint ventures, zowel Canadese als Britse, onder de loupe genomen. Op basis van een empirische toetsing concludeert Killing (1980, p. 38-46) dat overeenkomstig het model de voorkeur voor licentie-overeenkomsten positief samenhangt met de mate van diversificatie van een onderneming en het volume van een project. De joint venture geneigdheid van ondernemingen kan evenwel niet empirisch worden onderbouwd.

Studie 7

Kleinknecht en van Reijnen (1991) nemen de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen onder de loupe. Onderzocht is of ondernemingen wel of niet samenwerken op R&D gebied met andere ondernemingen of onderzoeksinstituten, in Nederland of landen daarbuiten (p. 2). Als verklarende variabelen zijn voornamelijk ondernemingsspecifieke variabelen gehanteerd, namelijk: de omvang van de onderneming, het gedeelte van de R&D welke wordt besteed aan 'produkt-' en 'proces R&D', de 'exports/sales'-ratio en de R&D-intensiteit van betrokken ondernemingen. Daarnaast is op bedrijfstakniveau de marktconcentratie als verklarende variabele gekozen (Kleinknecht en Reijnen 1991, p. 5-8). Op basis van een logitmodel is de samenhang tussen de samenwerkingsgeneigdheid en voornoemde verklarende variabelen getoetst[5]. Daarvoor is een database benut met gegevens van in totaal tweeënveertighonderd bedrijven in de industrie- en dienstverleningssector. Op basis van de empirische toetsing concluderen de auteurs dat de samenwerkingsgeneigdheid noch uit de omvang van een onderneming, de mate van marktconcentratie en de samenstelling van de R&D kan worden verklaard. De samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen hangt positief samen met de 'export/sales'-ratio en de R&D intensiteit.

Studie 8

Pisano (1990) richt zich op de 'make or buy'- beslissing met betrekking tot projecten. De keuze om projecten niet of wel uit te besteden tracht hij in hoofdzaak te verklaren uit de faktoren: transactiekosten (Williamson 1981) en toeëigeningsoverwegingen (Teece 1987), welke aan de toeleveranciers- c.q. afnemerszijde van een onderneming een rol kunnen spelen. Namelijk een gering aantal ('small numbers bargaining') aanbieders van technologische kennis en toeëigening van de toegevoegde waarde op afnemersmarkt. Daarnaast besteedt hij aandacht aan andere variabelen, in het bijzonder ervaring met R&D en het strategisch belang (focus) van R&D. Pisano (1990) neemt tweeënnegentig R&D biotechnologieprojecten van de eenendertig grootste gevestigde farmaceutische ondernemingen uit onder meer de Verenigde Staten, Japan en West-Europa onder de loupe. Op basis van Scrip World Pharmaceutical News (1982), Paine Webber's 1986 Biotechnology Fact Book en een datafile beschikbaar gesteld door een Californisch biotechnologiebedrijf. De projecten, welke zich alle nog in de ontwikkelingsfase bevonden, hebben betrekking op het tijdvak 1982-1986 (p. 162-163). Pisano (1990) formuleert vijf hypothesen, die kunnen worden samengevat als markt- en ondernemingsspecifieke variabelen welke de internalisatie van R&D bevorderen:

1) De concentratie aan de toeleverancierszijde (small numbers)
2) De concurrentie aan de afnemerszijde (toeëigeningsaspect)
3) De mate waarin ontwikkeling van traditionele farmaceutische produkten in eigen beheer is verricht (ervaring)
4) De cumulatieve ervaring met R&D projecten in eigen beheer (ervaring)
5) Het aandeel van farmaceutische produkten in totale omzet (focus).[6]

De hierboven genoemde vijf hypothesen toetst Pisano (1990, p. 171) met de volgende probitvergelijking:

$$P(M_{ij} = 1) = F[a_0 + B_1\log(\text{SUPPLIERS}_j) + B_2\log(\text{RIVALS}_j) + B_3(\log\text{HISTORY}_j) + B_4\text{BIO-EXPERIENCE}_{ij} + B_5\text{FOCUS}_i + B_6\text{SALES}_i + B_7\text{SALES}_i^2 + B_8(\text{NATIONAL ORIGIN DUMMIES}) + e_{ij}]$$

Waarin: $P(M_{ij} = 1)$ = de kans dat onderneming i project j in eigen beheer zal verrichten; F = de cumulatieve normaalverdeling; SUPPLIERS = het aantal nieuwe biotechnologieondernemingen; RIVALS = het aantal concurrenten; HISTORY = het aantal eigen ontwikkelde produkten/alle ontwikkelde produkten (1982); BIO-EXPERIENCES = het aantal afgeronde projecten; SALES = de omzet; FOCUS = het percentage van de omzet in de farmaceutische sector; NATIONAL ORIGIN DUMMIES voor Europa en Japan.

Op basis van een probitanalyse komt Pisano (1990) tot de conclusie dat de mate van internalisatie van R&D bevorderd wordt door concentratie op de markt voor produktiefaktoren (hypothese 1), ervaring met R&D in eigen beheer (hypothese 4) en het strategisch belang van R&D (hypothese 5). Overigens geldt dit laatste niet voor traditionele farmaceutische produkten. De belangrijkste reden dat Pisano (1990) er niet in slaagt internalisatie van R&D uit toeëigening (hypothese 2) te verklaren is dat hij de tijdfaktor, in het bijzonder de lengte van een technologielevenscyclus, buiten beschouwing laat. Daarnaast zijn projectspecifieke variabelen, in het bijzonder het technologisch, markt- en financieel risico (zoals gedefinieerd in paragraaf 2.1), alsmede de ontwikkelingsfase (Calantone & Benedetto 1988) van belang. Ons inziens bakent het aandeel van farmaceutische produkten in de omzet van een onderneming slechts in zeer beperkte mate het strategisch belang ervan in de toekomst voor een onderneming af.

Studie 9

In een onderzoek van de Sociaal Economische Raad (SER 1985) worden dertig collectieve researchverbanden[7] onder de loupe genomen. Deze ondernemingen zijn actief in een breed scala van Nederlandse bedrijfstakken, ondermeer de bouw- en bouwmaterialenindustrie, metaal- en electronische industrie[8]. Volgens de SER maken deze onderzoekssamenwerkingsverbanden slechts circa 1% van de R&D markt in Nederland uit (p. 31). Men komt tot een model waarin kennisverwerving wordt geanalyseerd vanuit de behoefte (vraag) van ondernemingen. Bij de keuzeproblematiek R&D uit te besteden (collectieve research) dan wel in eigen beheer te verrichten speelt de mate van exclusiviteit van het te ontwikkelen produkt of produktieproces een sleutelrol (p. 57-66). Indien de technologische kennis exclusief is zal een onderneming research in principe in eigen beheer verrichten. Indien onvoldoende kennis in huis is en onderzoek met een gunstige prijs-/ kwaliteitsverhouding wordt aangeboden zal onderzoek echter worden uitbesteed. Als er sprake is van complementariteit in kennis en produkten, schaalvoordelen, tijdwinst en hoge financiële risico's verdient samenwerking de voorkeur. Voor niet-exclusieve technologische kennis geldt voor grote ondernemingen (met meer dan vijfhonderd werknemers) tevens dat onderzoek wordt uitbesteed of wordt samengewerkt indien de ondernemingen over onvoldoende technologische kennis beschikken. Middelgrote ondernemingen (met meer dan vijftig en minder dan vijfhonderd werknemers) zullen met name onderzoek uitbesteden middels contractonderzoek. Het afwegingsproces tussen uitbesteding van R&D en R&D in eigen beheer wordt ook beïnvloed door condities verbonden aan externe financiering. Bij kleine onderne-

mingen (met minder dan vijftig werknemers) is er nauwelijks sprake van collectieve research. Uitzondering hierop vormen kleine 'high techbedrijven' die korte termijn toegepast onderzoek uitbesteden middels contractonderzoek.

Studie 10

Shan (1987; 1990) tracht de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen te verklaren met variabelen welke de 'marketability' van produktiefaktoren ('assets') en de aard van het toeëigeningsregime (paragraaf 2.3.6) afbakenen. Hij toetst zijn strategische coöperatietheorie (paragraaf 2.3.6) op basis van gegevens met betrekking tot driehonderdzestig startende en honderdvierenvijftig gevestigde biotechnologische farmaceutische ondernemingen, zowel gevestigd binnen als buiten de V.S. Shan (1987) put zijn data uit het Biotechnology Industry Factbook (Paine Webber 1986, 425 records), een 'on-line' database 'Biolink' (Hambrecht & Quist 1987) en een hardcopy van Bioscan (Cetus 1987, 514 records, 80 geselecteerd, waarvan 55 nieuwe biotechnologieondernemingen, zogenaamde 'NBF's; Shan 1987, p. 202-203). De steekproef is ingedeeld naar nieuwe, (NBF's) gevestigde biotechnologie ondernemingen en Amerikaanse en buitenlandse ondernemingen. Shan richt zijn aandacht op het patroon van samenwerkingsverbanden en het causale verband tussen de organisatievorm van R&D projecten en exogene variabelen.

De te verklaren variabele, de organisatievorm van R&D, vat Shan (1990) op als de keuze tussen R&D in eigen beheer en samenwerking op R&D gebied met derden. De R&D organisatievorm van nieuwe biotechnologie ondernemingen tracht Shan te verklaren uit de variabelen: de concurrentiepositie,[9] de omvang van de onderneming, de (mate van) produktdiversiteit en de bestemmingsmarkt.[10] Op basis van zijn theorie valt a priori te verwachten dat ondernemingen eerder geneigd zijn samen te werken, naarmate zij later de markt betreden (tijdsconcurrentie), kleiner zijn (gebrek aan 'capabilities'), gediversificeerder zijn (minder behoefte aan controle over perifere technologie) en buiten de Verenigde Staten produkten afzetten (behoefte aan complementaire produktiefaktoren; Shan 1990, p. 99-102). In tabel 3-4 staan de resultaten van de logit regressievergelijking vermeld:

Tabel 3-4 Resultaten logitregressie Shan (1990, p. 136), met als te verklaren variabele: R&D in eigen beheer versus samenwerking op R&D gebied

Onafhankelijke variabele	Beta	Chi kwadraat
Snijpunt	-1.81 (0.427)	18.18 **
Concurrentie-positie	47 (0.139)	11.77 **
Omvang	-0.0021 (0.001)	5.92 *
Produktdiversiteit	0.0056 (0.035)	2.51
Land	4.348 (0.641)	46.01 **

* significant op 5%;
** significant op 1% niveau; tussen haakjes: standaardfout
omvang steekproef: 234
significantieviveau regressie: p = 0,0001

Volgens de logitregressie hangt de voorkeur voor samenwerking boven R&D in eigen beheer positief met de fase waarin de markt wordt betreden, negatief met de omvang van de onderneming en positief met de produktdiversiteit van een onderneming samen. De coëfficiënten van alle verklarende variabelen, behalve van de produktdiversiteit, zijn significant en hebben het juiste (a priori te verwachten) teken. Shan (1990) argumenteert dat produktdiversiteit als motief voor de voorkeur van samenwerking boven interne ontwikkeling alleen van toepassing is op ondernemingen met een zeer geringe of juist grote produktdiversiteit.[11]

Naar onze mening vormt de studie van Shan (1990, p. 129-139) een interessante bijdrage voor een empirische onderbouwing van een mogelijk verband tussen de te verklaren variabele, de organisatievorm van R&D, en ondernemingsspecifieke en omgevingsvariabelen. Hij brengt het belang van produktiefaktoren en de faktor tijd als determinant van het toeëigeningsregime (concurrentiepositie) naar voren. Naar onze mening zou de analyse van Shan (1990) zou in twee richtingen kunnen worden uitgebreid.

1) Nagegaan zou kunnen worden of voornoemde faktoren ook de organisatievorm van R&D in andere bedrijfstakken kan verklaren.

2) In navolging van Håkansson (1989; 1990), zou kunnen worden gepoogd de te verklaren variabele, de organisatievorm van R&D, nader te kwantificeren. Bijvoorbeeld met het gedeelte van een R&D project dat wordt uitbesteed (Harrigan 1986; Håkansson 1990).

3.3 ONDERNEMINGSNIVEAU

Studie 11

Hagedoorn (1990) analyseert 'make or cooperate'-beslissingen van ondernemingen op basis van tien casestudies. Hij komt tot de conclusie dat ondernemingen in principe R&D in eigen beheer zullen verrichten of innovatieve ondernemingen zullen overnemen. Samenwerking zal boven interne ontwikkeling worden verkozen bij een grote technologie- en marktonzekerheid (zoals gedefinieerd in paragraaf 2.1), in het bijzonder een hoog tempo van technologische ontwikkeling. Bovendien kunnen hoge overnamekosten van innovatieve ondernemingen een motief voor samenwerking zijn. Een nadere inventarisatie van motieven van in totaal twaalfhonderddertien samenwerkingsovereenkomsten (Hagedoorn & Schakenraad 1991) binnen het technologiecluster 'biotechnologie' levert als belangrijkste motieven voor samenwerking op R&D gebied: complementariteit in technologie (38,1%), verkorting van de ontwikkelingstermijn (31,0%) en, in beperkte mate, onvoldoende financieringsmogelijkheden (12,1%). Andere motieven, zoals het gemeenschappelijk verrichten van 'basis'-onderzoek, marktmacht en hoge risico's spelen volgens Hagedoorn nauwelijks een rol.

Studie 12

Pfeffer & Salancik (1978) onderzoeken de fusie- en joint venture geneigdheid van ondernemingen op meso-, micro- en structureel niveau. De gegevens met betrekking tot fusies zijn ontleend aan het Federal Free Trade Commission (FTC) Rapport (1970) betreffende achthonderdvierenvijftig fusies in de industrie- en mijnbouwsector over de periode 1948-1969. De joint ventures steekproef is ontleend aan een onderzoek van Pfeffer & Nowak (1976), waarin honderdzesenzestig joint ventures in globaal dezelfde bedrijfstakken in de periode 1960-1971 worden geanalyseerd. De empirische toetsing van de fusie- en joint venture geneigdheid heeft plaats op drie aggregatieniveaus, namelijk op het niveau van alle, tussen en binnen bedrijfstakken. Sleutelvariabelen zijn de zogenaamde 'purchase' en 'sales interdependence', het gedeelte van de inputs, c.q. outputs dat door een onderneming

respectievelijk van derden wordt betrokken c.q. aan derden wordt afgezet. De 'purchase' en 'sales interdependence' tezamen duiden de auteurs aan met 'transactions interdependence'. Een overzicht van de opzet Pfeffer & Salancik's empirische toetsing zal worden gegeven aan de hand van een aantal hypothesen.

Hypothese 1

Bij de keuze voor fusies en joint ventures domineren als motieven een reductie van de 'sales' en 'purchase interdependence' boven een streven naar winst en marktmacht. Voor joint ventures speelt een terugdringen van de 'resource dependence' met betrekking tot technologische kennis bovendien een belangrijke rol.

Op het niveau van alle bedrijfstakken tezamen neemt zowel de fusie- als joint venture intensiteit (proportie joint ventures met andere bedrijfstakken) per bedrijfstak toe met de omvang van de transacties met derden ('transactions interdependence'). Bij joint ventures speelt de reductie van risico's, verbonden aan een hoge R&D intensiteit van ondernemingen, tevens een belangrijke rol. Uit de steekproef komt naar voren dat 'resource dependence' motieven boven winstmaximalisatiemotieven domineren. Zowel de fusie- als joint venture geneigdheid kunnen evenwel *niet* worden verklaard uit concentratie op de afzetmarkt of het aantal ondernemingen dat daarop opereert. Evenmin blijken winstmotieven ten grondslag te kunnen liggen aan fusies. In een aantal bedrijfstakken, te weten: de voeding-, steen- en metaalsector, kan de fusie- en joint venture geneigdheid van ondernemingen worden verklaard uit de transactieafhankelijkheid ('transactions interdependence'). In de meeste bedrijfstakken is er evenwel nauwelijks een statistisch significant verband tussen de joint venture intensiteit en concentratiegraad. Alleen in hout-, olie- metaal- en electrische machinesector is er sprake van een positieve samenhang, zij het van een gering significantieniveau. Additionele voorwaarden voor een verklaring van fusies en joint ventures uit een streven naar het terugdringen van transactieafhankelijkheid ('transactions interdependence') luiden:

Hypothese 2

Fusies en joint ventures zijn zullen met name gericht zijn op een reductie van de 'sales interdependence' indien de afzetonzekerheid groot is. Dit is het geval indien de concentratie op de afzetmarkt middelmatig is.

Hypothese 3

Naarmate de afzetonzekerheid geringer is zal de samenhang tussen de intensiteit van genoemde samenwerkingsverbanden en 'purchase interdependence' sterker zijn.

Pfeffer & Salancik (1978, p. 113-185) veronderstellen dat ondernemingen zich in volgorde van afnemende prioriteit bezig zullen houden met een reductie van de onzekerheid met betrekking tot transacties met afnemers en toeleveranciers. Bij toenemende marktconcentratie neemt de afhankelijkheid van derden af. De afzetonzekerheid (paragraaf 2.1) bereikt een maximum bij middelmatige marktconcentratie. Omdat bij een toename van de marktconcentratie tegelijkertijd de afhankelijkheid van derden afneemt en de mogelijkheid tot een reductie van de afzetonzekerheid (paragraaf 2.1) middels coördinatie en samenwerking toeneemt. Op het niveau tussen bedrijfstakken kan de 'resource dependence' theorie empirisch worden ondersteund. Bij een middelmatige marktconcentratie blijkt de fusie-, c.q. jointventure intensiteit van ondernemingen met name verband te houden met 'sales interdependence'. Bij extreem geringe of juist grote concentratie speelt de afzetonzekerheid een ondergeschikte rol en hangen genoemde samenwerkingsverbanden eerder samen met 'purchase interdependence'. Binnen individuele bedrijfstakken blijken fusies nauwelijks samen te hangen met de concentratiegraad en winstgevendheid van ondernemingen. Economische motieven kunnen de fusies in de steekproef slechts ten dele verklaren. Bovendien hangt de fusiegeneigdheid slechts in zeer geringe mate samen met diverse vormen van 'resource dependence'. Fusies kunnen beter worden verklaard uit een ander motief, namelijk een reductie van de afhankelijkheid van slechts één of enkele afnemers. De laatste hypothese luidt:

Hypothese 4

De geneigdheid tot produktdiversificatie neemt toe met het aandeel van een produkt in de totale omzet van een onderneming.

Pfeffer & Salancik (1978, p. 129-130) stippen aan dat de neiging van ondernemingen minder te gaan afzetten op markten waar reeds veel wordt afgezet wordt ondersteund door onderzoek van Aharoni (1971), alsmede van Hunt & Hunt (1971). Pfeffer & Salancik bespeuren een geringe samenhang tussen de joint venture geneigdheid en transactieafhankelijkheid ('transactions interdependence') binnen bedrijfstakken. Mogelijkerwijs worden joint ventures nog vaker dan fusies benut om de grote mate van onzekerheid, gekoppeld aan 'sales'- c.q. 'purchase-interdependence', terug te dringen. De proportie joint ventures per bedrijfstak correleert

negatief met het verschil tussen de concentratiegraad en de mediane concentratiegraad. Pfeffer & Salancik (1978, p. 113-185) merken op dat bij hoge concentratie in een bedrijfstak joint ventures achterwege zullen blijven en andere coördinatiemechanismen als 'stille' collusie en semi formele communicatie de voorkeur genieten.

Naar onze mening is de belangrijkste bijdrage van Pfeffer & Salancik (1978, p. 113-185) een empirische onderbouwing van organisatievormen als fusies en joint ventures tussen ondernemingen welke niet direct elkaars concurrent zijn. De resource dependence benadering van Pfeffer & Salancik (1978, p. 113-185) kan zowel op het niveau van alle bedrijfstakken tezamen als tussen bedrijfstakken empirisch worden onderbouwd. Fusies en joint ventures komen veel voor in combinatie met een grote transactieafhankelijkheid ('transactions interdependence') en R&D intensiteit. Een mogelijk nadeel van de analyse van Pfeffer & Salancik is het statische karakter. De marktstructuur op een bepaald tijdstip wordt als uitgangspunt genomen. Belangrijke verklarende variabelen als de groei van de vraag naar het eindprodukt en het tempo van technologische innovatie (Harrigan 1986, p. 541) laten zij buiten beschouwing. Op het niveau van de individuele bedrijfstak domineren volgens Pfeffer & Salancik (1978) andere overwegingen, met name een reductie van de afzetonzekerheid (paragraaf 2.1), geoperationaliseerd als de mate van marktconcentratie. De (mogelijke) volgtijdelijke ontwikkeling van marktconcentratie als verklarende variabele laten Pfeffer & Salancik (1978) buiten beschouwing.

Studie 13

Smith en Fleck (1988) nemen zes biotechnologiebedrijven uit Groot Britannië onder de loupe welke produkten voortbrengen die uiteenlopen van standaard- tot zeer kapitaalintensieve produkten. De auteurs gaan na in welke mate de financieringsstructuur van betrokken ondernemingen is afgestemd op de produkt-/ marktcombinaties die deze ondernemingen bedienen. In volgorde van toenemend R&D budget onderscheiden ze drie ontwikkelingsfasen, gerangschikt naar toenemende R&D kosten:

1) Distributie van standaardprodukten als monoclonale cellijnen en peptiden.
2) Ontwikkeling en produktie van 'semi-innovatieve produkten', bijvoorbeeld diagnostische kits.
3) Ontwikkeling, produktie en distributie van innovatieve produkten in de geneesmiddelensfeer.

Uit het veldonderzoek komt naar voren dat de belangrijkste scheidslijn in de ontwikkelingsfasen ligt tussen fase 2 en 3. In fasen 1 en 2 zal een onderneming voornamelijk halffabrikaten en technologische kennis leveren aan andere grote ondernemingen (zelfstandige groei). In deze fase richten ondernemingen zich voornamelijk op contract- en gezamenlijke research ('joint R&D'). Zo signaleren de auteurs in fase 2 een joint venture met als doel de financiering van de (tamelijk) kapitaalintensieve produktie van diagnostische kits (Celltech). De overgang van ontwikkelingsfase 2 naar fase 3 is het moeilijkst. Bij deze overgang komen ondernemingen komen voor de keuze te staan zelfstandig te opereren of samen te werken met derden. Voor de meeste ondernemingen lijkt een overname door of fusie met een grote onderneming, de enige weg om voldoende financieringsmogelijkheden te verwerven. Een uitzondering vormt de onderneming Celltech die met succes zelfstandig is gegroeid. Celltech heeft zelfstandig kunnen groeien, omdat de onderneming flexibel is en bovendien voldoende cash flows heeft gegenereerd met de verkoop van grondstoffen voor de financiering van toenemende R&D budgetten.

Studie 14

Teece (1987, p. 203-211) toetst zijn 'toeëigeningstheorie' (paragraaf 2.3.6) aan de hand van drie cases. Waarvan twee binnen het technologiecluster 'biotechnologie' : EMI's CAT-Scanner en G.D. Searle's NutraSweet (aspartaam). Hij schetst de samenhang tussen de winstgevendheid van ondernemingen, imitatiemogelijkheden en het belang van complementaire produktiefaktoren. De cases die Teece (1987, p. 207-211) aanhaalt[12] illustreren dat het voor ondernemingen binnen het technologiecluster 'biotechnologie' moeilijk is zich in te dekken tegen imitatie, vanwege de relatief beperkte periode waarvoor patentbescherming kan worden genoten. Ondernemingen dienen dan ook over complementaire faciliteiten als distributiekanalen en toelevering van sleutelinputs zoveel mogelijk controle uit te oefenen. Volgens Teece (1987) kunnen samenwerkingsverbanden voornamelijk worden verklaard uit mijden van het imitatierisico en de complementariteit van activiteiten van derden.

3.4 PROJECTNIVEAU

Studie 15

Moenaert en Deschoolmeester (1990) trachten de mate van internalisatie van een R&D project te verklaren. Daarmee nemen zij het gehele continuüm van organisatievormen van R&D onder de loupe. Zij onderscheiden in volgorde van afne-

mende internalisatie de organisatievormen 'internal development', 'contract research' ten behoeve van derden, 'intercompany cooperation', 'joint venture', 'acquisitie van technologische kennis' en 'aankoop van technologie'. Op basis van in totaal achttien casestudies formuleren zij een model. De belangrijkste databronnen betreffen interviews met sleutelinformanten en experts, alsmede bedrijfstak technologierapporten (p. 295). In het model wordt de mate van internalisatie van R&D opgevat als een proces, opgebouwd uit de opeenvolgende fasen perceptie, onzekerheidsreductie en internalisatie van technologie (p. 300). Belangrijke verklarende variabelen in de onzekerheidsreductiefase betreffen de beschikbaarheid van interne en externe produktiefaktoren, technologiespecifieke variabelen. Technologiespecifieke variabelen betreffen onder meer de complexiteit, stabiliteit en beschikbaarheid van een technologie. Met ondernemingscultuur, waarden en strategie doelen de auteurs onder neer op het belang van de Strategic Business Unit (SBU), de risicohouding van het management en de technologische en marktpositie van een onderneming. ondernemingscultuur, waarden en strategie. Aan de hand van de resultaten van de casestudies formuleren Moenaert en Deschoolmeester (1990, p. 291-303) elf stellingen. Deze stellingen hebben betrekking op de beschikbaarheid van informatie, beslissingen over de investeringen in produktiefaktoren, interne versus externe acquisitie van produktiefaktoren, en 'make or buy'-beslissingen. Enige stellingen welke van belang zijn voor ons model luiden: een positieve samenhang tussen het volume van interne produktiefaktoren en het strategisch belang van een technologie voor een Strategic Business Unit (SBU; investeringen in produktiefaktoren), alsmede tussen de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen en ervaring welke een onderneming heeft met samenwerking ('make or buy'-beslissing).

Moenaert en de Deschoolmeester (1990) stellen de dynamiek van organisatievormen van R&D centraal. Op basis van hun casestudies concluderen zij dat internalisatie van R&D een proces is. De koppeling tussen organisatievormen en een reductie van onzekerheid verdient volgens hen nader aandacht. Hierbij zou volgens de auteurs de aandacht op clusters van technologieën moeten worden gericht.

3.5 EVALUATIE

In paragrafen 3.2, 3.3 en 3.4 hebben we in totaal vijftien empirische studies besproken. In deze studies is getracht aspecten van R&D organisatievormen te verklaren op basis van verschillende theoretische invalshoeken. De te verklaren variabele, de te kiezen R&D organisatievorm in de empirie, kan in verband worden gebracht met diverse verklarende variabelen. Deze kunnen betrekking hebben op

markten voor produkten, technologische kennis en produktiefaktoren. In tabel 3-5 geven we een overzicht van de empirische studies. Per studie vermelden we achtereenvolgens welke aspecten van R&D organisatievormen als te verklaren variabele onder de loupe worden genomen, het analyseniveau, het aantal waarnemingen, de periode en regio waarop de studie betrekking heeft, de belangrijkste verklarende variabelen en de (belangrijkste) theoretische invalshoek(-en) waarop elk van de studies is gebaseerd.

We merken op dat de belangrijkste gehanteerde theoretische invalshoeken (comparatief) statisch van aard zijn: de resource dependence (Pfeffer & Salancik 1978), transactiekosten- (Williamson 1981) en toeëigeningsbenadering (Teece 1987). Killing (1980) en Moenaert e.a. (1990) combineren statische en dynamische invalshoeken. Bovenvermelde studies geven ons nader informatie over een nadere operationalisering van faktoren in de vorm van een afbakening van R&D organisatievormen en verklarende variabelen. Voorts wordt een samenhang geschetst tussen het type R&D organisatievorm en verklarende variabelen.

Bij slechts drie studies (Håkansson 1990; Levy 1984 en Harrigan 1986) worden R&D organisatievormen geoperationaliseerd met een kwantificeerbare schaalvariabele. Alleen in de studies van Håkansson (1990) en Moenaert en Deschoolmeester (1990) komt het gehele in de praktijk waarneembare scala van R&D organisatievormen aan bod. R&D organisatievormen kunnen met name worden verklaard uit diverse vormen van onzekerheid (zoals gedefinieerd in paragraaf 2.1). In de empirie zijn ondernemingen eerder geneigd R&D in eigen beheer te verrichten naarmate diverse vormen van onzekerheid toenemen. Ons inziens zijn de studies van Calantone & Benedetto (1988), Håkansson (1990), Pisano (1990), Shan (1987) en Moenaert en Deschoolmeester (1990) het interessantst, omdat het gehele scala van organisatievormen, variërend van 'make, 'cooperate' tot 'buy'-opties, als te verklaren variabele wordt genomen. We merken hierbij op dat in deze empirische studies is gestuit op problemen inzake een operationalisering van de verklarende faktoren 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Sommige studies onderscheiden zich juist door een nadere operationalisering van verklarende faktoren, in het bijzonder 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Het volume van de 'vaardigheden' waarover een onderneming op een tijdstip beschikt kan worden afgebakend met het aantal R&D projecten welke in eigen beheer reeds zijn uitgevoerd (Pisano 1990) of ervaring met samenwerking (Moenaert e.a. 1990, p. 291-303).

Tabel 3-5 Samenvatting empirische studies

	obj (1)	nivo (2)	n (3)	jaar (4)	reg. (5)	variabele (6)	theorie (7)
Calantone & Benedetto (1988)	mbf	meso	1600	45-70	UK	cycl, typ typ	resource dependence
Häkansson (1989, 1990)	%b	meso	123	89	ZWE	con, own exp	resource dependence
Harrigan (1988)	%VA (kl)	meso	192	60-81	VS	vars, com vart, con	diverse
Levy (1984)	%VA	meso	69	58, 63 67, 72	UK	size, R&D, adv div, vars, fin	transactie-kosten
Marity & Smiley (1983)	jRD jv cons	meso	70	80	EU	R&D div vart	diverse
Killing et al. (1980)	mbc	meso	102	80	UK CAN	div fin	diverse
Kleinknecht et al. (1991)	c	meso	4200	89?	NL	R&D, expo	diverse
Pisano (1990)	mb	meso	92	82-86	VS JA EU	inp div exp	diverse
SER (1985)	mbc	meso	30	85	NL	size, imi fin	diverse
Shan (1987, 1990)	mb	meso	80	82-86	VS	nat, div size, imi	transactie-kosten toeëigening
Hagedoorn diverse (1988, 1990)	mbf	micro	10	n.v.	NL	R&D	vart, fin
Pfeffer & Salancik (1978)	fu jv	micro	854 166	48-69 60-71	VS	dep dep	resource dependence
Smith & Fleck (1988)	mbc	micro	6	88	UK	R&D	diverse
Teece (1987)	mbc	micro	3	76-82	VS	imi, comp	toeëigening
Moenaert et al. (1990)	mbc	struc	18	niet beschik-baar	BE	exp	diverse

Toelichting

A. ALGEMEEN

(1) Te verklaren variabele: *keuze*: mbc = keuze make/buy/cooperate; *frequentie*: mb = make/buy; fu = fusies; jv = joint ventures; jRD = joint R&D; cons = consortia;
%b = gedeelte R&D uitbesteed; % VA = toegevoegde waarde /omzet (kl = geklassificeerd).

(2) Analyseniveau verklarende variabelen = meso-, micro- c.q. structureel niveau.

B. STEEKPROEF

(3) n = aantal waarnemingen.
(4) kalenderjaar; n.b. = niet beschikbaar.
(5) regio: VS = Verenigde Staten; CAN = Canada; JA = Japan; UK = Verenigd Koninkrijk; ZWE = Zweden; NL = Nederland; BE = België; EU = West-Europa.

C. VERKLARENDE VARIABELEN (6)

markten

* produkten/produktiefaktoren
  con = concentratie op afnemersmarkt; dep = 'transactions interdependence'; vars = variantie omzet; inp = concentratie aan inputzijde.

* technologische kennis
  imi = imitatierisico; cycl = fase levenscyclus technologie (vroeg/laat); vart = technologie-onzekerheid; typ = type technologie (produkt /proces); comp = complementariteit technologie.

* onderneming
  size = omvang onderneming; div = mate diversificatie.
  nat = verschillende nationaliteiten; fin = financieel risico; own = verdeling vermogen over eigenaars; exp = ervaring met samenwerking; expo=export/sales-ratio.

activiteiten
R&D = R&D intensiteit (R&D uitgaven/omzet of R&D personeelsvolume/totaal personeelsvolume)
adv = advertentieintensiteit (Advertisement expenditures/sales).

D. THEORETISCHE INVALSHOEKEN (7)

Utterback = dynamische theorie Utterback & Abernathy (paragraaf 2.2.2); resource dependence = resource dependence theorie (paragraaf 2.3.1); transactiekosten = transactiekostentheorie (paragraaf 2.3.2); toeëigening = toeëigeningstheorie (paragraaf 2.3.6); diverse = diverse.

Zoals we reeds aanstipten in paragraaf 2.1 kan de verklarende faktor 'onzekerheid' worden gesplitst in de componenten: 'vraagonzekerheid', 'technologieonzekerheid' en 'financiële onzekerheid'. De belangrijkste indicator voor de marktonzekerheid is de variantie van de afzet (Håkansson 1990; Harrigan 1986; Levy 1984). De verklarende faktor 'technologieonzekerheid' is moeilijk te operationaliseren. Wel wordt op mesoniveau de fase van de technologielevenscylus (Calantone & Benedetto 1988) dan wel het tempo van technologische vernieuwing (Harrigan 1986; Hagedoorn 1990) en op ondernemingsniveau de R&D intensiteit als verklarende variabele gehanteerd (Levy 1984; Mariti & Smiley 1983; Smith & Fleck 1988). Financiële onzekerheid kan worden afgebakend met de variantie van de ondernemingswinst (Levy 1984), omvang van de onderneming (Levy 1984; SER 1985; Shan 1987) of project (Killing 1980) en de mate van diversificatie binnen een onderneming (Levy 1984; Killing 1985; Pisano 1990; Shan 1987). De verklarende faktor 'afhankelijkheid' kan worden afgebakend met het marktaandeel van een onderneming of het aantal ondernemingen dat op dezelfde markt opereert (Håkansson 1990; Harrigan 1986; Pisano 1990) of de 'exports-/sales'-ratio (Kleinknecht & Van Reijnen 1991).

De meest frequent gehanteerde verklarende variabelen zijn ondernemingsspecifiek. We noemen: de mate van diversificatie, de omvang van de onderneming, het aantal ondernemingen dat op dezelfde markt opereert en de omvang van de R&D uitgaven van een onderneming. Ons valt op dat bij veertien van de vijftien studies projectspecifieke variabelen ontbreken. Een uitzondering hierop vormt de studie van Killing (1980). Killing (1980) neemt de projectomvang ook als verklarende variabele in beschouwing. De keuze met betrekking tot de organisatievorm van R&D speelt met name op projectniveau (Pisano 1990, p. 154). In ons te formuleren model in hoofdstuk 4 gaan wij hier nader op in.

3.6 SAMENVATTING

In dit hoofstuk is een overzicht gegeven van in totaal vijftien empirische studies waarin (onderdelen) van de in hoofdstuk 2 geschetste verbanden tussen de aan organisatievormen ten grondslag liggende beheersstructuren en verklarende faktoren trachten worden getoetst. In de door ons gesignaleerde literatuur zijn als belangrijkste proxy's voor de verklarende faktoren 'onzekerheid', respectievelijk 'afhankelijkheid' de volgende verklarende variabelen gehanteerd: de mate van diversificatie (Levy 1984; Mariti & Smiley 1983; Killing 1980; Pisano 1990; Shan 1987) van een onderneming en het aantal ondernemingen dat op dezelfde markt opereert (Pisano 1990). De lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) als proxy

voor de faktor 'technologieonzekerheid' komt zijdelings ter sprake. Behalve in de studies van Killing (1980) en Moenaert en Deschoolmeester (1990). In een aantal studies worden organisatievormen verklaard uit de R&D intensiteit van een onderneming (Kleinknecht en van Reijnen 1991; Levy 1984; Marity & Smiley 1983; Smith & Fleck 1988). Een nadere operationalisatie van de verklarende faktor 'vaardigheden', zoals in paragraaf 2.5 ter sprake gebracht, betreft het aantal R&D projecten welke in eigen beheer reeds zijn uitgevoerd (Pisano 1990) of ervaring met samenwerking (Moenaert & Deschoolmeester 1990). Er wordt evenwel geen koppeling gelegd tussen het volume van 'vaardigheden' en het volume van bijvoorbeeld het R&D personeelsbestand, gespecialiseerd binnen een toepassingsgebied.

Naar onze mening bieden de empirische invalshoeken van Killing (1980), Pisano (1990) en Moenaert en Deschoolmeester (1990) nuttige aanknopingspunten voor een model, waarin het gehele spectrum van organisatievormen wordt verklaard, omdat de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' nader worden geoperationaliseerd. Moenaert en Deschoolmeester (1990) nemen het gehele spectrum van organisatievormen onder de loupe. Voorst geven zij een aanzet tot een procesbenadering. Een integraal model, waarin het gehele spectrum organisatievormen wordt verklaard, ontbreekt evenwel. In hoofdstuk 4 komt een dergelijk model ter sprake.

Noten bij hoofdstuk 3

1. Utterback & Abernathy (1975, p. 648-649) onderscheiden drie fasen: ongecoördineerd proces (fase I), gesegmenteerd proces (fase II) en systematisch proces (fase III). Zie ook: paragraaf 2.2.
2. Zie: Calantone & Benedetto (1988, p. 15) hypothesen H1 (A), H2 (A) en H3 (A).
3. Vijfendertig ondernemingen met minder dan vijftig werknemers, tweeënzeventig ondernemingen met vijftig tot driehonderd werknemers en zestien ondernemingen met meer dan driehonderd werknemers (zie: 2), p. 53).
4. De verdeling is als volgt: klasse % (uitbestede R&D, aandeel in populatie) : 0-30% (35%), 30-50% (14%), 50-80% (36%) en > 80% (15%, p. 54).
5. De oorspronkelijke hypothesen luiden:

   1) A pharmaceutical company will be more likely to internalize R&D in those biotechnology product areas in which R&D capabilities are concentrated in fewer R&D suppliers (p. 159).
   2) A pharmaceutical company will be more likely to internalize R&D in those biotechnology product markets in which it faces greater competition from other established pharmaceutical companies (p. 160).
   3) A pharmaceutical company that tended to use in-house R&D for it's traditional pharmaceutical products will have a greater propensity to internalize R&D for biotechnology products (p. 161).

4) A pharmaceutical firm will be more likely to undertake a biotechnology project in-house when it has accumulated more in-house R&D experience in the relevant stage of biotechnology (p. 161).

6. A firm with a higher percentage of its business in pharmaceuticals will be more likely to internalize biotechnology pharmaceutical R&D projects (p. 162).
7. Meer precies: zij hebben getoetst of dP/dX, met P = waarschijnlijkheid tot samenwerking en X = verklarende variabele, significant verschilt van 0.
8. Collectieve researchverbanden worden als volgt gedefinieerd: "Indien een groep van bedrijven, niet kleiner dan drie, vanuit een behoefte aan nieuwe technische kennis een research-doel en een daarop gericht project defineert, financiële middelen daarvoor ter beschikking stelt en zich als een vragende partij op de markt van onderzoek manifesteert" (Sociaal Economische Raad 1985, p. 28).
9. De volgende bedrijfstakken (aantal collectieve researchovereenkomsten) zijn bestudeerd: voedings- en genotmiddelen- (3), textiel- en kleding- (3), leder-, schoen- en andere lederwaren- (3), hout- en metaal- (1), papier- en papierwaren- (2), chemische (1), rubber- en kunststofverwerkende (1), bouw- en bouwmaterialen- (7), metaal- en electronische (7) en overige (3) industrie (Sociaal Economische Raad 1985, p. 109).
10. Deze wordt beschreven aan de hand van een klassificatieindex, variërend van 0 (lone star) tot 3 (distant folower), Shan (1990, p. 135).
11. Dummy: 0 (VS), 1 (buiten VS), Shan (1990, p. 136).
12. Als 'economies of scale' en 'economies of scope' groot zijn, zullen ondernemingen activiteiten pas integreren indien zij boven de optimale schaal opereren (Shan 1990, p. 137)
13. Hieronder geven wij een korte samenvatting van de cases: EMI introduceerde in 1976 een 'hightech' CAT-scanner waarvan de technologie gemakkelijk kon worden geïmiteerd ('reverse engineering'). Vanwege het 'high tech'-karakter waren service en distributie complementaire activiteiten. Omdat EMI service- en distributiekanalen ontbeerde en concurrenten GE en Technicare reeds over laatstgenoemde faciliteiten beschikten lukte het EMI niet de CAT scanner winstgevend te maken; G.D. Searle kwam in 1982 met aspartaam, onder de merknaam NutraSweet, op de markt. Nutrasweet werd een commercieel succes, met name omdat het een patentbescherming geniet en imitatie op problemen stuit zolang de patenten van kracht zijn. Imitatieprodukten moeten goedkeuring krijgen van de FDA, hetgeen pas mogelijk is na honderden tests. Daarnaast richt Searle zich op het opbouwen van een merknaam, welke ook van nut is na het aflopen van diverse patenten; De produktie van NutraSweet blijft in eigen beheer om imitatie na de 'patentperiode' te bemoeilijken. Om die reden heeft Searle niet gedeelten van het produktieproces uitbesteed middels subcontracting, hoewel dit op korte termijn de produktiekosten zou kunnen verlagen. Wel heeft Searle een joint venture met Ajinomoto opgericht om specifieke kennis voor de produktie van ingrediënten van Nutra Sweet te vergaren. Door zoveel mogelijk controle uit te oefenen over de produktie van NutraSweet tracht Searle produktgeheimen zo goed mogelijk te benutten.

HOOFDSTUK VIER

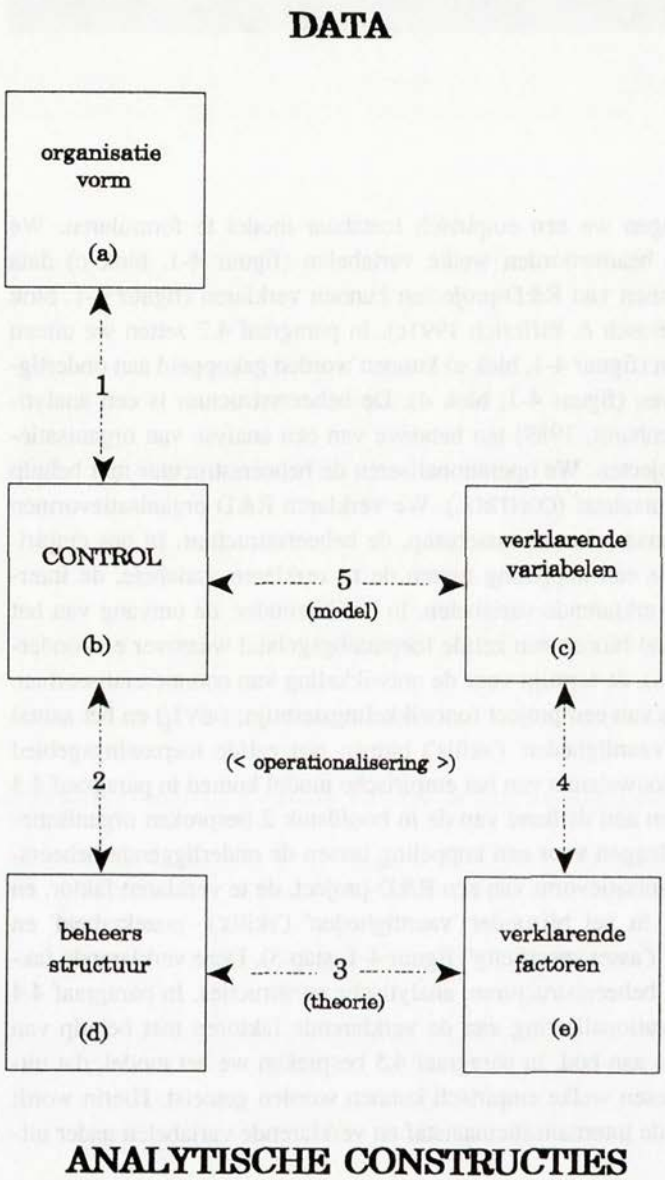
MODEL

4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk beogen we een empirisch toetsbaar model te formuleren. We trachten de vraag te beantwoorden welke variabelen (figuur 4-1, blok c) data inzake organisatievormen van R&D-projecten kunnen verklaren (figuur 4-1, blok a; zie ook: Van den Bosch & Elfferich 1991c). In paragraaf 4.2 zetten we uiteen hoe organisatievormen (figuur 4-1, blok a) kunnen worden gekoppeld aan onderliggende beheersstructuren (figuur 4-1, blok d). De beheersstructuur is een analytische constructie (Eisenhardt, 1989) ten behoeve van een analyse van organisatievormen van R&D-projecten. We operationaliseren de beheersstructuur met behulp van een internalisatiemaatstaf (CONTROL). We verklaren R&D organisatievormen derhalve niet direct, maar via een tussenstap, de beheersstructuur. In ons empirische model leggen we een koppeling tussen de te verklaren variabele, de internalisatiemaatstaf, en verklarende variabelen. In het bijzonder: de omvang van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), de termijn voor de ontwikkeling van commercialiseerbare technologische kennis van een project (ontwikkelingstermijn; $DEVT_i$) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' ('skills') binnen een zelfde toepassingsgebied (N). De theoretische bouwstenen van het empirische model komen in paragraaf 4.3 ter sprake. We trachten aan de hand van de in hoofdstuk 2 besproken organisatietheorieën de basis te leggen voor een koppeling tussen de onderliggende beheersstructuur van een organisatievorm van een R&D-project, de te verklaren faktor, en verklarende faktoren, in het bijzonder 'vaardigheden' ('skills'), 'onzekerheid' en 'transactiespecificiteit' ('asset specificity'; figuur 4-1, stap 3). Deze verklarende faktoren zijn, evenals de beheersstructuren, analytische constructies. In paragraaf 4.4 komt een nadere operationalisering van de verklarende faktoren met behulp van verklarende variabelen aan bod. In paragraaf 4.5 bespreken we het model, dat uitmondt in drie hypothesen welke empirisch kunnen worden getoetst. Hierin wordt de samenhang tussen de internalisatiemaatstaf en verklarende variabelen nader uit-

eengezet. In paragraaf 4.6 tenslotte evalueren we ons model aan de hand van de in hoofdstuk 3 besproken empirische studies.

Figuur 4-1 Onderlinge samenhang data en analytische constructies



4.2 R&D ORGANISATIEVORMEN EN BEHEERSSTRUCTUREN

4.2.1 Inleiding

Voor R&D-projecten kan voor een scala aan organisatievormen worden gekozen. Zoals we hebben uiteengezet in paragraaf 4.1 zullen we in het model de door een onderneming gekozen organisatievorm van een R&D-project trachten te verklaren. Zowel aan de toeleveranciers- als afnemerszijde van de onderneming. Voorbeelden van organisatievormen aan de toeleverancierszijde van de onderneming zijn contract research en (in-)licentiëring, joint ventures, de acquisitie van innovatieve ondernemingen en R&D in eigen beheer. Aan de afnemerszijde van de onderneming kunnen we lekken,[1] (uit-)licentiëring, joint ventures, creatie van innovatieve ondernemingen en interne exploitatie onderscheiden. (Granstrand & Sjölander 1990, p. 40, zie: figuur 2, kolom 1). Organisatievormen maken deel uit van een continuüm, waarbinnen de organisatorische verwevenheid met toeleverende of afnemende ondernemingen toeneemt. Met als uitersten contract onderzoek enerzijds en een volledig samengaan (fusie) van ondernemingen anderzijds. Richardson (1972, p. 887) verwoordt dit als volgt:

> "What confronts us is a continuum passing from transactions, such as those on organised commodity markets, where the cooperative element is minimal, through intermediate areas in which there are linkages of traditional connection."

Wij richten de aandacht op de mate waarin R&D ten behoeve van een onderneming wordt geïnternaliseerd respectievelijk geëxternaliseerd. De mate van internalisatie van R&D (CONTROL) is de te verklaren variabele van ons model.

4.2.2 R&D en internalisatie

In deze paragraaf definiëren we de begrippen 'R&D' en 'R&D-project' en, in de volgende paragraaf, 'mate van internalisatie van R&D' (CONTROL). R&D is een proces waarbij output wordt voortgebracht met de produktiefaktoren arbeid, kapitaal en overige hulpmiddelen. Deze output kan bestaan uit technologische kennis, informatie, nieuwe produkten en 'vaardigheden' (Cohen & Mowery 1984; Reddy & Zhao 1990, p. 294, 295; Wissema 1988, p. 54, 55).[2] De output 'technologische kennis' kan belichaamd zijn in de volgende informatiedragers: documenten, blauwdrukken ('know how'), geschreven documenten, softwarepakketten, foto's en mondelinge of schriftelijke overdracht van informatie. Technologische kennis kan ook besloten liggen in produktiefaktoren als kapitaalgoederen en arbeid (Robinson 1988, p. 4, 5).

Een belangrijk element voor ons model is de *markt* voor technologische kennis. Transacties in de output 'technologische kennis' kunnen niet alleen tussen ondernemingen op de externe markt, maar ook binnen onderdelen van ondernemingen op de interne markt, bijvoorbeeld tussen afdelingen, Strategic Business Units (SBU's) en dergelijke, plaatshebben (Root 1988, p. 69-70). Ondernemingen (of onderdelen van ondernemingen) die over produktiefaktoren, waarmee technologische kennis kan worden geproduceerd, beschikken, kunnen als *aanbieders* op de (interne en externe) markt voor technologische kennis optreden. De *vragende partijen* op de (interne en externe) markt voor technologische kennis zijn ondernemingen (of onderdelen van ondernemingen) die nieuwe technologische kennis toepassen voor de produktie en/of distributie van nieuwe produkten. Vragers naar de output van R&D zijn veelal ondernemingen welke nieuw ontwikkelde produkten voortbrengen en/of distribueren.
R&D kan derhalve worden opgevat als een produktiefunctie (paragraaf 2.2.1), met als de belangrijkste output de technologische kennis. Voorts kan R&D worden beschouwd als een overdracht van technologische kennis, eventueel gekoppeld aan een overdracht van produktiefaktoren (paragraaf 2.3.2). Teneinde het R&D proces, alsmede de organisatievorm ervan, af te bakenen maken we een onderscheid tussen de belangrijkste *output*, de technologische kennis, en *produktiefaktoren* waarmee de technologische kennis wordt voortgebracht. In ons model demarkeren we een R&D-project (i) met de volgende parameters (het volume van de) output (q) aan het eind van het project (t_1) en de (het volume van de) produktiefaktoren aan het begin van het project (t_0) en de ontwikkelingstermijn ($DEVT_i = t_1 - t_0$):

$$\text{project}^i \; DEVT^i_i = \{\text{volume produktiefaktoren}_{t0}, q_{t1}, DEVT^i_i\}$$

We veronderstellen dat de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project (i), dat in zijn geheel in eigen beheer wordt geïmplementeerd, ($DEVT^i_i$) gegeven is. Een nadere endogenisering van de ontwikkelingstermijn (DEVT) laten we buiten beschouwing. Voorts is in ons model het volume van de output (q) gegeven. Beslissingen omtrent een eventuele deelname aan organisatievormen als samenwerkingsverbanden (*'membership stage'*) en het uit winstoogpunt optimale R&D volume (*'development stage'*, Katz 1986, p. 530) vallen buiten ons bestek. De keuzeparameter binnen onze benadering is de samenstelling van de produktiefaktoren waarmee R&D wordt verricht. De te verklaren 'CONTROL' variabele (figuur 4-1, blok b) is hierop gebaseerd.

4.2.3 Naar een internalisatiemaatstaf

Een nadere klassificatie van R&D organisatievormen in de empirie is onontbeerlijk voor ons model. R&D organisatievormen kunnen worden geklassificeerd met de volgende maatstaven: het gedeelte van de toegevoegde waarde van R&D dat in eigen beheer wordt verricht (de Jong 1972), de organisatorische verwevenheid, het gedeelte van de primaire en ondersteunende activiteiten in de 'waarde keten' ('value chain', Porter 1986, p. 19-32) dat met een partner wordt geïmplementeerd, (Coopers, Lybrand & van Dien 1990, p. 27-50), de mate van wederzijdse organisatorische afhankelijkheid tussen de samenwerkende partners (Contractor & Lorange 1988, p. 5-7)[3] en tenslotte de vorm, focus, (mate van) autonomie en duur (Harrigan 1988, p. 142). Voornoemde maatstaven hebben uitsluitend betrekking op vertikale integratie binnen de bedrijfskolom. De basisindeling van Root (1988, p. 69-70) van organisatievormen in 'intrafirm', 'open market' en 'interfirm transactions' vormt een nuttige basis voor een klassificatie van de verscheidenheid van R&D organisatievormen in de empirie.

Wij richten de aandacht op de mate waarin R&D gedurende de ontwikkelingstermijn van een projekt ($DEVT_i$) wordt geïnternaliseerd respectievelijk geëxternaliseerd. De mate van internalisatie van R&D ($CONTROL_{i,DEVT_i}$) gedurende de ontwikkelingstermijn ($DEVT_i$) is de te verklaren variabele van ons model. We meten de mate van internalisatie van een R&D-project af aan de mate van 'management control' (Lorange & Scott Morton 1986, p. 124-126) die een onderneming uitoefent over de produktiefaktoren waarmee R&D wordt verricht. Een andere dimensie, de mate van financiële vervlechting van ondernemingen (Coopers & Lybrand / Dijker & Van Dien 1990, p. 50), laten we buiten beschouwing. Evenmin bestuderen we de wijze waarop eventuele baten van R&D over de partners worden verdeeld (Ruiz-Mier 1989, p. 131).

Voorts beperken we ons tot één produktiefaktor, namelijk arbeid. De reden hiervoor is dat naast wetenschappelijke uitvindingen en nieuwe ideeën, 'human resources' tot een van de noodzakelijke en kritische inputs in moderne multinationale ondernemingen, onderzoeksinstellingen en universiteiten behoren (Dill 1990, p. 124; Jacobs 1990, p. 30; Lorange & Probst 1990, p. 153). Voor R&D is arbeid één van de belangrijkste produktiefaktoren (Mowery 1988) waarbij zich de meeste coördinatieproblemen kunnen voordoen (Harrigan 1988, p. 152). Bovendien manifesteert onderlinge afhankelijkheid zich in concurrentie tussen ondernemingen bij de verwerving van technologische kennis en expertise (Dill 1990, p. 125). Mede daarom nemen we in ons model als proxy voor de mate van internalisatie ($CONTROL_{i,t}$) het aandeel van de arbeidskosten, ten laste van de onderneming zelf,

in de totale arbeidskosten van een R&D-project gedurende een bepaalde periode (t):

$$\text{CONTROL}^i_t = c^i_{i,t} \cdot q^i_i \,/\, (c^i_{i,t} \cdot q^i_{i,t} + c^i_{e,t} \cdot q^i_{e,t}) \qquad \text{(I)}$$

waarin:

CONTROL^i_t = de mate van internalisatie van project i door een onderneming gedurende periode t

$c^i_{i,t}$, $c^i_{e,t}$ = de gemiddelde arbeidskosten per volume-eenheid R&D intern, c.q. extern gedurende periode t

$q^i_{i,t}$; $q^i_{e,t}$ = het volume van R&D intern, c.q. extern, uitgedrukt in mensjaren gedurende periode t

Omdat geldt dat de eigen arbeidskosten gelijk zijn aan: $c^i_{i,t} \cdot q^i_i$ en de totale arbeidskosten gelijk zijn aan $c^i_{i,t} \cdot q^i_{i,t} + c^i_{e,t} \cdot q^i_{e,t}$, volgt:

$$\text{CONTROL}^i_t = \text{interne arbeidskosten / totale arbeidskosten} \qquad \text{(II)}$$

We veronderstellen dat, gegeven de ontwikkelingstermijn van een project, de mate van internalisatie van een R&D-project i door een onderneming (CONTROL^i_t) over de gehele periode t constant is. In het vervolg van dit betoog nemen we de mate van internalisatie per kalenderjaar als uitgangspunt. We stellen t derhalve gelijk aan 1 jaar. Daarom laten we de tijdindex t weg. De variabelen DEVT^i, q^i_i en q^i_e hebben elk betrekking op projekt i. Eenvoudigheidshalve laten we daarmee index i weg. In volume-eenheden uitgedrukt luidt de internalisatiemaatstaf:

$$\text{CONTROL}_{\text{reëel}} = q_i/(q_i + q_e) \qquad \text{(III)}$$

Uit bovenstaande formule (I) volgt:

$$\text{CONTROL}_{\text{reëel}} = \text{volume R\&D intern / volume R\&D extern} \qquad \text{(IV)}$$

Wij meten de organisatievorm van een R&D-project, *ex post* af aan een internalisatiemaatstaf: de verhouding tussen het (in arbeidsjaren uitgedrukte) volume van de R&D output welke een onderneming zelf voortbrengt ($q_{i,\text{DEVT}}$) en het totale volume van de R&D output (q) met een R&D-project voortgebracht, zowel intern

als extern (toeleveranciers of afnemers) per jaar gedurende de ontwikkelingstermijn (DEVT).

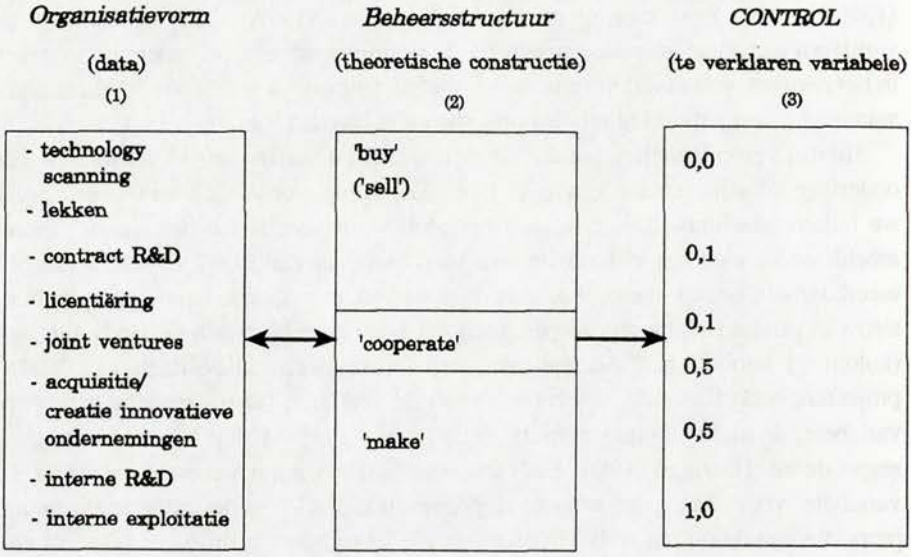
Deze internalisatiemaatstaf (CONTROL) stemt overeen met de door Ruiz-Mier (1989, p. 130) 'cost sharing rule'[4] en Håkansson's (1990, p. 72) gehanteerde te verklaren variabele 'resource structure', de positie welke een onderneming inneemt in het netwerk van markten (afnemers-, toeleveranciers-, kapitaal- en arbeidsmarkt) waarmee de onderneming relaties onderhoudt (paragraaf 3.1).

Hierbij veronderstellen we dat de met interne en externe arbeid verrichte R&D onderling substitueerbaar kan zijn. Eventuele complementariteit van arbeid laten we buiten beschouwing[5]. Evenmin besteden we aandacht aan heterogeniteit van arbeid, welke zich mogelijkerwijs voor kan doen (Van den Bosch 1982). De substitueerbaarheid neemt evenwel af met de mate van specialisatie (transactiespecificiteit) van produktiefaktoren. In paragraaf 4.3 komen we hier op terug. In figuur 4-2 (kolom 3) hebben geïllustreerd hoe data inzake organisatievormen van R&D-projecten, onderliggende beheersstructuren (te verklaren faktor) en de te verklaren variabele, de mate van internalisatie (CONTROL, figuur 4-1 stap 1), met elkaar corresponderen. Harrigan (1986) en Häkansson (1989) hanteren een continue schaalvariabele voor de mate waarin respectievelijk R&D wordt uitbesteed en de proportie van de output welke in de volgende fase van een bedrijfskolom wordt geïntegreerd (paragrafen 3.3.1. en 3.4.1).

Killing (1980) maakt een onderscheid tussen inlicentiëring en een joint venture waarin één van de partners voor ongeveer 50% ('50-55% joint venture') respectievelijk voor meer dan 50% participeert ('meerderheids joint venture'; paragraaf 3.3.2). Wij hanteren als globale indicatie van de mate van internalisatie (CONTROL) binnen de 'buy'- ('sell'-), 'cooperate'-, respectievelijk 'make'-beheersstructuur de volgende aandelen in het totale arbeidsvolume van een R&D-project: minder dan 0,1, tussen 0,1 en 0,5 en meer dan 0,5.

Een organisatievorm van een R&D-project maakt deel uit van één van de alternatieve beheersstructuren. Terwijl elk van de beheersstructuren meerdere organisatievormen kan omvatten (Van den Bosch & Elfferich 1991a).

Figuur 4-2 Organisatievormen, beheersstructuren en internalisatie



4.3 BEHEERSSTRUCTUUR EN VERKLARENDE FAKTOREN

In ons model veronderstellen we dat een onderneming minimalisatie van de totale arbeidskosten van een R&D-project ($C = c^i_{i,t} \cdot q^i_{i,t} + c^i_{e,t} \cdot q^i_{e,t}$) per jaar nastreeft, *gegeven* het arbeidsvolume van een project (q). Onder de kosten van een R&D-project verstaan we de directe produktiekosten, alsmede de coördinatiekosten (Malone 1985, p. 10).[6] In paragraaf 4.4 gaan we nader in op deze kostencomponenten. Gegeven het streven naar kostenminimalisatie, kunnen we stellen dat:

$$\text{CONTROL} = f\,(\text{produktiekosten, coördinatiekosten}) \qquad \text{(A)}$$

In hoofdstuk 2 is een aantal invalshoeken aan bod gekomen waarmee mogelijke determinanten van de kosten van een R&D-project binnen een beheersstructuur kunnen worden getraceerd. De omvang van de produktiekosten houdt onder meer verband met de verklarende faktor 'volume vaardigheden' (Reve 1990, p. 138) waarover een onderneming beschikt. De coördinatiekosten van R&D binnen een bepaald type beheersstructuur kunnen worden verklaard uit de verklarende faktor

'onzekerheid', inherent aan R&D, alsmede de transactiespecificiteit van 'vaardigheden' (hoofdstuk 2). Daarnaast kan de frequentie van transacties in de output van R&D van belang zijn (Williamson & Ouchi 1981, p. 110). Omdat onzekerheid en transactiespecificiteit de belangrijkste dimensies van transacties zijn, laten we de verklarende faktor 'frequentie van transacties' (aangeduid als 'frequency' door Williamson & Ouchi 1981; Williamson & Reve 1990, p. 12) buiten beschouwing. Bovendien stuit de meting van de frequentie van transacties in de praktijk veelal op problemen. We kunnen de theoretische samenhang tussen de gekozen beheersstructuur en verklarende faktoren (figuur 4-1, blok 3) als volgt samenvatten:

CONTROL = f (volume 'vaardigheden', onzekerheid, transactiespecificiteit 'vaardigheden') (B)

4.4 VERKLARENDE VARIABELEN EN VERKLARENDE FAKTOREN

4.4.1 Volume 'vaardigheden'

Voorbeelden van 'vaardigheden' zijn technologische kennis of marketing kennis (Reve 1990, p. 139). Ondernemingsspecifieke informatie ligt besloten in de interne produktiefaktoren, de quasi-vaste ondernemingsspecifieke menselijke en materiële activa (Cohen & Mowery 1984, p. 112). We kunnen het volume van 'vaardigheden' afmeten aan:

1) 'R&D capability': het aantal innovaties per jaar van een onderneming binnen een zelfde toepassingsgebied (Hagedoorn 1990, p. 173).
2) Ervaring met R&D-projecten, namelijk het aantal R&D-projecten binnen een zelfde toepassingsgebied dat een onderneming reeds heeft verricht (Pisano 1990, p. 171).
3) De 'R&D human capital stock' van de onderneming, welke met name geïncorporeerd is in een team van geschoolde werknemers. Mayes, Buxton & Murfin (1990, p. 126) merken op:

   "R&D spending should be viewed as an investment. It's a firm's R&D capital stock largely embodied in a team of skilled people and the product of continuing sequence of spending over the years, which acts as the basis for successful innovation and development".
4) Eimers en Hövels (1991, p. 271) operationaliseren de omvang van het R&D potentieel van een onderneming als de omvang van het R&D personeelsbestand. De samenstelling van het R&D personeelsbestand is in het kader van

dit onderzoek naar drie kenmerken bezien: opleidingskwalificatie, geslacht en nationaliteit.

De maatstaven 'R&D capability' en 'ervaring met R&D-projecten' hebben als nadeel dat deze pas kunnen worden vastgesteld als reeds R&D output is geleverd. Terwijl onze interesse juist uitgaat naar het vermogen van een onderneming R&D te verrichten binnen een specifiek toepassingsgebied. Wij bakenen het volume van de 'vaardigheden' af met de omvang van de 'R&D capital stock': het aantal mensjaren R&D dat een onderneming binnen een zelfde toepassingsgebied kan verrichten op het moment dat een R&D-project van start gaat. Deze maatstaf is een nadere operationalisatie van de 'R&D human capital stock'. Deze sluit aan bij de operationalisering van het R&D potentieel door Eimers en Hövels (1991). Het voordeel van deze maatstaf is dat deze tenminste even eenvoudig meetbaar is als de eerste twee maatstaven.

4.4.2 Onzekerheid

In hoofdstuk 2 hebben we uiteengezet dat een belangrijke determinant van de verklarende faktor 'onzekerheid' de ontwikkelingstermijn van een R&D-project (DEVT) is. Een onderscheid dient gemaakt te worden tussen de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) van een R&D-project en de lengte van de technologielevenscyclus, in de literatuur ook wel aangeduid als produkt-/marktlevenscyclus (T, Coopers, Lybrand & Van Dien 1990, p. 53; Roussel Saad & Erickson 1991, p. 59-65; Utterback & Abernathy 1975, p. 645). Evenals de technologielevenscyclus kan een R&D-project worden ingedeeld in een aantal fasen die elk waarde toevoegen (Beije 1989, p. 210; Pearson, Brockhoff & Boehmer 1991, p. 10; Robinson 1988, p. 49; Shan 1987; Shan 1990, p. 135; Weelwright 1989, p. 110)[7]. Wij verstaan onder de ontwikkelingstermijn de termijn welke benodigd is om technologische kennis te ontwikkelen welke commercialeerbaar is. Deze termijn eindigt indien

- technologische kennis zelf op de markt voor technologische kennis wordt afgezet.
- in produkten of produktiefaktoren besloten kennis wordt afgezet op de markt voor produktiefaktoren of produkten.

In ons model laten we de organisatorische consequenties van een eventuele overlapping van opeenvolgende fasen van een R&D traject buiten beschouwing.[8]

Gedurende de ontwikkelingstermijn (DEVT) worden de totale kosten (C) gemaakt die benodigd zijn om een technologie zover te ontwikkelen dat deze op-

brengsten kan gaan genereren. De opbrengstenstroom start vanaf het moment van introductie op de R&D markt.

4.4.3 Transactiespecificiteit

De mate van transactiespecificiteit ('asset specificity') van produktiefaktoren hangt samen met de wederzijdse afhankelijkheid van ondernemingen van de activiteiten van deze produktiefaktoren van produktiefaktoren van derden. Teece (1987, p. 5) onderscheidt: 'generic assets', 'specialized' en 'co-specialised assets':

> "Generic assets are general-purpose assets that do not need to be tailored to the innovation in question. Specialized are those with unilateral dependence between the innovation and complementary asset. Co-specialized are those with bilateral dependence".

De transactiespecificiteit van investeringen in onder meer menselijk kapitaal (Williamson 1981, p. 118-121) neemt toe met de mate van specialisatie van deze produktiefaktoren. De transactiespecificiteit van produktiefaktoren kan worden afgemeten aan:

a) Aan de afnemerszijde van de onderneming:

1. de R&D intensiteit van ondernemingen, gemeten met behulp van (bijvoorbeeld) de omvang van de R&D uitgaven/omzet ratio van een nieuw produkt. Naarmate een onderneming R&D intensiever is, zal de omvang van transactiespecifieke investeringen toenemen (Levy 1984; paragraaf 3.3.2)

b) Aan de toeleverancierszijde van de onderneming:

2. het gedeelte van de produktiefaktoren dat door derden wordt geleverd ('purchase interdependence', Pfeffer & Salancik, 1978; paragraaf 3.3.1). Naarmate een groter gedeelte van de input door minder toeleveranciers wordt geleverd neemt de afhankelijkheid toe. In samenhang hiermee neemt de transactiespecificiteit van de produktiefaktoren ook toe.
3. het aantal ondernemingen dat R&D verricht binnen een zelfde toepassingsgebied. Naarmate dit aantal (N) geringer is, neemt de transactiespecificiteit ('asset specificity') van de produktiefaktoren van ondernemingen toe. Pisano (1990: 159) veronderstelt dat: "A pharmaceutical company will be more likely to internalize R&D in those biotechnology product areas in which R&D capabilities are concentrated in fewer R&D suppliers".

Evenals wij constateert hij dat op projectniveau de kosten van markttransacties in technologische kennis gerelateerd zijn aan het aantal aanbieders met R&D programma's binnen een zelfde toepassingsgebied.

De eerste maatstaf heeft als nadeel dat slechts een gedeelte van de R&D van een onderneming een transactiespecifiek karakter draagt. Bij de tweede maatstaf signaleren we het probleem dat weliswaar aan unilaterale, maar niet aan bilaterale afhankelijkheid aandacht wordt besteed. Bovendien draagt de input een tamelijk heterogeen karakter. Voorts is niet duidelijk is of de tweede maatstaf betrekking heeft op hetzelfde toepassingsgebied. Daarom hanteren wij als internalisatiemaatstaf: het aantal ondernemingen dat R&D verricht binnen een zelfde toepassingsgebied (N) op het moment dat een R&D-project van start gaat. De transactiespecificiteit van produktiefaktoren zal toenemen met het aantal ondernemingen dat actief is binnen een zelfde toepassingsgebied (N).

4.5 MODEL

4.5.1 Naar een verdere operationalisering

In paragraaf 4.3 hebben we verondersteld dat een onderneming een beheersstructuur kiest welke de totale kosten van een R&D-project per jaar (C) minimaliseert, ceteris paribus het volume van een R&D-project (q). Zoals in paragraaf 4.3 uiteengezet zijn de totale kosten van een R&D-project opgebouwd uit twee bestanddelen: produktiekosten en coördinatiekosten. In deze paragraaf leggen we een verband tussen de omvang van de produktie- en coördinatiekosten en de verklarende variabelen: de omvang R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), de ontwikkelingstermijn van een R&D projekt (DEVT) en het aantal ondernemingen binnen een zelfde toepassingsgebied (N):

$$\text{CONTROL} = f\,(\text{PERS}, \text{DEVT}, \text{N}) \qquad \text{(C)}$$

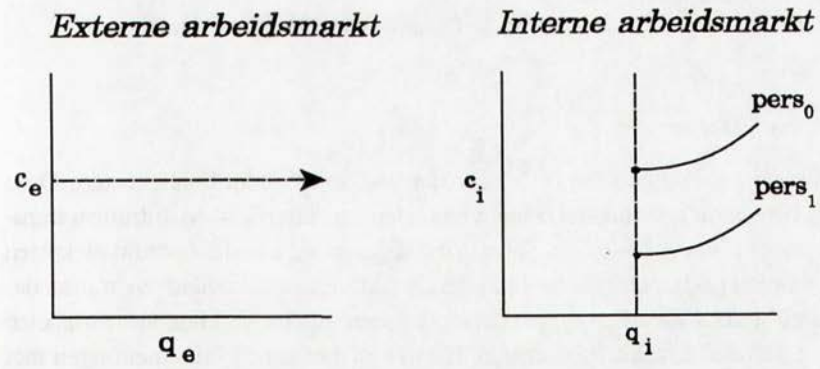
a. Produktiekosten

In paragraaf 4.5.1 zetten we uiteen dat de omvang van de produktiekosten samenhangt met het volume van 'vaardigheden', weerspiegeld in de omvang van het R&D personeelsbestand waarover een onderneming beschikt (PERS). We veronderstellen dat transacties in de output van een R&D-project in principe zowel binnen een

onderneming als op de markt plaats kunnen hebben (paragraaf 4.2.2). Voorts veronderstellen we dat er sprake is van volledige substitueerbaarheid tussen interne voor externe R&D. De externe produktiekostprijs (c_e) per volume eenheid R&D output binnen een zelfde toepassingsgebied kan niet door de onderneming worden beïnvloed. Voor R&D door derden verricht is de marktprijs gegeven. In figuur 4-3 links hebben we de aanbodcurve van mensjaren R&D weergegeven. De interne produktie kostprijs (c_i) per volume-eenheid R&D zal toenemen met het volume van de R&D dat in eigen beheer wordt verricht. In figuur 4-3 rechts hebben we de aanbodcurve van mensjaren R&D op de interne markt voor technologische kennis (aanbod van R&D binnen de onderneming) weergegeven. De interne produktie kostprijs (c_i) neemt af met het volume van de 'vaardigheden' (PERS) waarover de onderneming aan het begin van een R&D traject beschikt. In onderstaande figuur 4-3 rechts vatten we de volume van de 'vaardigheden' waarover een onderneming beschikt (PERS) op als een 'shift'-parameter. Als het volume van de 'vaardigheden' toeneemt schuift de aanbodcurve naar beneden.

Zoals in paragraaf 4.4.1 uiteengezet meten we het volume van de 'vaardigheden' af aan het aantal mensjaren R&D, binnen een zelfde toepassingsgebied, dat door een onderneming per jaar wordt verricht (PERS). We schetsen een situatie waar bij een toename van de omvang van een R&D-project zich capaciteitsproblemen kunnen voordoen. Deze houden verband met het feit dat het volume van een R&D-project (q) het volume van het R&D personeelsbestand van de onderneming gedurende de ontwikkelingstermijn kan overschrijden (q > PERS.DEVT). Derhalve hanteren we als restrictie op het volume van de interne R&D: q_i <= PERS.DEVT. In onderstaande figuur 4-3 hebben we de kostenfuncties van de produktiefaktor externe en interne arbeid geschetst.

Figuur 4-3 Aanbodcurven voor interne en externe R&D



$PERS_1 > PERS_0$

We merken op dat de externe en interne kostprijs onafhankelijk zijn van elkaar. In ons model zijn interne en externe arbeid perfecte substituten.[9] Volgens Mayes e.a. (1990, p. 114) kunnen vaardigheden accumuleren: "R&D investment today may produce innovative output today or tomorrow, and so may be treated analogously to investment in physical capital, human capital or advertising, as a stock variable". We laten de mogelijkheid dat een onderneming kan overzien hoe het volume van de 'vaardigheden' waarover een onderneming beschikt (PERS), gedurende de ontwikkelingstermijn (DEVT) eventueel kan accumuleren, buiten beschouwing.

We veronderstellen dat de onderneming haar beslissing inzake de mate van internalisatie (CONTROL) baseert op het volume van de 'vaardigheden' (PERS) *op het moment dat het project van start gaat.* We gaan uit van een 'korte termijn'-benadering, waarin het volume van de 'vaardigheden' per jaar (PERS) gedurende de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) gegeven is.

We starten met een nadere bespreking van de vergelijkingen welke ten grondslag liggen aan het model. We hebben alle vergelijkingen gelineariseerd. In formules (1) en (2) hebben we de aanbodfuncties van de externe en interne R&D arbeidsmarkt weergegeven. Deze geven de samenhang tussen de intermediaire variabele (interne en externe) produktiekosten en onder meer de verklarende variabele volume 'vaardigheden' waarover een onderneming beschikt (PERS) weer.

$$c_e' = c_e' \tag{1}$$

$$c_i' = -b_0.\text{PERS} + b_1.q_i \qquad b_0 > 0 \text{ en } b_1 > 0 \tag{2}$$

waarin:

c_e' = de externe kostprijs per volume-eenheid R&D
c_i' = de interne kostprijs per volume-eenheid R&D
q_i = het volume interne R&D
PERS = het volume R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied

b. Coördinatiekosten

Naast directe produktiekosten onderscheiden we tevens coördinatiekosten. Deze zijn opgebouwd uit coördinatiekosten, verbonden aan 'interfirm' en 'intrafirm transactions' (Root 1988, p. 69-70). In paragraaf 4.4 gaven we aan dat coördinatiekosten kunnen worden gekoppeld aan de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'transactiespecificiteit' ('asset specificity'), geoperationaliseerd als de verklarende variabelen 'de lengte van de ontwikkelingstermijn' (DEVT) en 'het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied' (N).

Coördinatiekosten en onzekerheid

Op basis van de transactiekosten- en agencytheorie (paragraaf 2.3.2 en 2.3.3) verwachten we dat de coördinatiekosten (cc) per jaar toenemen met de ontwikkelingstermijn (DEVT). Dit geldt zowel voor de interne als externe coördinatiekosten van R&D (cc_i en cc_e; $dcc_i / dDEVT_i > 0$ en $dcc_e / dDEVT_e > 0$). Hierbij vatten we de externe en interne ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$ resp. $DEVT_i$) op als een exogene variabele.[10]

Coördinatiekosten en transactiespecificiteit

Aan zowel de toeleveranciers als afnemerszijde van de onderneming is de mate van transactiespecificiteit ('asset specificity') van belang (Reve 1990, p. 139; Williamson 1981, p. 111-117; 1990, p. 12). De coördinatiekosten zullen toenemen met de transactiespecificiteit van de 'vaardigheden' van een onderneming. Zoals we in paragraaf 4.4 aangaven meten we de transactiespecificiteit af aan het aantal ondernemingen dat R&D kan verrichten binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Evenals Pisano (1990, p. 159) en Shan (1987; 1990, p. 129-139) veronderstellen we dat de externe coördinatiekosten per eenheid (cc_e) afnemen als het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied toeneemt ($d\,cc_e / dN < 0$).

Samenvattend: zowel de interne als externe coördinatiekosten per jaar (cc_i resp. cc_e) zullen toenemen met de lengte van de ontwikkelingstermijn ($DEVT_i$ respectievelijk $DEVT_e$). Bovendien zullen de externe coördinatiekosten (cc_e) afnemen als het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' in hetzelfde toepassingsgebied (N) toeneemt. In onderstaande vergelijkingen (3) en (4) hebben we de samenhang tussen de intermediaire variabele (interne en externe) coördinatiekosten (cc) en de verklarende variabelen ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen met vaardigheden binnen een zelfde toepassingsgebied (N) weergegeven.

$$cc_i = c_0 + c_1 . DEVT_i \qquad c_0 \text{ en } c_1 > 0 \tag{3}$$

$$cc_e = d_0 + d_1 . DEVT_e - d_2 . N \qquad d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \tag{4}$$

waarin:

cc_i = de interne coördinatiekosten per volume-eenheid R&D
cc_e = de externe coördinatiekosten per volume-eenheid R&D
$DEVT_i$ = de ontwikkelingstermijn intern
$DEVT_e$ = de ontwikkelingstermijn extern
N = het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied

De totale kosten per eenheid technologische kennis (c) worden bepaald door de hoogte van de produktiekostprijs (c') en coördinatiekosten (cc) tezamen. Onder de interne c.q. externe kosten per eenheid technologische kennis verstaan we de som van de (interne c.q. externe) produktiekosten (c_i', c_e') en coördinatiekosten (cc_i, cc_e). We abstraheren derhalve van eventuele 'economies of scope' (Teece 1980, p. 223-247) in de kostenfunctie. Substitutie van vergelijkingen (3) en (4) in (1) en (2) levert de totale kosten per eenheid technologische kennis:

$$c_i = -b_0.\text{PERS} + b_1.q_i + c_0 + c_1.\text{DEVT}_i \qquad b_0, b_1, c_0 \text{ en } c_1 > 0 \qquad (5)$$

$$c_e = c_e + d_0 + d_1.\text{DEVT}_e - d_2.\text{N} \qquad d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \qquad (6)$$

waarin:

c_e = de kosten per eenheid R&D output extern
c_i = de kosten per eenheid R&D output intern
DEVT_i = de ontwikkelingstermijn van onderneming
DEVT_e = de ontwikkelingstermijn van derden
N = het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied
PERS = het aantal mensjaren R&D capaciteit binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt

De totale kosten van het R&D-project over de gehele ontwikkelingstermijn (DEVT), verbonden aan het volume R&D dat intern (q_i) respectievelijk extern (q_e), wordt verricht, bedragen:

$$C = c_i.q_i + c_e.q_e = -b_0.\text{PERS}.q_i + b_1.q_i^2 + c_0.q_i + c_1.\text{DEVT}_i.q_i + c_e.q_e + d_0.q_e + d_1.\text{DEVT}_e.q_e - d_2.\text{N}.q_e$$
$$b_0, b_1, c_0, c_1, d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \qquad (7)$$

waarin: C = totale kosten van R&D-project per jaar

Omdat per definitie geldt dat het totale R&D volume (q) is opgebouwd uit de hoeveelheid die intern (q_i) c.q. extern wordt (q_e) ontwikkeld, geldt: $q_e = q - q_i$. Substitutie in (7) levert:

$$C = c_i.q_i + c_e.q_e = -b_0.\text{PERS}.q_i + b_1.q_i^2 + c_0.q_i + c_1.\text{DEVT}_i.q_i + c_e.(q-q_i) + d_0\,(q-q_i) + d_1.\text{DEVT}_e.(q-q_i) - d_2.\text{N}.(q-q_i)$$
$$b_0, b_1, c_0, c_1, d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \qquad (8)$$

We zien dat de totale kosten van een R&D-project per jaar (C) een functie zijn van de beslisvariabele, het gedeelte van het volume van de R&D dat in eigen beheer wordt verricht (q_i). De omvang van q_i weerspiegelt de mate van internalisatie van R&D (CONTROL), zoals we deze in figuur 4-1 hebben gepresenteerd. Indien het gehele R&D volume wordt geëxternaliseerd en q_i=0 is $CONTROL_{reëel}$ gelijk aan 0. Terwijl bij volledige internalisatie van R&D geldt dat q_i= q en $CONTROL_{reëel}$ = 1. Zoals we in paragraaf 4.3 hebben uiteengezet veronderstellen we dat de onderneming streeft naar een minimalisatie van de produktie- en coördinatiekosten tezamen (C), gegeven het volume van de output (q). De onderneming zal de omvang van de interne R&D (q_i) dusdanig kiezen dat de totale kosten van een R&D-project (C) worden geminimaliseerd:

$$(dC/dq_i = 0)\ -b_0.PERS + 2b_1.q_i + c_0 + c_1.\ DEVT_i - \{c_e + d_0 + d_1.DEVT_e - d_2.N\} = 0$$

$$\text{------->}\ q_i = (1/2b_1).\ \{(b_0.PERS - c_0 - c_1.\ DEVT_i + c_e + d_0 + d_1.DEVT_e - d_2.N\}$$

$$b_0, b_1, c_0, c_1, d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \qquad (9)$$

Uit formule (II) $CONTROL_{reëel} = q_i / q$ volgt:

$$CONTROL_{reëel} = (2b_1.q)^{-1} / q.\{b_0.PERS - c_0 - c_1.\ DEVT_i + c_e' +$$

$$+ d_0 + d_1.DEVT_e - d_2.N\}$$

$$b_0, b_1, c_0, c_1, d_0, d_1 \text{ en } d_2 > 0 \qquad (10)$$

Zoals we reeds aangaven is het volume van de interne R&D (q_i) begrensd:

$$q_i \leq PERS.DEVT$$

waarin:

$CONTROL_{reëel}$	=	de mate internalisatie R&D
q	=	de omvang R&D-project
$DEVT_i$	=	de ontwikkelingstermijn intern
$DEVT_e$	=	de ontwikkelingstermijn extern
N	=	het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied
c_e'	=	de externe kostprijs per volume-eenheid R&D

De te verklaren variabele, de geneigdheid tot internalisatie van R&D (CONTROL) hebben we gekoppeld aan verklarende variabelen. Uit vergelijking (10) blijkt dat

de geneigdheid tot internalisatie van R&D (CONTROL) groter wordt naarmate het volume van de R&D 'vaardigheden' (PERS) waarover een onderneming beschikt groter is, de externe ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$) langer is, en het aantal ondernemingen met vaardigheden binnen een zelfde toepassingsgebied op de markt voor technologische kennis (N) geringer is. Een verlenging van de interne ontwikkelingstermijn (toename $DEVT_i$) daarentegen leidt tot een neiging tot externalisatie van R&D (afname CONTROL). Voornoemde verklarende variabelen zijn determinanten van produktie- en coördinatiekosten. Het is ook mogelijk de geneigdheid van internalisatie van R&D (CONTROL) direct te koppelen aan de intermediaire variabelen produktie- en transactiekosten. Indien we vergelijkingen (1), (3), (4), (5) en (6) terugsubstitueren, volgt de samenhang tussen beheersstructuur, produktie- en coördinatiekosten:

$$CONTROL_{reëel} = (b_1.q)^{-1}.\{ (c_e' + cc_e) - (b_0.PERS + cc_i)\} \qquad (11)$$

waarin:

PERS = het volume R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied
q = het volume R&D-project
c_e' = de externe produktiekosten
cc_e = de externe coördinatiekosten per volume-eenheid R&D
cc_i = de interne coördinatiekosten per volume-eenheid R&D

Figuur 4-4 Teken partiële afgeleiden van te verklaren naar intermediaire en intermediaire naar verklarende variabelen

te verklaren variabelen	*intermediaire variabelen*	*verklarende variabelen*			
CONTROL q_i		PERS	$DEVT_i$	$DEVT_e$	N
—	cc_i	0	+	0	0
+	cc_e	0	0	+	—
—	c_i	—	0	0	0
+	c_e	0	0	0	0

In figuur 4-4 hebben we het teken van de partiële afgeleiden van CONTROL en q_i naar de intermediaire variabelen interne en externe produktie- (c_i, c_e) en coördi-

natiekosten (cc_i, cc_e), alsmede de partiële afgeleiden van intermediaire variabelen naar de verklarende variabelen ($DEVT_i$,$DEVT_e$, N, PERS, c_e) weergegeven.

Volgens ons model hangt de neiging tot internalisatie van R&D (CONTROL) positief samen met de omvang van de externe produktie- en coördinatiekosten (c_e, cc_e) en negatief samen met de omvang van de interne produktie- en coördinatiekosten (c_i, cc_i). De meest essentiële veronderstellingen van ons model betreffen:

- het streven van een onderneming naar kostenminimalisatie, gegeven het volume van de output (q) (paragraaf 4.3)
- de onderlinge substitueerbaarheid tussen R&D intern en extern (paragraaf 4.2.3)
- de interne kostprijs van R&D neemt toe met het volume van de R&D (dc_i / dq_i > 0; paragraaf 4.5)
- de interne en externe coördinatiekosten nemen toe met de lengte van de ontwikkelingstermijn (dcc_i / $dDEVT_i$ > 0 en dcc_e / $dDEVT_e$ > 0; paragraaf 4.5)
- de externe coördinatiekosten nemen af met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (dcc_e/ dN < 0; paragraaf 4.5).

4.5.2 Naar toetsbare hypothesen

Op basis van ons model constateren we de samenhang tussen de te verklaren variabele 'CONTROL' en de verklarende variabelen 'PERS', 'DEVT' en 'N'. Gegeven een R&D volume (q) dat een onderneming gaat verrichten, geldt dat:

1) *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project door een onderneming, op korte termijn bezien, zal toenemen naarmate deze over meer R&D personeel binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS) beschikt, op het moment dat een R&D-project wordt gestart (ceteris paribus).*
2) *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project door een onderneming zal toenemen naarmate de externe ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$) langer is of de interne ontwikkelingstermijn ($DEVT_i$) korter is (ceteris paribus).*
3) *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project door een onderneming (CONTROL) zal toenemen naarmate het aantal ondernemingen dat R&D verricht binnen een zelfde toepassingsgebied (N), op het moment dat een R&D-project wordt gestart, geringer is (ceteris paribus).*

Bij een nadere vergelijking van deze hypothesen met door ons gesignaleerde literatuur valt ons het volgende op:

ad 1. Een groter gedeelte (q_i) van het R&D volume zal in eigen beheer worden verricht naarmate de interne kosten (c_i) van R&D lager zijn (figuur 4-4).

Dit is het geval naarmate de onderneming over meer R&D personeel (PERS) beschikt. Reeds in 1969 merkt Allan (p. 149) op dat de geneigdheid R&D te externaliseren afneemt met de omvang van de produktiefaktoren waarover een onderneming beschikt:

> "One clue lies in the finding of an inverse relationship between the size (both absolute and relative to total company employment) of a labatory's technical staff and the extent to which outside sources are used during proposal competitions".

Evenals Pisano (1990) komen we tot de conclusie dat een onderneming meer R&D zal internaliseren naarmate zij over meer ervaring, besloten in het volume van het menselijk kapitaal, beschikt op het moment dat de onderneming start met het project.[11] Immers, een toename van het volume van de 'vaardigheden' brengt een daling van de interne kostprijs per volume-eenheid R&D per jaar teweeg ($dc_i'/dPERS < 0$; vergelijking (5)). Hierdoor neemt de mate van internalisatie (CONTROL) toe ($dCONTROL/dPERS < 0$; vergelijking (11)). Wij veronderstellen dat deze ervaring besloten ligt in de omvang van de 'vaardigheden' waarover een onderneming (PERS) beschikt. Pisano neemt het aantal verrichte R&D-projecten van een onderneming als uitgangspunt. Evenals Utterback & Abernathy (1975) merken we op dat niet het volume van de activa van een onderneming, noch de omvang van het personeelsbestand of het totale R&D personeelsbestand, maar het volume van de 'vaardigheden', uitgedrukt in het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS) binnen een onderneming, van belang is voor de interne kostprijs (c_i) van R&D.

ad 2. In ons model ligt de basis van tijdsconcurrentie in een verschil tussen de interne ontwikkelingstermijn van de onderneming zelf ($DEVT_i$) en de externe ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$). Hiermee wijken wij af van Shan (1987, 1990, p. 129-130) die de lengte van de technologielevenscyclus (T) als proxy neemt voor de mate van tijdsconcurrentie.[12] Ons model onderscheidt zich derhalve van andere modellen door de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) in plaats van de lengte van de technologielevenscyclus (T) als uitgangspunt te nemen. Voor een nadere demarkatie van de mate van tijdsconcurrentie introduceren we het begrip 'timelag': $L = DEVT_i - DEVT_e$. Naarmate *ex ante* de ontwikkelingstermijn ($DEVT_i$) binnen de onderneming langer is en de ontwikkelingstermijn van de concurrent ($DEVT_e$) korter is zal een onderneming meer R&D externaliseren. Deze bevinding stemt overeen met die van Shan (1990, p. 129-139) die een koppeling legt

tussen een verkorting van de technologielevenscylus (T), welke ondermeer kan worden veroorzaakt door een verkorting van de externe ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$), en de geneigdheid tot samenwerking met derden.

ad 3. Voorts komt uit ons model een negatieve samenhang tussen het aantal ondernemingen op de R&D markt (N) en de geneigdheid R&D in eigen beheer te verrichten (CONTROL). Dit stemt overeen met studies van Håkansson (1990), Harrigan (1986), Pisano (1990) en Shan (1990; paragraaf 3.3.3).

4.6 EVALUATIE MODEL

We hebben een model geformuleerd waarin de beheersstructuur van een R&D-project is gekoppeld aan verklarende variabelen. Ondernemingen wegen produktie- en coördinatiekosten van alternatieve beheersstructuren tegen elkaar af. Op basis van de in hoofdstuk 2 besproken theoretische invalshoeken hebben we de omvang van de produktie- en coördinatiekosten gekoppeld aan de verklarende faktoren 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Deze verklarende faktoren zijn geoperationaliseerd als de verklarende variabelen: het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), de ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N).

Het voordeel van de door ons gehanteerde internalisatiemaatstaf (CONTROL) is dat het gehele scala aan R&D organisatievormen, zowel aan de toeleveranciers- als afnemerszijde van de onderneming, kan worden geanalyseerd (paragraaf 4.2, figuur 4-2). Hierin onderscheidt ons model zich van de ons bekende modellen, welke veelal slechts op een gedeelte van de organisatievormen betrekking hebben (paragraaf 3.4). Onze internalisatie maatstaf (CONTROL) kent evenwel slechts één dimensie, namelijk het gedeelte van een R&D-project dat in eigen beheer wordt verricht. Andere dimensies, welke betrekking hebben op de aan een R&D-project ten grondslag liggende vermogensstructuur en verdeling van de baten van een R&D-project, hebben we buiten beschouwing gelaten (paragraaf 4.2). Wij menen dat de door ons gehanteerde internalisatie maatstaf voldoende discrimineert tussen de diverse organisatievormen van R&D-projecten welke we in de praktijk aantreffen.

Ons empirische model is van toepassing indien de onderneming staat voor een afweging tussen alternatieve organisatievormen en beheersstructuren. Wellicht de belangrijkste beperking van ons model is dat de produktiefaktoren interne en externe arbeid perfecte substituten zijn (paragraaf 4.5.1). Eventuele complementariteit van R&D als produktieactiviteit (paragraaf 4.5.1) laten we buiten beschouwing.

Wel hebben we aandacht geschonken aan de beperkingen in substitueerbaarheid tussen externe en interne R&D, welke verband houden met verschillen in coördinatiekosten van R&D (paragraaf 4.5). Voorts hebben we eventuele 'economies of scope' in de kostenfunctie buiten beschouwing gelaten. Verondersteld is dat de onderneming streeft naar kostenminimalisatie, gegeven het volume van een R&D-project (q). We hebben gekozen voor een partiële benadering. Andere verklarende variabelen als de omvang van de onderneming en, aan de afnemerszijde van de onderneming, de lengte van de technologielevenscyclus (T), de fase van de technologielevenscyclus (Calantone & Benedetto 1988), afzetonzekerheid (Levy 1984; Harrigan 1988) en de aard van het toeëigeningsregime (Teece 1987, p. 207-211) hebben we buiten beschouwing gelaten. We hebben tevens geabstraheerd van mogelijke effecten van subsidies van overheidswege op R&D, op R&D samenwerkingsverbanden en dergelijke (Gardner 1975; Joglekar 1975; Odagiri 1990). We hebben ons beperkt tot faktoren, welke voor transacties, zowel aan de toeleveranciers-, als afnemerszijde van de onderneming van belang kunnen zijn. Hierbij tekenen we aan dat, voor zover het de afnemerszijde van de onderneming betreft, het model zou kunnen worden uitgebreid door de lengte van de technologielevenscyclus (T) en de aard van het toeëigingsregime mede in beschouwing te nemen. We wijzen op de effectiviteit van een tijdvoorsprong op concurrenten ('leadtimes') en investeringen in complementaire produktiefaktoren en 'learning curve' effecten als determinanten van het toeëigeningsregime (Levin et al. 1987, p. 793-798). Voorts zou nader aandacht kunnen worden besteed aan de lengte van de octrooitermijn en de mate van prijsregulatie van innovatieve produkten als verklarende variabelen (Cayseele 1987). Beslissingen inzake de mate van internalisatie van R&D (CONTROL) zijn mede gebaseerd op het volume van de 'vaardigheden' (PERS), waarover de onderneming zelf en eventuele partners beschikken op het moment dat een R&D-project van start gaat. We hebben het cumulatieve karakter van de 'vaardigheden' (Mayes e.a. 1990, p. 107-127) buiten beschouwing gelaten.

Het voordeel van onze benadering is, dat de verklarende variabelen als volume van de 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), de ontwikkelingstermijn (DEVT), alsmede het aantal ondernemingen (N) ook kan worden gehanteerd voor een nadere afbakening van de mate van internalisatie van andere functionele managementactiviteiten. Kenmerkend voor elk van de functionele management activiteiten is immers, dat deze gepaard gaan met produktiekosten en coördinatiekosten. Dit geldt zowel voor R&D, produktie als voor marketing.

4.7 SAMENVATTING

In hoofdstuk 3 hebben we geconstateerd dat een bedrijfskundig model waarin het scala van R&D organisatievormen dat we in de praktijk aantreffen wordt verklaard, tot op heden ontbreekt. Op basis van de in hoofdstuk 2 besproken theoretische invalshoeken hebben we een kwantitatief toetsbaar model geformuleerd dat uitmondt in drie hypothesen. Volgens ons model hangt de te verklaren variabele, de mate van internalisatie (CONTROL) van een R&D-project over de ontwikkelingstermijn (DEVT), samen met de volgende, in ons model exogene, verklarende variabelen: positief met het volume van het R&D werknemersbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), de lengte van de ontwikkelingstermijn van derden ($DEVT_e$) en negatief met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen eenzelfde toepassingsgebied (N; paragraaf 4.5.4). Ons model onderscheidt zich van andere benaderingen, omdat niet de lengte van de technologielevenscyclus (T), maar de ontwikkelingstermijn (DEVT) (paragraaf 4.4.2) als determinant van onzekerheid in R&D transacties wordt beschouwd.

De belangrijkste veronderstelling van ons model is dat de onderneming streeft naar kostenminimalisatie van R&D, gegeven het volume van de output (q) en dat R&D activiteiten tussen ondernemingen substitueerbaar zijn (paragraaf 4.5). Ons model kan in principe ook worden toegepast op andere functionele managementactiviteiten als produktie en marketing (paragraaf 4.6). In de hoofdstukken 5 en 6 zullen we trachten het model te toetsen op bedrijfstak- en projectniveau.

Noten bij hoofdstuk 4

1. Granstrand en Sjölander (1988, p. 40) omschrijven 'lekken' als volgt: "This is not a strategy for exploitation, but a kind of residual of unappropriated technology, possibly leading to competitors through their technology scanning efforts..Scanning includes legal and illegal forms of acquiring technological know-how from the outside without any direct purchasing from its original sources".
2. Beije (1989) hanteert als definitie van R&D (technische innovatie): de ontwikkeling en introductie van nieuwe c.q. verbeterde produkten of produktieprocessen op grond van technologische kennis, die naar verwachting leidt tot een betere afzetontwikkeling (kwantitatief of kwalitatief) of een afname van de kosten per eenheid van het produkt(-pakket); Reddy en Zhao (1990) verstaan onder de output 'technologische kennis' het volgende: "Received theory conceives technology as information necessary to design and produce a given good by any number of alternative methods. However in the literature of ITT, technology is conceived as firm-specific information concerning the characteristics and performance properties of the production process and product design. Technology, therefore, is mainly differentiated knowledge about specific applications, tacit and often uncodified, and largely cumulative within firms. Because of this, technology is included among the firm's 'intan-

gibles' or 'firm-specific' assets'. Volgens Wissema (1988, p. 54, 55) kunnen innovatieprocessen worden beschreven met het zogenaamde 'filtermodel'. Dit model gaat uit van de gedachte dat er tussen de, meestal grote hoeveelheid, technische ideeën en trends (uitmondend in technologische mogelijkheden), en het veel kleinere aantal technologische innovaties dat echt aan de winst bijdraagt, drie filters zitten: het strategisch management proces (uitmondend in technologische doelstellingen), het kennisverwervingsproces (uitmondend in beschikbare kennis) en het invoeringsproces (uitmondend in technologische innovatie).

3. Evan & Klemm (1990) onderscheiden de volgende fasen van toenemende coördinatie en integratie: contractonderzoek, een consortium, een joint venture en tenslotte een fusie (Dill 1990, p. 126). Patentering en (in-)licentiëring zijn voorbeelden van relatief 'losse' samenwerkingsverbanden. R&D partnerships en joint ventures in het bijzonder dragen een meer permanent karakter. Deze organisatievormen hebben bovendien consequenties voor de interne organisatiestructuur van de onderneming. Voornoemde indeling is evenwel hypothetisch. Tot op heden is niet getoetst in welke mate verschillende organisatievormen de onderlinge organisatorische afhankelijkheid vergroten.
4. Ruiz-Mier (1989, p. 130) typeert een research joint venture als volgt: $l.r^i + (1-l).r^j$, waarin r_i = de uitgaven van onderneming i aan R&D; l = gedeelte van de kosten van eigen R&D welke een onderneming draagt en (1-l) het gedeelte van de R&D kosten van de partner die een onderneming draagt.
5. Bulthuis, Velt & Horsink (1991, p. 62) maken het onderscheid tussen substitueerbaarheid en complementariteit duidelijk met de uitgaven aan bedrijfsresearch en inlicentiëring als alternatieven voor de verwerving van technologische kennis: "Twee mogelijke relaties zijn verondersteld tussen de uitgaven aan bedrijfsresearch en het nemen van licenties. In de eerste plaats kunnen zij substituten van elkaar zijn. Er wordt dan bijvoorbeeld in verband met de hoge kosten die dit met zich meebrengt geen eigen research gedaan. In de tweede plaats kan de via eigen R&D verkregen kennis worden aangevuld met de aankoop van licenties. In dat geval is er sprake van complementariteit tussen R&D en licentieverkeer".
6. Met de totale kosten bedoelen we de kosten die door de onderneming zelf worden gedragen. Buiten beschouwing blijft hoe deze kosten eventueel over de partners worden verdeeld.
7. Beije noemt:
   a) interne en externe oriëntatie (evaluatie op grond van reeds beschikbare informatie)
   b) doelvinding (informatie-zoekgedrag)
   c) research (gerichte kennisaccumulatie op grond van voorlopige doelformulering)
   d) ontwikkeling (produktontwikkeling: materiële 'vertaling' van de informatie)
   e) bouw produktie-apparatuur en proefproduktie (interactie met leveranciers)
   f) marketing (informatie over afnemerswensen).

Pearson, Brockhoff & Boehmer (1991) onderscheiden de volgende fasen: 'supply of basic skills', 'strategy, structure and rivalry' en 'demand for R&D output'. Robinson (1988, p. 49) onderscheidt: 1) 'information gathering & sorting', 2) 'research & development', 3) 'preliminary production', 4) 'market testing', 5) 'full-scale production' en 6) 'market development'. Zo is de implementatie van een R&D-project in de auto-

industrie ten minste uit de elkaar in de tijd opvolgende fasen opgebouwd: 1) de acquisitie van kennis, 2) de eigenlijke research en 3) het bouwen van een prototype. Weelwright (1989, p. 11) noemt de volgende fasen: 1) 'knowledge acquisition', 2) 'concept investigation', 3) 'basic design', 4) 'prototype building', 5) 'pilot production', 6) 'manufacturing ramp-up'. In de eerste fase verwerft de onderneming de produktiefaktoren die zij nodig heeft voor haar eigen (interne) R&D. De belangrijkste inputs zijn de produktiefaktor arbeid, apparatuur en (door derden) ontwikkelde en te ontwikkelen technologie (externe R&D). Een typisch R&D traject in de moderne farmaceutische industrie is opgebouwd uit de vijf fasen 1) research en development (produkt en proces), 2) preklinische evaluatie en fasen 3) I, 4) II en 5) III van de klinische evaluatie (Shan 1987, p. 97 en Shan 1990). Martens (1988) onderscheidt 1) 'the chemical phase: this involves indentifying and isolating new substances (New Chemical Entity or NCE)', 2) 'the biological phase: the main biological effects of the NCE are subjected to further pharmalogical and toxilogical testing', 3) 'the clinical phase: the new drug is tested for further preclinical biological testing; drugs which pass all the requirements are further tested on a larger group of patients', 4) 'the galenical phase: this involves detailed analyses of the characteristics (composition, purity, stability over time, etc. in different environmental conditions) of the NCE', 5) 'preparation of market introduction: this involves the follow-up of the patent-protection, the preparation of the production on a large scale (the manufacturing of active ingredients is mostly performed in one country, the conversion of the compound into dossage forms on the contrary is mostly decentralized), the establishment of quality-control measures and the packaging of the drug.'

8. In het algemeen zullen de fasen elkaar in de tijd overlappen (Imai e.a. 1988, p. 11). Het voordeel van deze overlapping is een verkorting van de ontwikkelingstermijn (DEVT). De kosten van de R&D nemen evenwel exponentieel toe met de tijdbesparing (Weelwright 1989). Er is sprake van 'time compression diseconomies' (Kamien & Schwartz 1982, p. 117).
9. We sluiten de mogelijkheid van complementariteit tussen interne en externe arbeid uit. Overigens nemen de interne arbeidskosten verder toe naarmate de onderneming meer economies of scope kan realiseren. B. Kogutt (1990, p. 51) definieert 'economies of scope' als volgt: "By economies of scope, it is meant that the cost of producing two products together is less than the sum of the costs of producing these products individually" (Kamien & Schwartz 1982, p. 117).
10. Bij transacties op 'spot'basis is de externe ($DEVT_e$) ontwikkelingstermijn gelijk aan 0. Indien transacties met derden worden gedaan in technologische kennis die nog moet worden ontwikkeld, is de externe ontwikkelingstermijn positief ($DEVT_e > 0$).
11. Hierbij hanteert Pisano (1990, p. 164) het aantal verrichte R&D-projecten als indicator van de ervaring, terwijl wij ons richten op de omvang van het R&D personeel. We abstraheren van de accumulatie van human capital die plaatsheeft tijdens een project.
12. Wij richten ons op de tijdconcurrentie die haar basis vindt tijdens het R&D traject, terwijl Shan (1990) ook tijdconcurrentie met produktie en marketing in beschouwing neemt.

HOOFDSTUK VIJF

CONFRONTATIE OP BEDRIJFSTAKNIVEAU

5.1 INLEIDING

5.1.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zullen we de in paragraaf 4.5.2 geformuleerde hypothesen van het model op bedrijfstakniveau toetsen. In het bijzonder de samenhang tussen de te verklaren variabele 'de mate van internalisatie van R&D' (CONTROL), waarmee organisatievormen in de praktijk corresponderen en de verklarende variabelen 'het volume van het R&D personeelsbestand (PERS)', 'de termijn voor de ontwikkeling van commercialiseerbare technologische kennis' (ontwikkelingstermijn; DEVT) en 'het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' ('skills') binnen een zelfde toepassingsgebied' (N). We nemen een aantal sectoren onder de loupe. Deze maken elk deel uit van het technologiecluster 'biotechnologie'. In het volgende hoofdstuk 6 analyseren we organisatievormen op projectniveau. In paragraaf 5.2 delen we het technologiecluster 'biotechnologie' nader in naar vijf sectoren die op hun beurt in totaal eenentwintig marktsegmenten omvatten. Vervolgens klassificeren per marktsector de verklarende variabelen, te weten: het volume van de R&D personeelsbestand ($PERS_{sector}$), het aantal ondernemingen binnen (N_{sector}) en de ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$). In paragraaf 5.3 categoriseren we organisatievormen als R&D samenwerkingsverbanden per marktsector. We klassificeren organisatievormen naar mate van internalisatie (CONTROL), type functionele managementactiviteiten en 'capabilities'. We nemen zowel Amerikaanse, Japanse als Europese moederondernemingen in beschouwing. In paragraaf 5.4 tenslotte trachten we data van geselecteerde Amerikaanse ondernemingen te confronteren met de in ons model geformuleerde hypothesen.

5.1.2 Verantwoording

Wij richten ons op het technologiecluster 'biotechnologie', omdat een adequate organisatievorm van R&D projecten van levensbelang is in verband met de (snelle)

ontwikkeling van technologische kennis.[1] De tijdsconcurrentie tussen ondernemingen wordt intensiever (OECD 1989, p. 9-11; Sapienza 1989, p. 291). Daarnaast is er sprake van een markante toename van het aantal R&D samenwerkingsverbanden tussen ondernemingen op het gebied van biotechnologie. Zowel in de handelsblokken de V.S., Japan, West-Europa als in Nederland in het bijzonder (Hagedoorn & Schakenraad 1990, p. 187; TNO 1988, p. 54).[2] Bovendien is de R&D intensiteit binnen het technologiecluster 'biotechnologie' hoog (Orsenigo 1989, p. 40, 51; Shan 1987, p. 72). Tenslotte kent het technologiecluster 'biotechnologie' een groot aantal toepassingsgebieden (Orsenigo 1989, p. 42) en zal het aandeel van biotechnologie produktie in het Bruto Nationaal Product (BNP) van Nederland, de E.G., V.S. en Japan aanzienlijk toenemen (Arthur D. Little 1989, p. 20; Commissie of the European Community 1991, p. 1; Ministerie van Economische zaken 1990; OECD 1988, p. 20). In dit hoofdstuk stellen we organisatievormen binnen het technologiecluster 'biotechnologie' centraal. We beperken ons tot een nadere evaluatie van een mogelijke statistische samenhang tussen de te verklaren variabele: de mate van internalisatie (CONTROL), waarmee organisatievormen in de praktijk corresponderen, en de verklarende variabelen: het volume R&D werknemersbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), de ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen binnen een zelfde toepassingsgebied (N) op bedrijfstak niveau. Hierbij laten we de structuur van diverse segmenten van de produktmarkten en de identiteit van ondernemingen buiten beschouwing.

5.2 HET TECHNOLOGIECLUSTER

5.2.1 Afbakening

Wij hanteren de volgende definitie van biotechnologie:

> "Biotechnologie is het integratief gebruik van biochemie, microbiologie en technische wetenschappen voor de technische toepassing van de mogelijkheden van micro-organismen, celculturen en delen daarvan" (EG 1983).[3]

Op dit moment wordt het biotechnologieveld gekarakteriseerd door drie basistechnieken, te weten: de enzym-, fermentatie- en r-DNA technologie.[4] Genetische manipulatie en monoklonale antilichamen (MAB) technologie luiden het moderne biotechnologietijdperk in (Fildes 1990, p. 63; Shan 1987, p. 10). Naast electronika en nieuwe materialen is biotechnologie een zogenaamde 'sleuteltechnologie' (Roobeek 1988, p. 81-87). Biotechnologie wordt toegepast in zes marktsectoren.

Te weten: de chemische, farmaceutische, landbouw-, levensmiddelen- en dranken, milieu- en apparatuur- en instrumentensector (Arthur D. Little 1989, p. 8-20).[5]

5.2.2 Sleutelgegevens

Het is moeilijk om betrouwbare gegevens inzake de omvang van de biotechnologie produktie te verkrijgen (Commission of the European Community 1991, p. 17).[6] Desalniettemin hebben we in tabel 5-1 getracht sleutelgegevens inzake de omvang van de produktie van segmenten binnen de chemie-, farma-, landbouw- en levensmiddelensector in Nederland in 1986 weer te geven. Hierbij hebben we de milieu- en apparatuursector buiten beschouwing gelaten.

Tabel 5-1 Sleutelgegevens met betrekking tot afzet in Nederland van biotechnologische produkten naar marktsegmenten in 1986

	PRODUKTIE			
Marktsegment[1]	Comp.[2] (%)	Aand.[3] (%)	Bio.[4] (%)	Groei (% per jaar)
A. *Chemie*				
1. Bulkchem.	< 0,5	3,5	0,00 - 0,107	0[5]
2. Fijnchem.	3 - 5	1,1	0,03 - 0,05	10 - 15
3. Spec.		2,1	0,24 - 0,30	20
B. *Farma*				
4. Therap.	6 - 8	0,05	0,06 - 0,08	0[6]
5. Diagn.	66[7]	1,3	0,132	?
6. Vaccins	100	2,5	0,1	?
C. *Landbouw*				5
7. Gewas	0,5	1,0	0,00 - 0,002	0
8. Grond	0	?	0	
9. Planten	10	7,0	0,14	> 8[9]
10. Veet.				
11. Veev.	2 - 3	?	0,16 - 0,24	15 - 20
D. *Levensm.*				
12. Zuivel	80	3,8[8]	11,4	
13. Suiker	1,5	12,5[9]	0,0175	
14. Bier	100	6,6[10]	2,5	
15. Oliën	1		0,01	

Bron: Een steekproef van 76 ondernemingen /instellingen van Arthur D. Little, "Biotechnologie en de Nederlandse Industrie", december 1989.

1 De indeling is naar marktsegmenten per marktsector is als volgt:
   A. *Chemiesector*: 1. bulkchemicaliën; 2. fijnchemicaliën; 3. speciality chemicaliën;
   B. *Farmaceutische sector*: 4. therapeutica; 5. diagnostica; 6. vaccins;
   C. *Landbouwsector*: 7. gewasbescherming; 8.grondverbetering; 9. plantenveredeling en zaadproduktie; 10. veeteelt; 11. veevoederindustrie;
   D. *Levensmiddelen- en dranksector*: 12. zuivelindustrie; 13. suikerindustrie; bierbrouwerij; 14. bierindustrie; 15. oliën en vettenindustrie; zie voorts: Arthur D. Little (1989), p. 8-20.
2 Comp. = biotechnologische component: aandeel biotechnologische produkten in produktie.
3 Aand. = Aandeel Nederland in wereldproduktie.
4 Bio. = Geschatte omvang produktie biotechnologische component.
5 Indien de olieprijzen niet spectaculair stijgen (A.D. Little 1989, p. 8).
6 Sector bevindt zich in volwassen fase; de biotechnologische component blijft gelijk (Arthur D. Little 1989, p. 12).
7 Biotechcomponent zal toenemen van 66 naar 90% in 1996 (Arthur D. Little 1989, p. 12).
8 Jaarlijkse suikerproduktie EG (Arthur D. Little 1990, p. 17).
9 Bron: Ministerie Economische Zaken (1990).
10 Aandeel in EG-produktie.
11 Aandeel Nederland in omzetvolume bier E.G. (Arthur D. Little 1989, p. 17).

In tabel 5-1 (kolom 1) zien we dat de toepassing van biotechnologie een belangrijke rol speelt in de marktsegmenten 'vaccins', 'bier', 'zuivel' en 'diagnostica'. Het aandeel van biotechnologie in de produktie is in deze marktsegmenten groot. De Nederlandse produktie is geconcentreerd in de marktsegmenten 'diagnostica' (farmaceutische sector) en 'zuivel' (levensmiddelensector). Het aandeel van diverse marktsectoren van de Nederlandse biotechnologie in de wereldproduktie van 1986 is gering, meestal niet meer dan enkele procenten (tabel 5-1, kolom 3). De produktie in de klassieke biotechnologie zal in Nederland toenemen van *f* 39 miljard in 1989 tot *f* 80 miljard in 2000 (NIABA, ACB & ANBV 1990, p. 6). Met name in de farmaceutische- en gezondheidssector zijn veel ondernemingen gestart. De marktsectoren 'diagnostica' en 'vaccins' kennen een groot groeipotentieel. Dit geldt evenzeer voor de fijn-/specialtychemie,[7] en veevoeder marktsegmenten (tabel 5-1, kolom 4). Voor de plantenveredeling- en milieusector in Nederland wordt een groei van meer dan 8% per jaar verwacht (Ministerie Economische Zaken 1990). Hoewel de vraag naar biotechnologieprodukten uit de landbouw- en levensmiddelensector tot op heden nog bescheiden van omvang is, kent deze in de toekomst het grootste groeimogelijkheden volgens diverse ramingen van deskundigen (OECD 1989, p. 20).

5.2.3 Research & Development

In 1987 waren in de OECD ondernemingen in de farmaceutische sector het meest researchintensief, gevolgd door de levensmiddelen- en de landbouwsector.[8] Het totale budget voor biotechnologisch onderzoek in Nederland in 1990 wordt geraamd op *f* 250 miljoen. Daarnaast wordt *f* 250 miljoen voor investeringen in nieuwe produktiefaciliteiten besteed.[9] In 1988 werden in Nederland in de private sector in totaal naar schatting tweeduizendachtentachtig mensjaren aan R&D verricht (PERS = 2088). In de farmaceutische sector, gevolgd door de levensmiddelen-, landbouw- en chemie- en milieusector werden in 1988 in Nederland de meeste mensjaren R&D verricht.[10] Daarvan wordt circa drievierden in eigen beheer verricht en eenvierde uitbesteed (Arthur D. Little 1989).[11]

5.2.4 Aanbodstructuur

a. Inleiding

Voor ons model zijn op projectniveau als verklarende variabelen van belang: het volume van het R&D personeelsbestand (PERS), het aantal ondernemingen (N) en de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) per toepassingsgebied (paragraaf 4.4). In deze paragraaf laten we data, benodigd voor de casestudies in hoofdstuk 6, aan bod komen. Achtereenvolgens komt aan bod:

1) het aantal ondernemingen *per marktsector* (N)
   - actief binnen de biotechnologie in de V.S., Europa en Japan (per sector: tabel 5-2; per subsector: tabel 5-3). Deze data zullen worden benut voor het onderdeel 'Cases' (onderdeel b) van de case studies.
   - actief binnen de 'moderne biotechnologie' in de V.S. (tabel 5-4).
   - actief in de biotechnologie in Nederland (tabel 5-5).
2) de omvang van het R&D personeelsbestand (PERS)
   - van ondernemingen binnen het technologiecluster 'biotechnologie' in Nederland (tabel 5-6). Deze data vormen een input voor het onderdeel 'Algemeen' van elk van de cases in hoofdstuk 6.
3) de ontwikkelingstermijn (DEVT)
   - van moderne biotechnologieondernemingen in de V.S. (tabel 5-7).

b. Aantal ondernemingen per technologie-/marktcombinatie (N_{sector})

Teneinde een globale indruk te krijgen van het belang van diverse marktsectoren voor biotechnologie ondernemingen in internationaal verband staat in onderstaande tabel 5-2 het aantal belangrijkste ondernemingen per marktsector (N_{sector}) in 1988 in de drie handelsblokken: V.S., Japan en West-Europa weergegeven.

Tabel 5-2 Aantal ondernemingen per marktsector (N_{sector}) in belangrijkste handelsblokken in 1988

	LAND						
Marktsector[a]	VS	Japan	Frankrijk	Engeland	West-Duitsland	Totaal	%
Landbouw	73	12	5	15	2	107	18.4
Voeding	18	17	2	12	1	50	8.6
Chemie	37	31	1	4	4	77	13.2
Farma	65	28	2	9	4	108	18.6
Veterinair	54	2	3	6	0	65	11.1
Diagnostica	141	15	3	10	6	175	30.1
Totaal	388	105	16	56	17	582	100.0

Bron: R.F. Coleman e.a., "National policies and programmes in biotechnology", in: "Biotechnology and the Changing Role of Government", OECD 1988, p. 93.

In tabel 5-2 zien we dat het grootste gedeelte van de ondernemingen in de V.S., Japan, Frankrijk, Engeland en West-Duitsland actief is binnen de diagnosticasector (30,1%), gevolgd door de farmaceutische (18,6%) en landbouwsector (18,4%). Ten behoeve van de casestudies in hoofdstuk 6 hebben we in tabel 5-3 aantallen (belangrijkste) ondernemingen binnen enkele subsectoren in de landbouw- en voedingsector in de OECD nader geïnventariseerd. De data zijn hoofdzakelijk ontleend aan de studie van Ruivenkamp (1989). We merken op dat deze data zijn gebaseerd op verschillende bronnen en betrekking hebben op verschillende periodes.

Tabel 5-3 Aantal ondernemingen per subsector (N_{sector}) in OECD binnen de periode 1980-1989

Subsector (jaar)	VS	Japan	Europa	Totaal
		AANTAL (N)		
Fijnchemie				
1. Enzymen ('89)	0	5	1	6
2. Eiwitten ('83)[1]	1	1 [3]	2 [3]	4
3. Aminozuren ('84/'87)[1]	2	10	10 [4]	22
Voeding				
4. Voedingsmiddelen ('87)[2]	5		3	8
Landbouw				
5. Agro-chemische Bestrijdingsmiddelen ('85)[1]	1		9	10
6. Single cell protein Engineering ('84/'85)[1]	1	5	9	15
7. Plantengenetica ('83)[1]	6	2	10	18
8. Polysachariden ('80, '84, '85, '86)	2	2	9	13

Noten

1) alle ondernemingen.
2) belangrijkste ondernemingen.
3) onderzoeksinstituut/universiteit.
4) ook DSM is vanaf 1989 gestart met de produktie van aminozuren (Financieel Dagblad, 21-8-'89).

Bron: 1. Financieel Dagblad, 15-11-'89.
2. Ruivenkamp (1989), p. 165.
3. Ruivenkamp (1989), p. 166.
4. Ruivenkamp (1989), p. 47.
5. Ruivenkamp (1989), p.40.
6. Ruivenkamp (1989), p. 165.
7. Ruivenkamp (1989), p. 89.
8. Ruivenkamp (1989), p. 151-152.

Slechts een gering aantal ondernemingen (N_{sector}) binnen de OECD produceert in 1987 voedingsmiddelen. In 1983 waren tevens slechts enkele eiwittenproducenten actief. Dit geldt ook voor de internationale markt van grondstoffen als bestrijdingsmiddelen, enzymen en fermentatieve produkten. Zo waren in 1989 slechts zes

ondernemingen actief op de internationale markt voor enzymen.[13] Op het gebied van plantengenetika opereert daarentegen een verhoudingsgewijs een groot aantal ondernemingen. De biotechnologiesector in de V.S. in 1988 wordt gekenmerkt door een 'two tier'-structuur, waarbij drieënvijftig grote gediversificeerde ondernemingen en tweehonderdzesennegentig veelal kleine biotechnologie-ondernemingen betrokken zijn (OTA 1988).[14] In de internationale farmaceutische industrie bestrijken vijfentwintig à dertig ongeveer de helft van de wereldmarkt en het grootste gedeelte van de R&D-uitgaven (Sapienza 1990, p. 286).

Zoals we reeds bespraken in paragraaf 5.2.1 is het kenmerk van moderne biotechnologie ondernemingen de toepassing van genetische manipulatie en monoclonale antilichamen (MAB). Het technologiecluster 'moderne biotechnologie'. In tabel 5-4 hebben we het aantal moderne biotechnologie ondernemingen in de V.S. in 1988 weergegeven. Deze sector is opgebouwd uit de segmenten: landbouw, farmacie, geneesmiddelen, diagnostica en diversen ('supply/service'). De data zijn alle gebaseerd op dezelfde bron, namelijk een studie van PaineWebber (1989). Tabellen 5-3 en 5-4 zijn derhalve gebaseerd op verschillende bronnen en hebben betrekking op verschillende periodes. De data in tabel 5-4 hebben betreffen alle moderne biotechnologie ondernemingen in de V.S.

Tabel 5-4 Aantal moderne biotechnologiebedrijven in de V.S. (N_{sector}) en omzet per sector in 1988 (in U.S. $)

Markt	Aantal	(%)	Omzet
Landbouw	10	13,7	70.915
Farmacie	28	38,3	693.735
Geneesmiddelen	15	20,5	114.874
Diagnostica	14	19,2	154.482
'Supply/service'	6	8,3	157.000
Totaal	73	100,0	1.191.006

Bron: PaineWebber 1989, p. 12-14, 1990, p. 6-20.

In tabel 5-4 zien we dat in de V.S. in de farmaceutische sector de meeste ondernemingen opereerden, gevolgd door de diagnostica, landbouw en 'supply /service'-sector. Teneinde de spreiding van de activiteiten over diverse sectoren tussen de belangrijkste handelsblokken en Nederland met elkaar te kunnen vergelijken staat in tabel 5-5 de frequentieverdeling van Nederlandse ondernemingen naar marktsec-

tor (N_{sector}) in 1988 vermeld. De data zijn alle ontleend aan een studie van TNO (1988).

Tabel 5-5 Aantal Nederlandse biotechnologie ondernemingen per marktsector (N_{sector}) in 1988

Marktsector[a]	Aantal	%
Landbouw	27	21.1
Voeding	4	3.1
Fijnchemie	8	6.2
Farmacie	16	12.5
Milieu	29	22.7
Instrumenten	29	22.7
Diversen	15	11.7
Totaal	128	100.0

Bron: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", TNO 1988, p. 16.

Uit een onderlinge vergelijking van tabel 5-2 en tabel 5-5 blijkt dat Nederland zich internationaal bezien onderscheidt door een boven gemiddelde proportie agrarische en beneden gemiddelde proportie farmaceutische ondernemingen.

c. Verdeling R&D werkgelegenheid over marktsegmenten ($PERS_{sector}$)

Voor zover wij hebben kunnen nagaan, zijn gegevens met betrekking tot de (gemiddelde) omvang van het R&D werknemersbestand van ondernemingen binnen een marktsegment ($PERS_{sector}$) voor de OECD of V.S. slechts fragmentarisch voor handen.[15] Daarom beperken we ons tot Nederlandse ondernemingen. In tabel 5-6 hebben we sleutelgegevens met betrekking tot R&D werkgelegenheid per marktsegment ($PERS_{sector}$) in Nederland weergegeven. Deze tabel is ook gebaseerd op de studie van TNO (1988). Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen 'grote ondernemingen' met meer dan veertig R&D werknemers en 'overige ondernemingen' met minder dan veertig R&D werknemers in 1988.

In tabel 5-6 zien we dat de R&D werkgelegenheid ($PERS_{sector}$) in Nederland geconcentreerd is. Per marktsegment bespeuren we een zeer grote concentratie van R&D werkgelegenheid in de farmaceutische en levensmiddelensector, een middel-

matige concentratie in marktsegmenten in de chemiesector en een zeer geringe concentratie in de landbouw- en milieusector.[16]

Tabel 5-6 Volume R&D personeelsbestand (PERS) naar identiteit onderneming in 1988 (aantal ondernemingen)

	MARKTSEGMENT[1]															
PERS	Chemie			Farma				Land			Levensm.			Mi	Div	Tot
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	14	15			
PERS>=40																
Akzo	x	x		100[2]	88[3]	150[4]										338
CSM			40					40								80
DSM		5	25					40[5]								70
Duphar						90	10[6]									100
Gist	10	55[8]	20[7]	125[8]						200[8]				x		450
Hein[a]												40				40
Hoe[b]					40											40
SU[c]									50			(30)				80
Unil[d]													190			190
PERS < 40																
Overig		82			8			323			5			190	57	665
Div																35
$PERS_{sector}$	277[9]			561[10]			463[11]				465[12]		190	112	2088	

a Hein. = Heineken NV
b Hoe. = Hoechst Holland NV
c SU. = Cooperatieve Suiker Unie[d]
d Unil. = Unilever NV.

Bron: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", TNO 1988, p. 19-22; p. 83 - 87; x = onbekend.

1 De indeling is als volgt: *A. chemie*: 1. bulkchemicaliën; 2. fijnchemicaliën; 3. specialty chemicaliën; *B. farmacie*: 4. therapeutica; 5. diagnostica; 6. vaccins; *C. landbouw*: 7. gewasbescherming; 8. grondverbetering; 9. plantenveredeling en zaadproduktie; *D. levensmiddelen- en dranken*: 12. zuivel; 13. suiker; 14. bierbrouwerij; 15. oliën en vetten; div = diversen; tot = totaal: zie voorts: Arthur D. Little, "Biotechnologie en de Nederlandse industrie", 1989, p. 8-20
2 aandeel Organon.
3 restpost.
4 aandeel Intervet.
5 verondersteld dat alle research buiten het chemiesegment in landbouw wordt verricht.
6 gebaseerd op verhouding R&D budget van farma- c.q. veterinaire divisie (10 : 1).
7 aandeel Gist in IBIS.
8 gebaseerd op geraamde verhouding R&D budget industriële produkten, farma en voedingsmiddeleningrediëntendivisie (2,5 : 2,5 : 4).
9 waarvan 82 in ondernemingen, uitsluitend actief in dit marktsegment.

10 waarvan 96 in ondernemingen, uitsluitend actief in dit marktsegment.
11 waarvan 323 in ondernemingen, uitsluitend actief in dit marktsegment.
12 waarvan 135 in ondernemingen, uitsluitend actief in dit marktsegment.

d. Ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$)

Voorzover wij hebben kunnen nagaan zijn gegevens met betrekking tot de ontwikkelingstermijn van R&D-projecten per marktsector ($DEVT_{sector}$) schaars. Een nadere inventarisatie van onze steekproef van negen moderne biotechnologieondernemingen in de V.S. naar ontwikkelingstermijn per marktsector ($DEVT_{sector}$) hebben we in tabel 5-7 weergegeven. Deze steekproef is ontleend aan een Interne Studie van het Effectenbedrijf Rabobank Nederland (1990).

Tabel 5-7 Gemiddelde ontwikkelingstermijn van geselecteerde ondernemingen in V.S. naar marktsegment ($DEVT_{sector}$) in 1989

Marktsegment	Ontwikkelingstermijn (DEVT)* JAAR
Landbouw	5 (N = 2)
'specialty chemie'	5 (N = 1)
Enzymen	5 (N = 2)
Farma	4 (N = 4)
Diagnostica	3 (N = 2)

* Hieronder verstaan we de het aantal jaren tot introductie op de markt van projecten die zich respectievelijk in de 'research'- of 'development'-fase bevinden.

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990.

Een nadere inventarisatie van de gemiddelde ontwikkelingstermijn per marktsector ($DEVT_{sector}$) levert het volgende beeld:

1) In de landbouwsector en de tradionele farmaceutische sector nemen projecten tien à vijftien jaar in beslag (10 jaar < DEVT < 15 jaar, Sapienza 1989, p. 289).
2) In de literatuur wordt voor moderne biotechnologische farmaceutische produkten een ontwikkelingstermijn van vijf jaar genoemd. In bovenstaande tabel 5-7 zien we dat de gesignaleerde 'specialty chemie'- en enzymen-projecten in de V.S. circa vijf jaar in beslag nemen ($DEVT_{sector}$ = 5 jaar).[17]

3) Uit de in hoofdstuk 6 te presenteren case studies blijkt dat de gemiddelde ontwikkelingstermijn van een Nederlandse onderneming in de levensmiddelensector twee jaar bedraagt ($DEVT_{sector}$ = 2 jaar).[18] Volgens een van onze cases duurt de ontwikkeling van bepaalde vaccins duurt evenwel zeer kort, één à twee jaar (1 jaar < $DEVT_{sector}$ < 2 jaar).[18]

5.3 ORGANISATIEVORMEN

5.3.1 Inleiding

Met de komst van biotechnologie is het belang van comparatieve kostenvoordelen, bijvoorbeeld in samenhang met de lokale beschikbaarheid van diverse grondstoffen, afgenomen (Ruivenkamp 1989, p. 289-291). De concurrentiebasis is verschoven van (lokale) produktmarkten naar (veelal internationale) markten voor sleutelgrondstoffen. Het belang van sleuteltechnologieën neemt steeds verder toe, omdat daarmee tegelijkertijd nieuwe markten kunnen worden aangeboord en de produktiekosten van bestaande produkten kan worden verlaagd. De beschikking over technologische kennis en distributiekanalen vullen elkaar vaak aan. Concurrentie heeft plaats op basis van technologie-/marktcombinaties. Volgens de OECD (1989, p. 81-84) zijn de belangrijkste determinanten van de uitkomst van de nieuwe concurrentieslag op biotechnologiegebied en de mate waarin flessehalzen betreffende menskracht en kennis kunnen worden opgelost, de beschikbaarheid van onderzoeks relevante data en de in- en externe organisatie van R&D. Tijdsconcurrentie, geringere 'entreebarrières' en nieuwe organisatievormen spelen een belangrijke rol (Sapienza 1989, p. 291). Voor een efficiënte benutting van kennis en financiële middelen zijn samenwerkingsverbanden tussen ondernemingen en universiteiten en onderzoeksinstellingen en tussen ondernemingen onderling van levensbelang (Burill 1989, p. 64; Hagedoorn & Schakenraad 1990; p. 171-187; OECD 1988, p. 11-14; Ruivenkamp 1989, p. 289-291; Sapienza 1989, p. 290-291; Shan 1987, p. 13-19). In deze paragraaf concentreren we ons op R&D organisatievormen van Nederlandse ondernemingen, welke mede biotechnologisch onderzoek verrichten.[19]

5.3.2 Internationale context

Samenwerkingsverbanden kunnen worden ingedeeld naar mate van internalisatie (CONTROL), type functionele managementactiviteiten en 'capabilities'. TNO heeft organisatievormen geïnventariseerd in zes categorieën, welke corresponderen met

de mate van internalisatie van R&D (CONTROL, paragraaf 4.2.3). De organisatievormen 'gezamenlijke ondernemingen' (met name joint ventures), gezamenlijke R&D, waaronder 'gezamenlijke research'- respectievelijk 'ontwikkelingsovereenkomsten' ('cooperate'-optie), en R&D contracten ('buy'-optie) kunnen uitsluitend op de functionele management activiteit R&D betrekking hebben. In tabel 5-8 zijn de resultaten van een steekproef van in totaal dertienhonderddrie internationale organisatievormen, waarvan elfhonderddrieëntwintig tussen buitenlandse ondernemingen, weergegeven. Deze steekproef is ontleend aan een studie van TNO (1988).

Uit tabel 5-8 komt naar voren dat samenwerking in internationaal verband van Nederlandse ondernemingen voor circa tweederden uit gezamenlijke R&D, eenvierde uit R&D contracten en eentwaalfde uit gezamenlijke ondernemingen bestaat.

Tabel 5-8 Aantal R&D organisatievormen van Nederlandse ondernemingen naar vorm in internationaal verband in 1988

Vorm	%	
Gez. ond.	3.4	
Gez. R&D	32.0	
R&D contr.	12.6	
Afn./lev.	21.4	
Minderh.	20.9	
Overig	9.7	
Totaal	100.0	(N = 1303)

[a] gez. ond. = gezamenlijke onderneming; gez. R&D = gezamenlijke R&D; R&D contr. = contractonderzoek; afn./lev. = afnemer/leverancierrelatie; minderh. = minderheidsdeelneming.

Bron: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", TNO 1988, p. 54.

In een studie van het Effectenbedrijf van de Rabobank Nederland (1990) komt een steekproef van Amerikaanse ondernemingen aan bod. In paragraaf 5.4.1 bespreken we deze steekproef. De hierin gehanteerde indeling van R&D-organisatievormen luidt: 'R&D projecten in eigen beheer' ('make'-optie), 'joint venture'-/ 'joint profit'-overeenkomsten ('cooperate'-optie) en royalty overeenkomsten ('sell'-optie). De belangrijkste verschillen met de TNO database zijn dat de 'make'-optie

(projecten in eigen beheer) tevens deel uitmaakt van de steekproef en uitsluitend de afnemerszijde van betrokken ondernemingen onder de loupe wordt genomen.

In tabel 5-9 zien we dat voor alle marktsegmenten tezamen in de moderne biotechnologiesector in volgorde van afnemende frequentie de volgende organisatievormen worden geprefereerd: 'R&D in eigen beheer', royalty overeenkomsten en 'joint venture'-/'joint profit'-overeenkomsten.

Tabel 5-9 Aantal biotechnologie organisatievormen van Amerikaanse ondernemingen naar type per marktsegment in 1989

	TYPE*			
Marktsector	R&D in eigen beheer	Joint venture/	Royalty	Totaal
Landbouw	1	1	2	4
Chemie/enzymen	6	0	4	10
Farmacie	49	7	44	100
Diagnostica	9	0	7	16
Overig	0	3	0	3
Totaal	65	11	57	133

* Buiten beschouwing zijn gelaten: marketing en commercialisatieovereenkomsten, omdat deze in hoofdzaak betrekking hebben op de functionele managementactiviteit distributie.

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990.

Organisatievormen kunnen ook worden ingedeeld naar de functionele managementactiviteiten: financiën, R&D, produktie en marketing. De OECD (1989) heeft deze indeling gehanteerd voor Amerikaanse internationale allianties. In de periode 1980-1986 zijn tussen de V.S. en West-Europa en de V.S. en Japan honderddrieënzeventig respectievelijk honderdeenenveertig van dergelijke organisatievormen van substantiële omvang gesignaleerd.[20] Bij deze organisatievormen domineren de samenwerkingsvormen distributie-/marketing-, licentieovereenkomsten en contractonderzoek. De frequentie van contracten, gemeenschappelijke R&D en gemeenschappelijke ondernemingen (inclusief minderheidsbelangen) maken elk circa eenderde deel van het totaal uit. In de V.S. lag de relatief veel nadruk van de internationale organisatievormen op contract research en joint ventures. In tabel 5-10 geven we de indeling van Burill (1989, p. 63-73) van allianties tussen de

V.S. en Japan en West-Europa naar de 'capabilities' marketing, kapitaal, research en expertise op wetgevingsgebied.

Tabel 5-10 Belang diverse 'capabilities' (% van het aantal per regio partner)) voor strategische allianties van Amerikaanse ondernemingen gespecificeerd naar regio in 1989

	CAPABILITY			
Regio	Marketing	Kapitaal	R&D	Octrooi
VS	67	56	32	17
Japan	71	50	16	35
West-Europa	73	45	16	29

Bron: Burill (1989), "Biotech 90: Into the Next Decade", p. 65.

Uit tabel 5-10 (tweede en derde kolom) blijkt dat zowel toegang tot marketing 'capabilities' als kapitaal voor 45% of meer van de ondernemingen een motief is voor het vormen van een strategische alliantie met een andere ondernemingen. Maximaal 35% van de ondernemingen vormt een alliantie, omdat de partner over specifieke 'R&D capabilities' of octrooien beschikt. Burill (1989) concludeert dat 'R&D capability' belangrijk is voor allianties binnen de V.S., terwijl markttoegang een dominante faktor is bij allianties met partners buiten de V.S..

Burill (1989, p. 63-73) heeft het type strategische allianties binnen de V.S. ingedeeld naar marktsector tevens ingedeeld naar de functionele management-activiteiten research, produktie, marketing, financiering en inlicentiëring. In tabel 5-11 hebben we deze indeling weergegeven.

Voor strategische allianties in de V.S. in 1989 spelen in volgorde van afnemende prioriteit marketing en licentiëring, produktie en research een belangrijke rol.

Tabel 5-11 Belang strategische allianties naar type per marktsector in de V.S. in 1989 (% van het aantal per regio partner)

Marktsector[b]	TYPE[a] Equity	Manuf.	Research	Tech. lic.	Mark
Diagnostica	27	54	49	62	74
Therapeutica	35	30	48	61	57
Landbouw	39	50	75	63	75
Apparatuur	24	43	57	33	62

a equity = vermogenstransacties; manuf. = produktie; research = R&D; tech.lic. = licentiëring van een technologie; mark = toegang tot markten;

b diagn. = diagnostica; therap = therapeutica; landbouw = landbouw-/levensmiddelen; supplier = apparatuur.

Bron: Burill (1989), "Biotech 90: Into the Next Decade", p. 65.

5.3.3 Nederland

In deze subparagraaf analyseren we de frequentie van de Nederlandse samenwerkingsvormen welke deel uitmaken van de 'cooperate'-en 'buy'- ('sell'-) beheersstructuur naar: type, land partner, omvang onderneming en sector. De stand van zaken van internationale Nederlandse organisatievormen op R&D gebied per 1988 naar type samenwerkingsverband is weergegeven in tabel 5-12. Bij internationale organisatievormen op R&D gebied ligt in Nederland relatief veel nadruk op joint ventures ('cooperate'-optie). Contractovereenkomsten ('buy'-optie) komen in Nederland verhoudingsgewijs weinig voor. Hierbij merken we op dat in de V.S. zowel joint ventures als contracten vaker toegepast voor de overdracht van technologische kennis dan in Nederland.

Tabel 5-12 Organisatievormen van Nederlandse ondernemingen naar type en land partner over periode 1958-1988[a] (aantal)

	TYPE ORGANISATIEVORM[b]						
Land	Gez. ondern.	Gez. R&D	R&D contr.	Afn./ lev.	Minderh. deeln.	Overig	Totaal
West-Europa	14	53	11	29	19	1	127
VS	5	20	6	7	5	1	44
Japan	1	1	1	3	0	0	6
Totaal	20	74	18	39	24	2	177

a waarvan 30,2% voor 1983, 24,6% tussen 1983 en 1985 en 45,3% vanaf 1986 tot 1988 (TNO 1988, p. 52).

b gez. ond. = gezamenlijke onderneming; R&D contr. = contractonderzoek; gez. R&D = gezamenlijke R&D; afn./lev. = afnemer/leverancierrelatie; minderh. deeln. = minderheidsdeelneming.

Bron: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", databank TNO (1988, p. 56).

We analyseren nu de frequentie van de Nederlandse biotechnologiesamenwerkingsvormen naar de omvang van betrokken ondernemingen en bedrijfsgroep. Volgens TNO (1988, p. 32, 33) valt op dat op bedrijfstakniveau de proportie ondernemingen die een samenwerkingsverband heeft met een andere onderneming toeneemt met de omvang van de R&D staf en van betrokken ondernemingen (PERS). In 1988 bedroeg de proportie voor ondernemingen met een grote staf (meer dan dertig personen), een middelgrote staf (zeven tot dertig personen) en een kleine staf (minder dan zeven personen) respectievelijk 80,0, 61, 3 en 32,3%. Overigens is er in internationaal verband sprake van een toename van R&D samenwerkingsverbanden tussen grote farmaceutische ondernemingen met kleine onderzoeksbedrijven en universiteiten en tussen kleine onderzoeksbedrijven en universiteiten (Sapienza 1989, p. 291). Een nadere identificatie van de vorm per marktsector onthult dat samenwerkingsverbanden met name optreden in de landbouw, voeding- en milieusector. Van het scala 'pure R&D overeenkomsten' treffen we verhoudingsgewijs veel gezamenlijke R&D aan in de milieu- en landbouw sector. In de farmaceutische sector ligt het accent op R&D contracten. In tabel 5-13 is de frequentie van organisatievormen per marktsector weergegeven.

Tabel 5-13 Aantal biotechsamenwerkingsverbanden in Nederland naar type per marktsector in periode 1958-1988[a]

	TYPE ORGANISATIEVORM[b]						
Marktsector[c]	Gez. ondern.	Gez. R&D	R&D contr.	Afn./ lev.	Minderh. deeln.	Overig	Totaal
Landbouw	4	16	1	11	3	0	35
Voeding	3	10	2	3	4	0	22
Chemicaliën	6	13	1	12	1	1	34
Farma	3	12	6	5	5	0	31
Milieu	0	12	0	5	8	0	25
Overig	4	12	4	4	3	1	28
Totaal	20	75	14	40	24	2	175

[a] Waarvan 30,1% voor 1983, 24,0% tussen 1983 en 1985 en 45,3% vanaf 1986 tot 1988 (TNO 1988, p. 52).

[b] gez. R&D = gezamenlijke R&D; afn./lev. = afnemer-/leverancierrelatie; R&D contr. = contractonderzoek; minderh. deeln. = minderheidsdeelneming.

Bron: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", TNO (1988, p. 42).

Uit tabel 5-13 blijkt dat over de periode 1958-1988 gezamenlijke R&D-, afnemer-/leverancier-relaties het vaakst voorkomen. Het minst werd voor gezamenlijke ondernemingen en contractresearch gekozen.

5.4 TOETSING

5.4.1 Te verklaren variabele

Op bedrijfstakniveau benutten we een steekproef van projecten van Amerikaanse ondernemingen, vermeld in een interne studie van het Effectenbedrijf, Rabobank Nederland (1990). Deze steekproef omvat een crosssectie van in totaal honderdachtenvijftig projecten[21] van negen moderne biotechnologieondernemingen in de V.S., wier kernactiviteit farmacie betreft (N = 158). Deze ondernemingen voldoen alle aan de volgende criteria:

1) ervaring op het gebied van R&D
2) produkten in de portefeuille, welke in principe kunnen worden gecommercialiseerd
3) beschikking over afzetkanalen.[22]

Per project zijn de volgende data voor handen: het toepassingsgebied van de technologie, de ontwikkelingsfase waarin een project zich bevindt per 1 januari 1990, het jaar waarin een nieuw produkt wordt geïntroduceerd op de markt, de identiteit van de (mogelijke) partners, het type samenwerkingsovereenkomst en de identiteit van ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied. Als type samenwerkingsovereenkomst worden onderscheiden: 'profit sharing'-overeenkomsten, 'joint ventures', 'royalty-' en 'royalty-/produktie-' en produktierechten', 'distributie-' en 'commercialisatieovereenkomsten'. Onze interesse betreft een nadere evaluatie van een statistische samenhang tussen de te verklaren variabele 'organisatievorm van een project' en de verklarende variabelen 'volume R&D werkgelegenheid' ($PERS_{sector}$), 'lengte ontwikkelingstermijn' ($DEVT_{sector}$) en 'aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied' (N_{sector}).

Als eerste stap zullen we de organisatievormen van R&D projecten nader categoriseren naar mate van internalisatie ($CONTROL_{sector}$). Hierbij verwijzen we naar paragraaf 4.2.3. De organisatievormen hebben alle betrekking op de exploitatie van technologische kennis. Deze maken derhalve elk deel uit van de 'make'-, 'cooperate'- of 'sell'-beheersstructuur (in volgorde van toenemende externalisatie van R&D). Idealiter zouden we R&D organisatievormen op bedrijfstakniveau indelen naar het gedeelte van de R&D dat respectievelijk door het personeel van de onderneming zelf en de partner(s) wordt verricht (CONTROL, zie: paragraaf 4.2.3). Omdat we deze gegevens niet hebben kunnen traceren, beperken we ons tot een indeling van organisatievormen naar onderliggende beheersstructuur. De organisatievorm 'R&D in eigen beheer' rekenen we tot de 'make'-beheersstructuur. 'Profit sharing' en joint venture overeenkomsten maken deel uit van de 'cooperate'-beheersstructuur. Royalty-, royalty-/ produktie- en produktierechtovereenkomsten tenslotte maken deel uit van de 'sell'-beheersstructuur. In totaal achttien distributie- en commercialisatieovereenkomsten vallen buiten ons bestek, omdat deze niet alleen betrekking hebben op de functionele managementactiviteit R&D. Op bedrijfstakniveau hebben we organisatievormen naar twee klassen internalisatie (CONTROL) ingedeeld. Namelijk organisatievormen welke deel uitmaken van de 'make'- of 'cooperate'-beheersstructuur en organisatievormen welke kunnen worden gerekend tot de 'sell'-beheersstructuur.

5.4.2 Verklarende variabelen

Idealiter zouden we op bedrijfstakniveau als verklarende variabelen: het volume van het R&D personeelsbestand ($PERS_{sector}$), de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N_{sector}) in beschouwing nemen. Data met betrekking tot de omvang van het R&D personeelsbestand ($PERS_{sector}$) hebben we helaas niet kunnen traceren. Daarom hebben we als indicatie voor de omvang van de R&D-'vaardigheden' een andere variabele, namelijk de omvang van het R&D budget van betreffende ondernemingen binnen de sector 'moderne biotechnologie' (EXP_{sector}) in 1988 genomen. Van slechts tweeënvijftig projecten is de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) bekend. Een X^2-toets bevestigt dat de fase van elk van de projecten evenwel sterk correleert met de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$).[23] Daarom hanteren wij als proxy voor de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$): de rangorde van de fase, waarin een R&D project zich op een gegeven tijdstip bevindt ($RANG_{sector}$), genomen. We onderscheiden de diverse fasen van de ontwikkeling van een nieuw produkt naar rangorde van afnemende (resterende) ontwikkelingstermijn (Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990):

1) de R&D fase
2) fase I van het klinisch onderzoek
3) fase II van het klinisch onderzoek
4) fase III van het klinisch onderzoek
5) goedkeuring.

Projecten welke reeds zijn afgerond en waarvan de technologie en/of produkten reeds op de markt is gebracht, mogelijkerwijs middels distributie- en/of commercialisatieovereenkomsten vallen buiten ons bestek. We veronderstellen we dat de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) negatief samenhangt met de rangorde van de fase van een R&D project ($RANG_{sector}$):

$$dDEVT_{sector} / dRANG_{sector} < 0$$

5.4.3 Toetsing

In ons model hebben we als hypothesen geformuleerd dat de mate van internalisatie van R&D toeneemt met (1) het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), (2) de ontwikkelingstermijn (DEVT) en

(3) afneemt met het aantal ondernemingen dat R&D verricht binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Op bedrijfstakniveau veronderstellen we dat de mate van internalisatie (CONTROL) positief samenhangt met de omvang van het R&D personeelsbestand per sector ($PERS_{sector}$) en de gemiddelde lengte van de ontwikkelingstermijn per sector ($DEVT_{sector}$) en negatief samenhangt met het aantal concurrenten binnen dezelfde marktsector (N_{sector}):

$dCONTROL_{sector} / dPERS_{sector} > 0$, $dCONTROL_{sector} / dDEVT_{sector} > 0$ en
$dCONTROL_{sector} / dN_{sector} < 0$

Evenals Harrigan (1988) analyseren we organisatievormen van R&D projecten op basis van contingencytabellen. We toetsen:

1) of diverse klassen van verklarende variabelen discrimineren tussen organisatievormen welke corresponderen met de 'make'-, 'cooperate'- en 'sell'-beheersstructuur
2) of de rangorde van de organisatievormen 'make', 'cooperate' en 'sell' significant samenhangt met de door ons aangebrachte rangorde in (proxy's) van de verklarende variabelen $PERS_{sector}$, $DEVT_{sector}$ en N_{sector}.

In tabellen 5-14, 5-15 en 5-16 hebben we weergegeven welke samenhang we hebben kunnen vinden tussen de rangorde van de klasse beheersstructuur enerzijds ('make', 'cooperate' of 'sell'-optie) en de rangorde van:

1) de omvang van de R&D uitgaven in 1988 (EXP_{sector}; tabel 5-14)
2) de ontwikkelingsfase van de projecten ($RANG_{sector}$; tabel 5-15)
3) het aantal concurrenten (N_{sector}; tabel 5-16).

Onder elke tabel hebben we vermeld:

1) de X^2-toets met als H_0- (H_1-) hypothese dat de proportie van elk van de beheersstructuren 'make', 'cooperate' en 'sell' gelijk (ongelijk) is binnen elk van de klassen van de verklarende variabelen $PERS_{sector}$, $DEVT_{sector}$ en N_{sector}.
2) de X^2-toets met als H_0- (H_1-) hypothesen dat de rangorde van de beheersstructuur geen verband (wel verband) houdt met de rangorde van de verklarende variabelen $PERS_{sector}$, $DEVT_{sector}$ en N_{sector}.

We hebben getoetst of een verandering van type beheersstructuur kan worden gekoppeld aan een verandering van elk van de verklarende variabelen. Voor een nadere uiteenzetting voor de door gehanteerde statistische toetsingmethodiek verwijzen we naar Everitt (1977). Het totaal aantal waarnemingen van de gehele

steekproef bedraagt honderdachtenvijftig (N = 158). Wegens ontbrekende gegevens betreffen de toetsingen in tabellen 5-14, 5-15 en 5-16 slechts resp. honderdveertien, honderdzes en honderdachtentwintig waarnemingen.

Tabel 5-14 Omvang R&D uitgaven (EXP_{sector}) naar klasse organisatievorm (aantal)

	BEHEERSSTRUCTUUR			
R&D uitgaven (x miljoen $) ($EXP_{sector}$)	'Make'	'Cooperate'	'Sell'	Totaal
< 25	13	4	15	32
25 - 50	12	6	18	36
> 50	24	3	19	46
Totaal	49	13	52	114

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990.

$(X_4)^2 = 3{,}27$ ($p > 0{,}05$); met dummy's (klasse organisatievorm) -1 ('make'), 0 ('cooperate') en 1 ('sell'); -1 (R&D uitgaven < 25); 0 (R&D uitgaven: 25-50), 1 (R&D uitgaven > 50): $(X_1)^2 = 0{,}145$ ($p > 0{,}05$).

Tabel 5-15 Rangorde fase R&D projecten ($RANG_{sector}$) naar klasse organisatievorm (aantal)

	BEHEERSSTRUCTUUR			
Rangorde ($RANG_{sector}$)	'Make'	'Cooperate'	'Sell'	Totaal
1	25	5	4	34
2	11	6	11	28
3	7	0	8	15
4	5	0	12	17
5	1	1	10	12
Totaal	49	12	45	106

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990.

$(X_{12})^2 = 33{,}04$ ($p < 0{,}001$); $(X_1)^2 = 24{,}59$ ($p < 0{,}001$), met dummy's -1 ('make'), 0 ('cooperate'), 1 ('sell'); -2 ($RANG_{sector} = 1$); -1 ($RANG_{sector} = 2$); 0 ($RANG_{sector} = 3$); 1 ($RANG_{sector} = 4$); 2 ($RANG_{sector} = 5$).

Tabel 5-16 Aantal concurrenten (N_{sector}) naar organisatievorm (aantal)

	BEHEERSSTRUCTUUR			
Aantal concurrenten (N_{sector})	'Make'	'Cooperate'	'Sell'	Totaal
0	36	9	23	68
1	7	2	10	19
2	9	1	8	18
3 - 6	7	0	16	23
Totaal	59	12	57	128

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990, Bijlagen.

$(X_6)^2 = 23{,}98$ ($p < 0{,}001$); $(X_1)^2 = 24{,}59$ ($p < 0{,}001$), met dummy's -1 ('make'), 0 ('cooperate'), 1 ('sell'); -1 ($N = 0$); 0 ($N = 1$); 1 ($N = 2$); 2 ($N = 3\text{-}6$).

Uit tabellen 5-15 en 5-16 komt naar voren dat de rangorde van beheersstructuren van projecten significant samenhangt met de rangorde van de fase van de ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$, tabel 5-15) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N; tabel 5-16):

$$dCONTROL_{sector} / dRANG_{sector} < 0 \text{ en } dCONTROL_{sector} / dN_{sector} < 0$$

In tabel 5-14 zien we dat de rangorde van de beheersstructuren evenwel *niet* significant verband houdt met de omvang van het R&D budget (EXP_{sector}). Op basis van de data welke zijn gepresenteerd kunnen we de volgende hypothesen onderbouwen.

De voorkeur voor organisatievormen welke corresponderen met de 'sell'-beheersstructuur boven de 'make'- of 'cooperate'-beheersstructuur hangt

1) positief samen met de rang van de fase van een R&D traject ($RANG_{sector}$).
2) positief samen met het aantal concurrenten (N_{sector}).

Op basis van onze klassificatie van organisatievormen van R&D hebben we de mate van internalisatie van R&D ($CONTROL_{sector}$) kunnen koppelen aan proxy's voor de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Hierbij tekenen we aan dat de proxy welke we hebben gehanteerd voor het volume van de 'vaardigheden', namelijk de omvang van de R&D uitgaven in een jaar (EXP_{sector}), slechts en zeer grove indicator van het volume van de 'vaardigheden' is.

5.5 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk is getracht op bedrijfstakniveau een statistische samenhang van de te verklaren variabele: 'R&D organisatievormen' en verklarende variabelen bloot te leggen. Hierbij hebben we onze aandacht gericht op het technologiecluster 'biotechnologie' in Nederland en de V.S.. In paragraaf 5.2 hebben we data gepresenteerd met betrekking tot het aantal ondernemingen met vaardigheden binnen specifieke toepassingsgebieden (N_{sector}), het aantal R&D werknemers ($PERS_{sector}$) en de lengte van de ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) binnen diverse segmenten van het technologiecluster 'biotechnologie'. In paragraaf 5.3 zijn nadere klassificaties van organisatievormen op basis van 'managementcontrol', functionele managementactiviteiten en 'capabilities' aan de orde gekomen. In paragraaf 5.4 zijn de in ons model geformuleerde hypothesen getoetst. Met een crosssectie van projecten van Amerikaanse ondernemingen, met als 'core business' farmacie. Hierbij hebben we organisatievormen ingedeeld in de categorieën 'make'-/'cooperate'- en 'sell'-optie. Wegens gebrek aan data hebben we als proxy voor het volume van de 'vaardigheden' (PERS), de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) als verklarende variabelen genomen: de omvang van de R&D uitgaven (EXP_{sector}), de rang van de fase van een R&D traject ($RANG_{sector}$) en het aantal concurrenten (N_{sector}). In overeenstemming met ons model constateren we dat de geneigdheid tot internalisatie van R&D ($CONTROL_{sector}$) positief samenhangt met de rang van de fase van een R&D project en negatief samenhangt met het aantal concurrenten binnen een zelfde marktsegment (N_{sector}). De gekozen organisatievorm van projecten kan evenwel niet worden verklaard uit de omvang van het R&D budget (EXP_{sector}). Naar aanleiding van onze toetsing komen we tot de conclusie dat hypothesen 2 en 3 van ons model op bedrijfstakniveau empirisch kunnen worden ondersteund. In het volgende hoofdstuk 6 nemen we een aantal cases van Neder-

landse ondernemingen, wier 'kern'-technologieën gespreid zijn over meerdere sectoren, onder de loupe.

Noten bij hoofdstuk 5

1. "Thus, the evolution of biotechnology entailed a process of redefinition of the boundaries of firms in relation to processes of aggregation of technological capabilities" (Orsenigo 1989, p. 145).
2. Het aantal gesignaleerde gestarte samenwerkingsverbanden in internationaal verband bedroeg in 1980, 1985, 1986, 1987 en 1988 respectievelijk: 60, 139, 133, 124 en 130 (Hagedoorn & Schakenraad 1990, p. 176). Van de in totaal 254 door TNO gesignaleerde gestarte samenwerkingsverbanden van Nederlandse ondernemingen werden 11 in 1981 tot 25 in 1985, 43 in 1987 en 48 in 1988 gestart.
3. Zie: "Biotechnology, Forecasting and Assessment in Science and Technology", Directorate General Science, Research & Development, Commission of the European Communities, Brussels, 1983, p. 8.
4. Onder 'enzymtechnologie' verstaan we de toepassing van een eiwit als katalysator bij de opbouw en afbraak van organische stoffen als eiwitten, aminozuren, koolhydraten. Bij fermentatie (vergisting) wordt een micro-organisme ingezet als katalysator bij de omzetting van een grondstof (substraat), veelal een koolhydraat in een produkt. Tenslotte kunnen de genetische eigenschappen van micro-organismen en cellen worden gewijzigd met behulp van r-DNA technieken (Ruivenkamp 1989, p. 11-36). Een veelbelovende toepassing hiervan is 'protein engineering', de genetische manipulatie van aminoketens. In de toekomst biedt deze techniek talloze toepassingsmogelijkheden als organische functies en bioreactors, biosensors en biochips en diverse toepassingen in de levensmiddelen en farmaceutische sector ("Proteinengineering: a new future", in: TOKYO Business Today, februari 1989).
   De discipline 'biotechnologie' heeft zich ontwikkeld in drie fasen:

   1) de toepassing van fermentatietechnieken ten behoeve van gist- en levensmiddelen-, alsmede zuivelproduktie,
   2) verbeterde fermentatietechnieken (anti-biotica)
   3) genetische manipulatie van cellen en micro-organismen.

   Celfusie en weefseltechniek zijn applicaties van laatstgenoemde technologie (Roobeek 1988, p. 3).
5. De indeling is als volgt:
   A. *chemie*: 1. bulkchemicaliën; 2. fijnchemicaliën; 3. specialty chemicaliën;
   B. *farmacie*: 4. therapeutica; 5. diagnostica; 6. vaccins;
   C. *landbouw*: 7. gewasbescherming; 8. grondverbetering; 9. plantenveredeling en zaadproduktie; 10. veeteelt; 11. veevoeder;
   D. *levensmiddelen- en drank*: 12. zuivel; 13. suiker; 14. bierbrouwerij; 15. oliën en vetten
   E. *milieu*: 16. verwerking van vast, niet giftig afval; 17. verwerking van giftig afval; 18. waterbehandeling; 19. behandeling van gassen;

F. *apparatuur en instrumenten*: 20. apparatuur voor processen; 21. procesregeling; zie voorts: Arthur D. Little (1989, p. 20).

6. Omdat fabricage- en omzetcijfers van met behulp van biotechnologie vervaardigde produkten vaak opgenomen zijn in de algemene produktiecijfers van betrokken sectoren en in vele gevallen totaal nieuwe produkten worden ontwikkeld voor nieuwe produkten waarvoor momenteel geen concurrentie bestaat.
7. Voorbeelden van toepassing in de fijnchemie (en 'specialty' chemie) betreffen: grondstoffen voor de farmaceutische industrie en tussenprodukten, aminozuren, biopolymeren en industriële enzymen. Andere marktsegmenten van de specialtychemie, in het bijzonder bio-katalyse ten behoeve van de zoetstof aspartaam en fijnchemie, herbiciden, zijn ingedeeld bij respectievelijk levensmiddelen- en landbouwsector (TNO 1988, p. 24).
8. Onder de 'research intensiteit verstaan we: R&D uitgaven als percentage van omzet. De researchintensiteit van ondernemingen in de OECD bedroeg in de volgende sectoren: landbouw 2-5%; levensmiddelen 1-8%; farmacie 10-15%; bron: OECD, "Biotechnology And the Changing Role of the Government" 1989, p. 35. In 1988 varieerde de researchintensiteit in moderne biotechnologieondernemingen in de V.S. van 43 tot 256% (Shearson Lehman Hulton 1990). In de biopharma-, diagnostica-, drugdevelopment- en bioagrisector bedroeg de researchintensiteit in 1988 respectievelijk. 73,3, 19,4, 74,3 en 91,3% (PaineWebber 1989; 1990). De researchintensiteit binnen de bio-agrisector heeft betrekking op de vier grootste agribiotechondernemingen (qua omzet), welke tezamen circa 57% van de agribiotechomzet in 1988 beslaan.
9. Persbericht Ministerie Economische Zaken, 3-4-'90.
10. Zie: "R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie", TNO (1988, p. 19-22).
11. Waarvan in 1988 meer dan f 7 miljoen (ACB & NIABA 1990, p. 18) en circa honderdnegenendertig mensjaren aan contractresearch door universiteiten en onderzoeksinstellingen (Adviescommissie Biotechnologie 1989, p. 23).
12. We veronderstellen derhalve dat elk van de ondernemingen die biotechnologische produkten voortbrengt in principe in staat is de benodigde R&D in eigen beheer te verrichten. Idealiter zouden we "the number of R&D suppliers with programs in the same application area" willen kennen (Pisano 1990, p. 159).
13. Financieel Dagblad, 15-11-'89.
14. Dit geldt in het bijzonder voor diagnostica en reagentia, waarbij resp. 6 en 52, 2 en respectievelijk 34 kleine ondernemingen betrokken zijn (OTA 1988, p. 79).
15. Orsenigo (1989, p. 127) geeft als indicatie van de omvang van de Ph.D. level R&D staf in 1982 van Genentech, Cetus en Biogen (V.S.) respectievelijk : 543, 480 en 331 personen.
16. Hierbij plaatsen we als kanttekening dat voornoemde concentratie van de werkgelegenheid in R&D over de periode 1980-1988 is afgenomen. Het aantal ondernemingen met een middelgrote R&D staf (7-30 personen) is toegenomen, terwijl het aantal ondernemingen met een kleine R&D staf (minder dan 7 personen) is afgenomen (TNO 1988, p. 31).
17. Zie: casestudie Unilever (paragraaf 6.2).
18. Zie: casestudie Duphar (paragraaf 6.2).

19. Desalniettemin verdient samenwerking tussen ondernemingen en andere sectoren nadere aandacht. Zo is er voor geavanceerde technologieën als fijnchemie sprake van een intensievere samenwerking met universiteiten en onderzoeksinstellingen dan met andere ondernemingen (TNO 1988, p. 36-38).
20. Zie: OECD, "Biotechnology: Economic and Wider Impacts", 1989, p. 83.
21. De steekproef omvat meer dan 80% van de projectenportefeuille van betrokken ondernemingen (Institute for Research and Investment Services 1991).
22. Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990, Inleiding.
23. In onderstaande tabel hebben we de onderlinge samenhang tussen de ontwikkelingstermijn ($DEVT_{sector}$) en de fase van een R&D project ($RANG_{sector}$) weergegeven.

	DEVT (jaren)				
$RANG_{sector}$	< 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	Tot.
1	0	0	13	5	18
2	0	3	11	1	15
3	0	3	1	0	4
4	0	3	1	0	4
5	6	4	1	0	11
Totaal	6	13	1	6	52

Bron: Interne Studie, Effectenbedrijf Rabobank Nederland, januari 1990.

$X_{12}^2 = 54{,}35$ ($p < 0{,}001$).
Uit bovenstaande tabel blijkt dat er op bedrijfstakniveau een negatief significant verband bestaat tussen de ontwikkelingstermijn (DEVT) en de fase van R&D project ($RANG_{sector}$). Op bedrijfstakniveau geldt derhalve dat de ontwikkelingstermijn korter is, naarmate een project verder is gevorderd.

HOOFDSTUK ZES

CASES

6.1 INLEIDING

6.1.1 Algemeen

In hoofdstuk 5 vormden marktsectoren het vertrekpunt. Op *bedrijfstakniveau* analyseerden we organisatievormen ten behoeve van de exploitatie van technologische kennis. In dit hoofdstuk richten we ons op cases. Organisatievormen van de acquisitie en exploitatie van technologische kennis staan centraal. In paragraaf 6.2.1 presenteren we data van in totaal achttien projecten van Nederlandse ondernemingen, welke in paragraaf 6.2.2 worden samengevat in een matrix. We beschouwen organisatievormen van R&D op *bedrijfstak-*, *ondernemings-* en *projectniveau*. In paragraaf 6.3.2 toetsen we op *bedrijfstakniveau* stellingen die zijn gebaseerd op de hypothesen van ons model. We beperken ons tot de vraag in welke mate de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen kan worden verklaard uit de volgende *ondernemings-* en *projectspecifieke variabelen*: het aantal R&D personeelsleden binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), de termijn benodigd voor de commercialisatie van technologische kennis van een (onderdeel van een) project, door ons aangeduid als de ontwikkelingstermijn (DEVT), en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' ('skills') binnen een zelfde toepassingsgebied (N). In paragraaf 6.3.3 gaan we nader in op enige motieven voor R&D samenwerkingsverbanden.

Tenslotte nemen we op *projectniveau* in paragraaf 6.3.4 de 'make, buy or cooperate'-afweging binnen de projectportefeuille van individuele ondernemingen en organisatievormen binnen diverse fasen van trajecten van individuele R&D projecten onder de loupe.

6.1.2 Verantwoording

We hebben Nederlandse ondernemingen geselecteerd die actief zijn binnen het technologiecluster 'biotechnologie'. In 1988 opereren in Nederland in totaal honderdachtentwintig ondernemingen binnen het technologiecluster 'biotechnologie'

(N = 128, tabel 5-5). Deze ondernemingen nemen tweeduizendachtentachtig mensjaren biotechnologie R&D voor hun rekening (PERS = 2088, tabel 5-6). Wij hebben ondernemingen gekozen, waarvan het volume van het biotechnologie R&D personeelsbestand in 1988 tenminste vijftig personen bedraagt (PERS >= 50) en welke onder meer r-DNA onderzoek verrichten: Akzo Pharma, DSM, Duphar, Gist-brocades en Unilever. Door deze ondernemingen is in 1988 in totaal elfhonderdachtenveertig mensjaren biotechnologie R&D verricht (PERS = 1148, tabel 5-6).

De selectie van de cases is geschied in onderling overleg met managers van betrokken ondernemingen. Wij hebben de cases ter goedkeuring voor publicatie voorgelegd aan betreffende ondernemingen. Per case is gevraagd *bij voorkeur* tenminste drie R&D projecten te selecteren, waarvan één project in eigen beheer ('make'-optie), één project in samenwerking met derden ('cooperate'-optie) en één uitbesteed aan derden ('buy'-optie). Deze selectie heeft geresulteerd in achttien projecten binnen de toepassingsgebieden 'biotechnologie', 'farmacie' en 'nieuwe materialen'.

De cases zijn zoveel mogelijk gebaseerd op openbare bronnen. We noemen: jaarverslagen van betrokken ondernemingen en door ondernemingen verstrekt materiaal, artikelen uit het Financieel Dagblad, rapporten van TNO en NIABA, en wetenschappelijke bijdragen. Daarnaast zijn door de ondernemingen tijdens interviews verstrekte gegevens benut. Deze gegevens zijn verwerkt in de tekst, alsmede in een aantal figuren. We benadrukken dat deze figuren betrekking hebben op de stand van zaken van betreffende cases op het moment, zoals aangegeven in de figuren. Elke case wordt ingeleid met een algemeen gedeelte. In dit gedeelte worden de belangrijkste produkt-/markt en technologie-/marktcombinaties van betreffende ondernemingen beschreven. Voorts wordt aandacht besteed aan het volume van de R&D. De omvang van het R&D personeelsbestand (PERS) binnen de technologieclusters van betrokken ondernemingen wordt belicht.

Per case gaan we nader in op de 'make, buy or cooperate'-afweging binnen diverse fasen van een R&D project. Voorts vermelden we de lengte van de (resterende) ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' ('skills') binnen een zelfde toepassingsgebied (N) of het aantal concurrerende ondernemingen (N_{sector}). Daarnaast besteden we aandacht aan in diverse empirische studies genoemde mogelijke motieven van uitbesteding van R&D of samenwerking op R&D gebied: 'tijdwinst', 'financiële risico's' en 'complementariteit technologische kennis' (Hagedoorn 1990; Marity & Smiley 1983; Shan 1990; Sociaal Economische Raad 1985; Teece 1987).

6.2 CASES

6.2.1 Beschrijving cases

AKZO PHARMA

Algemeen

Inleiding

De Akzo Pharma divisie wordt geconfronteerd met algemene trends die te onderkennen zijn in de chemische industrie, namelijk: terug naar de 'core-business', meer hoge toegevoegde waarde produkten, meer nadruk op service en een toenemend belang van samenwerking met derden. Voornamelijk door een toename van het afzetvolume is de omzet toegenomen van *f* 2,41 miljard in 1988 tot *f* 2,65 miljard in 1989 en *f* 2,78 miljard in 1990.[1] Ongeveer 10% van de omzet bestaat uit nieuwe biotechnologieprodukten.[2] R&D speelt een belangrijke rol voor de ontwikkeling van diverse nieuwe produkten met hoge toegevoegde waarde.

De Akzo Pharma divisie is een R&D intensief onderdeel van Akzo. Het totale onderzoeksbudget van Akzo Pharma bedroeg in 1988, 1989 en 1990 respectievelijk *f* 294, 325 en 344 miljoen, ongeveer 12% van de omzet.[3] Van de twaalfduizendvierhonderd werknemers is in 1988 15% betrokken bij R&D.[4] Daarvan zijn driehonderdachtendertig researchers actief in de biotechnologie (PERS = 338, tabel 5-6).

Produkten en R&D per onderdeel

Akzo Pharma is opgebouwd uit de onderdelen Organon, Intervet, Organon Teknika, Diosynth, Chefaro en VPF. In figuur 6-1 hebben we de belangrijkste produkten en afzetkanalen van elk onderdeel van Akzo Pharma weergegeven.

Research en Development programma's op humaan en veterinair gebied hebben plaats binnen de onderdelen Organon en Intervet. Bij Organon en Intervet werken laboratoria in Nederland, andere Europese landen en de Verenigde Staten nauw met elkaar samen. Er zijn ook sterke samenwerkingsverbanden met onderzoeksinstituten en universiteiten.

Figuur 6-1 Produkten en afzetkanalen per onderdeel van Akzo Pharma

Onderdeel	Produkt	Kanaal
Organon	Op recept verkrijgbare geneesmiddelen, vaccins	Groothandel/apothekers
Intervet	Veterinaire geneesmiddelen en vaccins	Dierenartsen
Organon Teknika	Diagnostica/apparatuur	Ziekenhuizen/klinische laboratoria
Diosynth	Grondstoffen voor farmaceutische industrie	Fabrikanten
Chefaro	Geneesmiddelen voor zelfmedicatie, diagnostica voor gebruik thuis	Apothekers
VPF	Generica	Groothandel/apothekers

Bron: Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 7-3-1990; 'De pharma divisie en haar groepen', Akzo.

Binnen Organon Teknika wordt fundamenteel onderzoek verricht, zowel voor eigen doeleinden als op contractbasis voor derden. Onderdeel Diosynth, afgesplitst van Organon, richt zich op de ontwikkelingsfase van R&D, waarbij 'opschaling' (fasen II en III van het klinisch onderzoek, figuur 6-2) een grote rol speelt. Binnen onderdeel Chefaro tenslotte houdt men zich met zuiver toegepast onderzoek bezig.[5] In elk van de onderdelen van Akzo Pharma bestaat meer dan de helft van het R&D budget uit produktinnovatie. Behalve in Diosynth, waar meer dan de helft van het R&D budget procesinnovatie betreft.[6]

Organisatievormen

Bij de implementatie van R&D staat Akzo Pharma voor de keuze:

1) R&D in eigen beheer te implementeren ('make'-optie)
2) kennis bij te kopen of innovatieve ondernemingen over te nemen ('buy'-optie)
3) samen te werken met derden ('cooperate'-optie).

Onderdeel Organon verricht het merendeel van de research, circa 95%, in eigen beheer.[7] *'Missing links'* in technologische kennis worden veelal *bijgekocht.*[8] Grote *overnames* zijn interessant indien het over te nemen bedrijf *nieuwe produkten* in de pijplijn heeft of *synergie* kan worden gerealiseerd.[9]

Middels *samenwerking* beoogt Akzo Pharma *schaalvergroting* op het gebied van medicijnen voor het zenuwstelsel en hart- en vaatziekten te realiseren.[10] Het belang van R&D samenwerkingsverbanden is toegenomen. Zoals uit de door ons geselecteerde cases blijkt heeft overdracht van technologische kennis voor de middellange en lange termijn (langer dan tien jaar) niet alleen binnen onderdelen van Akzo plaats, maar ook middels contractonderzoek en gezamenlijke research met andere organisaties. 'Long term research'-contracten spelen een belangrijke rol voor de verwerving van fundamentele technologische kennis van derden.[11]

CASES

I AKZO PHARMA

A Algemeen[12]

A.1 Opbouw R&D traject van onderdeel Organon

In principe wordt alle strategische research van onderdeel Organon in eigen beheer verricht. Een R&D programma binnen Organon is opgebouwd uit vijf fasen, gevolgd door de 'premarketing' fase. Deze vijf fasen nemen tezamen gemiddeld tien tot twaalf jaar in beslag (10 jaar < DEVT < 12 jaar).[13] In figuur 6-2 hebben we de volgtijdelijke opbouw van een R&D traject binnen onderdeel Organon weergegeven.

Figuur 6-2 Opbouw R&D traject Organon

Bron: Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 4-4-'90.

In de 'synthese & selectie'-fase (fase 1) worden research projecten geconcipieerd, mede op basis van commerciële aantrekkelijkheid; in de 'safety en feasibility'-fase

(fase 2) worden de veiligheid en de realiseringskansen van een project uitgebreid geëvalueerd, de laatste mede op basis van mogelijkheden tot patentering; in fase I van het klinisch onderzoek (fase 3) wordt de klinische veiligheid van een geneesmiddel getest; vervolgens worden in fasen II (fase 4) en III (fase 5) de werking van een stof bij patiënten nagegaan en tests op grote schaal gedaan.[14]

A.2 Organisatievormen Organon

In de opeenvolgende fasen van een R&D traject kunnen verschillende R&D organisatievormen worden onderscheiden. In de 'synthese & selectiefase' (1) respectievelijk 'safety & feasibility'-fase (2) kan worden gekozen voor strategische (R&D-)allianties. Naarmate een project verder is gevorderd wordt de organisatievorm (in-)licentiëring meer relevant.[15]

A.3 Indeling organisatievormen[16]

Organisatievormen van functionele managementactiviteiten kennen drie dimensies:

1. de beheersstructuur
2. de functionele managementactiviteit
3. de organisatievorm zelf.

ad 1 R&D kan plaats hebben in *eigen beheer* ('make'-optie). Hierbij wordt technologische kennis overgedragen:

a) binnen een onderdeel van Akzo Pharma,
b) tussen onderdelen van Akzo Pharma onderling

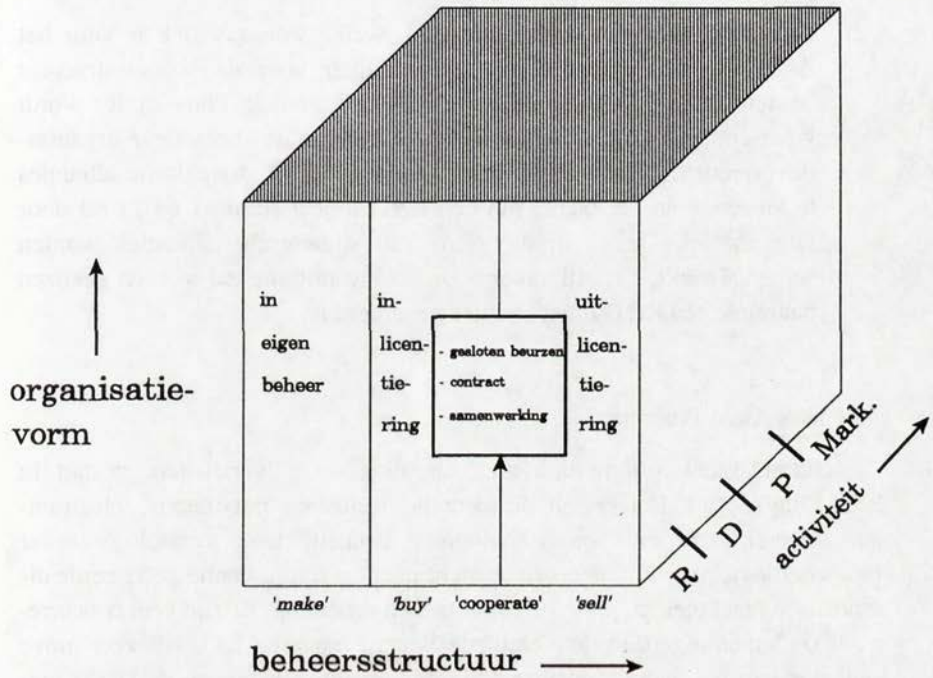
R&D kan ook worden uitbesteed ('buy'-optie) of in samenwerking worden verricht ('cooperate'-optie). Bij samenwerking wordt 'know how' overgedragen:

c) tussen (een onderdeel van) Akzo Pharma en een andere Akzo divisie
d) tussen (een onderdeel van) Akzo Pharma en een andere onderneming, onderzoeksinstituut of universiteit.

ad 2 Samenwerkingsverbanden kunnen betrekking hebben op de functionele managementactiviteiten (a) marketing, (b) development en (c) research. De marketing fase start met de 'pre-marketing' fase. De 'development' fase is opgebouwd uit: fasen I, II en III van het klinisch onderzoek. Research heeft plaats in de synthese en selectie-, alsmede de 'safety & feasability' fase.

ad 3 De beheersstructuur 'buy' omvat voornamelijk (in-)licentiëring. Bij de beheersstructuur 'samenwerking' onderscheiden we 'transacties met gesloten beurzen' ('quid pro quo'), 'contractresearch', 'co-development'-overeenkomsten en strategische allianties. In figuur 6-3 hebben we organisatievormen ingedeeld naar onderliggende beheersstructuur.

Figuur 6-3 Organisatievormen en beheersstructuren



Bron: Interview met Akzo Pharma, 26-3-'91.

A.4 *Evaluatie*

Binnen Akzo kunnen we in ieder geval twee keuzen onderscheiden. Namelijk:

ad 1 Of een R&D project in eigen beheer wordt verricht ('make'-optie), uit wordt besteed ('buy'-optie) of in samenwerking met derden wordt verricht ('cooperate'-optie);

ad 2 Welke organisatievorm wordt geprefereerd (binnen de 'cooperate'-optie).

1. De afweging tussen R&D in eigen beheer ('make'-optie) en uitbesteding (of samenwerking; 'buy'- respectievelijk 'cooperate'-optie) is op elk van de onderdelen van Akzo Pharma van toepassing. Een te verwachten reductie van de onderzoekskosten (ten opzichte van R&D in eigen beheer), in het bijzonder kapitaal- en arbeidskosten, wordt afgewogen tegen een reductie in de toekomstige baten (ten opzichte van R&D in eigen beheer), te weten het delen van de opbrengsten van technologische kennis.
2. De keuze voor een organisatievorm, welke wel specifiek is voor het Akzo Pharma onderdeel Organon. Indien voor de beheersstructuur 'samenwerking' ('cooperate'-optie) of 'uitbesteding' ('buy'-optie) wordt gekozen, staat Organon voor de keuze een van de alternatieve organisatievormen (in-)licentiëring, contractonderzoek of strategische allianties te kiezen. Aan het begin van een R&D traject (fasen 1 en 2) zal door Organon met name in de vorm van strategische allianties worden samengewerkt. Terwijl vaker voor (in-)licentiëring zal worden gekozen naarmate een R&D traject verder gevorderd is.

B Cases Akzo Pharma

1. Contractonderzoek programma met Amerikaanse universiteiten, gestart in 1988 ('buy'-optie). Het betreft de technologieclusters 'polymeren', 'electronische materialen' en 'biotechnologie'. Binnen het technologiecluster 'biotechnologie' wordt onderzoek verricht naar op fluorescentie gebaseerde diagnostische technieken, proteïne conversie en scheiding. Er zijn veel concurrerende ondernemingen, in de Verenigde Staten, Japan en E.G. Als zeer grove indicator van het aantal concurrerende ondernemingen binnen de OECD (exclusief Nederland) noemen we het totaal aantal diagnostica-ondernemingen dat we hebben kunnen traceren, namelijk honderdvijfenzeventig ((N_{sector} = 175, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4). Het contractonderzoek neemt gemiddeld drie jaar in beslag ($DEVT_e$ = 3 jaar).[17]

2. Eureka project met Choay ten behoeve van de ontwikkeling van oligosachariden ('cooperate'-optie). Het project is gestart in 1989. Het aantal concurrerende ondernemingen (N_{sector}) is ons onbekend. Er is sprake van intensieve kennisuitwisseling in parallelle projecten op '50 / 50'- basis. De ontwikkelingstermijn

is langer dan vijftien jaar (DEVT > 15 jaar). De belangrijkste motieven voor samenwerking zijn: spreiding van financiële risico's, tijdwinst en synergie.[18]

3. Erythropoietine (EPO, nierdialyse) in samenwerking met California Biotechnology (C.B., Verenigde Staten). Het betreft contractonderzoek over de periode 1987-1988 ('buy'-optie; $DEVT_e$ = 1 jaar). Het aantal concurrenten (N_{sector}) benaderen we met het totaal aantal (moeder-)ondernemingen dat EPO op de afnemersmarkt afzet, te weten dertien (N_{sector} = 13).[19] Het belangrijkste motief voor de uitbesteding van het onderzoek ('buy'-optie) is tijdwinst. Bovendien speelt complementariteit in technologische kennis een rol. C.B. doet het zogenaamde 'klonen'.[20]

4. Coaxiale vezel voor onderhuids gebruik ten behoeve van contraceptie (LT contraceptie). 'Gemeenschappelijke R&D' met TNO en Akzo Fibers & Polymers Division ('cooperate'-optie). Deze divisie levert de grondstoffen, TNO ontwikkelt verwerkingsproces grondstof tot vezel. De ontwikkelingstermijn neemt vijftien jaar in beslag (DEVT = 15 jaar). Er bestaan slechts betrekkelijk weinig alternatieve toeleveranciers (N < 5), omdat dit een geavanceerd produktieproces van een vezel met een kern met een werkzame stof met daaromheen een huid welke aan zeer hoge kwaliteitseisen moet voldoen, betreft. De belangrijkste motieven voor samenwerking zijn tijdwinst en complementariteit technologie Akzo Pharma en TNO.

II DSM

A Algemeen

A.1 Inleiding

De kernactiviteiten van DSM betreffen de volgende zes segmenten: basismaterialen, 'performance'-materialen, kunststofverwerking, basischemicaliën, fijnchemicaliën en harsen. Op elk van voornoemde segmenten wordt kost- en/of kwaliteitsleiderschap nagestreefd.[21] Zo tracht DSM haar aandacht te verleggen van bulkprodukten naar zogenaamde 'specialty'-produkten met een hoge toegevoegde waarde. Binnen dit kader is de concernstrategie gericht op de opbouw van een produktpakket dat bestaat uit hoogwaardige nieuwe materialen en fijnchemische produkten voor de farmaceutische en agrochemische industrie.[22] Kenmerkend voor zogenaamde 'specialty' produkten is, dat deze kennisintensief zijn, er sprake is van een beperkt aan-

tal aanbieders (N_{sector}) op de markt en 'customer-/supplier'-samenwerkingsverbanden van essentieel belang zijn voor de afzet van nieuwe produkten.

A.2 R&D

De kerntechnologieën van DSM betreffen: polymeertechnologie, organische synthese, katalyse, chemische technologie en procestechnologie.[23] Tot op heden (1990) wordt vrijwel alle research van DSM in Nederland verricht. De exploitatie van technologische kennis van DSM wordt verzorgd door Stamicarbon.[24] DSM neemt wat betreft de researchintensiteit in Nederland een middenpositie in. De R&D uitgaven zijn toegenomen van *f* 225 miljoen, 2,5% van de omzet in 1986, tot *f* 360 miljoen in 1988, *f* 395 miljoen in 1989, beide 3,6% van de omzet tot *f* 425 miljoen in 1990, 4,2% van de omzet.[25] Het aantal researchmedewerkers is uitgebreid tot tweeduizend in 1988 en meer dan tweeëntwintig honderd in 1990, circa 7% respectievelijk 8,9% van het totale werknemersbestand.[26] In 1991 zijn ongeveer twee honderd researchers actief binnen het technologiecluster 'nieuwe materialen' (PERS = 200).[27]

A.3 Organisatievormen

Bij de uitbreiding van haar produktpakket staat DSM voor de keuze, in volgorde van afnemende prioriteit, technologische kennis autonoom te ontwikkelen ('make'-optie), kennis te verkrijgen ('buy'-optie), joint ventures en allianties aan te gaan of volledig samen te gaan met een andere onderneming ('cooperate'-optie).[28] Globaal wordt 50% van de research in eigen beheer verricht, 25% uitbesteed en 25% samen met derden verricht.[29] De door ons geselecteerde cases betreffen relatief grote projecten welke zich uitstrekken over een termijn van langer dan vijf jaar (DEVT > 5 jaar). Hoewel DSM prioriteit legt bij R&D in eigen beheer ('make'-optie), dwingt tijdsconcurrentie soms tot overnames ('buy'-optie) teneinde een snelle omzets- en winstverbetering te bewerkstelligen.[30]

B Cases

B.1 Algemeen

Een R&D programma binnen DSM is in principe opgebouwd uit vier fasen: de 'exploratie'-, 'new product development'-, 'proces-/productdevelopment'- en 'pro-

duction & sales'-fase. Een R&D project duurt gemiddeld vier jaar (DEVT = 4 jaar).[31] Projecten in eigen beheer ('make'-optie) duren evenwel langer, gemiddeld tien jaar (DEVT = 10 jaar).[32]

B.2 Specifiek

5. Dyneema VOF, een 51/49% joint venture tussen de ondernemingen DSM en Toyobo, een grote textielproducent in Japan. In 1986 werd Dyneema VOF opgericht ten behoeve van de ontwikkeling van een supersterke polyetheenvezel met toepassingen onder meer op het gebied van vezels, kabels, sportartikelen en dergelijke.[33] De waardeketen van het Dyneema project is opgebouwd uit vijf fasen: synthese, spinoplossing, spinnen, strekken en toepassing. De lengte ontwikkelingstermijn bedraagt ongeveer zeven jaar (DEVT = 7 jaar).[34] Op de wereldmarkt opereren slechts enkele concurrenten (N = 3).[35] De *belangrijkste motieven samenwerking* zijn met name tijdwinst, daarnaast complementariteit in technologische kennis en in enige mate synergie.

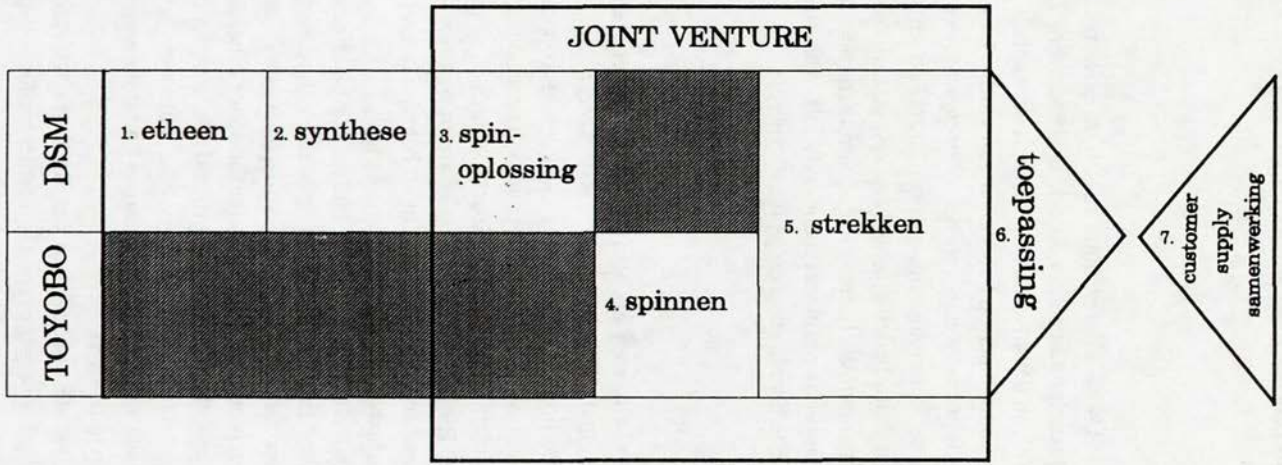
B.3 Organisatievormen[36]

Zoals geschetst in figuur 6-4 is voor elk van de fasen van het R&D traject technologische kennis benodigd. Hierbij kan DSM kiezen uit de volgende beheersstructuren: ontwikkeling in eigen beheer eventueel gekoppeld aan verkoop aan derden ('make'-optie), ontwikkeling in samenwerking met derden ('cooperate'-optie) of aankoop van derden die de technologische kennis in opdracht van DSM ontwikkelen ('buy'-optie). Hierbij wordt DSM geconfronteerd met de keuzevraag *welke fasen ten behoeve van DSM* worden verricht en het *type beheersstructuur* van elk van de fasen die ten behoeve van DSM worden verricht.

Slechts een beperkt gedeelte van het totale budget van DSM bestemd voor het Dyeema project wordt door DSM besteed aan de joint venture met Toyobo. Een flink deel betreft uitgaven aan de produktie en toepassingsontwikkeling van de grondstof Stamylan UH en produktie door High Performance Fiber BV (100% DSM dochter). DSM implementeert elk van de fasen grotendeels in eigen beheer ('make'-optie). DSM is intensief geöriënteerd op partners voor 'customer-/supplier'-samenwerkingsverbanden teneinde marktsegmenten aan te boren en een voorsprong op mogelijke concurrenten op te bouwen.

In figuur 6-4 hebben we de opbouw van het R&D traject van het Dyneema project sterk vereenvoudigd weergegeven. De kerntechnologie van DSM betreft synthese en spinoplossing (fasen 2 en 3 in figuur 6-4).

Figuur 6-4 Positionering van DSM in waarde keten (Dyneema project)



De voor de samenstelling van deze figuur benodigde gegevens zijn verstrekt door: DSM, juli, 1990.

De kerntechnologie van de partner Toyobo betreft het spinnen (fase 4 in figuur 6-4). De synthese (fase 2 in figuur 6-4) verricht DSM in eigen beheer ('make'-optie). DSM heeft de technologische kennis en activiteiten met betrekking tot spinoplossing (fase 3 in figuur 6-4) ingebracht in de joint venture met Toyobo. Toyobo heeft op haar beurt kennis en activiteiten inzake het spinnen (fase 4 in figuur 6-4) ingebracht. Zowel DSM als Toyobo hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de technologische kennis benodigd voor het strekken (fase 5 in figuur 6-4). De toepassingsfase (fase 6 in figuur 6-4) verrichten DSM en Toyobo elk afzonderlijk grotendeels in eigen beheer ('make'-optie).

Een relatief groot gedeelte van de benodigde technologische kennis wordt in samenwerking met de partner Toyobo ontwikkeld. In figuur 6-4 midden onder hebben we gevisualiseerd op welke fasen in de waarde keten de R&D samenwerking met Toyobo betrekking heeft.

We merken op dat door DSM in de opeenvolgende fasen van het R&D-traject achtereenvolgens is gekozen voor de beheersstructuren 'R&D in eigen beheer' ('make'-optie; fase 2 in figuur 6-4), R&D in samenwerking op 'equity'-basis ('cooperate-optie'; fasen 3, 4 en 5 in figuur 6-4) en toepassing in eigen beheer ('make'-optie; fase 6 in figuur 6-4). Wat betreft de research merken we op dat naarmate het project verder is gevorderd de 'cooperate'- boven de 'make'-beheersstructuur wordt geprefereerd. Toepassing heeft evenwel wederom plaats in eigen beheer ('make'-optie).

6. Het Eureka Carmat-2000 project. Het betreft de ontwikkeling van een technisch geavanceerde autocarrosserie, hoofdzakelijk op basis van kunststoffen. Er wordt gezamenlijke R&D verricht in een consortium met de partners Bayer, BASF, en ICI. Het R&D traject is opgebouwd uit vier fasen: de 'feasability'-, 'prototyping'-, 'realisatie'- en 'introductiefase'. De lengte van de produktlevenscyclus wordt geschat op ongeveer tien jaar (T = 10 jaar). In figuur 6-5 hebben we de opbouw van het R&D traject en de produktlevenscyclus weergegeven. Het project, dat in 1986 is gestart, zal ongeveer zes jaar duren (DEVT = 6 jaar). DSM verricht onderzoek ten behoeve van DSM kunststoffen en harsen.[37] Het consortium heeft een 'customer-/supplier'-samenwerkingsverband met PSA (Peugeot/Citroën) welke onderdelen assembleert.

We onderscheiden twee strategische keuzevragen: de acceptatie van het project en de keuze inzake samenwerking met derden ('cooperate'-optie). *Binnen DSM zijn de belangrijkste overwegingen voor de acceptatie van een R&D project*: het realiseren van de handhaving van de omzet van DSM, het bewerkstelligen van de groei van de omzet van DSM, het verkrijgen van de benodigde materialen en technologische

kennis en financiële middelen van derden. De belangrijkste *motieven voor samenwerking* met derden zijn: complementariteit van technologische kennis, alsmede de verwerving technologische kennis. Bovendien wordt samengewerkt, omdat tijdwinst van essentieel belang is.

Figuur 6-5 Fasen Carmat-2000 project

Bron: Interview met DSM, juli, 1990.

III DUPHAR

A Algemeen

A.1 Inleiding

Duphar maakt deel uit van de SOLVAY-groep. De SOLVAY-groep is opgebouwd uit de sectoren: Alkaliën, Peroxyprodukten, Kunststoffen, Kunststofverwerking en Gezondheidszorg. De sector Gezondheidszorg is opgebouwd uit drie divisies: Menselijke Gezondheidszorg, Veterinaire Gezondheidszorg en Biologische en Voedingsprodukten.[38] Binnen deze drie divisies opereren drie ondernemingen: Duphar (menselijke en veterinaire gezondheidszorg), Kali-Chemie (menselijke gezondheidszorg en biologische en voedingsprodukten) en Reid-Rowell (menselijke gezondheidszorg)[39]. De belangrijkste activiteiten van Duphar betreffen farmacie, vitaminen en chemicaliën, veterinaire gezondheidszorg, gewasbescherming en medische apparatuur. De Veterinaire en Vitaminen & Chemicaliën Divisie worden getroffen door lagere prijzen voor vaccins, diergeneesmiddelen en aanvullende voedingsstoffen. Hetzelfde geldt voor produkten in de menselijke gezondheidszorg.[40]

De SOLVAY-groep tracht in de menselijke en veterinaire gezondheidszorg haar positie te versterken door de groei van de eigen R&D zeker te stellen en strategische samenwerkingsverbanden met derden aan te gaan voor de marketing van produkten. Duphar richt zich op efficiencyverbeteringen in de organisatie en een sterkere concentratie op de kernactiviteiten. De Farmaceutische Divisie en Ve-

terinaire Divisie zullen zelfstandig blijven. Met name in de Veterinaire Divisie wordt gestreefd naar een verkorting van de ontwikkelingstermijn (DEVT) van nieuwe produkten.[41] De Medische Instrumenten Divisie zal als 'profit centre' worden ondergebracht in de Farmaceutische Divisie. Het ligt in de bedoeling de Gewasbescherming en Vitaminen & Chemicaliën Divisie samen te voegen tot één divisie.

A.2 R&D

Binnen de divisie Menselijke Gezondheidszorg van de SOLVAY-groep wordt steeds meer onderzoek verricht. De research is in de eerste plaats gericht op aandoeningen van het zenuwstelsel en op hart- en vaatziekten. Het onderzoek in de Veterinaire Gezondheidszorg concentreert zich op de ontwikkeling van beter werkende vaccinale stammen met behulp van r-DNA technieken. Voorts wordt binnen de SOLVAY-groep onderzoek gedaan, gericht op de verhoging van de productiviteit van de werking van enzymen.[42]

Binnen de Pharma Divisie van Duphar wordt een substantieel gedeelte van het onderzoek gericht op het centrale zenuwstelsel.[43] Biotechnologisch onderzoek heeft plaats binnen de Veterinaire en de Farmaceutische Divisie. Het R&D budget bedroeg in 1988, 1989 en 1990: *f* 143, *f* 167 en *f* 185 miljoen, circa 17,5, 19,4% en 20,0% van de omzet.[44] Ongeveer 23% van het totale personeelsbestand van Duphar is betrokken bij research.[45] De omvang van het biotechnologie R&D personeelsbestand *van* Duphar *in ruime zin* in 1988 wordt geraamd op ongeveer honderd personen,[46] die naar schatting ongeveer *f* 19 miljoen R&D budget vertegenwoordigen. Hiervan houden vijfentwintig personen zich bezig met zuiver biotechnologisch onderzoek (PERS = 25).[47] Globaal drievierden van het R&D budget van Duphar is gericht op de ontwikkeling van nieuwe produkten. Eenvierde van het R&D budget behelst het vinden van nieuwe toepassingen van bestaande produkten. In de Veterinaire Divisie is de ontwikkelingstermijn van R&D projecten relatief kort, ongeveer anderhalf tot drie jaar (1,5 < DEVT < 3 jaar), terwijl projecten in de Pharma Divisie wel acht tot twaalf jaar duren (8 < DEVT < 12 jaar).[48]

A.3 Organisatievormen

De belangrijkste organisatievormen van de R&D van Duphar betreffen R&D in eigen beheer ('make'-optie) en contractonderzoek ('buy'-optie). De samenwerking ('cooperate'-optie) tussen onderdelen van de SOLVAY groep, waaronder Duphar, zal intensiever worden.[49] Duphar kiest sporadisch voor inlicentiëring van techno-

logische kennis en 'gemeenschappelijke R&D'.[50] De belangrijkste motieven om research uit te besteden zijn tijdwinst en complementariteit in technologische kennis.

B Cases

B.I Veterinaire Divisie[51]

B.I.1 Algemeen

Voor de produktie van vaccins kan worden gekozen voor de traditionele methode, namelijk ontwikkeling door passage (inenting bij dieren). Langs biotechnologische weg kan het sleutelgedeelte van een vaccin op diverse dragers worden ondergebracht. Aldus kunnen vaccins worden ontwikkeld die langs de traditionele route niet of moeilijk kunnen worden geproduceerd. Daarnaast kan de ontwikkelingstermijn (DEVT) worden verkort en de kostprijs verlaagd. Vrijwel alle research met grote (technologische) risico's heeft buiten Duphar plaats. Duphar verkrijgt te ontwikkelen of ontwikkelde technologische kennis door middel van contractonderzoek en inlicentiëring.

Reeds ontwikkelde technologieën die grote perspectieven voor commercialisatie bieden worden binnen Duphar door 'basisteams' ontwikkeld tot een commercialiseerbaar produkt. Fundamenteel onderzoek is van belang voor de ontwikkeling van nieuwe produktiewijzen aan de hand van produktmodellen. Met een nieuw model kunnen zo'n zeven à tien vaccins worden voortgebracht. Gemiddeld één jaar na de introductie op de markt van een nieuw vaccin brengen concurrerende ondernemingen hetzelfde vaccin op de markt. Het is daarom van wezenlijk belang om als eerste met een nieuw vaccin op de markt te komen. Het aantal concurrerende ondernemingen in de veterinaire sector in de OECD (exclusief Nederland) bedraagt bij *ruwe benadering* vijfenzestig (N_{sector} = 65, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4).

B.I.2 Specifiek

7. Een contractonderzoek door een Nederlandse universiteit op het gebied van de bestrijding van bepaalde virussen dat is gestart in 1987 ('buy'-optie). Het project neemt circa eenderde van het R&D budget van de Veterinaire Divisie in beslag en duurt vier jaar (DEVT = 4 jaar).[52] Het aantal concurrerende onderzoeksinstellingen bedraagt ongeveer vijf (N = 5).

8. De ontwikkeling van een carrier en vehicel van een vaccin. De partner, waarmee wordt samengewerkt, is een andere onderneming (1990). Duphar en de samenwerkingspartner wisselen kennis uit voor parallel project. De kans, dat een produkt wordt ontwikkeld, dat op de markt kan worden gebracht (slaagkans) bedraagt ongeveer 50% ('buy'-optie). Zodra een der partners nieuw vaccin heeft gevonden hebben beide partners gemeenschappelijk octrooirecht.[53]

B.II Pharmadivisie

B.II.1 Algemeen[54]

Het volume van de uitbestede research bedraagt in 1989 ongeveer 20% van het divisiebudget. Het betreft met name contractonderzoek, in het bijzonder farmacologisch en klinisch onderzoek. Het aantal concurrenten (N_{sector}) in de farmasector in de OECD (exclusief Nederland) bedraagt bij benadering honderdacht (N_{sector} = 108, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4). Twee beslissingen inzake organisatievormen van R&D projecten kunnen worden onderscheiden:

1) in de 'research'-fase of een project ter hand wordt genomen.
2) in diverse fasen van een project of R&D (gedeeltelijk) wordt uitbesteed.

Op *divisieniveau* wordt de beslissing genomen met betrekking tot het volume van R&D, toepassingsgebieden en wat per toepassingsgebied als 'kerntechnologie' wordt gekenmerkt. Naast omvang van het marktpotentieel en kans op bijwerkingen speelt de kans dat een 'molkuultraject' kan worden afgerond een belangrijke rol. Op *projectniveau* wordt in elke fase van een R&D traject de beslissing genomen of R&D al dan niet wordt uitbesteed ('buy'-optie) of in samenwerking met derden wordt verricht ('cooperate'-optie). Tijdwinst en onvoldoende onderzoekscapaciteit binnen een periode zijn de belangrijkste motieven voor uitbesteding van onderzoek ('buy'-optie).[55]

De omvang van een gemiddeld (winstgevend) R&D project bedraagt $ 100 miljoen. De ontwikkelingstermijn bedraagt ongeveer tien jaar (DEVT = 10 jaar). De produktlevenscyclus duurt tien à vijftien jaar (10 jaar < DEVT < 15 jaar). De belangrijkste overwegingen die bij de keuze R&D in eigen beheer te verrichten ('make'-optie) dan wel uit te besteden ('buy'-optie) zijn:

- bij uitbesteding ('buy'-optie): tegen welke kosten tijdwinst kan worden gerealiseerd.
- bij R&D in eigen beheer: het volume van de 'vaardigheden' (mensen en apparatuur) van Duphar per toepassingsgebied.

B.II.2 Specifiek[56]

9. Inlicentiëring preparaten die oestrogeen 17 b- oestradiol bevatten van Novo-Nordisk ('buy'-optie).[57] Op basis van een vast percentage van de omzet. Novo levert alle 'know how' en heeft reeds goedgekeurde registratie. Duphar hoeft slechts minimale investeringen te doen in R&D.

10. Inlicentiëring met betrekking tot lokale toedieningsvorm van calcitriol, voor de behandeling van huidaandoeningen van Bio-Technology General Cooperation (BTGC, Verenigde Staten; 'buy'-optie).[58] BTGC heeft een octrooi voor -molecuul en -toepassingsgebied en is niet in staat zelfstandig verder te ontwikkelen. Van het R&D traject van in totaal tien jaar neemt Duphar de resterende twee à drie jaar voor haar rekening (DEVT= 2 à 3 jaar). In dit geval doet Duphar verhoudingsgewijs omvangrijke investeringen in R&D.

11. Gemeenschappelijk onderzoek met Reid Rowel Inc.(Verenigde Staten) met betrekking tot verdere ontwikkeling van Fevarine. Fevarine is een anti-depressivum met fluvoxamine, bestemd voor de Amerikaanse markt, in het bijzonder om aan de lokale wetgeving te voldoen ('cooperate'-optie). Duphar participeert voor 17,8%.[59]

IV GIST-BROCADES

A Algemeen

A.1 Inleiding

De voornaamste marktsegmenten waarop Gist-brocades zich ultimo 1989 beweegt, betreffen (in volgorde van afnemende omzet) voedingsmiddeleningrediënten, farmaceutische produkten en industriële produkten. Daarnaast heeft Gist-brocades zich gericht op veterinaire produkten in de 'Animal Health Divisie', welke in 1987 van de hand is gedaan. In 1990 is de Pharma Divisie overgedragen aan de Japanse onderneming Yamanouchi.[60]

Het huidige produktpakket van Gist-brocades is opgebouwd uit bulkprodukten ('commodities') als gist en antibiotica en 'specialties' als broodgrondstoffen en produkten van de Agro Business Group.[61] Binnen het kader van het Strategisch Business Plan wordt beoogd 'commodities' op de meest efficiënte manier te produceren en op de markt te brengen. Daarnaast wordt aan de ontwikkeling van 'specialties' hoge prioriteit toegekend. Zij worden in relatief kleine hoeveelheden geproduceerd, maar kennen toch hoge marges. [62]

Gist-brocades realiseert een belangrijk gedeelte van haar omzet in de biotechnologiesector. Gist-brocades zal in de toekomst accent leggen op produkten voor de zuivelindustrie, geur- en smaakstoffen en stoffen voor de drank- en veevoederindustrie. Veelbelovende produkten met een relatief hoge toegevoegde waarde als chymosine en fytase vergen een relatief lange ontwikkelingstermijn (DEVT).[63] In de toekomst zal ook de markt voor installaties voor anaerobe afvalzuivering, ontwikkeld binnen de 'Environmental Business Group' van Gist-brocades, fors groeien.[64]

A.2 R&D

De sporen waarlangs Gist-brocades research verricht kunnen worden ingedeeld naar de wijze waarop microorganismen worden aangewend. Te weten: als produkt (bakkersgist), stofwisselingsprodukten, geproduceerd door microorganismen (antibiotica), het microorganisme zelf of een daar van afgesplitst enzym als katalysator (bijvoorbeeld isomerase voor omzetting van glucose in fructose) en het microorganisme zelf ten behoeve van ontleding van organische stoffen voor afvalwaterzuivering en energiewinning.[65]

Het totale R&D budget is toegenomen van *f* 50 miljoen in 1978 tot *f* 94 miljoen in 1988, *f* 95 miljoen in 1989 en 1990.[66] In 1988, 1989 en 1990 werd circa 5% van de totale omzet van Gist-brocades aan research besteed.[67] Over de periode 1978 - 1988 was ongeveer 20% van het personeel, werkzaam in Nederland, betrokken bij R&D.[68] Hiervan zijn in 1988 vierhonderdvijftig researchers actief op het gebied van biotechnologisch onderzoek (PERS = 450, tabel 5-6).

A.3 Organisatievormen

Onder meer in verband met de snel stijgende onderzoekskosten zoekt de onderneming naar samenwerkingsverbanden met derden. Hierbij wordt relatief vaak gekozen voor gezamenlijke research-projecten ('cooperate'-optie) en contractonderzoek ('buy'-optie). Uit onze cases blijkt dat ook wordt samengewerkt op het gebied

van kerntechnologieën, gedefinieerd als technologiëen die steeds opnieuw kunnen worden toegepast voor nieuwe produkten. Eén van de motieven voor samenwerking is versnelde introductie van nieuwe produkten op de markt.[69]

B Cases

B.1 Algemeen[70]

De ontwikkelingstermijn van diverse R&D projecten varieert van drie à vier jaar tot vijf à zeven jaar (3 jaar < DEVT < 7 jaar).[71] Twee keuzen zijn relevant voor de organisatievorm van R&D:[72]

1) Is technologie kerntechnologie?
2) Welk gedeelte van een R&D (produktie- en marketing-) traject voegt de meeste waarde toe?

ad 1 De ontwikkeling van kerntechnologieën geschiedt in principe in eigen beheer ('make'-optie).

ad 2 Bij de ontwikkeling van een 'kerntechnologie' kunnen zich capaciteitsproblemen voordoen. Onvoldoende R&D personeel (PERS) en/of liquide middelen kunnen een reden zijn, dat de ontwikkeling van een kerntechnologie in samenwerking met derden wordt geïmplementeerd ('cooperate'-optie) of wordt uitbesteed ('buy'-optie).

B.2 Specifiek

12. Joint R&D en distributie van een enzym ('cooperate'-optie). Ongeveer 10% van het onderzoek wordt verricht door de partner. De ontwikkelingstermijn van het enzym bedraagt vijf jaar (DEVT = 5 jaar). Het enzym wordt samen met de partner op de afnemersmarkt geïntroduceerd. De lengte van de produktlevenscyclus bedraagt meer dan tien jaar (T > 10 jaar). Het aantal enzymproducenten in de OECD bedraagt zes ($N_{sector} = 6$, tabel 5-3, paragraaf 5.2.4). Hiervan zijn één à twee gevestigde buitenlandse ondernemingen potentiële concurrenten ($N_{sector} = 1$ à 2). De belangrijkste motieven voor samenwerking zijn complementariteit tussen R&D (Gist-brocades) en distributie (partner), alsmede tijdwinst.

13. Contractonderzoek ('buy'-optie) naar de ontwikkeling van r-DNA technologie ten behoeve van ontwikkeling van een antibioticum. Slechts een gering gedeelte (minder dan 10%) van het onderzoeksproject wordt uitbesteed aan een contractonderzoeksinstelling. Technologische kennis wordt tijdens het R&D traject tussen de samenwerkende partners uitgewisseld. De ontwikkelingstermijn van het contractonderzoek bedraagt twee en een half jaar (DEVT = 2,5 jaar). In de farmaceutische sector in de OECD (exclusief Nederland) opereren veel concurrenten, in totaal honderdacht (N_{sector} = 108, tabel 5.2, paragraaf 5.2.4). De lengte van de verwachte produktlevenscylus van het antibioticum bedraagt tien jaar (T = 10 jaar). De belangrijkste motieven voor de uitbesteding van het onderzoek zijn een capaciteitsprobleem bij Gist-brocades en de beschikking over gespecialiseerde technologische kennis bij de partner.

14. Ontwikkeling diagnostische tests door een partner in een gezamenlijk research project ('joint R&D'). De samenwerkingspartner verzorgt de R&D en produktie van de tests ('cooperate'-optie). Gist-brocades richt zich op de toepassingsmogelijkheden en distributie. Ongeveer 90% van het onderzoek wordt verricht door de partner. De ontwikkelingstermijn van het project bedraagt drie jaar (DEVT = 3 jaar). Het aantal diagnosticaproducenten (N_{sector}) in de OECD (exclusief Nederland) ramen wij op honderdvijfenzeventig (N_{sector} = 175, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4). Er bestaat behoefte aan een nieuw produkt in verband met de introductie van nieuwe diagnostische tests door concurrenten. De verwachte produktlevenscyclus van diagnostische tests bedraagt meer dan vijf jaar (T > 5 jaar). De belangrijkste motieven van Gist-brocades voor samenwerking zijn: verwerving produktiefaciliteiten, tijdwinst en capaciteitsproblemen.

Voor cases 1-3 speelt het overheidsbeleid, in het bijzonder subsidieregelingen, nauwelijks een rol van betekenis. Bij case 2 is de octrooiwetgeving en in het bijzonder de termijn, die door goedkeuringsprocedures in beslag wordt genomen, wel van belang.

15. De ontwikkeling van een farmaceutisch eiwit door een Nederlandse universiteit. Gist-brocades heeft met deze universiteit een royalty-overeenkomst over de periode 1986-1989 afgesloten ('buy'-optie). De Nederlandse overheid heeft een substantieel gedeelte van de totale ontwikkelingskosten gefinancierd. Gist-brocades heeft het resterende gedeelte van de onderzoekskosten voor haar rekening genomen. Op het toepassingsgebied van enzymen en eiwitten hebben we in de OECD in totaal tien ondernemingen kunnen traceren (N_{sector} = 10, tabel 5-3, paragraaf 5.2.4). De belangrijkste redenen voor samenwerking met

de universiteit zijn: Gist-brocades heeft geen ervaring met het zogenaamde 'klonen', opschalen en zuiverheids- en farmaceutische criteria, waaraan het produkt moet voldoen.

V UNILEVER

A Algemeen

A.1 Inleiding

Biotechnologie speelt een steeds belangrijker rol in de bedrijven van Unilever en er worden dan ook belangrijke investeringen op het gebied van onderzoek gedaan. Biotechnologie is van strategisch belang voor de toekomstige kernactiviteiten van Unilever. Het gezamenlijk belang van de Unileverbedrijven en niet zozeer het belang van de afzonderlijke produktgroepen staat voorop. Potentiële toepassingen van biotechnologie betreffen alle Unileverprodukten: chemicaliën, persoonlijke verzorgingsartikelen, reinigingsmiddelen, medische produkten en voedingsmiddelen.[73] In de voedingsmiddelen-bedrijfskolom: verwerving van grondstoffen, produktie en distributie was in de jaren '70 sprake van een concentratie op produktie. Nu wordt achterwaarts geïntegreerd naar de verwerving van grondstoffen. Plantenbiotechnologie wordt een 'kerntechnologie' van Unilever. Oliezaden zijn een belangrijke grondstof ('sleutelinput').[74] In de toekomst zal de aandacht worden gericht op voeding, met name ijs, gezondheidsprodukten, produkten voor grootverbruikers en gemaksvoeding.[75]

A.2 R&D

Biotechnologisch onderzoek wordt onder meer gedaan op het gebied van:

plantenbiotechnologie: voor de verbetering van verwerkings- en opslageigenschappen van gewassen.
fermentatietechnieken: voor nieuwe biochemische produktiemethoden voor hoogwaardige oliën en vetten, parfums en andere chemicaliën.
monoklonale antilichamen: voor medische produkten als zwangerschapstests en identificatie van voedselvergiftigingsbacteriën, alsmede voor de produktie van specifieke geur- en smaakstoffen.[76]

Voorbeelden van interessante researchprogramma's betreffen: melkzuurbacteriën, proteasen voor detergenten (wasmiddelen), een proces om plantenolie om te zetten in een cacaosubstituut en anaerobe afvalwaterzuivering.[77]

Unilever heeft een R&D budget van ongeveer *f* 1,2 miljard in 1988 en f 1,3 miljard in 1989 en 1990, circa 1,9 respectievelijk 1,8% en 1,8% van de omzet.[78] De researchintensiteit van Unilever ligt onder het gemiddelde van Nederlandse ondernemingen. Wereldwijd in Nederland, Engeland, de Verenigde Staten en India zijn daarbij zeven duizend personen betrokken (PERS = 7000), 2,4% van het werknemersbestand.[79] Binnen Unilever N.V. en het Unilever Research Laboratorium houden honderdnegentig personen zich bezig met research op biotechnologiegebied (PERS = 190).

A.3 Organisatievormen

Driekwart van de R&D wordt in eigen beheer verricht ('make'-optie) en eenkwart uitbesteed ('buy'-optie) of samen met derden verricht ('cooperate'-optie).[80] Voorzover wij hebben kunnen nagaan ligt het accent hierbij op contractonderzoek ('buy'-optie) en overnames. Zo werd vanaf 1986 onderzoek uitbesteed aan diverse universiteiten in Nederland.[81] In onze cases is complementariteit in technologische kennis het belangrijkste motief voor samenwerking. In het onderzoek gericht op voedings- en genotmiddelen is sprake van concurrentie tussen biotechnologische en bestaande fysische of chemische technieken. Dit geldt in het bijzonder voor 'opschaling'.[82]

B Cases

B.1 Specifiek

16. Samenwerking met een Nederlandse universiteit op het gebied van ontwikkeling van melkzuurbacteriën ('cooperate'-optie). Unilever alsmede de universiteit dragen elk de helft van de onderzoekskosten. Het project neemt vier à vijf jaar in beslag (DEVT = 4 à 5 jaar). In OECD is slechts een gering aantal ondernemingen, naar wij schatten circa negen, actief op dit toepassingsgebied (N = 9).[83] Het belangrijkste motief voor samenwerking betreft complementariteit in technologische kennis.[84]

17. Uitbesteding van onderzoek ('buy'-optie). Het betreft de ontwikkeling monoklonale antilichamen (Mab's) ten behoeve van diagnostica. In OECD (exclusief

Nederland) zijn honderdvijfenzeventig ondernemingen actief in de diagnosticasector (N_{sector} = 175, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4). Er zijn diverse Mab-leveranciers actief in het binnen- en buitenland, bijvoorbeeld de onderneming U-Gene (vijf à zes personen). De contractduur van het uitbestede onderzoek bedraagt twee maanden (DEVT = 2 maanden). Unilever implementeert de toepassing Mab's in zelfdiagnostische systemen, bijvoorbeeld zwangerschapstests in eigen beheer ('make'-optie). Onderzoek wordt uitbesteed, omdat eventuele exclusiviteit van Mab's weinig waarde toevoegt.[85]

18. Onderzoek in eigen beheer ('make'-optie). Fermentatietechniek ten behoeve van smaakstoffen ('flavours'). In Nederland zijn slechts drie smaakstoffen producenten actief (N_{sector} = 3).[86] In de OECD (exclusief Nederland) hebben we in totaal vijftig ondernemingen in de sector levensmiddelen geteld (N_{sector} = 50, tabel 5-2, paragraaf 5.2.4), waarvan acht grote voedingsmiddelen producenten (N_{sector} = 8; tabel 5-3). De ontwikkelingstermijn van een volgende generatie smaakstoffen bedraagt één à twee jaar (DEVT = 1 à 2 jaar). Unilever verricht dit onderzoek in eigen beheer, omdat dit bedrijf een comparatief voordeel heeft in specifieke toepassing in produkten. In verband met het zogenaamde 'imitatierisico' wordt niet samengewerkt met derden ('tacit knowledge').[87]

6.2.2 Overzicht cases

In dit hoofdstuk hebben we in totaal achttien projecten de revue laten passeren. Teneinde een overzicht van de cases te verkrijgen hebben we in tabel 6-1 per project weergegeven:

1) *het toepassingsgebied*
2) de *organisatievorm*
3) de *duur* van een (onderdeel van een) project (DEVT)
4) het *aantal concurrerende ondernemingen/onderzoeksinstellingen* dat onderzoek kan verrichten binnen een zelfde toepassingsgebied (N) of op een zelfde afnemersmarkt opereert (N_{sector})
5) het *kalenderjaar* waarin project is *gestart*
6) de *belangrijkste motieven* voor de keuze van de organisatievorm van het project in kwestie.

We concentreren ons op de organisatievormen die aan het begin van de cases worden genoemd. Bij een aantal ondernemingen wordt in opeenvolgende fasen van

een R&D project voor verschillende organisatievormen gekozen. In paragraaf 6.3.4 gaan we nader in op de (mogelijke) dynamiek van R&D-organisatievormen.

Tabel 6-1 Sleutelgegevens van cases (1) tot en met (18)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) t	f	c	o
farm.	con	3 j.	> 30[a]	88			x	
farm.	jRD	> 15 j.	?	89	x	x		
farm.	con	1 j.	13[b]	87	x		x	
farm.	jRD	15 j.	5 <	89	x			
kunst.	jv	7 j.	3	86	x		x	
kunst.	jRD	7 j.	3	86	x		x	
vet.	con	4 j.	5	87			x	
vet.	krlic	2 j.	> 30[a]	90	x			
farm.	inlic	0 j.	> 30[a]	89	?			
farm.	inlic	2 j.	> 30[a]	89	?			
farm.	jRD	7 j.	> 30[a]	89	?			
vet.	jRD	5 j.	2[c]	90	x		x	
farm.	con	2,5 j.	> 30[a]	90	x			
farm.	jRD	3 j.	> 30[a]	90			x	
farm.	con/r	3 j.	10[c]	86	x		x	
voed.	jRD	4 -5 j.	9[c]	86			x	
farm.	con	2 mnd	> 30[c]	90			x	
voed.	make	2 j.	8[a]	90				x

Toelichting

[a] Zeer grove benadering.
[b] Inclusief handelsondernemingen.
[c] Eigen raming.

1) Toepassingsgebied: farm. = farmacie/diagnostica; kunst. = kunststoffen; vet. = veterinair ; voed. = voedingsmiddelen.
2) Beheersstructuur: make = in eigen beheer; con = contract; r = royalties; jRD = joint R&D; jv = joint venture; krlic = kruislicentie; inlic = inlicentiëring.
3) Schatting van de ontwikkelingstermijn (DEVT, jaren/maanden).
4) Aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen hetzelfde toepassingsgebied (N) of aantal ondernemingen dat opereert op dezelfde afnemersmarkt (N_{sector}).
5) Jaar waarin (onderdeel van een project) is gestart.
6) Motieven voor samenwerking op R&D gebied of uitbesteding van R&D: t = tijdwinst; f = financiële motieven; c = complementariteit in technologische kennis; o = overige motieven.

Het merendeel van de cases betreft het toepassingsgebied 'farmacie'. We treffen in de toepassingsgebieden 'farmacie', 'veterinair gebied', 'kunststoffen' en 'voeding' respectievelijk elf, drie, twee en twee projecten aan (tabel 6-1, kolom 1). De frequentieverdeling van de organisatievormen is als volgt: licentiëring (drie), contractresearch projecten (vijf), joint R&D projecten (acht), joint ventures (één) en projecten in eigen beheer (één, tabel 6-1, kolom 2).

De ontwikkelingstermijn van (onderdelen van de) projecten kent een grote verscheidenheid, welke varieert van nul tot meer dan vijftien jaar (0 jaar < DEVT < 15 jaar). Drie projecten duren korter dan twee jaar, negen projecten nemen twee tot vijf jaar in beslag en zes projecten duren vijf jaar of langer (tabel 6.1, kolom 3). Bij de helft van de projecten bedraagt het aantal concurrerende ondernemingen/onderzoeksinstellingen minder dan vijftien ($N_{sector} < 15$), terwijl bij de andere helft het aantal concurrenten groter is dan dertig ($N_{sector} > 30$, tabel 6-1, kolom 4). Ongeveer twee derden van de projecten is gestart in 1989 of 1990 (tabel 6-1, kolom 5). De belangrijkste motieven voor de voorkeur voor de organisatievorm 'samenwerking' op R&D gebied ('cooperate'-optie) boven andere organisatievormen betreffen: complementariteit van technologische kennis van de samenwerkingspartner en tijdwinst. Het delen van financiële risico's speelt voor de door ons onder de loupe genomen projecten als motief voor samenwerking slechts een bescheiden rol (tabel 6-1, kolom 6).

6.3 CONFRONTATIE MET MODEL

6.3.1 Inleiding

Met onze cases hebben we beoogd het afwegingsproces tussen verschillende alternatieve organisatievormen van R&D projecten te illustreren. In het bijzonder de afweging tussen de organisatievormen: (in-)licentiëring, contractonderzoek (*'buy'-optie*), 'joint R&D'-overeenkomsten en joint ventures (*'cooperate'-optie*). De organisatievorm 'R&D in eigen beheer' (*'make'-optie*) valt grotendeels buiten ons gezichtsveld. Daarom laten we in deze paragraaf case 18, welke betrekking heeft op de 'make'-optie, buiten beschouwing.

In jaarverslagen en diverse rapporten wordt uitvoerig aandacht besteed aan organisatievormen als samenwerkingsverbanden, uitbesteding van onderzoek en (in-)licentiëring. Een integraal overzicht van projecten in eigen beheer hebben we evenwel niet kunnen traceren. Dit houdt mogelijkerwijs verband met het strategisch belang van deze projecten voor het concurrentieel voordeel van betrokken ondernemingen. Daarnaast spelen afwegingsproblemen inzake de organisatievorm

van R&D in de praktijk vaak tussen organisatievormen binnen de 'buy'- (of 'sell'-) optie en de 'cooperate'-optie (Harrigan 1986; Kleinknecht en van Reijnen 1991; Marity & Smiley 1983; Moenaert en Deschoolmeester 1990; Häkansson. 1989; 1990; Shan 1987; 1990).

Zoals we reeds aanstipten in paragraaf 6.1.1 kunnen we het afwegingsproces tussen organisatievormen op bedrijfstak-, ondernemings- en projectniveau beschouwen. Op bedrijfstakniveau zullen we van het model afgeleide stellingen toetsen. Op projectniveau besteden we aandacht aan de afweging binnen verschillende fasen van een R&D project. Hierbij nemen we case 18 wel in beschouwing. In onderstaande stellingen koppelen we op bedrijfstakniveau de mate waarin organisatievormen binnen de beheersstructuur 'cooperate' worden geprefereerd boven organisatievormen binnen de beheersstructuur 'buy', door ons aangeduid als de samenwerkingsgeneigdheid, aan verklarende variabelen. Op basis van interviews hebben we kunnen nagaan welke parameters onder meer van belang kunnen zijn voor de 'make'-, 'buy'- of 'cooperate'-afweging. In deze paragraaf zullen we op bedrijfstakniveau de stellingen, afgeleid van de op het model gebaseerde hypothesen, confronteren met data die zijn ontleend aan de cases en op projectniveau nader ingaan op de belangrijkste motieven van R&D samenwerkingsverbanden. We merken op dat we ons hebben beperkt tot een steekproef van bescheiden omvang. We hebben geen nader onderscheid gemaakt naar de mate van winstgevendheid van de Nederlandse ondernemingen.

6.3.2 Stellingen

Aan de hand van de cases zullen we trachten de volgende stellingen empirisch te onderbouwen. Deze stellingen zijn gebaseerd op de hypothesen welke we in paragraaf 4.5 hebben geformuleerd.

1). *De geneigdheid organisatievormen binnen de 'cooperate'- boven organisatievormen binnen de 'buy'-optie te kiezen zal op korte termijn toenemen, naarmate een onderneming over meer R&D personeel binnen een toepassingsgebied (PERS) beschikt, op het moment dat een R&D project wordt gestart.*

2) *De geneigdheid organisatievormen binnen de 'cooperate'- boven organisatievormen binnen de 'buy'-optie te kiezen zal op korte termijn toenemen, naarmate de ontwikkelingstermijn van een R&D project (DEVT) langer is.*

3) *De geneigdheid organisatievormen binnen de 'cooperate'- boven organisatievormen binnen de 'buy'-optie te kiezen zal toenemen, naarmate het aantal*

ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N), op het moment dat een R&D project wordt gestart, geringer is.

ad 1 Op basis van de door ons in dit hoofdstuk behandelde cases hebben we de omvang van het R&D personeelsbestand (PERS) per onderneming binnen het relevante toepassingsgebied van elk van de R&D-projecten, te weten: 'biotechnologie', 'farmacie' en 'kunststoffen', ingedeeld in drie klassen: tot en met honderdvijftig (Duphar), tussen honderdvijftig en vierhonderdvijftig (Akzo Pharma, DSM en Unilever) en vierhonderdvijftig of meer (Gist-brocades). In tabel 6-2 staat de frequentieverdeling van de beheersstructuur per R&D personeelsklasse.

Tabel 6-2 Frequentie beheersstructuur naar omvang R&D personeelsbestand (PERS)

	OMVANG R&D PERSONEELSBESTAND (PERS) IN 1988			
Beheersstructuur	150 <	150 - 450 >	450	Totaal
'Cooperate'	1	5	2	8
'Buy'	4	3	2	9
Totaal[1]	5	8	4	17

[1] Case 18 hebben we buiten beschouwing gelaten, omdat deze de 'make'-optie betreft.

'Cooperate' = 'joint R&D'-overeenkomsten en joint ventures; 'Buy'= (in-)licentiëring, contractonderzoek (*'buy'-optie*)

$X_2^2 = 2{,}25$ ($p > 0{,}05$); voor PERS < 450 geldt: $X_1^2 = 5{,}43$ ($p < 0{,}025$)

De gegevens in tabel 6-2 illustreren dat het voor ondernemingen met minder dan vierhonderdvijftig R&D werknemers (PERS < 450) het aandeel van projecten met een 'cooperate'-beheersstructuur binnen het totaal aantal toeneemt met het volume van het R&D personeel van betrokken ondernemingen binnen het toepassingsgebied (PERS) van betreffende projecten. De geneigdheid samen te werken neemt op korte termijn toe met het volume van het R&D personeelsbestand (PERS). Stelling 1 (paragraaf 6.3.2) kan derhalve gedeeltelijk met empirisch materiaal worden ondersteund. Indien we alle ondernemingen, inclusief ondernemingen met vierhonderdvijftig of meer R&D

werknemers in beschouwing nemen, bespeuren we evenwel geen significant verband tussen de gekozen organisatievormen van projecten en het volume van het R&D personeelsbestand (PERS).

ad 2 De mogelijke samenhang tussen de beheersstructuur van een R&D-project en de ontwikkelingstermijn (DEVT) op bedrijfstakniveau hebben we in tabel 6-3 weergegeven. Hierbij hebben we de *verklarende variabele*, 'lengte ontwikkelingstermijn' (DEVT) ingedeeld in drie klassen: minder dan twee jaar, twee tot vijf jaar en vijf jaar of meer.

Tabel 6-3 Frequentie organisatievormen naar ontwikkelingstermijn (DEVT)

	PROJECTDUUR (DEVT) (JAREN)					
Beheersstructuur	2	<	2 - 5	>	5	Totaal
'Cooperate'	0		2		6	8
'Buy'	3		6		0	9
Totaal[1]	3		8		6	17

[1] Case 18 hebben we buiten beschouwing gelaten, omdat deze de 'make'-optie betreft.

'Cooperate' = 'joint R&D'-overeenkomsten en joint ventures;
'Buy'= (in-)licentiëring, contractonderzoek (*'buy'-optie*)

$X_4^2 = 10{,}98$ ($p < 0{,}001$)

Voor de crosssectie van de projecten in tabel 6-3 zien we dat bij een toename van de ontwikkelingstermijn (DEVT) op korte termijn de geneigdheid toeneemt organisatievormen te kiezen die corresponderen met de 'cooperate'-beheersstructuur. De geneigdheid samen te werken neemt significant toe met de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT). De op ons model gebaseerde stelling 2 (paragraaf 6.2.3) kan derhalve ook worden onderbouwd met data ontleend aan onze cases. We hebben evenwel geen onderscheid gemaakt naar de fasen waarin betreffende projecten zich bevinden. In paragraaf 6.3.4 zullen we enige aandacht aan de dynamiek van organisatievormen op projectniveau besteden.

ad 3 Tenslotte hebben we ten behoeve van een confrontatie van stelling 3 gebaseerd op ons model met cases gepoogd het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen het relevante toepassingsgebied (N) in de Verenigde Staten, Japan, Frankrijk, Engeland, West-Duitsland, Nederland en, indien voorhanden, overige landen in de OECD, per project te ramen. In de meeste gevallen waren geen gegevens beschikbaar met betrekking tot het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). In die gevallen hebben we als benadering van het aantal concurrerende ondernemingen dat op hetzelfde marktsegment opereert (N_{sector}), gehanteerd. Zoals reeds uit de cases naar voren kwam zijn deze gegevens in een aantal gevallen niet, of alleen op geaggregeerd sectorniveau, voor handen. In dat geval hebben we, zoals in de cases aangegeven, gepoogd een raming te maken op basis van het aandeel van ondernemingen binnen een toepassingsgebied in een regio waarvoor deze gegevens *wel* voor handen waren. We hebben het aantal ondernemingen (onderzoeksinstituten of universiteiten) met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) in drie klassen ingedeeld: minder dan tien, tien tot dertig en dertig of meer.

Tabel 6-4 Frequentie organisatievormen naar aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N)

	AANTAL ONDERNEMINGEN (N)			
Beheersstructuur	0 - 10	10 - 30	> 30	Totaal
'Cooperate'	4[1]	1	2	7
'Buy'	1	2[2]	6	9
Totaal	5	3	8	16

[1] Bij twee cases raming. Zeker is, dat het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' ('skills') binnen hetzelfde toepassingsgebied (N) of het aantal ondernemingen dat opereert op hetzelfde marktsegment (N_{sector}), niet groter is dan 15.

[2] Bij twee cases een grove raming: uitsluitend gegevens beschikbaar omtrent de omvang van het aantal ondernemingen binnen dezelfde marktsector.

'Cooperate' = 'joint R&D'-overeenkomsten en joint ventures; 'Buy'= (in-)licentiëring, contractonderzoek (*'buy'-optie*)

$X_2^2 = 7{,}11$ ($p < 0{,}010$)

De gegevens in tabel 6-4 illustreren dat de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen significant *afneemt* met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Stelling 3 kan tevens worden onderbouwd met data op *bedrijfstakniveau*. Hierbij tekenen we aan dat de in tabel 6-4 vermelde gegevens zeer grove ramingen betreffen.

6.3.3 Motieven

In ons model worden organisatievormen verklaard uit de faktoren 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. Onzekerheid houdt onder meer verband met de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project (DEVT), alsmede de economische levensduur van een nieuwe technologie (T). De verklarende faktor 'afhankelijkheid' hebben wij in ons model gekoppeld aan het volume van het R&D personeelsbestand met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS), alsmede het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Een noodzakelijke voorwaarde voor de toepasbaarheid van ons model is dat er sprake is van een zekere mate van substitutiemogelijkheden tussen de eigen R&D en die van de partner (paragraaf 4.2.3). Op bedrijfstakniveau zijn we nagegaan, in welke mate motieven welke ten grondslag kunnen liggen aan de uitbesteding van R&D en samenwerking op R&D gebied (tabel 6-1). Deze motieven kunnen we als volgt samenvatten:

1) *Tijdwinst*. Ons model is niet alleen op de acquisitie, maar ook op de exploitatie van technologische kennis van toepassing. Het streven naar tijdwinst kan onder meer worden verklaard uit een verkorting van de *lengte van de technologielevenscyclus*, alsmede octrooi- en/of patenttermijn (T). (Harrigan 1986, paragraaf 3.4; Shan 1987, paragraaf 2.3.6).
2) *Financiële motieven*. Veelal zijn aan R&D hoge financiële risico's verbonden (SER 1985; paragraaf 3.3.3). Deze financiële risico's kunnen onder meer verband houden met de omvang van de *kosten* R&D op ondernemingsniveau en projectniveau (Kleinknecht en van Reijnen 1991: paragraaf 3.4.1, Levy 1984: paragraaf 3.3.2) en de financieringsmogelijkheden van een onderneming (Hagedoorn 1990; Smith & Fleck 1988, paragraaf 3.4.1). Subsidies van overheidswege kunnen een motief voor R&D samenwerkingsverbanden zijn (Gardner 1975, paragraaf 1.2.1; Hagedoorn 1990, paragraaf 3.4.1; Joglekar 1990 en Odagiri 1989, paragraaf 1.2.1). Bij vier cases (cases 2, 6, 15 en 16) is er sprake van subsidiëring van een samenwerkingsverband door de overheid (of de E.G.).

3) *Complementariteit in technologische kennis* (Hagedoorn 1990; Hagedoorn & Schakenraad 1991; paragraaf 3.4.1; Marity & Smiley 1983; paragraaf 3.2.; Teece 1987; paragraaf 3.3.3)
4) *Overige motieven.* Eén van de motieven, R&D juist *niet* uit te besteden of in samenwerking met derden te verrichten zijn 'toeëigeningsoverwegingen' (Teece 1987). Ondernemingen zullen geneigd zijn ondernemingsspecifieke R&D in eigen beheer te verrichten.

Uit kolom 6 in de matrix in paragraaf 6.2.2 blijkt dat een van de belangrijkste motieven (van toepassing op de helft van de cases) voor DSM, Duphar, Gist-brocades en Unilever om samen te werken op R&D gebied complementariteit in technologische kennis betreft. Bij de helft van de geselecteerde cases is er sprake van grote concurrentie en speelt tijdwinst als motief voor uitbesteding van of samenwerking bij R&D een belangrijke rol. R&D samenwerkingsverbanden houden evenwel nauwelijks verband met financiële motieven. We bespeuren eerder een tendens om projecten met hoge kosten in eigen beheer te verrichten. Het strategisch belang van deze projecten voor het concurrentieel voordeel van betreffende ondernemingen kan hieraan ten grondslag liggen. Een uitzondering hierop vormen projecten, waarvan de omvang zo groot is, dat een onderneming niet in staat is deze zelf te financieren (case 2).

6.3.4 Dynamische aspecten

In paragraaf 2.6 stipten we reeds het belang van een nadere evaluatie van theorievorming met betrekking tot de dynamiek van beheersstructuren van projecten aan. Op basis van de cases concluderen we, dat de keuze uit alternatieve organisatievormen kan worden verklaard uit diverse vormen van onzekerheid, waarmee ondernemingen in opeenvolgende fasen van een R&D-project kunnen worden geconfronteerd. We onderscheiden twee typen beslissingen inzake de organisatievorm van een R&D project, of een gedeelte van een R&D project, dat los van de rest van een project kan worden afgerond ('strategische projecteenheid'):

1) *Aan het begin* van een R&D-project: de keuze een project wel of niet ter hand te nemen. Deze keuze zal veelal worden genomen op Strategic Business Unit (SBU-)niveau.
2) *Gedurende elk der fasen* van een R&D project: de keuze betreffende fase in eigen beheer te verrichten ('make'-optie), uit te besteden ('buy'-optie) of in samenwerking met derden te verrichten ('cooperate'-optie). Deze keuze wordt genomen op Strategic Business Unit (SBU-) en projectniveau.

ad 1 Evenals Reve (1990) constateren we dat R&D, die deel uitmaakt van de 'kerntechnologie', in principe in eigen beheer wordt verricht (cases Gist-brocades).

ad 2 Bij twee van de door ons besproken ondernemingen (Akzo en DSM) hangen organisatievormen samen met de fase van een R&D-project. *Bij Akzo constateren we dat naarmate de termijn, welke resteert tot een produkt wordt geïntroduceerd op de markt, korter is, organisatievormen als (in-)licentiëring en contractonderzoek ('buy'-/'sell'-optie) zullen worden geprefereerd boven strategische allianties ('cooperate'-optie).* Op basis van de Akzo en DSM case constateren we dat naarmate een traject verder is gevorderd in principe de geneigdheid organisatievormen binnen de 'make'- boven de 'cooperate'- en 'buy'- (of 'sell'-), respectievelijk binnen de 'cooperate' boven de 'buy'- (of 'sell'-) beheersstructuur te prefereren, toe zal nemen. Naarmate een project verder is gevorderd neemt de onzekerheid met betrekking tot de omvang van de onderzoekskosten (*technologie-onzekerheid*, paragraaf 2.1) af. De aan een project verbonden coördinatiekosten nemen af indien de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn (DEVT) korter is (4.5.1). Overeenkomstig hypothese 2 van ons model (paragraaf 4.5.2) constateren we *een samenhang tussen de geneigdheid R&D uit te besteden, een verkorting van de resterende ontwikkelingstermijn (DEVT) en een reductie van technologie-onzekerheid.*

Hierbij tekenen we aan dat onvoldoende onderzoekscapaciteit (PERS) een reden kan zijn waarom R&D die aan het begin van een project in principe in eigen beheer wordt verricht, in samenwerking met derden wordt uitgevoerd ('cooperate'-optie) of aan derden uit wordt besteed ('buy'-optie). In overeenstemming met hypothese 1 van ons model (paragraaf 4.5.4) neemt in elk van de fasen van een R&D-project de geneigdheid tot externalisatie van R&D toe naarmate de onderzoekscapaciteit (PERS) geringer is. Bij Duphar kan elk van de fasen van een R&D-project zelfstandig worden verricht. In elke fase van een R&D-project wordt opnieuw overwogen of een gedeelte R&D in eigen beheer moet worden verricht ('make'-optie) of moet worden uitbesteed ('buy'-optie). Voor elke fase geldt dat Duphar R&D in principe uitbesteedt, omdat de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn verhoudingsgewijs kort is. Bovendien is het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) voldoende groot. Overeenkomstig hypothese 3 van ons model (paragraaf 4.5.4) neemt de geneigdheid tot externalisatie van

R&D toe met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N).

Evenals Gerybadze (1991, p. 338) merken we op, dat projecten kunnen worden gesplitst in 'strategische projecteenheden'. Per 'strategische projecteenheid' dient de toewijzing van produktiefaktoren, beheersstructuur en organisatievorm van R&D te worden bepaald. De belangrijkste parameter, waarop de organisatievorm van een 'strategische projecteenheid' wordt afgestemd, is de resterende ontwikkelingstermijn (DEVT). Naarmate deze langer is zal de geneigdheid R&D te internaliseren toenemen. Onvoldoende R&D personeel binnen een zelfde toepassingsgebied kan reden zijn R&D juist te externaliseren. Terwijl onvoldoende ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) een motief kan zijn om R&D juist in eigen beheer te verrichten.

6.4 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk hebben we als aanvulling op hoofdstuk 5 in totaal achttien projecten van grote Nederlandse ondernemingen binnen de technologieclusters 'biotechnologie', 'farmacie' en 'kunststoffen' besproken. We hebben op bedrijfstakniveau data geconfronteerd met ons model en zijn nagegaan welke de belangrijkste motieven zijn voor samenwerking op R&D gebied volgens managers van betrokken projecten.

Op basis van klassificaties hebben we de van hypothese 1, 2 en 3 afgeleide stellingen, dat de geneigdheid organisatievormen binnen de 'cooperate'- boven de 'buy'-optie (of 'sell'-optie) te kiezen (*te verklaren variabele*) toeneemt, met het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), de ontwikkelingstermijn van een (onderdeel van een) project (DEVT) en *afneemt* met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) onderbouwd met data. Hierbij tekenen we aan, dat de selectie van de cases slechts van beperkte omvang is, geen nader onderscheid is gemaakt naar de winstgevendheid van betrokken ondernemingen en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) in een aantal gevallen slechts globaal kon worden geraamd. De belangrijkste motieven voor samenwerking ('cooperate'-optie) op R&D gebied bleken tijdwinst en complementariteit in technologische kennis.

Op basis van een evaluatie van de dynamiek van organisatievormen *op structureel niveau* aan de hand van de cases komen we overeenkomstig hypothese 2 van ons model tot de volgende conclusie. De geneigdheid tot internalisatie van R&D per 'strategische projecteenheid' neemt *in principe* toe met de lengte van de (reste-

rende) projecttermijn (DEVT). In overeenstemming met hypothese 1 van ons model constateren we dat naarmate de omvang van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS) geringer is, de geneigdheid tot internalisatie van R&D afneemt. Terwijl overeenkomstig hypothese 3 een afname van het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) de geneigdheid tot internalisatie van R&D juist bevordert.

Noten bij hoofdstuk 6

1. Financieel Dagblad, 27-2-'90.
2. NIABA 1989, p. 5.
3. 'Research within Akzo - 1989', p. 2, Jaarverslag Akzo 1988, p. 57, 'Research within Akzo - 1990', p. 2, Jaarverslag Akzo 1989, p. 57.
4. 'Akzo News & Views' 1989, p. 10, Akzo.
5. 'De pharma divisie en haar groepen', Akzo.
6. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 26-3-'91.
7. Interview met Akzo Pharma, 4-4-'90.
8. A.G. Vermeeren, Financieel Dagblad, 14-3-'90.
9. A.G. Vermeeren, Financieel Dagblad, 14-3-'90.
10. Financieel Dagblad, 4-8-'89.
11. 'Research within Akzo - 1990', p. 12, Akzo.
12. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 4-4-'90.
13. 'De pharma divisie en haar groepen', Akzo.
14. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 26-3-'91.
15. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 26-3-'91.
16. Interview met Akzo Pharma, 26-3-'91.
17. 'Research within Akzo - 1990', p. 12-13, Akzo.
18. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 4-4-'90.
19. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 22-4-'90.
20. Interview met R&D Coordination Akzo Pharma, 4-4-'90.
21. Financieel Dagblad, 13-12-'90.
22. 'DSM Naar de beurs - Naar de jaren '90', DSM.
23. Interview met DSM, november 1990.
24. Profiel DSM 1984, p. 8-9.
25. Jaarverslag DSM 1987, p. 15-16; 1989, p. 14, 20; 1990, p. 13.
26. Jaarverslag DSM 1988, p. 15, 18; 1990, p. 13.
27. Interview met DSM, juli 1991.
28. Financieel Dagblad, 11-1-'90.
29. Financieel Dagblad, 21-9-'89.
30. Financieel Dagblad, 13-12-'90.
31. De 'initial screening'- en 'business evaluation'-, beide onderdelen van de exploratiefase en 'procesdevelopment'-fase, nemen tezamen vier jaar in beslag. De 'premarketing'- en 'commercialization'-fase duren tezamen drie jaar (DSM, maart 1990).

32. Prof.dr.ir. P.M.E.M. van der Grinten noemt termijnen van tien jaar voor een traject van research, proefproduktie en marktintroductie (Financieel Dagblad, 11-1-'90).
33. Interview met DSM, maart 1990.
34. Interview met DSM, augustus 1990.
35. F. Mulder & J. Vergragt 1990, p. 250.
36. Interview met DSM, augustus 1990.
37. Interview met DSM, augustus 1990.
38. Jaarverslag SOLVAY 1990, p. 12-13.
39. Jaarverslag SOLVAY 1990, p. 42
40. Jaarverslag Duphar 1990, p. 29.
41. Jaarverslag SOLVAY 1990, p. 37.
42. Jaarverslag SOLVAY 1990, p. 37.
43. Interview met Veterinaire Divisie Duphar, 14-3-'90.
44. Jaarverslag Duphar 1989, p. 42; 1990, p. 42.
45. Jaarverslag Duphar 1989, p. 49.
46. TNO 1988, p. 84.
47. Interview met Project Adviesbureau Duphar, 14-5-'91.
48. Interview met Project Advies Bureau Duphar, 19-1-'90.
49. Jaarverslag Duphar 1990, p. 16.
50. Interview met Project Advies Bureau Duphar, 3-4-'91.
51. Interview met Veterinaire Divisie Duphar, 14-3-'90.
52. Interview met Veterinaire Divisie Duphar, 14-3-'90.
53. Interview met Veterinaire Divisie Duphar, 14-3-'90.
54. Interview met Farmaceutische Divisie Duphar, 30-7-'90.
55. Interview met Project Advies Bureau Duphar, 3-3-'90.
56. Interview met Farmaceutische Divisie Duphar, 30-7-'90.
57. Jaarverslag Duphar 1989, p. 27.
58. Jaarverslag Duphar 1989, p. 27.
59. Jaarverslag Duphar 1989, p. 51.
60. Jaarverslag Gist-brocades 1990, p. 22.
61. Financieel Dagblad, 25-4-'90.
62. Jaarverslag Gist-brocades 1990, p. 16.
63. Financieel Dagblad 30-11-89.
64. Financieel Dagblad, 5-10-'90.
65. Jaarverslagen Gist-brocades 1980, p. 21-23; 1982, p. 18-20.
66. Jaarverslagen Gist-brocades 1978, p. 15, 1988, p. 23; 1989, p. 23, 45 en 1990, p. 33.
67. Jaarverslagen Gist-brocades 1988, p. 23; 1989, p. 23, 45 en 1990, p. 33.
68. Sociale jaarverslagen Gist Brocades 1978-1988.
69. Jaarverslag Gist-brocades 1990, p. 16.
70. Gist-brocades R&D, 24-4-'90.
71. Gist-brocades 2-5-'89.
72. Gist-brocades R&D, 24-4-'90.
73. 'Research & Engineering', Unilever 1991, p. 14.
74. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.
75. Financieel Dagblad, 24-2-'90.
76. 'Research & Engineering', Unilever 1991, p. 18.
77. European Biotechnology Newsletter, 8-10-'87, no. 33, p. 7.

78. Unilever Jaarrekening 1989, p. 10.
79. 'Biotechnologie- van Wetenschap naar Winkelschap', Unilever Research Laboratorium 1988, p. 23.
80. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.
81. CUBE (DG XII EG), juni 1986.
82. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.
83. In Nederland zijn slechts twee van de honderdachtentwintig biotechnologie ondernemingen actief in melkzuur. In de vijfhonderdtweeëntachtig OECD biotechnologie ondernemingen zullen naar schatting ongeveer (582 / 128) * 2 = 9 ondernemingen actief zijn.
84. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.
85. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.
86. Ruivenkamp 1989, p. 47.
87. Interview met Unilever Research Laboratorium Vlaardingen, 23-3-'90.

HOOFDSTUK ZEVEN

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

7.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk trachten we te komen tot een evaluatie van de bijdrage die de door ons besproken management- en organisatietheorieën, alsmede door anderen en ons verrichte empirische studies kunnen leveren voor een verklaring van organisatievormen van R&D-projecten. In paragraaf 7.2 gaan we nader in op de onderzoeksvraagstelling van deze dissertatie. Dit mondt uit in een bedrijfskundig model. De theoretische basis, belangrijkste veronderstellingen (ceteris paribus clausules) en te toetsen hypothesen komen in deze paragraaf aan bod. In paragraaf 7.3 vatten we de resultaten van de empirische toetsing van de hypothesen samen. Daarnaast besteden we enige aandacht aan motieven welke een rol kunnen spelen bij beslissingen over R&D organisatievormen. In paragraaf 7.4 evalueren we de door ons gehanteerde verklarende variabelen en theoretische invalshoeken. We bespreken welke aspecten van organisatietheorieën ons inziens nader aandacht verdienen in de toekomst.

7.2 VERKLARING R&D ORGANISATIEVORMEN

Organisatievormen van R&D kunnen worden opgevat als een management, theoretisch en strategisch vraagstuk. Praktijk, theorie en een koppeling tussen praktijk en theorie zijn hierbij van belang. *De kernvraag van deze dissertatie betreft een strategisch vraagstuk: de verklaring van de keuze van ondernemingen met betrekking tot organisatievormen van R&D-projecten welke we in de praktijk aantreffen.* In de praktijk kunnen aan de toeleverancierszijde (acquisitiezijde) van een onderneming bijvoorbeeld de *organisatievormen* contract research, inlicentiëring, joint ventures, de acquisitie van innovatieve ondernemingen en R&D in eigen beheer worden onderscheiden. Aan de afnemerszijde (exploitatiezijde) van een onderneming kunnen we de *organisatievormen* inlicentiëring, joint ventures, creatie van innovatieve ondernemingen en interne exploitatie bespeuren (Granstrand & Sjölander 1990).

In theorie richten we ons op de *keuze* binnen het scala aan organisatievormen van R&D-projecten waaruit een onderneming in principe kan kiezen. (Contractor & Lorange 1988; Coopers & Lybrand Dijker van Dien 1990; Dill 1990; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Richardson 1972). Organisatievormen van R&D-projecten kunnen worden ingedeeld naar onderliggende beheersstructuur (Williamson & Ouchi 1981). De beheersstructuur correspondeert met de mate waarin R&D ten behoeve van een onderneming wordt geïnternaliseerd. Zo onderscheidt Root (1988) *in volgorde van toenemende internalisatie*, 'market', 'interfirm' en 'intra firm transactions' voor de overdracht van technologische kennis: *tussen* aggregaten van organisaties ('buy'-/'sell'-optie), individuele organisaties ('cooperate'-optie) en *binnen* individuele organisaties ('make'-optie). Het 'make, buy or cooperate'-vraagstuk als onderdeel van het strategisch management van R&D is het onderwerp van dit onderzoek.

Onder de *verklaring* van R&D organisatievormen verstaan wij het leggen van een koppeling tussen de *te verklaren variabele*, de organisatievorm van een R&D-project in de praktijk, en *verklarende variabelen*, die gebaseerd zijn op diverse theoretische invalshoeken. In de strategische managementliteratuur hebben we een aantal empirisch toetsbare hypothesen met betrekking tot 'make'-, 'buy'- or 'cooperate'-beslissingen aangetroffen (Killing 1980; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Pisano 1990; Shan 1987, Shan 1990). *Een bedrijfskundig model waarin het gehele scala van R&D organisatievormen, dat we in de praktijk aantreffen, wordt verklaard, hebben we evenwel tot op heden nog niet in de literatuur kunnen aantreffen* (Van den Bosch & Elfferich 1991c). Wij hebben een model geformuleerd dat tot stand is gekomen op basis van een inventarisatie van bestaande economische en organisatietheorieën, alsmede door anderen verrichte empirische studies naar organisatievormen en door ons verricht veldwerk binnen ondernemingen.

Onze primaire interesse betreft

- hoe *in theorie* onderliggende beheersstructuren samenhangen met verklarende faktoren
- op welke wijze *in de empirie* de verklarende faktoren door anderen zijn geoperationaliseerd.

In hoofdstuk 2 hebben we geconcludeerd dat met name de transactiekosten- (Williamson & Ouchi 1981) en agencytheorie (Eisenhardt 1989; Jensen 1983; Levintal 1988) elk van de gekozen categorieën beheersstructuren 'make', 'buy' of 'cooperate' vanuit het in de theorieën gekozen perspectief kunnen verklaren. Op basis van een evaluatie van theoretische invalshoeken concluderen we dat gekozen beheersstruc-

turen met name kunnen worden gekoppeld aan de *verklarende faktoren* 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid'. In de door ons geraadpleegde empirische strategische management literatuur worden de verklarende faktoren als volgt geoperationaliseerd:

- 'vaardigheden' ('skills'): het aantal R&D-projecten dat een onderneming reeds heeft uitgevoerd (Pisano 1990)
- 'onzekerheid': de mate van diversificatie (Levy 1984; Mariti & Smiley 1983; Pisano 1990; Shan 1987), alsmede de variantie van de omzet en winst (Levy 1984)
- 'afhankelijkheid': het aantal ondernemingen dat op dezelfde markt opereert (Pisano 1990) en het gedeelte van de inputs die een onderneming verwerft van derden (Pfeffer & Salancik 1978).

De belangrijkste veronderstellingen van ons model betreffen:

- slechts één produktiefaktor, namelijk arbeid, is beschouwd
- het arbeidsvolume van het R&D-project (q) is gegeven
- het streven van een onderneming naar minimalisatie van de kosten van een project, gegeven het volume van de R&D output (q)
- interne en externe R&D ('make'- en 'buy' optie) zijn onderling substitueerbaar.

We beperken ons tot de produktiefaktor arbeid, omdat arbeid een van de kritische inputs van ondernemingen is, waarbij zich de meeste coördinatieproblemen kunnen voordoen (Dill 1990; Harrigan 1988; Jacobs 1990; Lorange & Probst 1990). We laten eventuele heterogeniteit (Van den Bosch 1982) en complementariteit (Teece 1987) van arbeid buiten beschouwing. In ons model veronderstellen we dat R&D in eigen beheer ('make'-optie) en R&D verricht door derden ('buy'-optie) keuzealternatieven zijn. Evenals Jarillo (1988), Mattson (1987) en Thorelli (1986) vatten we de organisatievorm van R&D op als een resultante van een afweging tussen de kosten verbonden aan de implementatie en coördinatie van R&D in eigen beheer ('make'-optie) en R&D verricht door derden ('buy'-optie).

We onderscheiden de *te verklaren variabele*, de organisatievorm van een R&D-project, naar de mate van internalisatie (CONTROL) van de voor R&D benodigde produktiefaktor arbeid. De mate van internalisatie (CONTROL) definiëren wij als de ratio tussen het arbeidsvolume van de door het eigen personeel verrichte R&D (q_i) enerzijds en het totale arbeidsvolume van een project (q) anderzijds. In ons model verklaren we de organisatievormen van R&D-projecten niet direct, maar via een tussenstap, de mate van internalisatie (CONTROL; Van den Bosch & Elfferich

1991c). Met deze internalisatiemaatstaf koppelen wij organisatievormen aan onderliggende beheersstructuren.

Wij operationaliseren de *verklarende faktoren* 'vaardigheden', 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' met respectievelijk de *verklarende variabelen*: de omvang van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), de termijn, benodigd voor de commercialisatie van een R&D-project (DEVT; in het vervolg aangeduid als: ontwikkelingstermijn) en het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Het model mondt uit in drie toetsbare hypothesen. Deze hypothesen zijn van toepassing op bedrijfstak-, ondernemings- en projectniveau. De hypothesen luiden:

1. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project van een onderneming (CONTROL) zal, op korte termijn bezien, toenemen naarmate een onderneming over meer R&D personeel binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS) beschikt op het moment dat een R&D-project wordt gestart.*

2. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project door een onderneming (CONTROL) zal toenemen naarmate de externe ontwikkelingstermijn ($DEVT_e$) langer of de interne ontwikkelingstermijn ($DEVT_i$) korter is.*

3. *De geneigdheid tot internalisatie van een R&D-project door een onderneming (CONTROL) zal toenemen naarmate het aantal ondernemingen dat R&D verricht binnen een zelfde toepassingsgebied (N), op het moment dat een R&D-project wordt gestart, geringer is.*

In ons model komt de samenhang tussen organisatievormen, mate van internalisatie van een R&D-project (CONTROL) en verklarende variabelen aan de orde. Het model is derhalve een partiële benadering, waarbij andere verklarende variabelen die in paragraaf 7.4 aan bod zullen komen buiten beschouwing worden gelaten. Ons model onderscheidt zich met name van andere door ons gesignaleerde invalshoeken, omdat aandacht wordt besteed aan de keuze tussen diverse alternatieve organisatievormen van *R&D-projecten*. Componenten van de *kosten* welke verbonden zijn aan de coördinatie van R&D en overige functionele managementactiviteiten binnen diverse organisatievormen worden bestudeerd. De *faktor tijd*, in het bijzonder de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project (DEVT), speelt daarbij een centrale rol. Evenals Gerybadze (1991) constateren we dat organisatievormen kunnen worden opgevat als een intertemporeel kostenminimalisatievraagstuk op *projectniveau*.

7.3 TOETSING MODEL

De te verklaren variabele 'organisatievormen' draagt een 'multi niveau'-karakter. Dit geldt ook voor de gehanteerde theoretische invalshoeken en verklarende variabelen. Transacties in technologische kennis kunnen op een aantal niveaus worden geanalyseerd: tussen aggregaten van ondernemingen (*'market transactions'*), tussen individuele ondernemingen (*'interfirm transactions'*) en tussen onderdelen van ondernemingen (*'intrafirm transactions'*) als Strategic Business Units (SBU's) en dergelijke. We hebben de in het model geformuleerde hypothesen getoetst op twee analyseniveaus: *mesoniveau* en *structureel niveau*. Het sociaal-psychologisch niveau, waarin individuen centraal staan, hebben we buiten beschouwing gelaten.

We hebben organisatievormen binnen een technologiecluster en van individuele R&D-projecten onder de loupe genomen. Overdracht van technologische kennis *tussen onderdelen van ondernemingen* valt evenwel buiten ons bestek. Op *bedrijfstakniveau* hebben we ons hoofdzakelijk beperkt tot het technologiecluster 'biotechnologie'. Kenmerkend voor dit technologiecluster zijn:

- 'basisonderzoek' speelt een belangrijke rol
- er is sprake van intensieve tijdconcurrentie in verband met snelle technologische ontwikkelingen (OECD 1989; Orsenigo 1989; Pisano 1990; Sapienza 1990)
- het aantal samenwerkingsverbanden tussen ondernemingen in de VS, Japan en West-Europa is markant toegenomen (Hagedoorn & Schakenraad 1990; TNO 1988)
- de R&D intensiteit van betrokken ondernemingen is hoog (Orsenigo 1989; Shan 1987)
- het aandeel in het BNP van de V.S., E.G. en Japan neemt toe (Arthur D. Little 1989; Commission of the E.C. 1991; OECD 1988).

Op *bedrijfstakniveau* (hoofdstuk 5) hebben we organisatievormen van een groot aantal R&D-projecten van in totaal negen Amerikaanse biotechnologieondernemingen onder de loupe genomen. Deze organisatievormen hebben alle betrekking op de exploitatie van nieuwe technologische kennis. Ze maken elk deel uit van een van de categorieën beheersstructuren 'make', 'cooperate' en 'sell'. We hebben de mate van internalisatie van de exploitatie van R&D (CONTROL) kunnen koppelen aan een toename van de ontwikkelingstermijn (DEVT) en een afname van het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). De omvang van het R&D personeelsbestand binnen het toepassingsgebied 'biotechnologie' (PERS) van deze Amerikaanse ondernemingen hebben we evenwel niet kunnen traceren. Wel de omvang van het totale biotechnologie R&D budget (EXP). Uit onze toetsing op *bedrijfstakniveau* komt naar voren, dat de mate van internali-

satie van R&D (CONTROL) geen significante samenhang met de omvang van het R&D budget (EXP) van betreffende ondernemingen vertoont.

Op *projectniveau* hebben we in hoofdstuk 6 organisatievormen van in totaal achttien R&D-projecten van grote Nederlandse ondernemingen actief in de technologieclusters 'biotechnologie', 'farmacie' en 'nieuwe materialen' beschouwd. Naast beschikbare literatuur hebben we de resultaten van door ons geïmplementeerde interviews met R&D managers benut. Hierbij waren onder meer de ondernemingen Akzo Pharma, DSM, Duphar, Gist-brocades en Unilever betrokken.

Het doel van onze onderzoek op *projectniveau* is een toetsing van de uit ons model voortvloeiende hypothesen, het plaatsen van de organisatievormenproblematiek binnen de door elk van de ondernemingen gevolgde R&D strategie en een nadere evaluatie van de door ons gekozen *verklarende faktoren*. Op basis van onze toetsing op *projectniveau* hebben we de mate van internalisatie van R&D (CONTROL) in verband kunnen brengen met een toename van het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS), de ontwikkelingstermijn (DEVT) en een afname van het aantal concurrenten (N). Overigens bleek de omvang van de projecten nauwelijks de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen te kunnen verklaren. Evenals Hagedoorn & Schakenraad (1991) constateren we dat de belangrijkste motieven voor samenwerking tijdwinst en complementariteit in technologische kennis zijn.

Andere faktoren als schaalvoordelen, een reductie van financiële risico's (Contractor & Lorange 1988) en subsidies van overheidswege (Gardner 1975; Pavitt 1975; Odagiri 1989) speelden slechts een bescheiden rol. Hoogst waarschijnlijk vanwege de in verhouding van de omvang van de R&D-projecten grote R&D budgetten van betrokken ondernemingen. We tekenen hierbij aan dat we ons hoofdzakelijk hebben beperkt tot het technologiecluster 'biotechnologie', waarbinnen tijdsconcurrentie van essentieel belang is. Toetsing van het model voor andere technologieclusters als 'electronica' en 'nieuwe materialen' vormt een interessant veld voor toekomstig onderzoek (Fildes 1990). Voorts merken we op dat we ons voornamelijk hebben beperkt tot een crosssectie van projecten (zowel op *bedrijfstak-* als *projectniveau*) welke zich in verschillende fasen van een ontwikkelingstraject bevinden. Longitudinale bestudering van de ontwikkeling van organisatievormen van een zelfde project verdient nader aandacht. Op *projectniveau* hebben we enige aandacht besteed aan het volgtijdelijk verloop van organisatievormen.

7.4 TERUGKOPPELING NAAR MANAGEMENTTHEORIE

7.4.1 Verklarende variabelen

In ons model hebben we drie *verklarende variabelen* gehanteerd: het volume van het R&D personeelsbestand (PERS), de ontwikkelingstermijn (DEVT) en het aantal ondernemingen met vaardigheden binnen een zelfde toepassingsgebied (N). De SER (1985) en Shan (1987) brengen de samenwerkingsgeneigdheid van ondernemingen in verband met de omvang van de onderneming, terwijl wij het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS) als uitgangspunt nemen. Evenals Håkansson (1990) en Shan (1987, 1990) operationaliseren wij de *verklarende faktor* 'afhankelijkheid' met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N). Een nadere verfijning van de operationalisatie van de *verklarende faktor* 'afhankelijkheid', bijvoorbeeld als 'sales'- respectievelijk 'purchase dependence', zoals geschetst door Pfeffer & Salancik (1978), kan een welkome aanvulling zijn op ons model. Ons model onderscheidt zich van andere benaderingen, omdat wij de ontwikkelingstermijn (DEVT) expliciet als operationalisatie van de verklarende faktor 'onzekerheid' meenemen. Killing (1980) heeft reeds een verband tussen de duur en de organisatievorm van een samenwerkingsverband gelegd. Uit ons model komt naar voren, dat organisatievormen enerzijds en 'onzekerheid', coördinatiekosten (Malone 1985), en de coördinatie van functionele managementactiviteiten in de tijd bezien anderzijds, onderling met elkaar samenhangen (Lawrence & Lorsch 1969; Utterback & Abernathy 1975; Williamson 1981). We hebben een aantal verklarende variabelen buiten beschouwing gelaten, dat wil zeggen als 'ceteris paribus' beschouwd. We noemen:

Op project- en ondernemingsniveau:

- de omvang van een R&D-project (Killing 1980)
- het strategisch belang van een Strategic Business Unit (SBU, Moenaert & Deschoolmeester 1990)
- de mate van integratie tussen R&D en marketing afdelingen van ondernemingen (Bruce & Rodgus 1991; De Krijger 1991)
- kenmerken van de interne organisatiestructuur van ondernemingen als de mate van centralisatie (Armour & Teece 1978; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Teece 1981)
- ervaring met samenwerking van ondernemingen (Moenaert & Deschoolmeester 1990; Pennings 1989; Pisano 1990)

- de mate van diversificatie van ondernemingen (Pisano 1990; Shan 1987)
- subsidiëring van overheidswege (Gardner 1975; Joglekar 1990; Odagiri 1989).

Op bedrijfstakniveau:

- het onderscheid tussen 'basis' en 'toegepast' onderzoek
- de lengte van de technologielevenscyclus (Calantone & Benedetto 1988) en octrooitermijn (Shan 1987)
- 'afzetonzekerheid' (Harrigan 1988; Levy 1984)
- de aard van het toeëigeningsregime (Levin e.a. 1987; SER 1985; Teece 1987).

We hebben vooral die variabelen gekozen die aansluiten bij de door ons besproken theoretische benaderingen die het gehele scala van organisatievormen kunnen verklaren, zowel voor de acquisitie als exploitatie van met name technologische kennis van belang zijn en in principe eenvoudig te operationaliseren zijn.

7.4.2 Theoretische invalshoeken

Op verschillende analyseniveaus hebben we een aantal theoretische invalshoeken geëvalueerd op bruikbaarheid. Met als doel de aanzet van de verklaring van beheersstructuren van functionele managementactiviteiten, zowel aan de acquisitie- als exploitatiezijde van een onderneming. We noemen:

Op mesoniveau:

- statische en dynamische theorieën als bijvoorbeeld de evolutietheorie van Nelson & Winter (1982) en de dynamische innovatietheorie van Utterback & Abernathy (1975)

Op microniveau:

- de resource dependence, transactiekosten-, agency-, netwerk- en toeëigeningstheorie

Op structureel niveau:

- contingencytheorie.

In ons model hebben wij ons hoofdzakelijk gebaseerd op de transactiekosten- en agencytheorie, alsmede de 'nexus of treaties'-invalshoek (Reve 1990) en aspecten van bouwstenen van netwerktheorieën (Jarillo 1988; Mattson 1987). Enkele andere invalshoeken, in het bijzonder institutionele theorie (Scott 1987) hebben we buiten beschouwing gelaten. Op basis van een nadere evaluatie van het model komen we tot de volgende conclusies:

1. De variabele 'tijd' als operationalisering van de verklarende faktor 'onzekerheid' verdient nader aandacht. Dit geldt in het bijzonder voor de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT) als determinant van de organisatievorm van de functionele management activiteit R&D. Aan de hand van ons model hebben we in onze empirische toetsing *ex post* een verband gelegd tussen organisatievormen en de lengte van de ontwikkelingstermijn (DEVT). In een crosssectie analyse hebben we de onderlinge samenhang tussen organisatievormen, tijd en 'onzekerheid' blootgelegd. Bij enkele cases hebben we organisatievormen longitudinaal kunnen bestuderen. We hebben kunnen nagaan welke organisatievormen in successievelijke fasen van een R&D traject worden geprefereerd. Op *mesoniveau* hebben Utterback & Abernathy (1975) reeds de ontwikkeling van organisatievormen in de tijd geschetst. In diverse benaderingen op *mesoniveau* worden te nemen stappen bij de keuze inzake organisatievormen geschetst (d'Aspremont & Jacquemin 1988; De Bondt, Sleuwagen & Veugelers 1988; Gray 1985; Katz 1986; Ruiz-Mier 1989). Killing (1980) legt een verband tussen de lengte van de contractduur en organisatievormen. Radnor (1991) koppelt de ontwikkeling van organisatievormen in de tijd aan de fase van de technologielevenscyclus. In de empirische studie van Moenaert & Deschoolmeester (1990) wordt de onderlinge samenhang tussen de ontwikkelingstermijn (DEVT) en organisatievormen blootgelegd.

2. De onderlinge verbondenheid tussen de functionele managementactiviteiten R&D, produktie en marketing dient nader te worden belicht. Zowel op *meso-*, *micro-* als *structureel niveau*. Lawrence & Lorsch (1969) en Rothwell & Whiston (1990) wijzen op het belang van coördinatie van activiteiten, niet alleen op het niveau van organisaties als geheel, maar ook van onderdelen van organisaties. Simon (1978) wees reeds op de consequenties van 'onzekerheid' op het niveau van individuen voor de rationaliteit van een door een onderneming gevolgde strategie. Lawrence & Lorsch (1969) koppelen de behoefte aan onderlinge integratie van functionele managementactiviteiten aan onderlinge 'afhankelijkheid' van managementactiviteiten in de tijd. Integratie en internalisatie van functionele managementactiviteiten kunnen worden verklaard uit een behoefte aan coördinatie. Zo wordt binnen de transactiekosten-,

respectievelijk agencybenadering de aandacht gericht op de coördinatie van transacties en van door vermogensverschaffers aan het management gedelegeerde taken. Coördinatiekosten kunnen worden opgevat als de kosten, verbonden aan management (Van den Bosch & Elfferich 1991a). Organisatievormen, coördinatiekosten en 'onzekerheid' en 'afhankelijkheid' zijn aan elkaar gekoppeld. Ons inziens dient het organisatievraagstuk van R&D-projecten in een bredere context te worden geplaatst, namelijk als onderdeel van het strategisch management van R&D.

3. Aandacht zou moeten worden gericht op een nadere operationalisatie van de verklarende faktor 'vaardigheden' van een onderneming. Schumpeter benadrukte reeds het belang van organisatievormen voor het concurrentieel voordeel van een onderneming. Nelson en Winter (1982) hebben het belang onderkend van 'vaardigheden', "The specific features that account for the ability of a particular organization to accomplish particular things in the character of a collection of individual member's repertoires, and the possession of particular collections of specialized plant and equipment". Prahalad & Hamel (1990) en Reve (1990) richten zich op 'core 'vaardigheden', respectievelijk, 'core competetence'. 'Vaardigheden' kennen tenminste twee dimensies, namelijk het toepassingsgebied van technologische kennis en ervaring, besloten in het opleidingsniveau en arbeidservaring van R&D werknemers (Eimers & Hövels 1991; Pisano 1990). Bij een nadere operationalisatie van de verklarende faktor 'vaardigheden' hebben wij ons beperkt tot het volume van het R&D personeelsbestand dat gespecialiseerd is binnen een zelfde toepassingsgebied (PERS). Wij onderkennen dat niet zozeer het volume van het R&D personeelsbestand, maar de daarin besloten ervaring op organisatie- en R&D gebied van belang is (Pennings 1989). Een nadere operationalisatie van de verklarende faktoren 'onzekerheid' en 'vaardigheden' ('skills') vormt een uitdaging voor toekomstig empirisch onderzoek.

7.4.3 Organisatievormen en R&D management

Organisatievormen van R&D kunnen worden beschouwd als een theoretisch, strategisch en managementvraagstuk. In *theorie* staat het beheer van functionele managementactiviteiten centraal. *Het beheer* betreft de contractuele relatie tussen de eigenaars van produktiefaktoren en het management. *De strategie* heeft betrekking op de toewijzing van produktiefaktoren over projecten door het management. De R&D strategie wordt onder meer gestuurd door de positionering van een onderneming binnen technologie-/marktcombinaties *(mesoniveau*, Pappas

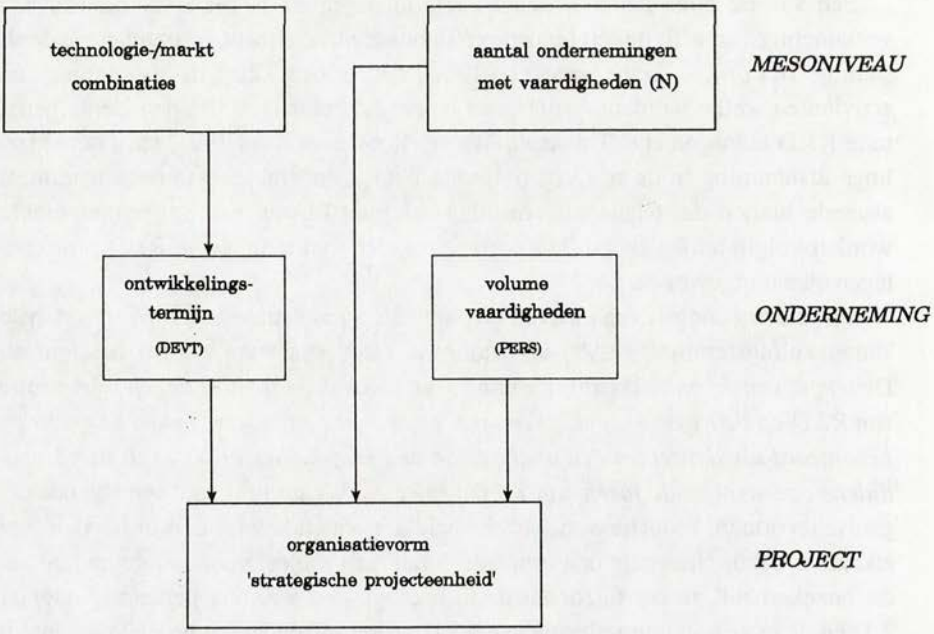
1984) en de beschikbaarheid van 'vaardigheden' binnen de onderneming zelf en andere ondernemingen *(structureel niveau*, Mattson 1987).

Eén van de bouwstenen van het R&D management is het R&D-project: een verzameling van activiteiten binnen een door het management geformuleerde doelstelling. Het *project management* heeft onder meer betrekking de afstemming van activiteiten welke worden verricht met de produktiefaktoren. Binnen 'derde generatie R&D management' (Erickson, Magee, Roussel & Saad 1991) staat de onderlinge afstemming in de tijd van projecten binnen onderdelen van ondernemingen alsmede binnen de gehele onderneming centraal. Binnen een projectportefeuille worden volgtijdelijke risico-/rendementsprofielen van individuele R&D projecten tegen elkaar afgewogen.

Op ondernemingsniveau kan in ons model op projectniveau exogene variabele 'ontwikkelingstermijn' (DEVT) als endogene keuzeparameter worden beschouwd. *De lengte van de ontwikkelingstermijn vormt dan ook de schakel tussen organisatie van R&D op bedrijfstak-, ondernemings- en project niveau. Ons model kan worden gehanteerd als aanzet tot een analyse van de ontwikkeling van organisatievormen tijdens opeenvolgende fasen van R&D-projecten.* Elkaar in de tijd opvolgende organisatievormen, reductie van 'onzekerheid' en ontwikkelingstermijn houden met elkaar verband. Naarmate een (onderdeel van een) project verder is gevorderd zal de 'onzekerheid', in het bijzonder de technologie- en afzetonzekerheid (paragraaf 2.1) en de mate van internalisatie van R&D, in het bijzonder het gedeelte dat intern wordt gefinancierd, afnemen (Kay 1988).

Uit onze cases komt naar voren dat bij het keuzeproces inzake R&D beheersstructuren de zogenaamde 'strategische projecteenheid' als uitgangspunt dient te worden genomen. Hierbij spelen drie parameters een rol: *aan het begin van een project* (op Strategic Business Unit-niveau): de mate waarin er sprake is van een kerntechnologie en *tijdens een R&D-project*: het risico dat wordt gelopen over de omvang van de kosten van een project ('technologierisico') en de omvang van het R&D personeelsbestand (PERS). Overeenkomstig hypothese 1 (paragraaf 7.2) neemt het 'technologierisico' af met de lengte van de resterende ontwikkelingstermijn (DEVT). In onderstaande figuur 7.1 hebben we geschetst hoe de organisatievorm van een 'strategische projecteenheid' binnen het kader van de R&D strategie van een onderneming kan worden geplaatst.

Figuur 7.1 Organisatievormen en R&D strategie



Op ondernemingsniveau determineren omgevingsvariabelen als de technologie-/ marktcombinaties de gewenste ontwikkelingstermijn van betreffende 'strategische projecteenheid' (DEVT). Voor de 'strategische projecteenheid' kan de gewenste ontwikkelingstermijn (DEVT) als verklarende variabele worden beschouwd. Daarnaast is binnen onze benadering als verklarende variabele op bedrijfstakniveau het aantal ondernemingen/organisaties met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied (N) van belang. De belangrijkste verklarende variabele op ondernemingsniveau is het volume van het R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied waarover een onderneming beschikt (PERS).

Evenals Gerybadze (1991), Lorange & Roos (1991) en Benassi (1991) constateren wij dat een dynamische benadering waarin de ontwikkeling elk van de organisatievormen op projectniveau wordt verklaard tot op heden ontbreekt. Terwijl het proces van ontwikkeling van organisatievormen als partnerships gedurende en R&D traject van doorsslaggevend belang kan zijn voor het succes van een project (Doz & Shuen 1987). Een dynamische theorie van beheersstructuren vormt dan ook een interessant veld voor toekomstig onderzoek.

7.5 BESLUIT

Het formuleren van empirisch toetsbare modellen, waarin organisatievormen van functionele managementactiviteiten worden verklaard, is een uitdaging. Bestaande theoretische invalshoeken, in het bijzonder de transactiekosten- en agencytheorie, alsmede tot op heden gekozen empirische benaderingen bieden nuttige aanknopingspunten. Op basis hiervan hebben wij een bedrijfskundig model geformuleerd en getoetst, waarin op *ondernemingsniveau* de onderlinge samenhang tussen organisatievormen van R&D-projecten en *verklarende variabelen* wordt weergegeven. Hierbij wordt de operationele keuze uit alternatieve organisatievormen op *projectniveau* beschouwd als een volgtijdelijk kostenminimalisatievraagstuk. Op basis van ons model hebben we getoetst, of de mate van internalisatie van R&D op *projectniveau* (*te verklaren variabele*) *positief* met het volume van het R&D werknemersbestand (PERS) en de lengte van de ontwikkelingstermijn van een project (DEVT) en *negatief* samenhangt met het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen hetzelfde toepassingsgebied (N).

Ons model onderscheidt zich van andere invalshoeken door op *projectniveau* de variabele tijd als operationalisatie van de verklarende faktor 'onzekerheid' in beschouwing te nemen. Het nader blootleggen van theoretische verbanden tussen organisatievormen, coördinatiekosten en duur van functionele managementactiviteiten zou ons inziens nog nader moeten worden belicht.

Drie aspecten verdienen naar onze mening nader aandacht. *Ten eerste* de operationalisering van de verklarende faktor 'onzekerheid' op diverse analyseniveaus. *Ten tweede* de onderlinge samenhang tussen de functionele managementactiviteiten R&D, produktie en marketing. *Als laatste* noemen wij een nadere operationalisatie van de verklarende faktor 'vaardigheden'.

We concluderen dat een dynamische benadering van R&D organisatievormen binnen de context van de R&D strategie van ondernemingen een uitdaging vormt voor toekomstig onderzoek.

LIJST MET GEBRUIKTE SYMBOLEN

$CONTROL^i_t$	=	de mate van internalisatie van project i door een onderneming gedurende periode t
$c^i_{i,t}$, $c^i_{e,t}$	=	de gemiddelde arbeidskosten per volume-eenheid R&D intern, c.q. extern gedurende periode t
$q^i_{i,t}$; $q^i_{e,t}$	=	het volume van R&D intern, c.q. extern, uitgedrukt in mensjaren gedurende periode t
$CONTROL_{reëel}$	=	het volume R&D intern / volume R&D extern
c_e'	=	de externe kostprijs per volume-eenheid R&D
c_i'	=	de interne kostprijs per volume-eenheid R&D
q_i	=	het volume interne R&D
PERS	=	het volume R&D personeelsbestand binnen een zelfde toepassingsgebied
cc_i	=	de interne coördinatiekosten per volume-eenheid R&D
cc_e	=	de externe coördinatiekosten per volume-eenheid R&D
$DEVT_i$	=	de ontwikkelingstermijn intern
$DEVT_e$	=	de ontwikkelingstermijn extern
N	=	het aantal ondernemingen met 'vaardigheden' binnen een zelfde toepassingsgebied
q	=	het volume R&D-project

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Adams, W.J. (1991), "Antitrust Treatment of Cooperative Research: How Reasonable is the Role of Reason", in: Wolf, P. de, *Competition in Europe*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 229-263.

Adviescommissie Biotechnologie, Nederlandse Industriële en Agrarische Biotechnologie Associatie en de Nederlandse Biotechnologie Vereniging (ACB, NIABA & NBV) (1990), *Advies Inzake Biotechnologisch Onderzoek in Nederland na 1990*.

Afriyie, K. (1988), "A Technology-Transfer Methodology for Developing Joint Production Strategies in Varying Technological Systems", in: Contractor, F.J. & P. Lorange, *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington Books, 3-28.

Alchian, A.A. & S. Woodward (1988), "The Firm is Dead; Long Live the Firm: A Review of O.E. Williamson's 'The Economic Institutions of Capitalism'", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, London: Prentice-Hall Englewood-Cliffs, 65-79.

Aldrich, H.E. (1979), *Organisations and Environments*, London: Prentice-Hall.

Allen, T.J. (1969), "The Differential Performance of Information Channels in the Transfer of Technology", in: Gruber, W.H. & D.G. Marquis, *Factors in the Transfer of Technology*, London: MIT Press, 137-154.

Allen, T.J. (1978), *Managing the flow of technology: technology transfer and the dissimination of technological information within the R&D organisation*, Massachussets: MIT Press.

Allen, T.J. & V. George (1989), "Changes in the field of R&D management over the past 20 years", *R&D Management*, 19, 2, 103-113.

Aoki, M. (1990), "Toward an Economic Model of the Japanese Firm", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII.

Aoki, M., B Gustafsson & O.E. Williamson (1990), *The Firm as a Nexus of Treaties*, London: Sage Publications.

Armour, H.O. & D.J. Teece (1978), "Organizational structure and economic performance: a test of the multidivisional hypothesis", *Bell Journal of Economics*, 9, 106-122.

Arthur D. Little (1989), *Biotechnologie en de Nederlandse Industrie*.

Arthur, W.B. (1988), "Competing technologies: an overview", in: Dosi e.a., *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter, 590-607.

d'Aspremont, C. & A. Jacquemin (1988), "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers", *American Economic Review*, Vol. 78, No. 5, p. 1133-1137.

Asseldonk, A.G.M van (1991), "Evolutie in strategieformulering", *Economisch Statistische Berichten (E.S.B.)*, Rotterdam: Stichting het Nederlands Economisch Instituut (N.E.I.), 569-572.

Bacharach, S.B. (1989), "Organizational Theories: Some Criteria for Evaluation", *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 4, 469-515.

Bahrami, H. & S. Evans (1989), "Strategy Making in High-Technology Firms: The Empiricist Mode", *California Management Review*, Vol. 31, No. 2, 107-128.

Balakrishan, S. & M. Koza (1989), *Organization Costs and a Theory of Joint Ventures*, no. 54, Fontainebleau: INSEAD.

Balakrishnan, S. & M. Koza (1989), *Information Asymmetry, Market Failure and Joint-ventures: Theory and Evidence*, no. 18, Fontainebleau: INSEAD.

Bartlett, G.A., Y. Doz & G. Hedlund (1990), *Managing the Global Firm*, London: Routledge.

Barnea, A., R.A. Haugen & L.W. Senbet (1985), *Agency Problems and Financial Contracting*, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Beije, P. (1989), *Innovatie en Informatie-overdracht in Interorganisatorische Netwerken*, proefschrift, Rotterdam.

Beije, P. (1991), *An Institutional Framework for Studying Subcontracting Relations: the aspect of innovation*, Rotterdam.

Benassi, M. (1991), "Building-Blocks for a Network Process Approach", 7th International Marketing and Purchasing (I.M.P.) Conference, *International Business Networks: Evolution, Structure and Management*, Uppsala.

Berendsen, H., de Grip, A. & E.J.T.A. Willems (1991), "De Arbeidsmarkt voor Onderzoekers", *Beleidsstudies Technologie Economie* (BTE) 13, s-Gravenhage.

Berg, S.V. & J.M. Hoekman (1988), "Entrepreneurship over the Product Life Cycle: Joint Venture Strategies in the Netherlands", Contractor, F.J. & P. Lorange, *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington, 145-167.

Blau, P.M. & R.A. Schoenherr, (1971), *The Structure of Organisations*, New York & London: Basic Books Inc.

Bondt, R. de, L. Sleuwaegen, & R. Veugelers (1988), "Innovative Strategic Groups in Multinational Industries", *European Economic Review*, 32, 905-925.

Bosch, F.A.J. van den (1982), "Naar een jaargangenbenadering van arbeid", *Economisch Statistische Berichten*, no. 2284, Rotterdam: Stichting het Nederlands Economisch Instituut (NEI), 1300-1305.

Bosch, F.A.J. van den (1990), "Over de grenzen van organisaties", *Bedrijfskunde*, jaargang 62, no. 3, 291-298.

Bosch, F.A.J. van den (1989), *Over De Grenzen van Organisaties*, Inaugurele Rede, Rotterdam.

Bosch, F.A.J. van den & P.C. Elfferich, (1991a), "Make, buy or cooperate decions with respect to R&D in international business networks", 7th International Marketing and Purchasing (I.M.P.) Conference, "*International Business Networks: Evolution, Structure and Management*, Uppsala, verschenen als Management Report Series no. 95, Rotterdam School of Management, te publiceren in: Sharma, D.D., *Advances in Marketing* (Volume V), New York: JAI Press.

Bosch, F.A.J. van den & P.C. Elfferich (1991b), "Make, buy or cooperate decisions with respect to the acquisition and exploitation of technological knowledge and organizational issues", Conference "*External Acquisition of Technological Knowledge*", Kiel, verschenen als Management Report Series no. 94, Rotterdam School of Management.

Bosch, F.A.J. van den & P.C. Elfferich (1991c), "Naar een verklaring van R&D organisatievormen", *Maanblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie* (M.A.B.) 112-120, gepresenteerd op themasessie *ecozoek*-dag, 17 mei 1991.

Bosch, F.A.J. van den & P.C. Elfferich (1992a), *Managing collaborative technology agreements internationally*, Conference "Managing R&D Internationally", Manchester Business School.

Bosch, F.A.J. van den & P.C. Elfferich (1992b), *Commercial technology networks in an international context - The importance of the dynamics of R&D*, 8th International Marketing and Purchasing (I.M.P.) Conference, "Business networks in an international context: recent research developments", Groupe ESC Lyon.

Bruce, M. & G. Rodgus, (1991), "Innovation strategies in the enzyme industry", *R&D Management*, 41, no. 4, 319-330.

Buckley, P.J. & M. Casson (1988), "A Theory of Cooperation in International Business", Contractor, F.J. & P. Lorange, "*Cooperative Strategies in International Business*". Massachussets: Lexington, 31-53.

Bulthuis, R., J.A. Velt & R.L.A. Morsink (1991), "Internationale overdracht van technologische kennis; de positie van Nederland, *Beleidsstudies Technologie Economie* (BTE) 11, s-Gravenhage: Ministerie van Economische Zaken.

Burill, G.S. & Ernst & Young High Technology Group (1989), *Biotech 90: Into the Next Decade*, New York: Mary Ann Liebert, Inc. Publishers

Calantone, R.J. & A. di Benedetto (1988), "Strategies of Product & Process Innovation: A Loglineair Analysis", *R&D Management*, Vol. 18, No. 1, 13-21.

Casson, M. (1991), "*Global research strategy and international competiveness*", Oxford: Basic Blackwell Ltd.

Cayseele, P. van (1987), "*Regulation and International Innovative Activities in the Farmaceutical Industry*, proefschrift, Leuven.

Cayseele, P. van & H. Schreuder (1988), "Strategiebepaling door ondernemingen: een overzicht", *Economisch Statistische Berichten*, Rotterdam: Nederlands Economisch Instituut (N.E.I.), 1152-1159.

Cayseele, P. van & H. Schreuder (1989), "Strategische groepen: een overzicht van het onderzoek", *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie* (MAB), Rotterdam, 497-505.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), *Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland*, Voorburg.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (1988), *Speur- en ontwikkelingswerk in ondernemingen met minder dan 50 werknemers, 1986*.

Clark, K., D. Ford & M. Saren (1989), "Company Technology Strategy", *R&D Management*, vol. 19, no. 3., 215-229.

Clark, K.B. & R.H. Hayes (1985), "Exploring Factors Affecting Innovation and Productivity within the Business Unit", in: Clark, K.B., R.H. Hayes & C. Lorenz, *The Uneasy Alliance - Managing the Productivity - Technology Dilemma*, Boston, Massachussets: Harvard Business School Press, 425-458.

Coase, R.H. (1937), *On the nature of the firm*, Economica, no. 4, 386-405.

Cockerill, T.A.J. & H. Kinloch (1984), "Managing Risk and Uncertainty", in: Pickering, J.F. & T.A.J. Cockerill, *The Economic Management of the Firm*, Oxford: Philip Allan Publishers.

Cohen, W.M. & D.C. Mowery (1984), "Firm heterogenity and R&D: An Agenda for Research", Bozeman, B., *Strategic Management of Industrial R&D*, Mass: Lexington Books, 107-132.

Commission of the European Communities (1983), *Biotechnology Forecasting and Assessment in Science and Technology*, Brussel.

Commission of the European Community (1991), *Improvement of the conditions of competition in biotechnology in the E.C.*, Brussel.

Commons, D.L. (1985), *Tender offer: the sneak attack in the corporate take-overs*, 606 E 49, California: University of California Press.

Contractor, F.J. & P. Lorange (1988), "Why Should Firms Cooperate? The Strategy and Economics Basis of Cooperative Ventures", in: Contractor, F.J. & P.L. Lorange, *Cooperative Stategies in International Business*, p. 3-28, Massachussets: Lexington.

Coombs, R. (1988), "Technological opportunities and industrial organisation", in: Dosi, G. e.a. *Technical Change and Economic Theory*, p. 295-308, London: Pinter.

Cooper, A.C. (1989), "Research findings in strategic management with implication for R&D management", *R&D management*, no. 2, p. 115-125.

Coopers & Lybrand Dijker van Dien (1990), *Strategische Samenwerking*, Alphen aan den Rijn: Samson Bedrijfsinformatie.

Cyert, R.M. (1988), Towards a Control Theory of the Firm", in: *The economic organisation and the firm*, p. 78-91, Exeter: A. Wheaton & Co. Ltd.

Daems, H. (1987), "Zet en Tegenzet: De strategische implicaties van concurrentiële interacties", *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie* (MAB), p. 379-391.

Daems, H. (1989), *Performance by European Industrial Groups*, Spring, Harvard University Graduate School of Business Administration.

Danilla, N. (1989), "Strategic evaluation and selection of R&D projects", *R&D management*, Vol. 19, No. 1, 47-62.

Davidson, K.M. (1985), *Mega-mergers: corporate America's billion-dollar take-overs*, 608 S 20, M.A. Ballinger Publishing Company.

Davidson, W.H. & Mc D.G. Fertridge (1984), "International Technology Transactions and the Theory of the Firm", *Journal of Industrial economics*, 253-264.

Davies, H. (1977), "Technology transfer through commercial transactions", *Journal of Industrial Economics*, 161-175.

Davis, P. & M. Wilkof (1988), "Scientific and technical information transfer for high technology: keeping the figure in its ground", *R&D Management*, 18, 1, 45-58.

De Nederlandsche Bank (1989), *Het technologische kennisverkeer met het buitenland*, Kwartaalbericht 1989/2.

Devlin, G. & M. Bleackley (1988), "Strategic Alliances - Guidelines for Succes", *Long Range Planning*, vol. 21, no. 5, 18-23.

Dill, D. (1990), "University/Industry research collaborations: an analysis of interorganizational relationships", *R&D management*, 20. 2, 1990, 123-129.

Dosi, G. (1988), "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, 1120-1171.

Dosi, G. (1988), "The nature of the innovative process", in: Dosi, G. e.a., *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter, 221-238.

Dosi, G. & L. Orsenigo (1988), "Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments", in: Dosi, G. e.a., *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter, 13-27.

Douma S.W. (1988), "Innoveren, organiseren en concurreren", *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie* (MAB), 227-242.

Douma, S.W. "Op weg naar een economische organisatietheorie: de transactiekostenbenadering", *Maandblad voor Accountancy en Bedruijfseconomie* (MAB), 2-11.

Dow, G.K. (1987), "The Function of Authority in Transaction Cost Economics", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 8, 13-38.

Doz, Y. & A. Shuen (1987), *A Process Framework For Analyzing Competition Between Firms*, INSEAD.

Doz, Y., C.K. Prahalad & G. Hamel (1990), "Control, change and flexibility: the dilemma of transnational collboration", in: Bartlett, G.A., Y. Doz & G. Hedlund, "*Managing the Global Firm*", London: Routledge.

Durand, T. (1988), "R&D programmes-competencies matrix: analyzing R&D expertise within the firm", *R&D management*, 20, 169-180.

Van Dijk, A. & A. Ode (1990), "Onderzoek bij Multinationals", *Tijdschrift voor Politieke Economie*, 13e jaargang, nr. 3, 18-28.

Eimers, A. & B. Hovels (1991), "Het toekomstig onderzoekspotentieel. Een verkennende studie naar Research- en Developmentpersoneel in het Nederlandse bedrijfsleven", *Beleidsstudies Technologie Economie* (BTE), 12.

Eisenhardt, K.M. (1989), "Agency Theory: An Assessment and Review", *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 1, 57-74.

Eisenhardt, K.M. (1989), "Building Theories from Case Study Research", *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 4, 532-550.

Elfferich, P.C. (1991), "Research en Development en ondernemingsstrategie", *Economisch Statistische Berichten*, no. 3833, Rotterdam: Nederlands Economisch Instituut (NEI), 1119-1120.

Elfferich, P.C. (1992), *Organizational forms of R&D as a management issue*, Second European Summer School on the Management of Technology, Institute for Research in Innovation Management, Kiel.

Erickson, T.J., J.F. Magee, P.A. Roussel & K.N. Saad (1990), "Managing Technology as a Business Strategy", *Sloan Management Review*, 73-78.

Evan, W.M. & P. Olk (1990), "R&D Consortia: A New US Organizational Form", *Sloan Management Review*, 37-46.

Everitt, B.S. (1977), *The Analysis of Contingency Tables*, London: Halsted Press.

Fahey, L.F. & V.K. Narayan (1986), "*Macroenvironmental Analysis For Strategic Management*", St. Paul: West Publishing Company.

Fama, E.F. (1980), "Agency Problems and the Theory of the Firm", *Journal of Political Economy*, 1980, vol. 88, no. 2, 288-307.

Fama, E.F. & Jenson "Separation of ownership and control, *Journal of Law & Economics*.

Fildes, R.A. (1990), "Strategic Challenges in Commercialising Biotechnology", *California Management Review*, 63-72.

Ford, D. & D. Farmer (1986), "Make or Buy - A Key Strategic Issue", *Long Range Planning*, Vol. 19, no. 5, 54-62.

Franko, L.G. (1989), "Global Corporate Competition: Who's Winning, Who's Losing, And The R&D Factor As One Reason Why", *Strategic Management Journal*, Vol. 10, 449-474.

Galbraith, J.K. (1967), *American Capitalism-The Concept of Countervailing Power*, New York: M.E. Sharp Inc., White Plains.

Gardner, N.K. (1975), "Economics of launching aid", in: Whiting, A., *The economics of industrial subsidies*, 141-157b, London: 141-157.

Gerybadze, A. (1991), *Multilateral Investment and Organization*, habilitationsschrift, Heidelberg.

Granstrand, O. & S. Sjolander (1990), "Managing Innovation in multi-technology corporations", *Research Policy*, 19, Elsevier Science Publishers BV, 36-60.

Gray, B. (1985), "Conditions Facilitating Interorganizational Collaboration", *Human Relations*, Vol. 38, No. 10, 911-936.

Hagedoorn, J. (1989), "Economic Theory and Analyses of Cooperation and Alliances in R&D Innovation", Maastricht: Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

Hagedoorn, J. (1989), "Organizational Modes of Inter-firm Cooperation and Technology Transfer", april, Maastricht: Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

Hagedoorn, J. & J. Schakenraad (1990), "Strategic Partnering and Technological Co-operation", in: Dankbaar, B., J. Groenewegen & H. Schenk, *Perspectives in Industrial Organisation*, New York: Kluwer Academic Publishers, 171-191.

Hagedoorn, J. & J. Schakenraad (1991), "Alliances and Partnerships in Biotechnology and Informationtechnologies, *Beleidsstudies Technologie Economie* (BTE), 10.

Håkansson, H. (1989), *Corporate technological behaviour: Co-operation and Networks*, New York: Routledge.

Håkansson, H. (1990), "International decentralisation of R&D-the organizational challenges", in: Bartlett, G.A., Y. Doz & G. Hedlund, *Managing the Global Firm*, London: Routledge, 256-299.

Håkansson, H. (1990), "Technological Collaboration in Industrial Networks", *European Management Journal*, Vol. 8, No. 3, 371-399. P X 16,50

Harrigan, K.R. (1983), *Strategies for Vertical Integration*, Massachussets: Lexington Books.

Harrigan, K.R. (1985), "An Application of Clustering for Strategic Group Analysis", *Strategic Management Journal*, Vol. 6, 55-73.

Harrigan, K.R. (1986), "Matching Vertical Integration Strategies to Competitive Conditions", *Strategic Management Journal*, vol. 7, 535-555.

Harrigan, K.R. (1987), "Managing Joint Ventures" (Part I), *Management Review*, 26-32, 41-42.

Harrigan, K.R. (1987), "Managing Joint Ventures" (Part II), *Management Review*, 52-55.

Harrigan, K.R. (1988), "Joint Ventures And Competitive Strategy", *Strategic Management Journal*, vol. 9, 141-158.

Harrigan, K.R. (1988), "Strategic Alliances and Partner Assymmetries", in: Contractor, F.J. & Lorange, P., *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington, 206-226.

Harrison, J.S. (1987), "Alternatives to Merger, Joint Ventures and Other Strategies", *Long Range Planning*, vol. 20, no. 6, 78-83.

Hennart, J.F. (1988), "A Transactions Costs Theory of Equity Joint Ventures", *Strategic Management Journal*, Vol. 9, 361-374.

Hill, W.L. & S.A. Snell (1988), "External Control, Corporate Strategy and Firm Performance in Research Intensive Industries", *Strategic Management Journal*, Vol. 9, 557-590.

Hladik, K.J. (1988), "R&D and International Joint Ventures", in: Contractor, F.J. & P. Lorange, *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington, 187-203.

Hoekman, J.M. (1984), *The role of the Joint Venture in the Strategy of Corporations*, proefschrift, Amsterdam.

Hyvönen, S. (1983), *Coordination and cooperation in vertival marketing systems*, proefschrift, Helsinki: The Helsinki School of Economics.

Imai, K., I. Nonaka & H. Takeuki (1988), "Managing the New Product Development Procss. How Japanese Companies Learn and Unlearn", in: Tushman, M.L. & W.L. Moore, *Readings In The Management Of Innovation*, Harvard: Harvard Business School Press, 533-561.

Jacobs (1990), The policy relevance of diffusion, *Beleidsstudies Technologie Economie* (BTE), 8.

Jacquemin, A. (1991), "Cooperation in Research and Development in European Competition Policy", in: Wolf, P. de, *Competition in Europe*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Jarillo, J.C. (1988), "On Strategic Networks", *Strategic Management Journal*, Vol. 9, 31-41.

Jensen, M.C (1983), "Organisation Theory and Methodology", *The Accounting Review*, Vol. VIII, No. 2, 318-339.

Jensen, M.C. & Meckling, W.H. (1980), "Theory of the Firm: Managerial Behaviour, Agency Costs and Ownership Structure", *Journal of Financial Economics*, 3, 305-360.

Joglekar, P. (1990), "Industry Investment in Basic Research Assuming Interdependence of Benefits from Appropriable and Inappropriable Activities", *Management Science*, Vol. 36, No. 2, 224-229.

John, G. (1981), "An Empirical Investigation of Some Antecedents of Opportunism in a Marketing Channel", *Journal of Marketing Research*, Vol. XXI, 279-289.

Jong, H.W. de (1972), *Dynamische Concentratietheorie*, Leiden: Stenfert Kroese NV.

Jorde, T.M & D.J. Teece (1989), "Competition & Cooperation: Striking the Right Balance", *California Management Review*, vol. 3, no. 3, 25-27.

Kamien, M.I. & N.L. Schwartz (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge: Cambridge University Press.

Katz, M.L. (1986), "An analysis of cooperative research and development", *Rand Journal of Economics*, Vol. 17, No. 4, 527-543.

Kay, N.M. (1988), "The R&D function: corporate strategy and structure", in: Dosi, G. e.a., *Technical change and the theory of the firm*, London: Pinter, 282-294.

Kay, N.M. (1984), "Innovation, Markets and Hierarchies", *Journal of Economic Studies*, 11, 2, 44-60.

Kiers, M. (1991), *Knopen en ontknopen: slagen en falen van R&D samenwerking*, doctoraalscriptie, Amsterdam.

Killing, J.P. (1982), "How to make a global joint venture work", *Harvard Business Review*, 120-127.

Killing, J.P. (1988), "Understanding Alliances: The Role of Task and Organizational Complexity", in: "Contractor, F.J. & F. Lorange, *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington, 69-80.

Killing, P. (1980), "Technology Acquisition: License or Joint Venture", *Columbia Journal of World Business*, 38-46.

Klein, B., R.G. Crawford & A.A. Alchian (1978), "Vertikal Integration, Appropriable Rents and the Competitive Contracting Process", *The Journal of Law and Economics*, Vol. XX, No. 2, 297-326.

Kleinknecht, A. & J.O.N. Reijnen (1991), *Why do firms cooperate on R&D? An empirical study.*

Kleinknecht, A.H., J.O.N. Reijnen & J.J. Verweij (1991), *Samenwerking bij R&D. Literatuuroverzicht en empirisch onderzoek*, Amsterdam: Stichting voor Economisch Onderzoek der Universiteit van Amsterdam (SEO).

Kogutt, B. (1990), "International sequential advantages and network flexibility", in: Bartlett, G.A., Y. Doz & G. Hedlund, *Managing the Global Firm*, London: Routledge, 47-68.

Koutsoiyannis, A. (1979), *Modern Micro-economics*, London: Mac Millan Press Ltd.

Krijger, C.C. (1991), *Samenwerken aan innovatie - een onderzoek naar de samenwerking tussen commercie en ontwikkeling bij productinnovatie*, Technische Universiteit Eindhoven: Proefschrift.

Lawrence, P.R. & J.W. Lorsch (1969), *Organisation and Environment: Managing Differentiation and Integration*, Homewood, Illinois: Richard D. Irwin Inc.

Lawrence, P.R. & D. Dyer (1983), *Renewing American Industry*, New York: Free Press.

Lerner, T.L. & M.D. Fradd (1989), *Bio-Financials: Midyear Supplement*, Shearson Lehmen Hutton.

Levin, R.C., A.K. Klevorick, R.R. Nelson & S.G. Winter (1987), "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 1987, 783-831.

Levinthal, D. (1988), "A Survey of Agency Models of Organisations", *Journal of Economic Behaviour and Oganisation*, 9, 163-185.

Levy, D.T. (1984), "The Transaction Costs Approach to Vertical Integration: An Empirical Examination", *The Review of Economics and Statistics*, 438-445.

Lorange, P., M.F. Scott Morton & S. Ghosal (1986), *Strategic Control Systems*, St. Paul: West Publishing Company.

Lorange, P.L. & J. Roos (1991), "Strategic Alliance Evolution and Global Partnerships", Uppsala: Uppsala University.

Lorsch, J.W. & P.R. Lawrence (1972), *Organisation Planning: Cases and Concepts*, Homewood, Illinois: Richard D. Irwin Inc. & Dorsey Press.

Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), *Diffusie van technologie en werkgelegenheid: toepassing voor diensten, bouw en industrie.*

Malone, T.W. (1985), *Organisational Structure and Information Technology: Elements of a Formal Theory*, Massachussets: Center for Information Systems Research/Sloan School of Management.

Mansfield, E. & S. Wagner (1975), "Organisational and Strategic Factors Associated With Probabilities of Succes in Industrial R&D", *The Journal of Business*, 179-198.

Mariti, P. & R.H. Smiley (1983), "Co-operative Agreements and the Organization of Industry", *The Journal of Industrial Economics*, no. 4, 437-451.

Martens, R. (1988), *Strategic Group Formation and Performance Implications: The case of the pharmaceutical industry in five E.C. countries, 1978-1985*, proefschrift, Antwerpen.

Mattson, L.-G. (1987), "Management of Strategic Change in a 'Markets-as-Networks' Perspective", Pettigrew, A.M., *The Management of Strategic Change*, Basic Blackwell.

Mayes, D.G, T. Buxton & A. Murfin (1990), "R&D Innovation And Trade Performance", in: Dankbaar B., J. Groenewegen & H. Schenk, *Perspectives in Industrial Organisation*, New York: Kluwer Academic Publishers, 107-127.

Meer, J. v.d. (1988), *Effective R&D based strategies*, proefschrift TU Twente.

Miller, L. (1990), *Biotechnology Industry 1990 Fact Book*, : PaineWebbber, Health Care Group.

Mintzberg, H. (1979), *The Structuring of Organisations: A Synthesis of Research*, Prentice-Hall.

Mintzberg, H. (1983), *Structures in Fives: Designing Effective Organisations*, New Jersey: Prentice-Hall.

Moenaert, R.K. & D. Deschoolmeester (1990), "Organizational strategy and resource allocation for technological turnaround", *R&D management*, 20, 4, 291-303.

Moore, I. (1989), "Government technology policy and the process of innovation in small technology companies: a pilot study of biotechnology and scientific instruments companies", *Management Studies Research Paper*, no. 4, Camnbridge: Cambridge University Press.

Mulder, K.F. & P.J. Vergragt (1990), "Synthetic fibre technology and company strategy", *R&D Management*, 20, 3, 247-256.

Nederlandse Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) (1988), *R&D Samenwerking Nederlandse Ondernemingen in Bio- en Informatietechnologie.*

Nelson, R.R. & S.G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge: The Bellknap Press.

Netherlands Industrial and Agricultural Biotechnology Association (NIABA) (1989), *Profiles of the members.*

Odagiri, H. (1989), "Government Policies Toward Industrial R&D: Theory Empirical Findings and Japan's Experience", in: Neuman, M. & K.W. Roskamp, *Public Finance and Performance of Enterprises*, Detroit: Wagne State University Press, 211-226.

Office of Technology Assessment (OTA) (1988), *New Developments in Biotechnology: U.S. Investment in Biotechnology.*

Office of Technology Assessment (OTA) (1990), *Making Things Better: Competing in Manufacturing*, Congress of the United States.

Ohmae, K. (1985), *Triad Power: The Coming Shape of Global Competition*, London: The Free Press, Mac Millan.

"Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)" (1988), in: *Bio Technology And The Changing Role of Government*, Parijs.

"Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)" (1986), *OECD Science and Technology Indicators No. 2 - R&D, Invention and Competiveness*", 607 E 66, Paris: OECD.

"Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)" (1986), *Technological Cooperation Agreements Between Firms: Some Initial Analysis (Part I & II)*, Paris: OECD.

"Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)" (1989), *Bio Technology: Economic and Wider Impacts*, Parijs.

"Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)" (1989), *Main Science and Technology Indicators, 1989-I.*

Orsenigo, L. (1989), *The Emergence of Biotechnology: Institutions and Markets in Industrial Innovation*, Pinter Publishers.

Ouchi, W.G. & M.K. Bolton (1988), *The Logic of Joint Research and Development*, California Management Review, 9-33.

PaineWebber (1989), *Biotechnology Monthly*, Health Care Group, New York.

PaineWebber (1990), *Biotechnology Industry - 1990 Fact Book*, New York.

Pappas, C. (1984), "Strategic Management of Technology", *Journal of Innovation Management*, 1, 30-35.

Pavitt, K. (1975), "The choice of targets and instruments for Government support of industrial research", in: Whiting, A., *The economics of industrial subsidies*, London: Her Majesty's stationary office, 113-140.

Pavitt, K. (1990), "What We know about the Strategic Management of Technology", *California Management Review*, 17-26.

Pearson, A., K. Brockhoff & A. von Boehmer (1991), *Acquiring and Transferring Knowledge in Multinational Organizations*, Kiel: Institute for Research in Innovation Management, University of Kiel & R&D Research Unit, Manchester Business School.

Pennings, J.M. (1987), "Toward Convergence in Strategic Theory and Practice", Pennings, J.M., *Organizational Strategy and Change*, 468-494.

Pennings, J.M. (1989), *Technological Innovation: Internal Versus External Venture*, The Wharton School University of Pennsylvania, Philadelphia.

Pfeffer, J. (1978), "The Micro Politics of Organisations", in: Meyer, M.W. e.a., *Environments and Organisations*, San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 29-50.

Pfeffer, J. & G.R. Salancik (1978), *The External Control of Organisations: A Resource Dependence Perspective*, New York: Harper & Row.

Pisano, G.P. (1990), "The R&D Bounderies of the Firm: An Empirical Analysis", *Administrative Science Quarterly*, 35, 153-176.

Porter, M.E. (1980), *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, New York: MacMillan.

Porter, M.E. (1986), *Competition in Global Industries*, Harvard: Harvard Business School Press.

Porter, M.E. (1987), "Corporate Strategy: the state of strategic thinking", *The Economist*, 23, 21-28.

Porter, M.E. (1990), "The Competitive Advantage of Nations", *Harvard Business Review*, maart/april, 73-91.

Porter, M.E. (1990), *Why Nations Triumph*, Fortune, 54-60.

Prahalad, C.K. & Y.L. Doz (1987), *The Multinational Mission - Balancing Local Demands and Global Vision*, New York: The Free Press.

Prahalad, C.K. & G. Hamel (1990), "The Core Competence of the Corporation", *Harvard Business Review*, 79-91.

Radnor, M. (1991), *Technology acquisition strategies and processes: a reconsideration of the 'make versus buy' decision*, Special Publication on the Role of Technology in Corporate Policy, IJTM, 113-135.

Reddy, N.M. & L. Zhao (1990), "International technology transfer: A review", *Research Policy*, 19, 285-307.

Reve, T. (1990), "The Firm as a Nexus of Internal and External Contracts", in: Aoki, M., B. Gustafsson & O.E. Williamson, *The Firm as a Nexus of Treaties*, London: Sage Publications, 133-161.

Richardson, G.B. (1972), "The Organisation of Industry", *Economic Journal*, No. 327, Vol. 82, 883-896.

Riordan, M.H. & O.E. Williamson (1985), "Asset Specificity and Economic Organisation", *International Journal of Industrial Organisation*, 3, 365-378.

Roberts, E.B. & C.A. Berry, (1985), "Entering New Business: Selecting Strategies for Succes", *Sloan Management Review*, 3-17.

Robinson, R.D. (1988), *The International Transfer of Technology: Theory, Issues and Practice*, Cambridge: Ballinger.

Roobeek, A.J.M. (1988), *Een race zonder finish: De rol van de overheid in de technologiewedloop. Een politiek-economische analyse van het technologiebeleid in zeven industrielanden*, proefschrift, Amsterdam.

Root, F.R. (1988), "Some Taxonomies of International Cooperative Agreements", in: Contractor, F.J. & P. Lorange, *Cooperative Strategies in International Business*, Massachussets: Lexington, 69-80.

Rothwell, R. & T.G. Whiston (1990), "Design, innovation and corporate integration", *R&D Management*, 20, 3, 193-201.

Roussel, P., K. Saad & T. Erickson (1991), *Third Generation R&D*, Harvard: Harvard Business School Press.

Ruivenkamp, G.T.P. (1989), *De invoering van biotechnologie in de agro-industriele produktieketen. De overgang naar een nieuwe arbeidsorganisatie*, proefschrift, Amsterdam.

Ruiz-Mier, L.F. (1989), "Cooperative Research and International Rivalry", in: Link, A.N. & G. Tassey, *Cooperative Research and Development: The Industry-University-Government Relationship*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 127-141.

Sapienza, A.M. (1989), *R&D collaboration as a global competitive tactic-Biotechnology and the ethical pharmaceutical industry*, R&D Management 19, 4, 285-295.

Schumpeter (1954), *History of Economic Analysis*, George Allen & Ulwin Ltd.

Schumpeter, A.J. (1978), *The Theory of Economic Development: An inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, Cambridge: Harvard Business Press.

Scott, W.R. (1987), *Organizations: rational, natural and open systems*, New Jersey: Prentice-Hall International Inc.

Shan, W. (1987), *Technological Change and Strategic Cooperation: Evidence From Commercialization of Biotechnology*, Ph.D. thesis, Berkely.

Shan, W. (1990), "An Empirical Analysis of Organisational Strategies by Enterpreneurial High-technology Firms", *Strategic Management Journal*, Vol. 11, 129-139.

Simon, H.A. (1978), "Rationality as a Process and Product of Thought", "*American Economic Association*, 1-16.

Smith, G.F. (1989), "Defining Managerial Problems: A Framework for Prescriptive Theorizing", *Management Science*, Vol. 35, No. 8.

Smith, J.G. & V. Fleck (1988), "Strategies of New Biotechnology Firms", *Long Range Planning*, Vol. 21, No. 3, 51-58.

Sociaal Economische Raad (SER) (1985), *Collectieve research en bedrijven-onderzoeksrapport.*

Spilker, B. (1984), *Guide to Clinical Studies and Developing Protocols*, New York: Raven Press.

Spilker, B. (1989), *Multinational Drug Companies: Issues in Drug Discovery and Development*, New York: Raven Press.

Stigler, G.J. (1951), "The Division of Labour is Limited by the Extent of the Market", *Journal of Political Economy*, vol. LIX, no. 3, 185-193.

Teece, D.J (1981), "Internal Organisation and Economic Performance: An Empirical Analysis of the Profitability of Principal Firms", *The Journal of Industrial Economics*, vol. XXX, 173-199.

Teece, D.J. (1980), "Economies of Scope and the Scope of the Enterprise", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 1, 223-247.

Teece, D.J. (1985), "Applying Concepts of Economic Analysis to Strategic Management", in: Pennnings, J.M. and Associates, *Organizational Strategy and Change*, San Francisco: Jossey-Bas Publishers, 35-73.

Teece, D.J. (1986), "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaborations, Licensing and Public Policy", *Research Policy*, 15, 285-305.

Teece, D.J. (1987), "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Licensing and Public Policy", in: Teece, D.J., *The Competitive Challenge*, Ballinger, 185-219.

Teece, D.J. (1988), "Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic Partnering, and Licensing", *Interfaces* 18:3, May/June, 46-61.

Teece, D.J. (1988), "Technological Change and the Nature of the Firm", in: Dosi, G., e.a., *Technical change and the theory of the firm*, London: Pinter, 256-282.

Teece, D.J. (1989), "Economic Analysis and Strategic Management", *California Management Review*, Vol. XXVI, No. 3, 87-110.

Telders, N.B.F. & A.A.A. van der Schaaf (1989), *Het IOP-Biotechnologie en zijn effecten: Advies commissie Biotechnologie*, paper voor de Open Marktdag Wetenschapsonderzoek Werkgemeenschap Wetenschapsonderzoek - Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Amsterdam.

Thompson, S. (1988), "Agency Costs of Internal Organization", in: Thompson, S. & M. Wright, *Internal Organization, Efficiency and Profit*, 65-85, Oxford: Philip Allan, 65-85.

Thompson, S. & M. Wright (1988), "Internal Organization, Economics and Related Disciplines", in: Thompson, S. & M. Wright, *Internal Organization, Efficiency and Profit*, Oxford: Philip Allan, 1-11.

Thorelli, H.B. (1986), "Networks: Between Markets and Hierarchies", *Strategic Management Journal*, Vol. 7, 37-51.

Tolley, J.S. & J.F. Oehmke (1985), *The Economics of R&D Policy*, 625 E 32, New York: Praeger Publishers.

Tulder, R. van & G. Junne (1988), *European Multinationals in Core Technologies*, New York: John Wiley & Sons.

Utterback, J.M. & W.J. Abernathy (1975), "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *Omega*, 4, Vol. 3, No. 6, 639-656.

Wheelwright, S.C. (1989), *Time to Market in New Product Development*, ICL University Research Council Manufacturing Workshop.

Whiston, T.G. (1990), "Managerial and organizational integration needs arising out of technical change and U.K. commercial strcutures Part III: Managerial and organiza-

tional integration within the organic enterprise", *Technovation*, Vol. 10, No. 2, 95-117.

Wijk, R.J. van (1990), "Technology analysis and R&D management", *R&D Management*, 20, 3, 257-261.

Wilkinson, A. (1985), "Corporate strategy and the buying and selling of know how", *R&D Management*, 15, 4, 261-270.

Williams, J.J.E, (1990), "Industrial exploitation of new joining technologies", *R&D Management*, 20, 3, 241-246.

Williamson, O.E. (1989), "Transaction Costs Economics", in: Schmalensee, R. & R.D. Willig, *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam: North Holland, 136-182.

Williamson, O.E. (1990), "The Firm as a Nexus of Treaties: an Introduction", *The Firm as a Nexus of Treaties*, London: Sage Publications, 1-25.

Williamson, O.E. & W.G. Ouchi (1981), *Perspectives on Organisation Design and Behaviour*, New York: Wiley.

Willinger, M. & E. Zuscovitch (1988), "Towards the economics of information-intensive production systems: the case of advanced materials", in: Dosi, G., *Technical change and the theory of the firm*, London: Pinter, 239-255.

Wissema, J.G. & L. Euser (1988), *Samenwerking bij technologische vernieuwing: De nieuwe dimensie van het management van innovatie*, Deventer: Kluwer Bedrijfswetenschappen.

Wolf, P. de (1991), *Competition in Europe*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Wolff, R. (1986), *Organizing Industrial Development*, Berlijn: Gruyter, W. de.

Wright, M. (1988), "Redrawing the Boundaries of the Firm", in: Thompsom, S. & M. Wright, *Redrwawing the Boundaries of the Firm*: Philip Allen, Steve & Thompson, Mike Wright.

Zenof, D. (1970), "Licensing as a Means of Penetrating Foreign Markets", *IDEA*, vol 14, no. 2.

SUMMARY

INTRODUCTION

We evaluate what several management and organizational theories and empirical studies implemented by others and us can contribute to a better understanding of organizational forms of R&D projects. In paragraph 7.2 we discuss the research question of this thesis, the theoretical basis, the most important assumptions of our model and the hypotheses that will be tested. In paragraph 7.3 we summarize the results from empirical testing those hypotheses. We pay some attention to the motives of firms for choosing particular organizational forms of R&D. In paragraph 7.4 we evaluate the explanatory variables and theoretical approaches. In the concluding paragraph 7.5 we discuss what aspects of our research question deserve attention in the future.

EXPLANATION OF ORGANIZATIONAL FORMS OF R&D

Organizational forms of R&D can be interpreted as a managerial, theoretical and strategic question. In our opinion empirical studies, theory and a link between theory and empiry are important. The main question of this thesis is a strategic one: the explanation of the choice of organizational forms of R&D projects of firms. In practice, at the acquisition side of firms, organizational forms like 'contract research', 'licensing in', 'joint ventures', 'the acquisition of innovative firms' and 'in house R&D' can be discerned. At the exploitation side of a firm we can observe organizational forms like 'licensing in', 'joint ventures', 'creation of innovative firms' and 'internal exploitation'.

In theory we focus on the choice in the spectrum of organizational forms a firm can choose (Contractor & Lorange 1988; Coopers & Lybrand Dijker van Dien 1990; Dill 1990; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Richardson 1972). Organizational forms of R&D projects can be classified into underlying governance structures (Williamson & Ouchi 1981). The governance structure corresponds to the degree to which R&D for a firm will be internalized. In order of increasing interna-

lization of R&D, for the transfer of knowledge, 'market', 'interfirm' and 'intra firm' transactions can be discerned: between aggregates of firms ('buy' or 'sell' option), between individual firms ('cooperate' option) and inside individual firms ('make' option; Root 1988). The 'make, buy or cooperate' decision as part of the strategic management of a firm is the subject of this thesis.

By the explanation of R&D organizational forms we mean linking the dependent variable, organizational forms of R&D in practice, with explanatory variables. In the strategic management literature we found several theoretical approaches with regard to 'make, buy or cooperate' decisions (Killing 1980; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Pisano 1990; Shan 1987, Shan 1990). *However, we did not find a managerial model in which the variety of organizational forms of R&D projects we find in practice, is explained* (Van den Bosch & Elfferich 1991a). We formulated a model which is based on an inventarisation of existing economic and organizational theories and empirical studies implemented by others and field research implemented by us.

Our primary interest concerns:

- how *in theory* governance structures and explanatory variables are linked
- how in *empirical research* explanatory variables are operationalized

Organizational forms of R&D projects (dependent variable) can be linked to underlying governance structures.

In chapter 2 we concluded that especially the transaction costs theory (Williamson & Ouchi 1981) and agency theory (Eisenhardt 1989; Jensen 1983; Levintal 1988) can contribute to the explanation of each of the selected categories governance structures 'make', 'buy' or 'cooperate'. Based on an evaluation of theoretical approaches we conclude chosen governance structures can be linked to the explanatory variables 'skills', 'uncertainty' and 'dependence'. In the strategic management literature the explanatory variables are operationalized as follows:

- 'skills': the number of R&D-projects a firm has implemented (Pisano 1990)
- 'uncertainty': the degree of product diversification (Levy 1984; Mariti & Smiley 1983; Pisano 1990; Shan 1987) and the variation of the profits of firms (Levy 1984)
- 'dependence': the number of firms that operate on the same market (Pisano 1990) and the share of the inputs a firm obtains from other firms (Pfeffer & Salancik 1978).

The most important assumptions of our model are:

- only one production factor, namely labour, is considered
- the number of employees involved in a R&D project (q) is known in advance
- the firm tries to minimize the costs of a project, ceteris paribus the number of employees involved in a project (q)
- 'in house R&D' (internal R&D) and 'R&D performed by others' (external R&D), which correspond to the 'make'- and 'buy' option respectively, can be substituted.

We confine to the production factor labour, because labour is one of the most critical inputs of modern corporations, which can cause most of the coordination problems (Dill 1990; Harrigan 1988; Jacobs 1990; Lorange & Roos 1991). In our model heterogenity (Van den Bosch 1982) and complementarity (Teece 1987) of labour is ignored. In our model we assume a firm can choose between the alternatives 'in house R&D' ('make'-option) and 'R&D implemented by others' ('buy'-option). Like Jarillo (1988), Mattson (1987) and Thorelli (1986) we conceive the organizational form of R&D as the result of weighting the costs of implementation and coordination of 'in house R&D' ('make'-option) and 'R&D implemented by others' ('buy'-option).

We specify the *dependent variable*, the organizational form of a R&D-project, to the degree of internalization (CONTROL) of the production factor labour. We define the degree of internalization of a project (CONTROL) as the ratio between labour volume of R&D implemented by own personnel (q_i) and the total labour volume of a R&D project (q). In our model we explain the organizational forms of R&D-projects in an indirect way, by the degree of internalization of R&D (Van den Bosch & Elfferich 1991c). By this measure we link organizational forms and underlying governance structures.

We operationalize the *explanatory factors* 'skills', 'uncertainty' and 'dependence' respectively by the *explanatory variables*: the number of R&D employees within the same application area, (PERS), the period, needed for commercialisation of a R&D-project (DEVT, henceforth denoted as development time) and the number of firms with 'skills' within the same application area (N). The development time is a crucial variable in our model. We make a distinction between:

- the development time of 'in house R&D': internal development time ($DEVT_i$)
- the development time of 'R&D performed by others': external development time ($DEVT_e$).

The model results in three hypotheses which can be tested. These hypotheses apply to *industry-, firm-* and *project level.* The hypotheses to be tested are:

1) *The inclination of a firm to internalize a R&D project (CONTROL) will increase the more R&D employees (PERS) a firm has available the moment a R&D project is started.*
2) *The inclination of a firm to internalize a R&D-project (CONTROL) will increase the longer the external development time ($DEVT_e$) or internal development time ($DEVT_i$) of a project.*
3) *The inclination of a firm to internalize a R&D project (CONTROL) will increase the lesser the number of firms that perform R&D within the same application area (N), at the moment a R&D project is started.*

In our model the link between organizational forms, the degree of internalization of a R&D project (CONTROL) and explanatory variables is discussed. Therefore, the model is a partial approach, leaving out of consideration other explanatory variables which will be mentioned in paragraph 7.4. Our model especially distinguishes from other approaches signalled by us, because attention is paid to the choice between several organizational forms of *R&D-projects.* Components of the *costs* which are linked to the coordination of R&D and other functional managementactivities between several organizational forms are studied. The *factor time*, especially the the development time of a R&D project (DEVT), plays a crucial role. Like Gerybadze (1991) we ascertain that organizational forms can be conceived as a dynamic costs minimization question at *project level.*

TESTING THE MODEL

The dependent variable 'organizational forms' has a 'multi level'-character. This applies to the theoretical approaches and explanatory variables which will be discussed in paragraph 7.4. Transactions in technological knowledge can be analyzed at several analytical levels: between aggregates of firms (*'market transactions'*), between individual firms (*'interfirm transactions'*) and between organizational units inside firms (*'intrafirm transactions'*) like Strategic Business Units (SBU's). We tested the hypotheses in our model at two analytical levels: *industry level* and *firm level.* At industry level we studied projects in the same technology cluster. At firm level we organizational forms of projects of individual firms are considered. However, the transfer of technological knowledge *between parts of firms* is beyond our scope. At *industry level* we confined to the technology cluster 'biotechnology'. This technology cluster is characterized by the following:

- 'basic research' plays an important role
- time competition is intensive, as a result of rapid technological developments (OECD 1989; Orsenigo 1989; Pisano 1990; Sapienza 1990)
- the number of cooperative agreements between firms in the U.S., Japan and Western-Europe has increased markedly (Hagedoorn & Schakenraad 1990; TNO 1988)
- the R&D intensity of the firms involved is high (Orsenigo 1989; Shan 1987)
- the share of the G.D.P. of the U.S., E.G. and Japan increases (Arthur D. Little 1989; Commission of the E.C. 1991; OECD 1988).

At *industry level* (chapter 5) we analyzed organizational forms of a large number of R&D projects of in total 9 American biotechnology firms. All of these organizational forms concern the exploitation of new technological knowledge. They belong to one of the categories governance structures 'make', 'cooperate' and 'sell' each. We linked the degree of internalization of the exploitation of R&D (CONTROL) positively to the development time (DEVT) and negatively to the number of firms with 'skills' in the same application area (N). We could not trace number of R&D employees within the application area 'biotechnology' (PERS) of these American firms. Nevertheless, we could check the size of the total R&D budget of these American firms (EXP). The result of our testing at *industry level* is, the degree of internalization of R&D (CONTROL) doesn't correlate significantly with the size of the R&D budget (EXP) of the firms in question. We note at industry level, the size of the R&D budget of the firms is a poor indicator of the explanatory variable 'uncertainty' we mentioned in paragraph 7.2.

In chapter 6 at project level we considered organizational forms of 18 R&D-projects of Dutch firms which operate in the technology clusters 'biotechnology', 'pharmacy' and 'new materials'. We used the results of interviews with R&D managers. Amongst others, the Dutch firms Akzo Pharma, DSM, Duphar, Gist-brocades and Unilever were involved.

The aim of our research at *project level* is testing the hypotheses from our model, putting the choice of organizational forms problems into the R&D strategy of each of the firms and a closer evaluation of the *explanatory factors* chosen by us. As a result from our tests at *project level* we linked the degree of internalization of R&D (CONTROL, dependent variable) *positively* to the number of R&D employees within the same application area (PERS, explanatory variable) and the development time (DEVT, explanatory variable) and *negatively* to the number of competing firms (N, explanatory variable). Besides, the size of the projects couldn't hardly explain the inclination of firms to start collaborative R&D projects. Like

Hagedoorn & Schakenraad (1991) we find time saving and complementarity of technological knowledge are the main motives for R&D cooperation.

Other motives like returns to scale, reduction of financial risks (Contractor & Lorange 1988) and subsidies from government (Gardner 1975; Pavitt 1975; Odagiri 1989) played a role of minor importance only. Probably because of the relatively large R&D budgets of the firms involved. We note we confined to the technology cluster 'biotechnology', where time competition is essential. Testing the model in other technology clusters like 'electronics' and 'new materials is an interesting field for research in the future (Fildes 1990). We confined to a cross-section of R&D projects (at *industry*- and *project level*) in different stages of development. Studying the development of organizational forms in several stages of the same project deserves special attention. At *project level* we paid some attention to the time-course of organizational forms.

FEED-BACK TO MANAGEMENT THEORY

Explanatory variables

In our model we used three *explanatory variables*: the number of R&D employees (PERS), the development time (DEVT) and the number of firms with 'skills' within the same application area (N). The SER (1985) and Shan (1987) link the inclination of firms to cooperate with the size of a firm, whereas we take the number of R&D employees within the same application area (PERS) as a point of departure. Like Håkansson (1990) and Shan (1987, 1990) we operationalize the *explanatory factor* 'dependence' with the number of firms with 'skills' within the same application area (N). A further refinement of the operationalization of the *explanatory factor* 'dependence', like 'sales'- respectively 'purchase dependence', sketched by Pfeffer & Salancik (1978), can be a welcome completion of our model. Our model distinguishes from other approaches, because we take the development time (DEVT) explicitly as operationalization of the explanatory factor 'uncertainty'. Killing (1980) already coupled the duration and organizational form of a cooperative agreement. From our model we conclude that organizational forms on the one hand and 'uncertainty', coordination costs (Malone 1985), and the coordination of functional management activities within a firm on the other hand, are coupled (Lawrence & Lorsch 1969; Utterback & Abernathy 1975; Williamson 1981). We left a number of explanatory variables out of consideration. We mention:

At project- and firm level

- the budget of a R&D-project (Killing 1980)
- the share of a Strategic Business Unit (SBU) in the turnover of a firm (Moenaert & Deschoolmeester 1990)
- the degree of integration between R&D and marketing departments of firms (Bruce & Rodgus 1991; De Krijger 1991)
- characteristics of the internal organization structure of firms as the degree of centralization of R&D within a firm (Armour & Teece 1978; Moenaert & Deschoolmeester 1990; Teece 1981)
- experience of firms with cooperative R&D (Moenaert & Deschoolmeester 1990; Pennings 1989; Pisano 1990)
- the degree of product diversification of firms (Pisano 1990; Shan 1987)
- subsidies from government (Gardner 1975; Joglekar 1990; Odagiri 1989)

At industry level

- the distinction between 'basic' and 'applied' research
- the duration of the technology lifecycle (Calantone & Benedetto 1988) and patents (Shan 1987)
- 'demand uncertainty' (Harrigan 1988; Levy 1984)
- the nature of the so called 'appropriability regime' (Levin et al. 1987; SER 1985; Teece 1987).

We choosed those variables which correspond with the theoretical approaches which can explain the whole spectrum of organizational forms for the acquisition as well as exploitation of technological know how which can be operationalized simply.

Theoretical approaches

On several analytical levels we evaluated the usefulness of several theoretical approaches. The aim is an explanation of governance structures of R&D at the acquisition and exploitation side of a firm. We mention:

At industry level

- static and dynamic theories like evolutionary theory of Nelson & Winter (1982) and dynamic innovation theory of Utterback & Abernathy (1975).

At firm level

- the resource dependence, transaction costs-, agency-, network- and appropriability theory
- contingency theory.

Our model is based on transaction costs- and agency theory and the 'nexus of treaties' approach. (Reve 1990) as well as aspects of network theories (Jarillo 1988; Mattson 1987). Some other approaches, especially institutional theory (Scott 1987), we left out of consideration. Evaluating the theoretical approaches we conclude:

1. The variable 'time' as an operationalization of the explanatory factor 'uncertainty' deserves closer attention. Especially the development time (DEVT) as a determinant of the organizational form of R&D. From our model we derived a link *ex post* between organizational forms and the development time (DEVT). In a cross section analysis we displayed the mutual link between organizational forms, time and 'uncertainty'. Some cases we could study longitudinally. We could observe which organizational forms in successive stages of a R&D traject are preferred. At *industry level* Utterback & Abernathy (1975) already sketched the development of organizational forms in time. In several approaches at *industry level* steps to be taken with regard to the choice of organizational forms are sketched (d'Aspremont & Jacquemin 1988; De Bondt; Gray 1985; Katz 1986; Ruiz-Mier 1989; Sleuwagen & Veugelers 1988). Killing (1980) links contracttime and organizational forms. Radnor (1991) connects the development of organizational forms and the stage of the technology lifecycle. In the empirical study of Moenaert & Deschoolmeester (1990) the relationship between development time (DEVT) and organizational forms is revealed.

2. The mutual connectedness between the functional managementactivities R&D, production and marketing deserves closer attention. At *industry-, firm-* and *project level.* Lawrence & Lorsch (1969) and Rothwell & Whiston (1990) point to the importance of coordination of activities, as well as on the level of entire organizations as parts of organizations. Simon (1978) already stressed the consequences of 'uncertainty' at individual level for the rationality of the strategy followed by a firm. Lawrence & Lorsch (1969) link the need for mutual integration of functional managementactivities and mutual dependence of management activities. Integration and internalization of functional managementactivities can be explained by a need for coordination. The transac-

tion costs-, respectively agency approach focusses at the coordination of transactions and of tasks delegated by owners of firms. Coordination costs can be seen as the costs, linked to management (Van den Bosch & Elfferich 1991a). Organizational forms, coordination costs and 'uncertainty' and 'dependence' are linked. In our opinion the organizational question of R&D-projects should be viewed in a broader context, namely as part of the strategic management of R&D.

3. Attention should be focused at a operationaliszation of the explanatory factor 'skills'. Schumpeter stressed the importance of organizational skills for the competitive advantage of a firm. Nelson en Winter (1982) acknowledged the importance of 'skills', the specific features that account for the ability of a particular organization to accomplish particular things in the character of a collection of individual member's repertoires, and the possession of particular collections of specialized plant and equipment. Prahalad & Hamel (1990) and Reve (1990) direct at 'core skills', respectively, 'core competence'. 'Skills' have at least two dimensions: the application area of the technological know how and experience included in the qualification level and experience of R&D employees (Eimers & Hövels 1991; Pisano 1990). For a further operationalization of the explanatory factor 'skills' we confined to the number of R&D employees specialized in the same application area (PERS). We ascertain not the number of R&D employees only, but the experience with organization- and R&D is of importance (Pennings 1989).

Organizational forms and R&D management

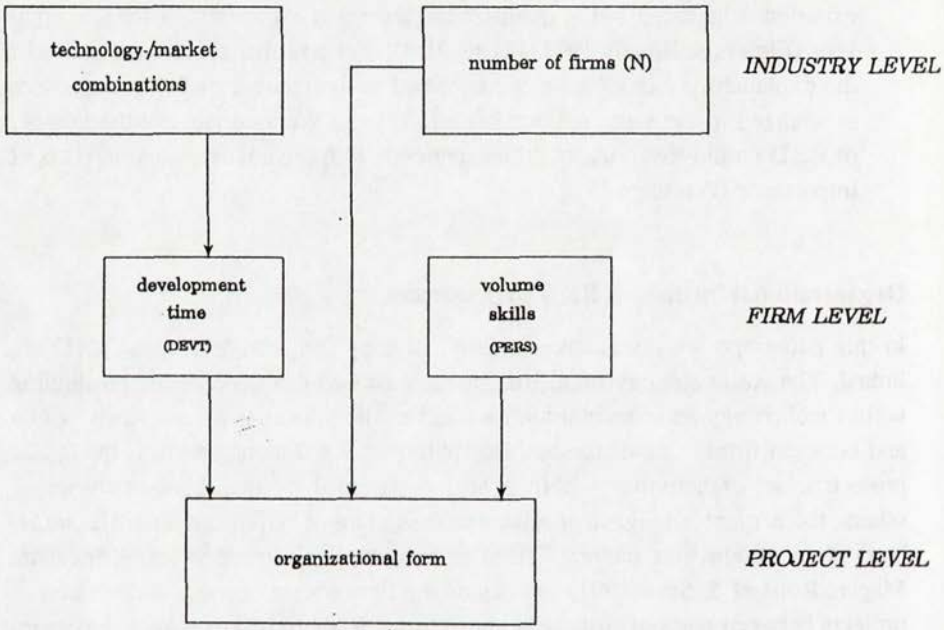
In this paragraph we discuss how theory, strategy and management of R&D are linked. The R&D strategy of a firm has at least two dimensions: the positioning within technology-/marketcombinations and at the allocation of the skills within and between firms. One of the building blocks of R&D management is the R&D-project: a set of activities within a goal determined by management. Amongst others, the *project management* relates to the tuning of activities which are implemented by production factors. 'Third generation R&D management' (Erickson, Magee, Roussel & Saad 1991) focuses on the time course of the mutual tuning of projects between parts of firms and entire firms. In the projectportfolio risk/return profiles of individual R&D projects are evaluated.

At firm level the explanatory variable 'development time' (DEVT) can be conceived as a choice parameter. In our model organizational forms of projects are linked to the variable 'development time'. Our model can be used as a start for an

analysis of the development of organizational forms in successive stages of R&D-projects. Successive organizational forms, a reduction of uncertainty and the development time are connected. The further a project is developed the lesser the degree of 'uncertainty'and the degree of internalization of R&D, especially the part that will be financed by the firm itself (Kay 1988).

From our cases it appears that the so called 'strategic project unit' is a point of departure. Three parameters are of importance: *at the start of a project* (at Strategic Business Unit-level): the degree of 'core technology' and during a project: the risk with respect to the total costs of a project ('technological risk') and the number of R&D employees (PERS). According to hypothesis 1 of our model (paragraph 7.2) the 'technological risk' decreases as the development time (DEVT) shortens. In the figure 7.1 below we sketched how the organizational form of a 'strategic project unit' can be put within the framework of the R&D strategy of a firm.

Figure 7.1 Organizational forms and R&D strategy



The environmental variable 'technology-/marketcombinations' (industry level) determines partially the development time of a project (firm level). At industry

level the development time of projects and the length of a technology lifecycle are correlated positively. From hypothesis 2 of our model follows the optimal 'development time' (DEVT) can be considered as a variable which explains organizational forms of R&D projects. According to hypothesis 3 of our model the explanatory variable 'the number of firms /organizations with 'skills' in the same application area' (N) explains organizational forms of R&D. Hypothesis 1 of our model shows at firm level a second explanatory variable of organizational forms of R&D projects is the number of R&D employees of a firm within the same application area (PERS).

Like Gerybadze (1991), Lorange & Roos (1991) and Benassi (1991) we conclude uptill now a dynamic approach, in which the development of organizational forms of R&D is explained, is missing. Whereas the process of the development of organizational forms like partnerships during a project of more importance for a R&D project (Doz & Shuen 1987).

CONCLUSIONS

In our opinion formulating models which explain empirically observed organizational forms of functional management activities is a challenge. Existing theoretical approaches, especially the transaction costs and agency approach, as well as empirical approaches, including our studies at firm and project level, can contribute to an explanation of organizational forms. We formulated and tested a managerial model. In this model at firm level the link between organizational forms of R&D projects and explanatory variables is represented. The choice between alternative organizational forms is conceived as a costs minimisation question at *project level.* With our model we tested whether the degree of internalization of R&D at *project level* (*dependent variable*) correlates *positively* with the number of R&D employees (PERS) and the development time of a project (DEVT) and *negatively* with the number of firms with skills in the same application area (N).

Our model distinguishes from other approaches by taking at *project level* the variable 'development time' as an operationalization of the explanatory factor 'uncertainty'. In our opinion theoretical links between organizational forms, coordination costs and duration of functional management activities should be further elaborated.

Three aspects deserve attention for research in future. *Firstly*, how the explanatory factor 'uncertainty' connects organizational forms of R&D at industry, firm and project level. Organizational forms of R&D should be analyzed by a multi level ap-

proach. *Secondly*, at firm level attention should be paid to the link between the organizational forms of the functional management activities R&D, production and marketing. *As a last aspect* we mention a further operationalization of the explanatory factor 'skills', especially 'organizational skills'.

A dynamic approach, in which the development of organizational forms of R&D projects is explained, is missing. We conclude a dynamic approach of organizational forms of R&D as a management issue is a challenge for research in the future.

Stellingen bij proefschrift drs. P.C. Elfferich

1. Bij een verklaring van organisatievormen van Research en Development (R & D) verdient het 'multi level'-karakter van de verklarende factor 'onzekerheid' nader aandacht. De factor 'tijd' is hierbij het bindend element.

2. R & D management kan worden beschouwd als een proces, gericht op het terugdringen van de afhankelijkheid van een organisatie van de omgeving. Sociaal-culturele benaderingen, waarin het management wordt opgenat als een 'enactment'-, 'selectie'- en 'retentie'-proces bieden een vruchtbaar aanknopingspunt.

3. Bij theorievorming op het gebied van R & D management zou meer aandacht moeten worden gericht op een 'bottom up'-aanpak. Case-studies zouden niet alleen voor adstructie van, maar ook voor aanpassing en/of vorming van theoretische invalshoeken (inductie) moeten worden benut.

4. De transactiekostentheorie is een nuttig uitgangspunt voor de verklaring van organisatievormen van R & D. Binnen dit kader zou meer aandacht moeten worden besteed aan 'vertrouwen' als motief voor de voorkeur voor transacties met een minder geformaliseerd karakter.

5. Interface-management, niet alleen tussen verschillende afdelingen binnen dezelfde organisaties, maar ook tussen R & D afdelingen van verschillende organisaties, in het bijzonder overheids-, semi-overheids- en private organisaties, is een van de uitdagingen van het management in de toekomst.

6. De netwerkbenadering van Håkansson (1990)[1)] biedt een nuttig aanknopingspunt voor een nadere analyse van organisatievormen van binnen R & D projecten welke gekenmerkt worden door parallelliteit en terugkoppeling van activiteiten.

7. Voor de verklaring van organisatievormen op mesoniveau is niet de markt voor eindproducten of productiefactoren, maar het technologiecluster als zodanig de relevante eenheid van analyse.

8. De kans op succes bij investeringen in R & D draagt een stochastisch karakter. De evolutiebenadering van Nelson en Winter (1982)[2] biedt een handvat voor een verklaring van organisatievormen, niet alleen op bedrijfstak-, maar ook op projectniveau.

9. Bij een nadere afbakening van de verklarende factor 'skills' dient in beschouwing te worden genomen dat intensieve tijdsconcurrentie tot gevolg heeft dat er snel een wig ontstaat tussen de marktwaarde en beloning van productiefactoren waarin een gedeelte van de 'skills' besloten ligt.

10. In een complexe omgeving, dat wil zeggen een omgeving met grote verschillen in onzekerheid binnen verschillende omgevingssegmenten, hebben organisaties met relatief eenvoudige beslisprocedures de grootste overlevingskans.

---

1) Zie: Håkansson, H. (1990), "Technological Collaboration in International Networks", European Management Journal, Vol. 8, No. 3, p.55-73.

2) Zie: R.R. Nelson & S.G. Winter (1982), "An Evolutionary Theory of Economic Change", Cambridge: The Bellknap Press, p.139-205.