

Componentontwerpen

COMPONENTONTWERPEN

DE ROL VAN ARCHITECTEN IN PRODUCTINNOVATIE

proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Technische Universiteit Delft,
op gezag van de Rector Magnificus prof. ir. K. F. Wakker,
voorzitter van het College voor Promoties,
in het openbaar te verdedigen op dinsdag 18 september 2001 om 10.30 uur
door Mieke Antonia Riemke OOSTRA
bouwkundig ingenieur
geboren te Veldhoven.

Dit proefschrift is goedgekeurd door promotor: Prof. dr. ir. A.C.J.M. Eekhout

Samenstelling van de promotiecommissie:

Rector Magnificus, voorzitter

Prof. dr. ir. A.C.J.M. Eekhout, Technische Universiteit Delft

Prof. dr. ir. N.J. Habraken, Massachusetts Institute of Technology

Prof. dr. D. Jacobs, Rijksuniversiteit Groningen & Technische Universiteit Twente

Prof. dr. ir. J.A. Buijs, Technische Universiteit Delft

Prof. dr. ir. H.A.J. de Ridder, Technische Universiteit Delft

Prof. ir. J.M. Post, Technische Universiteit Eindhoven

Dr. ir. L.A. van Gunsteren, Technische Universiteit Delft

ISBN 90 5166 861 9

Uitgeverij Eburon

Postbus 2867

2601 CW Delft

tel.: 015-2131484 / fax: 015-2146888

info@eburon.nl / www.eburon.nl

Omslagontwerp: Comedia / www.comedia3d.com

Lay-out: Comedia & Mieke Oostra

Tekstredactie: Mark Overbeeke

De auteur heeft getracht met alle rechthebbenden op illustraties contact op te nemen. Dit is niet in alle gevallen gelukt. Diegenen die menen op illustraties recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht contact op te nemen met de uitgever.

© 2001 M.A.R. Oostra

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.

© 2001 M.A.R. Oostra

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior permission in writing from the proprietor.

Architektur ist immer konkrete Materie. Architektur ist nicht abstract, sondern konkret. Ein Entwurf, ein Project, aufgezeichnet auf Papier, ist nicht Architektur, sondern nur ein mehr oder weniger mangelhafte Repräsentation von Architektur, vergleichbar mit den Noten der Musik. Die Musik bedarf der Aufführung, Architektur bedarf der Ausführung. Dann entsteht ihr Körper. Und dieser ist immer sinnlich.

Peter Zumthor (1998)

INHOUD

VOORWOORD	11
DEEL 1	
1 ONDERZOEKSKADER	17
Redenen voor onderzoek naar productinnovatie	17
Stimuleren van productinnovatie	19
De <i>manufacturer-as-innovator</i> bias	20
De rol van de architect in productinnovatie	21
Het belang van inzicht in de aanpak van ontwerpogaves	22
Onderzoeksdoelen	25
Uitgangspunten	26
DEEL 2	
2 INNOVATIE IN DE BOUW	31
Wat is innovatie?	31
Soorten innovatie	32
Typen bouwproducten	36
Wat is productinnovatie?	41
Bijdrage van verschillende partijen aan productinnovatie	43

3	PRODUCTINNOVATIE	47
	Geschiedenis van de productinnovatiebeschrijving	47
	Procesmodellen van productinnovatie	50
	Invloedsfactoren	56
4	ONTWERPEN EN INFORMATIEGEBRUIK	67
	Aspecten van het ontwerpproces	67
	Architecten en informatie	74
	Soorten kennis	77
DEEL 3		
5	ONDERZOEKSMETHODOLOGIE	83
	Soort onderzoek	83
	Onderwerp van onderzoek	85
	Onderzoeksmethode	88
	Onderzoeksplan	89
6	CASEBESCHRIJVINGEN	97
	Lignostone-case	97
	Sandwichpanelencase	102
	Krommeligercase	106
	Vangrailcase	109
	Vloersysteemcase	111
DEEL 4		
7	MOGELIJKHEDEN, MOTIVATIE EN TYPERING VAN COMPONENTONTWERPENDE ARCHITECTEN	119
	Innovatiemogelijkheden	119
	Motivatie voor componentontwerpen	125
	Typering van architecten als productinnovator	129
8	ANALYSE VAN DE KNELPUNTEN	139
	Onwetendheid over componentontwerpen	139
	Ontwerpen op verschillende schaalniveaus is anders	142
	Inbedding in het bouwproces	143
	Het vinden van budget en tijd	148
	Informatievoorziening	149
	Partijen met andere belangen	158
	Het lopen van risico	163

9	HOE ARCHITECTEN IN DE PRAKTIJK COMPONENTEN ONTWERPEN	167
	Tijd	167
	Budget	168
	Kwaliteits- en producteisen	172
	Informatie	174
	Organisatie	181
	Attitude	188
10	AANBEVELINGEN VOOR COMPONENTONTWERPENDE ARCHITECTEN	193
	Inwinnen van relevante informatie	194
	Strategie vormen binnen het bureau	195
	Stimuleren van kennisontwikkeling in de bouw	199
	Inrichten van het componentontwerpproces	199
	Sturen van het productinnovatieproces	201
11	AANBEVELINGEN VOOR VERBETERING VAN DE RANDVOORWAARDEN	203
	Stimuleren van productinnovatie door architecten	203
	Verbeteren van de randvoorwaarden voor samenwerking	214
	Verbeteren van de informatie-uitwisseling in de bouw	215
12	CONCLUDERENDE OPMERKINGEN	223
	Reflectie op de onderzoeksdoelstellingen	223
	Originaliteit van het onderzoek	224
	Wetenschappelijke bijdrage	225
	Maatschappelijke bijdrage	226
	Aanbevelingen voor verder onderzoek	227
VOETNOTEN		231
BEGRIPPENLIJST		237
APPENDIX		241
REFERENTIES		255
FOTOVERANTWOORDING		267
SUMMARY		271
CURRICULUM VITAE		279

VOORWOORD

Dit voorwoord is uiterst onvolledig. Er zijn zoveel mensen geweest die hebben bijgedragen aan de gedachtevorming van dit proefschrift of op andere fronten belangrijk zijn geweest voor mijn welzijn - zodat dit proefschrift überhaupt geschreven kon worden - dat velen ongenoemd zullen blijven. Desondanks wil ik een aantal mensen speciaal noemen.

Ten eerste wil ik mijn ouders bedanken voor hun rotsvaste vertrouwen in mij en het feit dat zij mij altijd gestimuleerd hebben om mijn eigen keuzes te maken. Ook als ze zelf misschien een andere mening waren toegedaan, steunden ze mij, en mam, nog bedankt voor het type- en naleeswerk!

Jan van de Woord, als begeleider vanuit de leerstoel, wil ik bedanken voor zijn zinvolle opmerkingen over congresbijdragen en onderdelen van dit proefschrift en voor zijn praktische adviezen. Lex van Gunsteren voor zijn enthousiasme en prijzende woorden. In een later stadium van dit onderzoek heeft hij voor mij de facto als tweede promotor gefungeerd. John Habraken wil ik speciaal bedanken voor zijn bemoedigende woorden en opmerkingen over een vroege versie van het manuscript. Zijn commentaar heeft mij doen besluiten de structuur helemaal om te gooien. Dat was veel werk, maar het is de helderheid zeker ten goede gekomen. Dany Jacobs wil ik bedanken voor het feit dat hij me herinnerde aan mijn eigen uitgangspunten met zijn 'strengere' maar eerlijke commentaar. Jouke Post wil ik bedanken voor zijn spontane, lovende woorden na een presentatie van mij voor Boosting. Hij is het waarschijnlijk al weer vergeten, maar het gaf mij een duidelijke indicatie dat de resultaten van het onderzoek ook bij productinnoverende architecten herkenning opriepen. Hennis de Ridder wil ik bedanken voor zijn warme gezelschap en prikkelende opmerkingen, en ook Jan Buijs die, naast dat hij leiding geeft aan één van de secties van de afdeling *Product Innovation & Management* van Industrieel Ontwerpen die mij met hun onderzoek als voorbeeld dienden, mij wist te verrassen met zijn onverwachte interesse voor terreinauto's.

Verder wil ik Dieter Besch, dhr. Sierksma, dhr. Doorman en wijlen Wim van Dooren

bedanken voor het kietelen van mijn intellect als student. Ik denk dat ik mijn hele leven nog plezier zal hebben van de ongebreidelde nieuwsgierigheid die zij hiermee hebben aangewakkerd.

Architectenbureau Zwarts en Jansma wil ik bedanken voor de vele malen dat zij mij een werkplek ter beschikking stelden in de op mijn faculteit zeer rustige zomermaanden en als opmaat voor concertbezoeken. Bedankt voor jullie gezelschap en de overheerlijke lunches!

Ik wil mijn familie, vrienden, vriendinnen en anderen bedanken die mij gesteund hebben, of die zorgden voor de nodige afleiding in de vorm van etentjes, bioscoopjes, concertbezoeken, feestjes en uitstapjes. Vooral Ingrid Sangster en Lienke Kruize wil ik bedanken voor de diepzinnige gesprekken, tijdens lange wandelingen, 'het kantelen van de wijnglazen' of de eindeloze potten thee. Speciaal wil ik ook degenen bedanken die zelf een dergelijk promotieproces doormaken of inmiddels gepromoveerd zijn. Zij waren mij zeer tot steun, en dan met name Paulien Meesters, Pauline van der Drift en Annelien Duits. Meiden, ik ben trots op jullie! Jullie waren een voorbeeld voor mij, ook al raadden jullie me aan om niet te volgen...

Steven wil ik bedanken voor het verduren van de stormen en andere ongemakken die bij mijn promotie bleken te horen. Ook zijn familie en met name Hans en Miep Reijners en wijlen 'ome' Gerard wil ik bedanken voor hun steun.

Verder wil ik de vriendinnen bedanken die mij vergezelden op mijn twee droomreizen die voor de broodnodige distantie zorgden. Paulien Meesters wil ik bedanken voor haar aandeel in ons avontuur in Peru en Bolivia. Een reis die in positieve en negatieve zin niet aan onze verwachtingen voldeed. En Marcia Mulder voor haar gezelschap in China, waar zij overal weer een architectonische noot wist toe te voegen. Deze twee reizen leverden weer ideeën op voor werk en reizen in de toekomst.

Ik wil mijn kamergenoot van het eerste uur, Peter van Swieten, bedanken voor zijn geanimeerde gesprekken en natuurlijk ook mijn andere kamergenoten Arno Pronk, Harold Mooij en Sabine Jansen die de dagelijkse uren achter de computer meehielpen veraangenamen.

Miranda Lether, Simon Dillon en de TWAIO-lichting uit 1994 - het is al weer even geleden - wil ik bedanken voor hun gezelschap in een periode dat ik mijn plek weer moest zien te vinden aan de faculteit als medewerker in plaats van student. Ik wil hen ook bedanken voor het delen van hun ideeën over productontwikkeling in de eerste fase van mijn onderzoek.

Peter Paul van Loon wil ik bedanken omdat hij mij met Lex in contact heeft gebracht. Verder wil ik alle (ex-)collega's van de faculteit Bouwkunde bedanken voor hun getoonde belangstelling en hun ondersteuning. In het bijzonder wil ik bedanken Hans (vroem) Daane, Rogier Verbeek, Henk Muhl, Nelleke Guequierre, Pieter de Wilde, Ton Kowalczyk en Andrew Borgart. Ik zal jullie gezelschap missen!

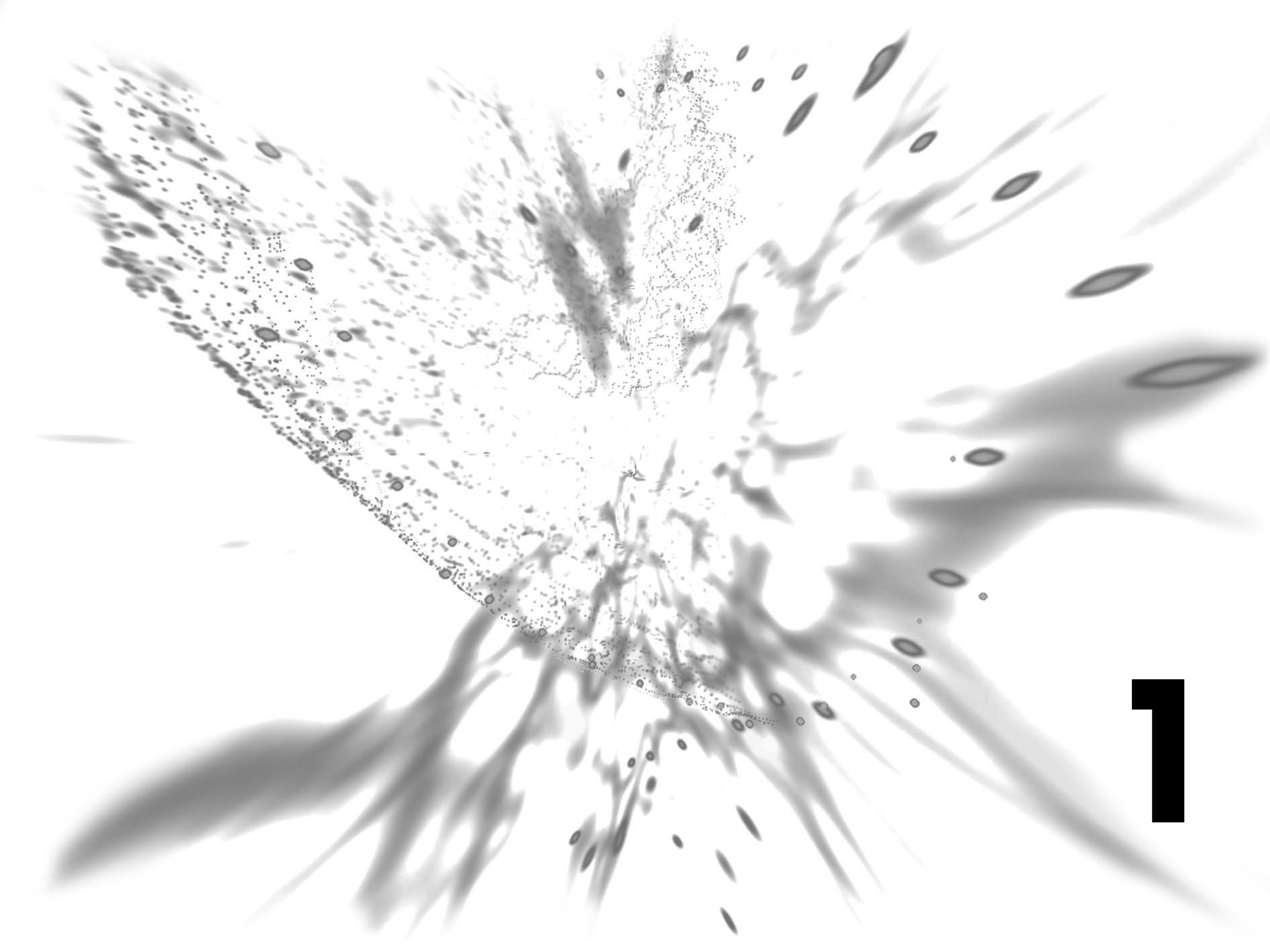
Jeroen Gerissen kan ook niet onvermeld blijven vanwege de steun en adviezen op het fysieke vlak, en Petra Middendorp voor de gezellige lunches met de evaluaties over onze voor- danwel achteruitgang.

Uiteraard wil ik iedereen bedanken die heeft meegewerkt aan de interviews, illustraties heeft verstrekt en toegang heeft verleend tot de data die van onschatbare waarde was

voor dit onderzoek. In het bijzonder wil ik Henk van Laarhoven, Dirk en Hugo Groeneveld, Arno Pronk en Jos Lichtenberg bedanken. Ook wil ik degenen bedanken die vroege versies of onderdelen van commentaar hebben voorzien: Atto Hastra, Julliette Top-Haenen, Moshé Zwarts, Dieter Besch, Dick de Gunst (junior), wijlen Charles Vos, Lienke Kruize, dhr. Trotz, Irene Lammers en Ype Couperus

Ik wil vervolgens iedereen bedanken die bereid was met mij over mijn ideeën van gedachte te wisselen, voor hun inspirerend vermogen of voor het stellen van kritische vragen, in het bijzonder Norbert Roozenburg, William Porter en Stephen Kendall. *Stephen, I want to thank you for your encouraging mails in difficult times, your invitation to visit the Housing Future Institute and the time you took for discussions, visits, arranging meetings and dinners during my stay.*

Tot slot, *last but not least*, wil ik mijn promotor Mick Eekhout bedanken voor de ruimte die hij me gegeven heeft om dit tot mijn eigen onderzoek te maken, voor zijn geduld in moeilijke tijden en voor zijn gedetailleerde commentaar op congresbijdragen en verschillende versies van dit proefschrift. Bedankt ook voor het 'creatieve ei' dat je voor me bakte in de tijd dat ik met mijn been in het gips zat, ik zal het nooit vergeten!



1

1 ONDERZOEKSKADER

Architecten houden zich voornamelijk bezig met het ontwerpen van gebouwen en bouwwerken. In eerste instantie zullen zij daarbij gebruik maken van standaard- en systeemproducten.

Als bestaande producten niet voldoen, kunnen architecten echter de ontwikkeling van nieuwe speciale bouwproducten initiëren om de realisatie van hun gebouwontwerpen mogelijk te maken. Het ontwerpen en ontwikkelen van deze producten door architecten wordt componentontwerpen genoemd. Deze vorm van productinnovatie is het onderwerp van dit onderzoek.



Figuur 1 Een bouwcomponent

In dit onderzoek wordt onder 'product' een fysiek bouwtechnisch voorwerp verstaan. Er worden drie soorten bouwproducten onderscheiden: standaardproducten, systeemproducten en speciale producten (zie hoofdstuk 2). In dit onderzoek wordt gekeken naar de ontwikkeling van speciale bouwcomponenten.

REDENEN VOOR ONDERZOEK NAAR PRODUCTINNOVATIE

In technisch opzicht zijn de onderdelen waaruit een gebouw wordt samengesteld sinds de industriële revolutie complexer geworden. Ook is de keuze uit technieken waarmee deze onderdelen kunnen worden geproduceerd toegenomen. Ondertussen neemt op het gebied van materialen, bewerkings- en productietechnieken de kennis snel toe, waardoor er andere ontwerpmogelijkheden ontstaan. Ook is er bij consumenten een toenemende

behoefte te constateren aan unieke producten [Bolwijn & Kumpe 1991]. Gebruikers en eigenaren van gebouwen verwerven, mede door een terugtrekkende overheid, meer inspraak in het bouwproces. Bedrijven hebben ontdekt dat het beheersen van de exploitatiekosten van hun huisvesting een bijdrage kan leveren aan een beter bedrijfsresultaat



Figuur 2 Flexibele industriële productie

[Krumm 1999]. Huurders en eigenaren van woningen verlangen dat er meer rekening wordt gehouden met hun eisen en wensen [Bouwmeester e.a. 1997]. Het ontwerpen en ontwikkelen van speciale componenten, past enerzijds bij de vraag van architecten en opdrachtgevers naar gebouwen als unieke en kwalitatief hoogstaande producten en anderzijds bij het streven van producenten om zich, door middel van de flexibele industriële productie, te onderscheiden van concurrenten [Gann 2000].

De bouw wordt echter gekarakteriseerd als een conservatieve bedrijfstak waar slechts weinig geïnnoveerd wordt [Bowley 1966, Schön 1971, Harvey & Ashworth 1997, Gann 2000]. Er is sprake van 'technologisch conservatief denken' waardoor nieuwe ontwikkelingen slechts langzaam ingang vinden [Jacobs e.a. 1992]:

"Over het algemeen is de bouw een technologie- en innovatievolgende en een niet-creërende sector."
[Jacobs e.a. 1992, p. 136]

In studies die de investeringscijfers voor Research & Development (R&D) van verschillende bedrijfstakken vergelijken, scoort de bouw internationaal gezien zeer slecht [Little 1996, Schön 1971]. In Nederland, dat in dit onderzoek als model fungeert, wordt volgens Kleinknecht e.a. [1990, p. 30] in de bouw- en installatiebranche door slechts 5% van de bedrijven een inspanning geleverd aan permanente en incidentele R&D-activiteiten. Alle bedrijven in de bouw geven samen volgens Louwe ongeveer een kwart procent van de door hen gegenereerde toegevoegde waarde aan onderzoek uit. Het gemiddelde voor het Nederlandse bedrijfsleven ligt vijf maal zo hoog: 1,3% van het BNP [Louwe 1997, p.5]. Pries [1995] stelt echter dat deze cijfers geen juist beeld geven. In de bouw worden ontwerpen en engineering namelijk niet meegeteld als R&D, terwijl dit in de auto-industrie bijvoorbeeld wel gebeurt. Verder worden incrementele innovaties, innovaties met een kleine impact waarin de toegepaste technologie wordt verbeterd, in deze tellingen niet meegenomen. Deze zijn juist typerend voor de bouw waar op gebouwniveau veel unica of kleine series worden gemaakt, en waar hoofdzakelijk gewerkt wordt in wisselende projectteams. Tenslotte stelt Pries dat het moeilijk, zo niet onmogelijk, is om onderscheid te maken tussen R&D en aanverwante activiteiten, speciaal in de bouw waar veel kleine bedrijven werkzaam zijn. Dat kleine bedrijven worden ondergewaardeerd in R&D-metingen wordt bevestigd door Kleinknecht [1999]. De vraag is of er gezien deze onge-

lijkwaardige vergelijking tussen sectoren daadwerkelijk te weinig geld wordt uitgegeven aan innovatie in de bouw. In zijn artikel 'Bouwers blijken zeer innovatief' schrijft Tissink [1999] dat er weinig reden is tot zorg. Hij concludeert dat de bouw als sector voor 1998 het grootste aantal octrooi-aanvragen in Nederland op zijn naam heeft staan. Ook als in de bouw de kosten voor het totale ontwerpproces en engineering worden meegerekend bij de R&D-uitgaven, zoals gebruikelijk is bij andere sectoren, ontstaat er een ander beeld. In de bouw wordt volgens Van Tongeren [1996, p. 22] 6 tot 10% van de totale omzet aan ontwerpen uitgegeven, wat goed is voor 5 à 7 miljard gulden op jaarbasis. Om de kosten van het totale ontwerpproces te bepalen moeten alle honoraria voor architecten, adviseurs en de kosten voor management worden meegeteld. Bij producenten valt dan eveneens engineering en het maken van de werktekeningen onder de R&D-noemer. Dit betekent dat, als deze inspanningen ook worden meegerekend – 6 tot 10% van de omzet voor ontwerp en 5 tot 15% voor engineering [Octatube] – er substantiële bedragen aan R&D worden uitgegeven. Er wordt dus wel degelijk veel aandacht besteed aan R&D, maar hoe effectief dat gebeurt, is de vraag. Het gaat namelijk niet zozeer om de bedragen die worden geïnvesteerd in onderzoek, maar om het feit of de nieuw opgedane kennis wordt omgezet in producten die succesvol en winstgevend zijn op de markt [Kleinknecht 1999, EZ 2000]. Dit vermogen wordt in het rapport *Ruimte voor Industriële Vernieuwing* [EZ 2000] het vernieuwingsvermogen genoemd. En juist op dit punt scoort de bouw maar middelmatig [Gann 2000]. Volgens Pries [1995] zou dit te wijten zijn aan het feit dat innovatie in de bouw voornamelijk vanuit de technische mogelijkheden wordt benadert en niet zozeer vanuit de markt. Het aantal succesvolle product-innovaties blijft daarom achter, terwijl met dergelijke soort innovaties nu juist relatief veel toegevoegde waarde is te genereren [Jacobs 1996].

STIMULEREN VAN PRODUCTINNOVATIE

Productinnovatie is nodig om ontwikkelingen in de markt en veranderende regelgeving te kunnen opvangen. Denk bijvoorbeeld aan de producten die beschikbaar zijn gekomen door regelgeving op milieugebied. Het lanceren van nieuwe standaard- en systeemproducten door producenten wordt verder algemeen gezien als een belangrijke manier om winst te genereren. Het bedrijf dat als eerste met een innovatief product op de markt komt, heeft immers de gelegenheid om een groot deel van de markt te veroveren voordat er imitaties verschijnen, terwijl het eveneens een hoge winstmarge kan incasseren [Booz e.a. 1982].

Productinnovaties ontstaan niet zo maar. Om innovaties tot stand te brengen, moeten er initiatieven worden genomen door personen die de noodzaak hiervan inzien en bereid zijn zich hier concreet voor in te zetten. Bij productinnovatie wordt bijna automatisch gedacht aan producenten als initiator van productontwikkeling, ook in de bouw. Producenten nemen een belangrijke positie in bij productinnovatie. Met name bij standaard- en systeemproducten zijn zij degenen die initiatief nemen en uiteindelijk beslissen of de ontwikkelde producten worden opgenomen in het assortiment. Zij beschikken over recente, technische kennis en toegang tot productiefaciliteiten die nood-

zakelijk zijn voor de engineering en de productie van deze standaard- en systeemproducten.

Producenten zijn als aanbieders echter niet de enige partij die het initiatief tot innovatie kunnen nemen. Von Hippel [1988] heeft op basis van empirisch onderzoek geconstateerd dat bronnen van innovatie per industrietak sterk kunnen verschillen. De producent blijkt daarbij vaak niet de belangrijkste innovatiebron omdat, met name in de *business-to-business* markt, klanten belangrijke initiators zijn voor productinnovatie. Steeds vaker wordt benadrukt dat samenwerking tussen aanbieder en vragende partijen de meeste gunstige resultaten oplevert [Krijger 1991, p. 32].

Architecten leveren in de bouw ook een belangrijke bijdrage aan productinnovatie door nieuwe projectgebonden componentconcepten te ontwerpen, passend in een specifiek gebouwonwerp. Het initiatief komt tot stand vanuit de visie van de architect op het gehele ontwerp voor het gebouw of bouwwerk, waarvan de componenten slechts een deel uitmaken. In dit proces van projectgebonden componentontwikkeling vervullen producenten ook een belangrijke rol, omdat zij technische kennis, kunde en inzicht kunnen leveren en over productiefaciliteiten beschikken die nodig zijn voor de realisering van nieuwe materiële componentconcepten. Er is hier dus sprake van een combinatie tussen *market-pull* (architect) en *technology-push* (producent).

Architect en producent vervullen dus beiden een belangrijke rol bij productinnovatie. Maar ook constructie-, bouwfysische en installatie-adviseurs, bouwproductontwikkelaars, aannemers en projectontwikkellende bouwbedrijven kunnen een bijdrage leveren aan productinnovatie. Juist door de samenwerking tussen deze verschillende partijen kan synergie worden gerealiseerd op het gebied van bouwproductinnovatie.

DE MANUFACTURER-AS-INNOVATOR BIAS

Producenten worden beschouwd als de innovator bij uitstek. De betrokkenheid van producenten bij innovatie is over het algemeen ook meer publiek [Von Hippel 1988, p. 25] dan die van architecten of bij het bouwproces betrokken adviseurs. Producenten van standaard- en systeemproducten hebben er immers belang bij om nieuwe producten zo breed mogelijk bekend te maken aan hun doelgroep. Architecten hebben er gezien hun opdrachten meer belang bij zich bij hun public relations te richten op het totale gebouw en minder op de specifieke onderdelen. Als gevolg hiervan zullen door hen geïnitieerde componenten onderbelicht blijven. Dit versterkt het beeld van de producent als innovator.

Von Hippel spreekt in dit verband over de *manufacturer-as-innovator* bias, oftewel de algemene vooronderstelling dat producenten zorgen voor nieuwe producten. Dit beeld werkt negatief in de contacten tussen klanten en de producent [Von Hippel 1988, p. 118-120]. Volgens deze bias kunnen in de bouw aan de ene kant architecten de neiging krijgen te wachten op initiatieven van de producent voor nieuwe standaard- en systeemproducten. Anderzijds kan het ertoe leiden dat werknemers van producenten van standaard- en systeemproducten niet gespitst zijn om ideeën van klanten door te spelen aan degenen die intern verantwoordelijk zijn voor productontwikkeling. Verkopers worden vaak namelijk alleen beloond voor de hoeveelheid standaardproducten die zij verkopen.

Zij worden doorgaans niet gestimuleerd en / of beloond om bij klanten behoeften, productideeën en oplossingen voor productgerelateerde problemen te onderkennen. Dit verschijnsel is ook in de bouw vastgesteld [Emmitt 1997, Aldus²]. Marketingafdelingen, gericht op het inventariseren en analyseren van gebruikersbehoeften, verzamelen bij gebruikers meestal geen informatie over eventuele bronnen voor innovatie en andere bronnen voor het inventariseren van gebruikersbehoeften. Tenslotte kan de manufacturer-as-innovator bias zich voordoen in de R&D-afdeling van de producent. De werknemers zijn er veelal op gericht zelf nieuwe productideeën te vinden, en zullen daarom bewust of onbewust ideeën van buitenstaanders negeren. Dit wordt ook wel het *not-invented-here* (NIH) syndroom genoemd [Kanter 1983]. De *manufacturer-as-innovator* bias overheerst niet alleen in de praktijk, maar ook in het onderzoek naar productinnovatie. Om dit te ondervangen stelt Von Hippel dat er eerst sprake moet zijn van bewustwording voordat gezocht kan worden naar oplossingen.

Het vakgebied in de wetenschap dat productinnovatie onderzoekt wordt wel *New Product Development* (NPD) genoemd. NPD vindt voornamelijk plaats in andere bedrijfstakken dan de bouw. De onderzoeksresultaten van productinnovatie in de bouw zijn daarom beperkt. Productinnovatie in het algemeen, en meer specifiek voor bouwproducten, wordt in deze onderzoeken veelal gezien als synoniem met de ontwikkeling van standaard- en systeemproducten. Speciale producten vallen buiten beeld. NPD richt zich in het algemeen op producenten, conform de door Von Hippel gesignaleerde bias. De rol van producenten in productinnovatie krijgt hierdoor relatief veel aandacht in de literatuur. De aanbeveling van Von Hippel om de klant als belangrijke bron van innovatie-ideeën in te zetten, werd door velen overgenomen. Maar men blijft voornamelijk redeneren vanuit het standpunt van de producent van standaard- en systeemproducten. Hierdoor blijven in de bouw initiatieven voor het ontwerpen van componenten door architecten en de ontwikkeling en fabricage van projectgebonden componenten door gespecialiseerde producenten onderbelicht.

DE ROL VAN DE ARCHITECT IN PRODUCTINNOVATIE

In Nederland zijn ongeveer tweeduizend architectenbureaus [Dhondt e.a. 2000]. Architecten hebben door hun zeggenschap in het ontwerpproces mogelijkheden tot het ontwerpen van niet als standaard- of systeemproduct beschikbare gebouwonderdelen. Onder architecten bestaan twee tegenovergestelde meningen over het ontwerpen van componenten. Enerzijds zijn er architecten die menen dat het ontwerpen van componenten niet de taak is van architecten. Deze architecten beperken zich tot het componeren van gebouwen uit de op de markt beschikbare standaard- en systeemproducten. Anderzijds zijn er architecten die menen dat het ontwerpen van componenten wel degelijk deel uitmaakt van hun takenpakket. Zij trachten het ontwerp van het gebouw tot en met het conceptdetail te beheersen.

Bij een kwalitatief hoogstaand ontwerp voor een gebouw horen producten en details die passen in het gebouwconcept. Detailleren, het samenvoegen van onderdelen tot een bouwwerk, moet altijd gebeuren, of het nu standaard- en systeemproducten of nieuwe

producten betreft. Indien de benodigde producten niet op de markt aangeboden worden, kunnen ze speciaal ontworpen worden. Als representant van opdrachtgevers en gebruikers heeft de architect de verantwoordelijkheid om eisen en wensen van opdrachtgevers om te zetten in specificaties waaraan bouwproducten moeten voldoen, om deze vervolgens door te geven aan producenten. Architecten zijn hierdoor een belangrijke partij aan de vraagzijde van de markt; zij vervullen een rol als *market puller*. Door hier bewust mee om te gaan kunnen zij een voortrekkersrol vervullen bij de vernieuwing in de bouw. Op deze manier kan de architect een hedendaags bouwproductassortiment opbouwen dat niet alleen aansluit bij de eisen en wensen van opdrachtgevers maar ook bij de eigen ontwerpvisie. Dit levert een kwalitatief beter bouwwerk op waar opdrachtgevers, gebruikers én architecten bij gebaat zijn.

HET BELANG VAN INZICHT IN DE AANPAK VAN ONTWERPOPGAVES

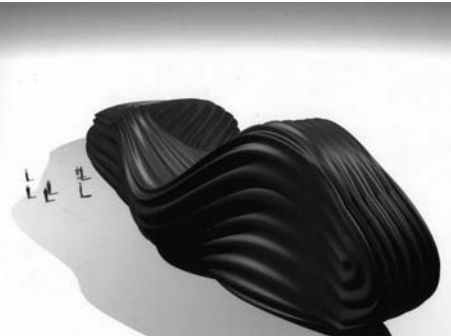
Er is sinds de overgang naar de industriële samenleving een steeds verdergaande en onomkeerbare specialisering van arbeid opgetreden. In de bouw is sinds het begin van de 19de eeuw een scheiding tussen ontwerpen en vervaardigen ontstaan [Gann 2000]. De hiermee gepaard gaande toename in het aantal betrokken partijen heeft het bouwproces complexer gemaakt. Op het gebied van materialen, bewerkings- en productie-technieken neemt de kennis snel toe, waardoor er andere ontwerp mogelijkheden ontstaan. Het toenemende besef bijvoorbeeld dat we het milieu zo veel mogelijk dienen te sparen en dat veiligheid en arbeidsomstandigheden in de bouw verbeterd dienen te worden, heeft tot gevolg dat meer kennis en inzicht in deze aspecten bij het ontwerpen noodzakelijk is. Dit stelt extra eisen aan de ontwerp opgave, evenals aan de gebruikte productie- en bewerkingstechnieken. De totaal benodigde kennis om een complex gebouw te realiseren, is daarom niet meer te overzien door één enkele persoon. Kennis wordt tegelijkertijd steeds belangrijker bij de onderlinge concurrentie van bedrijven. Alvin Toffler [1981] voorspelt in zijn boek *The Third Wave* een machtsverschuiving: kennis zal de macht van kapitaal en arbeid vervangen.

	Craft	Machine age	Digital age
Buildings	Bespoke, made from basic and some new materials.	Standard units made from off-the-shelf prefabricated parts.	Complex, made from components sourced internationally.
Skills	Multi-skilling.	Specialization of skills and de-skilling.	Specialists and integration skills – new 'high-tech crafts'.

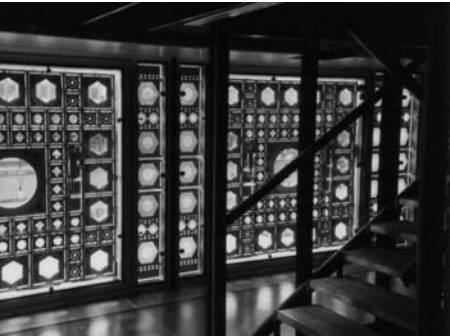
Tabel 1 Tijdperken en bijbehorende gebouwen en vaardigheden [gebaseerd op Toffler 1990, Gann 2000]

Ook Peter Drucker [1993] ziet kennis als de belangrijkste hulpbron en spreekt daarom over de ‘kennismaatschappij’. De komst van informatie- en communicatietechnologie (ICT) heeft consequenties voor allerlei aspecten van de samenleving. Het nieuwe digitale tijdperk heeft de vraag gecreëerd naar een nieuw type gebouw voor huisvesting van ICT-bedrijven. Patronen van werk, vrijetijdsbesteding, opleiding, zorg en reizen veranderen,

waardoor er nieuwe dienstverlenende bedrijven ontstaan [Gann 2000]. ICT zorgt ervoor dat bedrijfsgebouwen geschikt moeten worden gemaakt voor interne en externe datacommunicatie. Bedrijfsprocessen veranderen grondig door onder andere *just-in-time* (JIT) produceren, *concurrent engineering* bij productinnovatie, flexibele industriële productie, *co-makership*, kennismanagementsystemen voor interne kennisuitwisseling en contacten met leveranciers, samenwerkende bedrijven, klanten en telewerkende werknemers [Mitchell 1995]. Door deze veranderende bedrijfsprocessen worden andere eisen gesteld aan gebouwen. Er moet ruimte worden gezocht voor de bekabeling, servers, computers en andere eindapparatuur. De veelvuldige organisatieveranderingen die gepaard gaan met de introductie van deze technologie vragen om gebouwen die flexibel zijn in te delen en te gebruiken. Er is tevens een tendens om op gebouw- en stedenbouwkundig niveau meerdere functies te combineren, waardoor gebouwen complexer worden [Gann 2000]. ICT heeft ook invloed op bouwproducten. De ontwerp- en productieprocessen veranderen, maar er ontstaan eveneens nieuwe producten met een dynamisch in plaats van statisch karakter. Met dergelijke producten is het mogelijk bepaalde aspecten te beheersen en te reageren op veranderingen in de omgeving. Denk bijvoorbeeld aan intelligente gevels, klimaatbeheersingssystemen, veiligheidssystemen en de experimenten van Kas Oosterhuis om de huid van gebouwen te laten reageren op geluid.



Figuur 3 De ‘dropjes’ van Kas Oosterhuis



Figuur 4 Een intelligent klimaatbeheerssysteem

Ondertussen wordt de tijd die architecten over het algemeen krijgen voor een ontwerp steeds minder. Dit leidt tot de noodzaak van een efficiënt ontwerpproces, wat te bereiken is door routine te verwerven en doordachte werkwijzen te hanteren. Veranderingen in de omgeving eisen echter eveneens een efficiënt kennismanagementproces waarmee nieuwe inzichten snel in de gehanteerde werkwijzen opgenomen kunnen worden.

Om alle kennisgebieden in een ontwerp op te nemen wordt er steeds vaker in teams samengewerkt. Dit stelt hoge eisen aan de communicatie. De structurering en de methodologie van het ontwerpproces moeten hier aan zijn aangepast [Donker 1999, Heintz 1999]. Het niet reflecteren [Schön 1983] over ontwerpmethoden betekent voor architecten dat ze niet in staat zullen zijn de ontwerpvisie te realiseren die zij voor ogen hadden. Het is een belangrijke taak om in complexe bouwopgaven of opgaven waarbij

veel experts betrokken zijn het overzicht te bewaren, duidelijke afspraken te maken en de communicatie goed te structureren. Het gevaar dreigt dat een dergelijk complex ontwerpproces vastloopt, met als gevolg dat het project langer zal duren. In dat geval wordt het lastig, zo niet onmogelijk, om ook nog tot projectgebonden productinnovatie te komen. Het resultaat is dan waarschijnlijk niet meer dan een conglomeraat van bekende materialen, systemen en technieken, wat niet altijd een inspirerend of bevredigend antwoord zal zijn op het programma van eisen van de opdrachtgever, vooral als hierin ongebruikelijke eisen zijn opgenomen. Meer inzicht in ontwerpmethoden voor het gehele ontwerpproces, met inbegrip van componentontwerpprocessen, is voor architecten dus gewenst om de toenemende complexiteit van het gehele voorbereidingsproces binnen een kortere tijd te kunnen verwerken op een professioneel niveau. Hierdoor nemen eveneens de mogelijkheden toe om adequaat uitgewerkte en specifieke bouwcomponenten te gebruiken die het gebouwkarakter sterk bepalen.

In de jaren zestig werden computermodellen gezien als een oplossing voor ontwerp-problemen met een hoge graad van complexiteit. In voorraadbeheer en logistiek zijn deze modellen inderdaad baanbrekend gebleken. Resultaten zijn echter achterwege gebleven op gebieden met minder duidelijk omschreven problemen, de zogenaamde *wicked problems* [Rittel & Webber 1973]. Hiervan is sprake bij complexe en voortdurend veranderende processen, zoals bij ontwerp-problemen in de bouw. De verschillende manieren waarop deze slecht omschreven problemen geïnterpreteerd worden, het grote aantal betrokken aspecten en het niet op een structurele manier meten en evalueren van prestaties van (onderdelen van) bouwwerken hebben ertoe bijgedragen dat er in de bouw minder resultaat geboekt is met deze complexe computermodellen dan verwacht. Architecten zien zich de taak gesteld om aan de hand van vaak slecht omschreven en vaak wijzigende eisen en wensen te komen tot een gebouwontwerp dat voldoet.

Het is niet goed mogelijk om een nauwkeurige handleiding te schrijven voor ontwerpprocessen van gebouwen of de daarin voorkomende (deel)processen van productinnovatie, omdat elk proces in zijn geheel, in onderdelen of in aspecten anders is. Een bepaalde gebeurtenis zal zich door gewijzigde omstandigheden nooit precies op dezelfde manier herhalen [Waldrop 1994, p. 334]. Wel zullen delen van deze gebeurtenissen zich herhalen. Ontwerpmethoden voor architecten kunnen daarom niet worden gezien als vaststaande stelsels van voorschriften die bij accurate navolging altijd hetzelfde of het gewenste resultaat opleveren. Deze methoden behoeven aanpassing aan de specifieke ontwerp-opgaven. Elke ontwerp-methode is een middel tot ordening van handelingen, instrumenten en personen in het ontwerpproces dat, om goed te functioneren, zelf ook geëvalueerd dient te worden.

Een methode is bedoeld als raamwerk om overzicht te houden tijdens het ontwerptraject, om het te sturen en overleg met anderen mogelijk te maken. Het kan bijvoorbeeld gebruikt worden bij het maken van plannings, om na te gaan wanneer welke expert of welk hulpmiddel nodig is, en om te inventariseren of met alle facetten rekening wordt gehouden. Van den Kroonenberg en Siers [1992, p. 12], afkomstig uit de werktuigbouwkunde, stellen dat een methodische aanpak ervoor kan zorgen dat:

“...de vele aspecten die bij het ontwerpen een rol spelen ook daadwerkelijk aan de orde komen. Hierdoor wordt bereikt dat:

- het te snel naar oplossingen grijpen vermeden wordt;
- een goed overzicht van de ontwerpwerkzaamheden verkregen wordt;
- de kans verminderd wordt dat essentiële zaken over het hoofd worden gezien;
- het makkelijker wordt verantwoorde beslissingen te nemen;
- de kans op een doelmatig ontwerp vergroot wordt.”

Kennis van componentontwerpprocessen is een hulpmiddel bij het analyseren en sturen hiervan. Met deze kennis hebben architecten de mogelijkheid om actief bij te dragen aan het pallet van beschikbare bouwproducten. Zij kunnen er zo zelf voor zorgen dat er componenten worden geproduceerd die passen bij hun gebouwontwerpen.

ONDERZOEKSDOELEN

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in de rol die architecten spelen in productinnovatie op componentniveau in de bouw. Welke argumenten gebruiken architecten om nieuwe producten te ontwerpen en hoe realiseren zij dat? Er wordt architecten een theoretisch raamwerk geboden voor het ontwerpen van componenten om hiermee tot efficiënte productinnovatieprocessen te komen. Het onderzoek laat tevens zien dat verspreiding van informatie over speciale componenten invloed heeft op de totstandkoming van nieuwe standaard- en systeemproducten. Het ontwerpen en ontwikkelen van projectgebonden bouwcomponenten beïnvloedt immers de ontwikkeling van bouwtechnische kennis in de bouw. De vraag van architecten naar speciale bouwproducten zorgt ervoor dat de kennis in de industrie zich ontwikkelt in een bepaalde richting. Het beïnvloedt producenten bij het ontwikkelen van afgeleide, nieuwe standaard- en systeemproducten. Op basis van de ontwikkelde theorie over componentontwerpen en de verspreiding van de daarmee samenhangende informatie, kunnen daarom aanbevelingen worden gedaan voor het stimuleren van deze vorm van productinnovatie.

De doelen van het voorliggende onderzoek zijn kort samengevat: inzicht krijgen in de rol van architecten in processen van productinnovatie op componentniveau in de bouw. Het formuleren van een theoretisch raamwerk aan de hand waarvan architecten een persoonlijke ontwerpmethodiek met betrekking tot componentontwikkeling kunnen ontwikkelen en het formuleren van strategieën voor het stimuleren van het componentontwerpen door architecten.

De doelen en strategieën geformuleerd in het onderzoek zijn bepaald binnen de volgende voor de bouw voorspelde trends die consequenties hebben voor product-



Figuur 5 Er zijn steeds minder mensen die willen werken op de bouwplaats

vernieuwing [Pries 1995, Noordhuis e.a. 1998, Meijer 1999]: kwaliteit wordt belangrijker, de overheid trekt zich terug als opdrachtgever, het ontstaan van regionale en internationale segmenten in concurrentie, meer interesse van producenten in de laatste technische ontwikkelingen, duurzaam bouwen, veilig bouwen en meer samenwerkingsvormen.



Figuur 6 Er wordt steeds meer met componenten gebouwd

In de praktijk zijn ook trends aan de aanbodzijde waar te nemen die door middel van productinnovatie opgevangen kunnen of moeten worden zoals de gevolgen van de Arbeidsomstandighedenwet [De Jong 1998, 2000], de teruggang in het aantal (gespecialiseerde en algemene) bouwvakkers [Termaat & De Vries 1996] en de teruggang van gespecialiseerde kennis van bouwvakkers [De Graaf 1998].

UITGANGSPUNTEN

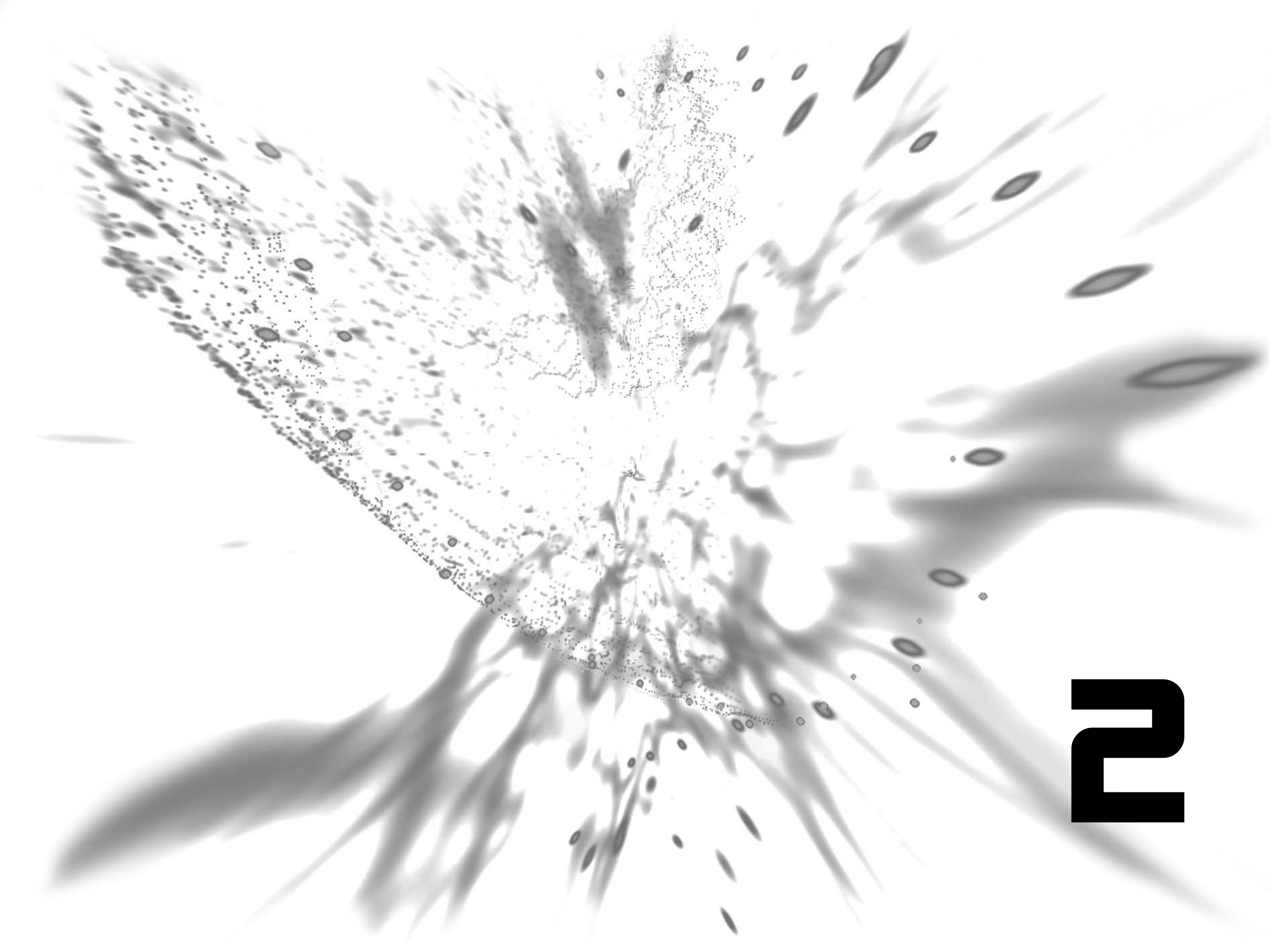
Voor dit onderzoek zijn drie uitgangspunten gehanteerd. Het eerste uitgangspunt, in navolging van Porter [1998], is dat de bouw gezien kan worden als cluster:

“Clusters are geographic concentrations of interconnected companies and institutions in a particular field.”
[Porter 1998]

Porter kijkt met name naar welke clusters op internationaal niveau opvallen. Niet alle onderzoeken naar clusters gaan echter uit van dit schaalniveau, er wordt ook gekeken naar clusters op nationaal en regionaal niveau. In Nederland onderscheidt men tien clusters waarvan de bouw er één is [Jacobs & De Man 1995]. Jacobs en De Man pleiten ervoor dat per bedrijfstak bekeken moet worden welk niveau het beste past. Voor de bouw is dit het regionale niveau. Jacobs en De Man [1995, p. 40] zijn er voorstander van om de term clusters te reserveren voor het macro-meso niveau en de term netwerk voor het micro-meso niveau. In het geval van de bouw is er sprake van meerdere reële netwerken in Nederland. Reëel omdat binnen deze netwerken bedrijven daadwerkelijk onderling contact hebben.

Het tweede uitgangspunt is dat de Nederlandse bouwnetwerken kunnen dienen als model voor andere Westerse bouwnetwerken. In vergelijking met investeringen in de bouwsector in andere landen, wordt er in Nederland niet minder besteedt [Louwe 1997, p. 5, Sebestyén e.a. 1992]. Het feit dat producenten van speciale componenten veelal op internationaal niveau opereren en de voorbeelden van componentenontwerpende architecten elders, doen veronderstellen dat de uitkomsten van dit onderzoek ook voor andere landen van toepassing zijn.

Het derde uitgangspunt van dit onderzoek tenslotte betreft het belang van innovatie. Vanuit het oogpunt van de bedrijfstak is het belangrijk dat er door middel van nieuwe bouwproducten steeds betere gebouwen kunnen worden opgeleverd. Met beter wordt hier bedoeld: effectiever, flexibeler, goedkoper, onderhouds- en / of gebruikersvriendelijker. Verder is het van belang dat er door nieuwe producten meer alternatieven beschikbaar komen waardoor het makkelijker wordt bepaalde ontwikkelingen aan de aanbod- en vraagzijde van de markt op te vangen. Bijvoorbeeld, als bepaalde technieken niet meer toepasbaar zijn omdat ze te duur worden of als er geen mensen meer zijn die deze techniek kunnen toepassen (aanbodzijde). Of omdat gebruikers van gebouwen bepaalde prestaties eisen die niet met bestaande producten kunnen worden gerealiseerd (vraagzijde). In Europees verband zijn, om dit belang veilig te stellen, afspraken gemaakt over innovatie met als uitgangspunt het belang van de consument. Dit belang van de consument is het kunnen kopen van producten met een zo hoog mogelijke kwaliteit voor een zo laag mogelijke prijs. De Europese Commissie probeert dit te waarborgen door het stimuleren van concurrentie in de markt en door het stimuleren van innovatie. Beide zijn in het belang van consumenten. Zij willen immers niet teveel voor de producten betalen, terwijl zij tevens willen kunnen kiezen voor producten die passen bij hun specifieke behoeften. Een vrije markt is daarbij belangrijk omdat concurrentie de marktprijzen onder druk houdt. Bij een ideaal evenwicht tussen de vraag van consumenten en het aanbod van producenten komen de productkenmerken exact overeen met de eisen en wensen van de klant. De producten zijn voor een aanvaardbare prijs te koop, terwijl voor de producenten de verkoopprijs voldoende is om voort te bestaan. Volgens de huidige economische theorie is deze evenwichtssituatie mogelijk in een wereld van vrije handel zonder handelsbeperkende maatregelen en zonder monopolies, noch aan producentenzijde, noch aan consumentenzijde. De werkelijkheid is echter niet statisch, maar dynamisch. Verandering in vraag- en aanbodzijde brengt de balans tijdelijk uit evenwicht, waarna een nieuw tijdelijk evenwicht gezocht moet worden.



2 INNOVATIE IN DE BOUW

*“In fact, there is no such thing as a low-tech industry. There are only low-tech companies.”
Michael E. Porter [1998]*

In dit hoofdstuk worden enkele kenmerken van productinnovatieprocessen in de bouw besproken en worden verschillende typen bouwproducten beschreven. Eerst wordt echter uitgelegd wat precies wordt bedoeld met innovatie en volgt een korte beschrijving van enkele innovatiesoorten.

WAT IS INNOVATIE?

Er zijn veel definities van het begrip innovatie in de literatuur. In publicaties over architectuur wordt het woord innovatie voornamelijk gebruikt voor de beschrijving van een ontwerpaanpak of het uiterlijk van een opgeleverd gebouw:

“For example when published in the architectural press journalists often refer to the design of the building as ‘innovative’ or state that the architect has worked in a manner regarded as ‘innovative’ by his or her peers. In architectural literature, therefore, the word is often used as a substitute for ‘creative’ and does not have the same meaning as the word in diffusion literature.” [Emmitt 1997, p. 44]

In dit onderzoek zal de term innovatie nadrukkelijk niet als synoniem voor creatief worden gebruikt.

In de bedrijfskundige literatuur zijn hele reeksen van definities verzameld¹. In deze talrijke definities zijn twee uitersten te ontdekken ten aanzien van het nieuweheidsaspect. Eén groep definities bekijkt de nieuweheid vanuit een alles overziend, mondiaal perspectief. Hier wordt van innovatief gesproken als het de eerste keer is dat een bepaalde activiteit of benadering van product, proces of markt ergens in de wereld wordt uitgevoerd. Een tweede groep definities hanteert het perspectief van het innoverende bedrijf. Nieuweheid wordt hier geïnterpreteerd als zijnde nieuw voor het betreffende bedrijf.

Discovery	New insight: finding something useful.
Invention	New technical trick for which, in principle, a patent can be granted but which might be utterly useless.
Innovation	First use of something new; first evidence that some end-user recognizes its usefulness and is prepared to pay for it.
Diffusion	Adoption of innovation in the marketplace.
Renewal	Adoption of innovation seen from within, i.e., introducing an innovation that is new to the organization but not to the outside world.
Improvement	Marginal innovation, i.e., operational improvement that, although original and useful, is of such a marginal nature that it hardly generates strategic impact.

Tabel 1 Definities van aan innovatie gelieerde termen [Van Gunsteren 1987]

In dit onderzoek is gekozen voor het perspectief ‘nieuw’ voor bedrijven in bouwnetwerken. Het gaat er immers om dat er producten ter beschikking komen die beter voldoen aan de eisen en wensen van klanten. Het is daarom van belang dat deze producten nieuw zijn voor vragende partijen en niet voor het betreffende bedrijf. Dit kan immers ook betekenen dat er een kopie van een reeds bestaand product op de markt komt. Tabel 1 geeft de definitie van innovatie zoals die in dit onderzoek wordt gehanteerd. Eveneens worden hier begrippen gedefinieerd die vaak worden verward met innovatie [Van Gunsteren 1987].

SOORTEN INNOVATIE

Er worden doorgaans drie vormen van innovatie onderscheiden: productinnovatie, procesinnovatie en marktinnovatie. Deze kunnen ook in combinatie voorkomen. Bij productinnovatie wordt een nieuw product ontwikkeld. Bij procesinnovatie wordt het verloop van het productieproces verbeterd. Bij marktinnovatie tenslotte wordt een manier gevonden om een nieuwe doelgroep in de markt aan te spreken.

Het onderscheid tussen product- en procesinnovatie is niet zo eenduidig als het op het eerste gezicht lijkt. Abernathy [1978] merkt op dat dit onderscheid varieert met het punt dat de waarnemer inneemt in het productieproces. Een nieuw product dat op de markt wordt gebracht door een bedrijf kan immers bij een ander bedrijf worden gebruikt om het productieproces te verbeteren. Dit betekent dat iets wat men in het eerste bedrijf ziet als productinnovatie, in het tweede bedrijf als procesinnovatie wordt gezien.

Nederlandse bouwnetwerken als geheel zijn sterker in procesinnovatie dan in productinnovatie. In de bouw zijn kleinere bedrijven volgens Pries [1995] vaker bij procesinnovatie betrokken en grotere bedrijven vaker bij productinnovatie. Als reden wordt hiervoor meestal gegeven dat productinnovatie vaak gepaard gaat met grote investeringen die door de kleinere bedrijven niet opgebracht kunnen worden [Roobeek 1987]. Volgens Porter [1985] zijn er twee, elkaar uitsluitende, strategieën waarop geconcentreerd kan worden: op basis van kosten of door middel van differentiatie en specialisatie. Jacobs e.a. [1992] beschrijven in de studie *De economische kracht van de bouw* de concurrentiestrategieën van bouwondernemingen²:

“De kleine ondernemingen volgen duidelijk een kostenstrategie. De grote Nederlandse bouwers daarentegen beweren te differentiëren, maar doen dit op het niveau van de werkmaatschappijen en de regionale dochters. Op die wijze proberen zij in alle segmenten van de markt actief te zijn, terwijl zij nauwelijks op basis van andere elementen concurreren dan de kleine ondernemingen en wél hogere kosten hebben. Dit wil zeggen dat op concernniveau geen beleid van specialisatie en differentiatie gevolgd wordt, van waaruit duidelijke prioriteiten op het gebied van bijvoorbeeld onderzoek en ontwikkeling worden uitgezet.” [Jacobs e.a. 1992, p. 129]

Voor producenten van bouwproducten lijkt het door Jacobs geconstateerde niet op te gaan. Doordat grote ondernemingen kunnen profiteren van de *economy of scale*, leggen kleine bedrijven zich veelal toe op de fabricage van specialistische producten [Van Dam, Octatube]. In de bouw zijn veel product- en procesinnovaties gerelateerd aan specifieke projecten, oftewel projectgebonden innovaties. Het tegenovergestelde hiervan zijn innovaties die tot stand worden gebracht met de bedoeling deze in meerdere projecten te gebruiken, de zogenaamde projectongebonden innovaties. Er zijn in de literatuur nog andere indelingen in soorten innovaties te vinden. Voor dit onderzoek is het van belang te realiseren dat niet alle innovaties dezelfde impact hebben.

IMPACT VAN INNOVATIES

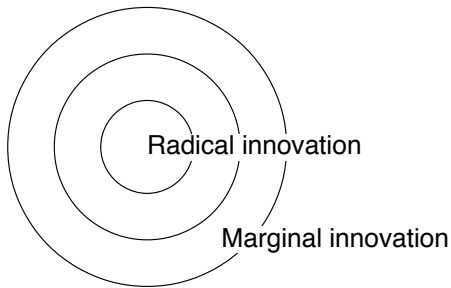
Niet alle innovaties zijn even ingrijpend. Een raamkozijn dat een andere kleur krijgt, heeft nu eenmaal minder consequenties dan de introductie van een raam dat de daglichttoetreding reguleert.

Innovatiedefinities met absolute nieuwheid als invalshoek zijn met name geschikt voor beschouwende studies, waarin innovaties in de loop van de tijd en in verschillende gebieden wordt vergeleken. Eekhout [1997, p. 35] pleit in dit kader voor het hanteren van de volgende categorie voor het bepalen van de nieuwheidsgraad van een product:

- absoluut nieuw - nieuw
- nieuw - nieuw
- nieuw
- vernieuwd
- imitatie

Eekhout kwalificeert innovatie als een niet-technische term, die in de bouw met name voor marketing- en publicrelationsdoeleinden wordt gebruikt en misbruikt. Dit is in tegenspraak met het merendeel van de definities in de innovatieliteratuur, waar met innovatie wel degelijk een bepaalde nieuwheidsgraad wordt aangeduid [Van Gunsteren 1987, 1992, p. 46]. De classificering van Eekhout schept daarom verwarring. Het is logischer om de term innovatie te reserveren voor de nieuwste categorie van bouwproducten.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende categorieën kleine en grote innovaties. In 1967 maakte Donald Schön onderscheid tussen *marginal* en *radical innovations*. Bij marginale innovaties wordt weinig of geen verandering van technologie vereist en hoeft de wetenschappelijke theorie niet te worden aangepast. Met radicale innovaties worden de technologie en de wetenschappelijke theorie wel aangepast. Hoe



Figuur 1 Impact van innovaties [Schön 1967]

radicaler de innovatie is, hoe minder rationeel en voorspelbaar het innovatieproces verloopt. In dit onderzoek worden marginale innovaties bestudeerd. In de loop van de tijd zijn de categorieën van impact van de verschillende soorten innovaties steeds meer verfijnd. Een voorbeeld hiervan is de matrix gemaakt door Lundgren [1991] aan de hand van de door Freeman en Perez [1988] gemaakte classificatie (zie tabel 2). Hierin worden de volgende categorieën onderscheiden:

- Incrementele innovaties: innovaties met een geringe impact die erop gericht zijn een bestaande technologie te verbeteren;
- Radicale innovaties: innovaties met een grote impact zoals de introductie van een nieuw materiaal, bijvoorbeeld de introductie van nylon;
- Veranderingen van ‘technologiesysteem’: een combinatie van incrementele en radicale innovaties die invloed heeft op meerdere bedrijfstakken en zelfs nieuwe sectoren kan doen ontstaan, bijvoorbeeld de introductie van kunststoffen;
- Veranderingen van ‘techno-economisch paradigma’: een combinatie van incrementele en radicale innovaties die invloed heeft op de hele economie, bijvoorbeeld de introductie van de micro-elektronica.

		The Scope of Innovations	
		minor changes	major changes
The Scale of Innovations	interrelated clusters of innovations	changes of technology systems	technical revolutions
	single innovations	incremental innovation	radical innovation

Tabel 2 Impact van innovaties van Lundgren [1991]

Henderson en Clark [1990] hebben, hierop voortbordurend, het begrip *architectural innovation*, oftewel architectonische innovatie geïntroduceerd. In deze innovatiecategorie is er geen sprake van nieuwe techniek, maar van bestaande technische concepten die op een nieuwe manier bij elkaar worden gebracht in een innovatief product. Een beroemd voorbeeld is de uitvinding van de walkman door Sony. Henderson definieert het zelf als volgt:

“Innovations that change the way in which the components of a product are linked together, while leaving the core design concepts (and thus the basic knowledge underlying the components) untouched, as ‘architectural’ innovation.” [Henderson & Clark 1990]

Ten grondslag aan deze innovatiecategorie ligt een onderscheid in het al of niet intact blijven van de technische basisconcepten en het wel of niet komen tot een nieuwe combinatie van concepten tot een product. In dit onderzoek bleken de door hen gebruikte aanduidingen in het schema verwarrend te zijn, en daarom is *core concepts* veranderd in *technology concepts* en *linkages between core concepts and components* in *composition of concepts*. Daarmee ziet hun schema er als volgt uit:

		Technology Concepts	
		reinforced	overturned
Composition of Concepts	unchanged	incremental innovation	modular innovation
	changed	architectural innovation	radical innovation

Tabel 3 Impact van innovaties gebaseerd op Henderson & Clark [1990]

Pavitt [1984] wijst er op dat er in innovatieliteratuur vaak naar het eindproduct wordt gekeken. Uitgaand van een bepaald eindproduct maakt het verschil of een onderdeel, een aspect of het geheel innovatief is. In de bepaling van de impact van de innovatie maakt het verder uit of de opgave, het concept, de middelen om het te realiseren of de detaillering nieuw zijn.

Volgens Pries [1995] vinden er voornamelijk incrementele innovaties plaats in de bouw. Het karakter van de innovaties verandert echter in de loop van de geschiedenis [Gann 2000]. In het pre-industriële tijdperk vonden voornamelijk incrementele verbeteringen van producten, bewerkings- en vervaardigingstechnieken plaats. Incidenteel was er sprake van een vinding die werd geïntegreerd in de kunde van de vakman. De uitvinding van de stoommachine door James Watt in 1769 zorgde voor een omwenteling in de gehele maatschappij. Met het industriële tijdperk en de daarbijbehorende grote industriële ondernemingen ontstonden mogelijkheden voor onderzoek en ontwikkeling op grote schaal. Overeenkomstig de productietechnologie van dat tijdperk lag de nadruk op het vinden van product- en procesinnovaties geschikt voor massaproductie. Met de huidige ICT is het mogelijk geworden om flexibel te produceren in kleine series of enkele stuks, specifiek voor de klant of het gebouw waarin zij worden verwerkt.

	Craft	Machine age	Digital age
Innovation	Adaption of new technologies diffusing into handicraft work.	Large-scale R&D; standard responses.	Large scale R&D; flexible solutions and site-based and project-to-project learning.
Technological change	Incremental adaptive change.	New materials, standardization and prefabrication.	Information technologies, new materials, biotechnology, pre-assembled parts.

Tabel 4 De verschillende tijdperken met de daarbijbehorende gerichtheid op innovatie [gebaseerd op Toffler 1990 en Gann 2000]

TYPEN BOUWPRODUCTEN

Productinnovatie is een vorm van innovatie. Maar alvorens verder hier op in te gaan, dient eerst duidelijk omschreven te worden wat een product is. Veel zaken, waaronder diensten, worden producten genoemd. Dit onderzoek beperkt zich echter tot fysieke, bouwtechnische producten, waaronder we het volgende verstaan: een fysiek bouwtechnisch voorwerp dat kan worden vastgehouden of aangeraakt, dat functioneert als onderdeel van een gebouw of bouwwerk en dat door menselijk handelen zijn huidige vorm heeft gekregen. De termen product en bouwproduct worden binnen het kader van dit onderzoek als synoniemen gezien en in de tekst door elkaar gebruikt. Van de volgende vijf productcategorieën wordt in deze studie gebruik gemaakt:

1 Producthiërarchie

Grondstof - materiaal - composietmateriaal - handelsmateriaal - element - component - bouwdeel - bouwsegment – gebouw [Eekhout 1997].

De hierboven vermelde producthiërarchie kan nog verder worden uitgebreid [zie Eekhout 1996, 1997]. In de producthiërarchie worden grondstoffen bewerkt en verwerkt tot steeds complexere bouwproducten. Bouwmateriaal is de materie die door de industrie in een aantal tussenstadia wordt omgezet in bouwproducten. De eenvoudigste producten die specifiek zijn voor de bouw, maar op de bouwplaats nog verwerking en afwerking behoeven, worden elementen genoemd (bijvoorbeeld bakstenen). Dit onderzoek richt zich op componenten. Zij kunnen worden gedefinieerd als in een fabriek geproduceerde, geassembleerde en bewerkte, uit elementen en subcomponenten bestaande gebouwonderdelen die zover in elkaar zijn gezet als het transport toelaat. Op de bouwplaats vindt montage en installatie plaats. Bewerking of afwerking van deze producten is op de bouwplaats niet meer nodig.

2 Mate van standaardisering / specialisering

De mate van standaardisering is gebruikt voor de indeling van de casestudy's en wordt hier daarom uitgebreider besproken. Bij het onderscheid tussen speciale, systeem- en standaardproducten gaat het erom waar deze producten worden ingedeeld tijdens de ontwerpfase van een bepaald bouwproject. Een product hoeft namelijk niet altijd tot dezelfde categorie te blijven behoren in de loop van de marketingtechnische levenscyclus.

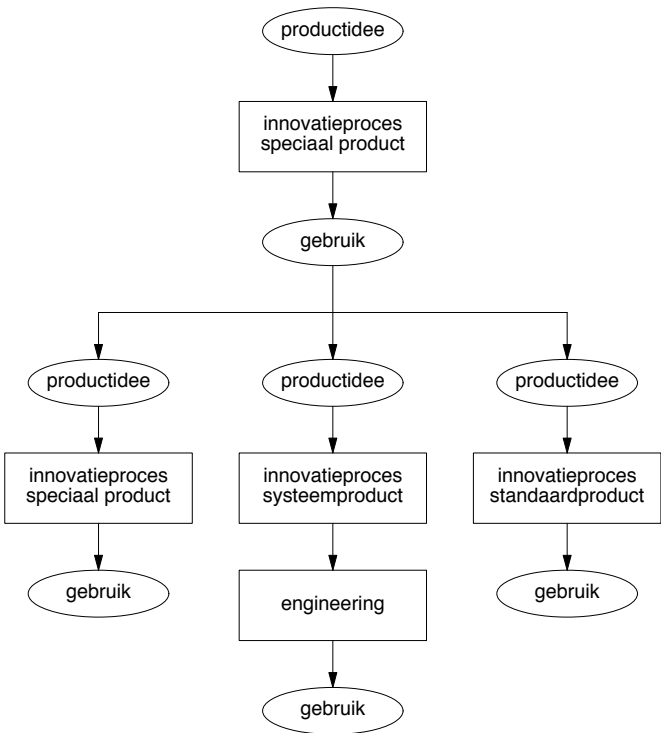
clus. De producent kan aan de hand van een vraag uit de markt besluiten een nieuw product te ontwikkelen voor een concreet bouwproject. Aan de hand van het door de architect reeds bedachte concept, of opgestelde randvoorwaarden, ontwikkelt het bedrijf de gevraagde projectgebonden producten. De producent heeft na afloop van dit project kennis vergaard en ervaring opgedaan, waarmee soortgelijke oplossingen kunnen worden gemaakt voor andere bouwprojecten in de vorm van duplicaten of systeemproducten die in bepaalde opzichten aangepast kunnen worden aan de eisen voor dat specifieke bouwproject. De producent kan er ook toe overgaan om het product als een onveranderbaar standaardproduct op de markt te brengen.

Er is daarom een hiërarchie te ontdekken oplopend van speciaal naar systeem- en uiteindelijk standaardproduct:

- Speciaal product
De producent krijgt een vraag van een klant waaraan niet kan worden voldaan met een bestaand product uit zijn assortiment. Een compleet nieuw product moet worden ontworpen voor een specifieke bouwopgave.
- Systeemproduct
De essentiële oplossingen zijn ontworpen, maar componenten die voldoen aan de gestelde eisen zijn niet direct te produceren omdat essentiële parameters door de klant moeten worden vastgesteld. Te denken valt aan de lengte die het product moet hebben of de krachten die het moet kunnen opnemen en die mede de doorsnede van het product bepalen.
- Standaardproduct
Het product wordt ontworpen door de producent of een productontwerper. Het wordt geproduceerd zonder directe bemoeienis van de klant. Alle producten zijn identiek, alhoewel de producent een aantal varianten in het assortiment kan opnemen die bijvoorbeeld verschillen in afmeting en kleur. De producent heeft in het productontwikkelingsproces reeds vastgelegd wat de precieze eisen zijn waaraan het betreffende product moet voldoen. Het is een logistieke keuze om deze producten op voorraad te produceren of te wachten op een order.

Deze opeenvolging geeft geen volgorde van belang aan. Hiermee wordt dus niet gezegd dat producenten ernaar moeten streven alle producten zover mogelijk te standaardiseren. Het is veeleer een strategische beslissing van de bedrijfsleiding of een product een systeem- of standaardproduct moet worden, of dat het bedrijf zich richt op het produceren van speciale producten.

Omdat een product in de loop van de tijd een andere graad van standaardisering kan bereiken, moet altijd worden aangegeven op welk moment het product tot een bepaalde categorie behoort. Verder is het zo dat deze drie categorieën niet strikt solitair bestaan. Er zijn vier overgangsvormen tussen de drie categorieën [Eekhout 1997]. Zo kan het zijn dat de klant ingrijpende beslissingen over indeling, omvang of uiterlijk van een systeemproduct kan of moet nemen. In dat geval is er sprake van een overgangsvorm tussen systeem- en speciaal product. Een standaardproduct verandert over het algemeen ook in



Figuur 2 Productinnovatiereeks

de loop van de tijd door veranderingen in technische, functionele, esthetische en economische eisen. Zo veranderen esthetische opvattingen in de loop van de tijd, of normen met betrekking tot technische productprestaties of productieprocessen. Als een product standaard is geworden betekent dit dus niet dat er geen verdere ontwikkeling meer plaatsvindt. De vraag of de toepassing de aanleiding was om het product te veranderen is het criterium of het een standaard- of een systeemproduct betreft.

De productinnovatieprocessen van deze drie productcategorieën zijn verschillend. Bij standaard- en systeemproducten dient er marktonderzoek plaats te vinden, dienen er marketingplannen te worden opgesteld en reacties van toekomstige klanten op het product te worden getest en geëvalueerd. Dit is bij speciale producten overbodig. De klant is immers niet anoniem.

Op gebouwniveau geredeneerd, geldt dat gebouwonwerpen vervaardigd door architecten meestal speciale producten zijn. Veel architecten streven ernaar om zichzelf niet te herhalen, daarom is in veel gevallen het beoogde aantal voor gebouwen slechts een enkel exemplaar. In het betreffende gebouw kunnen eenmalig speciale bouwcomponenten zijn verwerkt, waarvan het aantal over het algemeen groter zal zijn. De architect kan de intentie hebben deze componenten in dezelfde of gewijzigde vorm in toekomstige

projecten te gebruiken. Het auteursrecht van deze componenten kan zowel bij de architect als bij de producent liggen. Wanneer de architect het auteursrecht bezit, niet de intentie heeft om het product in toekomstige projecten toe te passen en niet wenst te onderhandelen over toepassing van dit product door andere architecten, is het echt een eenmalig toegepast speciaal product. Wel kunnen er imitaties op de markt verschijnen.

3 Projectgebonden of projectongebonden product

Een projectgebonden product wordt ontworpen en ontwikkeld voor een specifieke bouwopgave [Westra 1998]. Een projectongebonden product daarentegen, komt tot stand met als doel het in verschillende gebouwen toe te passen. Concrete projecten waarin het product zal worden toegepast zijn nog niet bekend in het productinnovatieproces, eventueel met uitzondering van een pilotproject dat gebruikt wordt als toepassingstest.

4 Samengesteldheid: enkelvoudig of meervoudig

Enkelvoudig of meervoudig samengesteld geeft aan of een product is opgebouwd uit elementen die op verschillende manieren kunnen worden samengevoegd of die in functie, techniek of vorm verschillen. Te denken valt aan een gevelsysteem dat is opgebouwd uit dragende elementen die op maat kunnen worden gemaakt en die ingevuld kunnen worden met verschillende soorten gevelpanelen. Deze panelen zijn op hun beurt weer opgebouwd uit meerdere elementen, die door subassemblage in de vorm van verschillende lagen worden samengesteld.

5 Productaantal

Unicum - multipel - kleine serie - middelgrote serie - grote serie of massa [Eekhout 1997].

De indeling naar productaantal tot slot, hangt voor een deel samen met het feit of het product ontworpen is voor bepaalde grootschalige en repeterende toepassingen (als standaardproduct) of eenmalig voor een specifiek bouwproject (als projectgebonden speciaal product). Voor zowel standaard- als speciale producten geldt dat door middel van het standaardiseren van het productieproces een hogere productkwaliteit kan worden bereikt tegen een lagere prijs, door leer- en schaafeffecten. De kwaliteit van het product zal ook veel constanter zijn dan bij het productieproces van nieuwe en eenmalig te fabriceren producten.

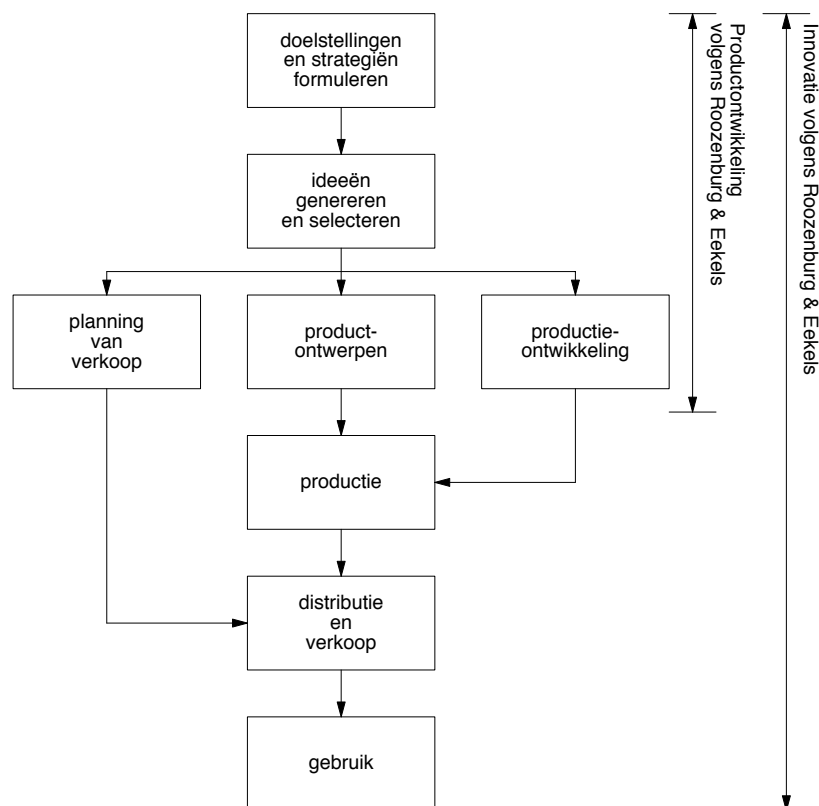
	Craft	Machine age	Digital age
Products	Materials	Standardised elements	Special components
Production process	Handicraft – emphasis on cost and quality.	Assembly – emphasis on cost and speed	Adaptable assembly – emphasis on quality, cost and speed.

Tabel 5 De verschillende tijdperken met bijbehorende productietechnologie en productsoorten [gebaseerd op Toffler 1990, Gann 2000]

Het beschikbare assortiment van bouwproducten waaruit gebouwen worden samengesteld is in de loop van de tijd veranderd. Dit hangt samen met de beschikbare productietechnologie en de manier waarop geconcentreerd wordt om de gunst van de klant [Bolwijn

& Kumpe 1991]. In de pre-industriële samenleving werden materialen over het algemeen specifiek en handmatig vervaardigd voor een bepaald gebouw. Er vond een verschuiving plaats naar machinaal geproduceerde producten in het industriële tijdperk. Bij deze industrieel vervaardigde producten paste een vergaande vorm van standaardisatie. Tegenwoordig zien we een tendens naar het consumentgericht produceren. Overeenkomstig hiermee maken veranderingen in de productietechniek in het digitale tijdperk het mogelijk om speciale componenten te vervaardigen voor een specifieke bouwopgave. Er worden verschillende functies geïntegreerd in componenten op basis van de eisen en wensen van de klant.

Aanvankelijk is dit onderzoek gestart met het zoeken naar cases van producten op componentniveau verspreid over de categorieën standaard, systeem en speciaal. Tijdens het onderzoek is besloten om de aandacht verder te richten op speciale bouwproducten. Seriegrootte en samengesteldheid zijn niet als criterium gehanteerd bij het zoeken naar cases (zie voor onderzoeksmethodologie hoofdstuk 5).



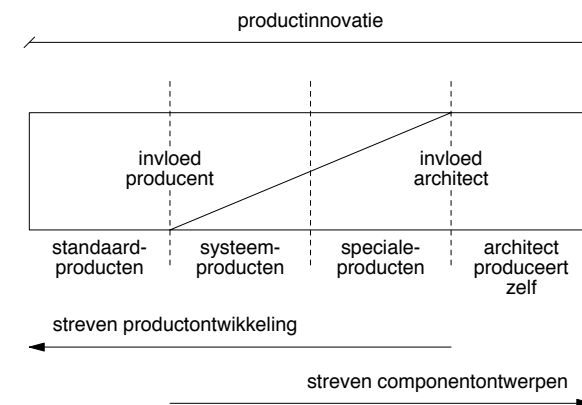
Figuur 3 Productontwikkeling volgens Roozenburg & Eekels [1991]

WAT IS PRODUCTINNOVATIE?

Productinnovatie kan door een aanbieder of vragende marktpartij worden geïnitieerd. Indien productinnovatie tot stand komt op initiatief van een producerend bedrijf wordt in dit onderzoek gesproken van productontwikkeling. Dit onderzoek richt zich op het tot stand komen van componenten op initiatief van architecten aan de vraagkant van de bouwproductenmarkt. Dit wordt in dit onderzoek componentontwerpen genoemd. Producenten spelen een rol in componentontwerpprocessen, terwijl architecten een rol spelen in productontwikkelingsprocessen.

Er is verschil tussen de activiteiten die wel en niet tot productontwikkeling worden gerekend. Eekhout [1996, 1997] richt zich op het bouwproduct en rekent alle activiteiten die nodig zijn voor de totstandkoming ervan tot het proces. Roozenburg en Eekels leggen de nadruk bij het beschrijven van het productontwikkelingsproces op de bedrijfsprocessen. Deze bedrijfsprocessen vormen slechts een onderdeel van het productontwikkelingsproces zoals Eekhout dat definieert. Roozenburg en Eekels laten de productie en het lanceren van het product op de markt buiten het begrip productontwikkeling. Dat is logisch gezien hun positie in de wereld van industriële ontwerpers, die veelal als zelfstandig bureau of als aparte bedrijfsafdeling door producenten worden ingezet op het traject dat zij afbakenen als productontwikkeling. Productontwikkeling, productie, lancering plus het gebruik van het product samen noemen zij innovatie. De rol van architecten is niet te verenigen met een perspectief dat zich richt op het bedrijfsbelang van de producent. In dit onderzoek wordt daarom het productperspectief van Eekhout overgenomen. Een dergelijk perspectief impliceert dat er productinnovatieprocessen te onderscheiden zijn die verschillen naar productsoort (zie hoofdstuk 3 § Procesmodellen van productinnovatie).

Bij standaard- en systeemproducten maakt marketing, met onderzoek en afstemmen van het product op de markt, een belangrijk onderdeel uit van het productontwikkelingsproces. Productontwikkelingsprocessen voor standaard- en systeemproducten zijn verschillend doordat bij systeemproducten een aantal productparameters niet ingevuld



Figuur 4 Invloed van producenten en architecten op productinnovatie

kunnen worden zolang de klant onbekend is. Het product moet nog afgestemd worden voor de toepassing in een specifiek project. Bij projectgebonden producten, hetgeen systeem- of speciale producten kunnen zijn, ligt dit anders. In dit geval is er direct overleg met een klant over een specifiek probleem. We spreken van componentontwerpen als architecten de beslissing nemen om een specifieke bouwcomponent te ontwerpen. In verband hiermee wordt meestal vóór of na de aanbesteding een producent als sparring partner geïnviteerd.

Een producent kan ontbrekende kennis over materialisering, bewerkings- en productiemogelijkheden bijdragen in dit veelal projectgebonden productinnovatieproces. Bij participatie in dit proces kan de producent als doel hebben ervaring en kennis op te doen die nodig is om in een later stadium een vergelijkbaar standaardproduct op de markt te brengen. Dit wordt meestal niet besproken tussen producent en klant. Aan het onderscheid tussen productontwikkeling en componentontwerpen liggen twee belangrijke redenen ten grondslag: het verschil in initiatiefnemer - en daarmee in belangen, doelstellingen en capaciteiten - en het al of niet ingebed zijn in het bouwproces. Vertaald naar de twee onderscheiden soorten producten geeft dit de volgende karakteristieken:

Karakteristieken voor het ontwikkelen van standaard- en systeemproducten:

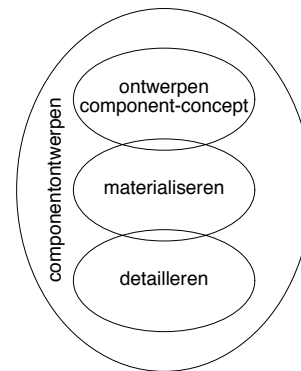
- Het ontwikkelingsproces staat los van eventuele bouwprojecten;
- Het hoofddoel is door middel van nieuwe producten het voortbestaan van het producerende bedrijf veilig te stellen voor de toekomst.

Karakteristieken voor het ontwerpen van speciale componenten:

- Het productinnovatieproces is gekoppeld aan een bouwproces. Dit bouwproces brengt randvoorwaarden met zich mee zoals: tijd, budget en hindernissen opgeworpen door bij het bouwproces betrokken personen;
- Het hoofddoel is met nieuwe componenten een gebouw te realiseren dat beter voldoet aan de gestelde eisen en wensen dan beschikbare standaard- of systeemproducten.

Deze twee aspecten waarop de productinnovatieprocessen verschillen, hebben consequenties voor onder andere de beschikbaarheid van tijd en geld, de productseriegrootte en de diffusie van informatie betreffende de innovatie binnen de bedrijfstak. De activiteiten ontwerpen, onderzoeken, ontwikkelen en engineering zijn sterk verbonden met de productinnovatieprocessen. De in dit onderzoek gehanteerde definitie voor ontwerpen³ is van toepassing op gebouwen, componenten en op andere bouwproducten.

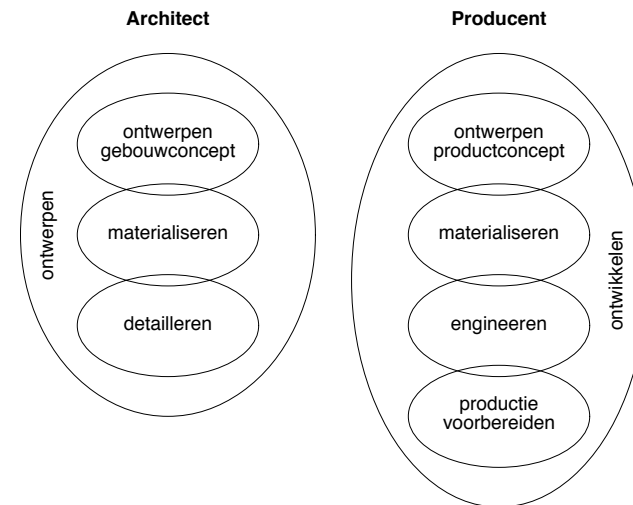
Figuur 5 Component-ontwerpen volgens architecten



Er kan verder een onderverdeling gemaakt worden in de bijdrage van verschillende partijen aan het productinnovatieproces en de activiteiten die uitgevoerd worden binnen dit traject. In dit verband is het onderscheid dat Rogers maakt tussen hardware en software van belang. Productinnovatie bestaat uit twee componenten: de 'hardware' oftewel de materiële kant en de 'software' oftewel de ideecomponent [Rogers 1995, p. 12].

In het kader van projectgebonden productinnovatie in de bouw verzorgt grof gezegd de architect de software, door middel van het bedenken van het productidee: het componentontwerp. De producent realiseert de hardware, de materiële verwezenlijking door middel van de productie. Tussen ontwerp en productie ligt een gebied van engineering en ontwikkeling.

Ontwikkelen en componentontwerpen overlappen elkaar gedeeltelijk op het gebied waar de ontwerper rekening houdt met de gebruikte materialen, de productiefaciliteiten en de werkwijzen, en de ontwikkeling het productidee beïnvloedt. Aangezien diverse partijen in de bouw over verschillende soorten domeinkennis beschikken die relevant zijn voor het productinnovatieproces ligt het voor de hand om advies en medewerking van andere partijen te zoeken.



Figuur 6 Ontwerpen volgens de architect en ontwikkelen volgens de producent

BIJDRAGE VAN VERSCHILLENDE PARTIJEN AAN PRODUCTINNOVATIE

Hoe komen productinnovaties in de bouw tot stand?

MARKET PULL VERSUS TECHNOLOGY PUSH

Succesvolle productinnovatie dient zowel het belang van de producent als van de klant [Lichtenberg 1996]. Als de producent zijn werk in het innovatieproces goed gedaan heeft,

zal een groep klanten in staat zijn gesteld een product aan te schaffen dat beter overeenkomt met hun eisen en wensen. Het benutten van nieuwe technologische mogelijkheden is daarom slechts één kant van de zaak als het gaat om succesvolle innovaties. In dit geval spreekt men van *technology push*. Naast *technology push* kunnen nieuwe producten ook ontstaan door *market pull* (ook wel *demand pull* genoemd). In het eerste geval biedt de producent producten op basis van nieuwe technieken aan. In het tweede geval worden er op verzoek van klanten nieuwe producten op de markt gebracht:

"The process of invention requires mutual determination of need and technology." [Schön 1967, p. 92]

Voor geslaagde productinnovatie wordt een evenwichtig samenspel tussen *technology push* en *market pull* noodzakelijk geacht, vooral in het geval van marginale innovaties. Producenten worden daarom geadviseerd de wensen van hun klanten te inventariseren en er in hun productontwikkelingsprocessen rekening mee te houden [Urban & Hauser 1993, Kotler 1994]. De veelal incrementele aard van innovaties in het bouwnetwerk wijst erop dat de vraagkant een belangrijke rol speelt bij het grootste deel van de productinnovaties. Producenten zullen immers geen variant op de markt willen brengen waar geen vraag naar is.

Prakke [1974] en vele anderen⁴ hebben bewezen dat de behoefte van de markt dominant is ten opzichte van technische maakbaarheid. Dat dit samenspel belangrijk is in de bouw, kan worden geïllustreerd door uitspraken van producenten. Het merendeel van de sprekers op een congres in december 1998 over Industrieel Flexibel en Demontabel Bouwen (IFD-bouwen) was afkomstig uit de industrie en liet weten dat IFD-bouwen technisch heel goed mogelijk is. Alleen, zij gaven aan te wachten tot de markt, bijvoorbeeld in de persoon van een architect⁵, vroeg om een concrete levering van bouwproducten voor een project, alvorens zij het ook daadwerkelijk wilden aanbieden.

Het is aangetoond dat *market pull* in de bouw in het Verenigd Koninkrijk een belangrijke rol speelt. Stone [1983] is tot de conclusie gekomen dat innovatie in de Britse bouw op verschillende manieren tot stand komt: de klant komt met nieuwe problemen, ontwerpers gebruiken nieuwe materialen om deze problemen op te lossen en aannemers gebruiken nieuwe materialen om bouwkosten te besparen. Dit resulteerde in een breed scala aan materialen en een groot aantal bouwmethoden op initiatief van de vraagzijde van de markt, wat duidt op *demand pull*.

Projectarchitecten vragen naar nieuwe, innovatieve bouwproducten op basis van hun eigen wensen, veranderende regelgeving en eisen en wensen van opdrachtgevers en gebruikers, daar waar bestaande standaard- en systeemproducten niet voldoen. Als producenten en productontwerpers hier op inspelen kunnen vraag en aanbod van bouwproducten dicht bij elkaar komen. Dit vraag- en antwoordspel zorgt ervoor dat er productinnovaties gevormd worden die inspelen op prestaties die de markt belangrijk acht.

In principe neemt door productinnovatie de productkeuze op de markt toe, ook door componentontwerpen. De toegepaste componenten zijn immers het bewijs dat dergelijke producten gemaakt kunnen worden. Bovendien kunnen producenten afgeleiden van de nieuwe componenten op de markt brengen in de vorm van een standaard- of systeemproduct. Een brede productkeuze biedt ontwerpteam vervolgens weer de mogelijkheid

met een beter passende oplossingen te komen in het kader van nieuwe bouwopgaven.

BIJDRAGE VAN DE PARTIJEN IN DE BOUW

Studies naar het succes van productinnovaties in relatie tot *market pull* en *technology push* tonen, zoals hierboven aangegeven, aan dat in het geval van succesvolle incrementele innovaties, de vraagkant een belangrijke rol speelt. Op grond hiervan zou je verwachten dat het initiatief voor innovatie afkomstig is van zowel de aanbieder als de vragende partijen. Dit lijkt in eerste instantie in tegenspraak met de uitkomsten van innovatiestudies in het bouwnetwerk:

"Innovatie wordt het meest gestimuleerd bij de toeleveranciers van bouwmaterialen. Hier is in de loop der tijd – zeker in de B&U-sector⁶ – een steeds groter deel van de productie terechtgekomen en van de innovaties tot stand gebracht." [Jacobs e.a. 1992, p. 135-136]

"De uitvoerende bouw is toepassingsgericht: er is een grote invloed vanuit de (bouw) toelevering en toeleverende sectoren die traditioneel niet tot de bouw worden gerekend." [Pries 1995, p. 152-153].

Type organisatie	Percentage product innovaties
aannemer	2.9
toeleverancier	82.7
architect	0
adviseurs	7.9
diversen	6.5

Tabel 6 Percentage productinnovaties per type organisatie [Pries 1995]

De toeleverende industrie wordt echter in het algemeen gezien als de partij die het grootste gedeelte van het aantal productinnovaties voor zijn rekening neemt. Pries [1995, p. 100] komt in zijn studie met het volgende overzicht dat laat zien in welke mate de verschillende partijen bij hebben gedragen aan productinnovatie. Hiertoef heeft hij de jaargangen

1946 t/m 1992 van *Bouw* en *Bouwwereld* nagekeken op nieuwe producten.

In deze tabel ligt het grootste aandeel van de innovaties bij de aanbieder kant van de markt. Pries tekent bij deze resultaten aan dat men voorzichtig moet zijn aannemers en architecten als minder innovatief te bestempelen gezien de manier waarop de data verzameld is:

"Een geringe rol wordt gespeeld door de uitvoerende bouw en door architecten. Hieraan kan echter niet de conclusie worden verbonden dat architecten en/of bouwbedrijven minder innovatief zijn. De informatieverzameling immers vertoont aspecten van imperfectie. Gewezen werd al op de relatieve onzichtbaarheid van bijvoorbeeld de incrementele verbeteringen en procesinnovaties. De invloed van het uitvoerende bouwbedrijf kan in werkelijkheid zo veel groter zijn." [Pries 1995]

Opvallend is dat wel wordt ingegaan op de mogelijke innovatieve kanten van de aannemerij, maar dat de lage score van architecten niet wordt geanalyseerd. De lage score van architecten kan worden gefalsificeerd door het bestaan van producenten van wie de omzet grotendeels gebaseerd is op speciale producten die op verzoek van de architect worden geproduceerd [Octatube, Van Dam]. Dat deze innovaties niet geregistreerd worden in bladen zoals *Bouw* en *Bouwwereld* komt doordat men zich voornamelijk richt

op standaard- en systeemproducten. Datzelfde principe wordt gehanteerd in de studie van Pries waardoor een groot deel van de innovatieve inspanning in de bouw buiten beeld blijft. Het typische van de bouw is nu juist dat men zich projectgewijs organiseert en dat nagenoeg alle eindproducten (gebouwen) van elkaar verschillen. Voor de realisatie van deze gebouwen worden projectgebonden producten gebruikt, die gewoonlijk buiten het zicht van innovatiestudies blijven. Ter illustratie volgt een vergelijking met de productie van televisies. Als Philips na enkele jaren van onderzoek een extra nieuw kunststofringetje in zijn televisies stopt, kan dit worden bestempeld als innovatie. Er is nu immers een verschil te constateren met het oude product. Omdat gebouwen in de regel allemaal anders zijn, vallen dit soort verschillen niet op. Gebouwen zijn, op een enkele uitzondering na, architectonische innovaties. Op het niveau van componenten en bouwdelen worden door architecten unieke assemblages gemaakt, waardoor er ook daar sprake is van architectonische innovatie. Studies die op basis van standaard- en systeemproducten vergelijkingen maken tussen branches en de bijdrage van verschillende partijen in het bouwnetwerk zijn daarom geen innovatiestudies, maar onderzoeken naar nieuwe standaard- en systeemproducten en -processen. Er is niet alleen sprake van een relatieve onzichtbaarheid van incrementele verbeteringen en procesinnovaties zoals Pries opmerkt. De gehele categorie van innovatieve, speciale producten (en processen) blijft onopgemerkt.

3 PRODUCTINNOVATIE

“Innovate or die” – Robert G. Cooper [1998]

In dit hoofdstuk wordt de geschiedenis van de productinnovatiebeschrijving behandeld. Vervolgens wordt gekeken naar procesmodellen en welke factoren van invloed zijn op productinnovatieprocessen.

GESCHIEDENIS VAN DE PRODUCTINNOVATIEBESCHRIJVING

Het inventariseren van de beschrijving van productinnovatieprocessenⁿ geschiedt vanuit twee invalshoeken, ten eerste vanuit het perspectief van de ontwerper(s) in de literatuur over ontwerpmethodologie, en ten tweede vanuit het perspectief van het producerende bedrijf in de bedrijfskundige literatuur. Dit heeft geresulteerd in verschillende modelleringen en karakterisering van ontwerp- en ontwikkelingsprocessen. Over component-ontwerpende architecten is momenteel nog geen literatuur beschikbaar. Hieronder volgt een kort overzicht vanuit beide invalshoeken.

INVALSHOEK ONTWERPMETHODOLOGIE

Met name in verband met de opkomst van computers sinds de jaren zestig zijn er verschillende ontwerpmethodologen geweest die het ontwerpproces hebben bestudeerd en die hebben gezocht naar manieren om het te systematiseren. Deze personen hadden zeer verschillende achtergronden. Zij waren afkomstig uit de cognitieve psychologie, de informatiewetenschappen, de filosofie, de sociologie, de linguïstiek, de kunsten en het ontwerpen [Lawson 1994]. Voor een definitie van de begrippen ontwerpmethodologie, ontwerpmethodiek en ontwerpmethodiek wordt verwezen naar de begrippenlijst.

In de jaren zestig, de begintijden van de ontwerpmethodologie, namen alle theoretici een Cartesiaans¹ standpunt in, zodat de ontwerpmethodologie werd opgezet in navolging van studies over de methodologie in de natuurkunde. Het ontwerp werd gezien als het

resultaat van het denkproces van één persoon, de architect of hoofdontwerper, die anderen kon raadplegen over bepaalde informatie, maar zelf de vertaalslag naar het ontwerp maakte. Geprobeerd werd een wetenschappelijk verantwoorde vorm te geven aan het ontwerpproces. Daartoe werd het gehele proces in onderdelen gesplitst en bij de verschillende delen de juiste techniek gezocht. Belangrijk idee hierbij was dat de ontwerper elke vooropgezette ontwerpopvatting los zou laten. Hierdoor zou men in staat zijn om een nieuwe visie op de problemen in de bouw te verkrijgen en verrassende ontwerp oplossingen te ontwikkelen. Rittell [1984] ontwierp begin jaren zeventig over de ontwikkelingen in de ontwerpmethodologie een theorie, waarin hij deze fase aanduidt als de 'Eerste Generatie'. De methode van deze fase was onder andere gebaseerd op analyse en kwantificering. De bedoeling was om alle deelprocessen zo goed mogelijk te coördineren, resulterend in een functioneel en efficiënt ontwerp. Het uiteindelijke doel was ontwerp problemen met de computer te kunnen oplossen.

Daartegenover stond het perspectief van het ontwerpen als groepsactiviteit. Dit perspectief werd belangrijk in de jaren zeventig. In de zienswijze van het marxistisch-existentialistische gedachtegoed moesten solistische ontwerpers het ontgelden samen met de daarbijbehorende ontwerpmethoden van de Eerste Generatie. Ontwerpers waren in die gedachtegang fout omdat zij het bouwproces optimaliseerden zodat efficiënter geld

omgezet kon worden in gebouwen, waarmee voor een stijging van de vraag gezorgd zou worden naar kapitalistische goederen. Veel ontwerpers wilden hierdoor geen ontwerpbeslissingen meer nemen en wilden de toekomstige gebruikers in een participatieprocedure zelf laten bepalen wat er gebouwd moest worden. Ondertussen werden burgers zelf ook mondiger. Ze waren het bijvoorbeeld niet eens met de manier waarop de stadsvernieuwing verliep. Er was duidelijk behoefte aan inspraak. Dit was dan ook het begin van de 'Tweede Generatie' ontwerpers.



Figuur 1 La Mémé van Lucien Kroll

Kenmerkend voor het hierbijbehorende proces was dat de belanghebbenden samen het ontwerp bepaalden en dat aan iedere deelnemer evenveel deskundigheid werd toegeschreven. Alle belanghebbenden waren derhalve gelijkwaardig. De ontwerper was niet langer de expert, maar fungeerde als een leraar die de anderen liet zien hoe ze een ontwerp konden maken. Deze methode leidde tot de kritiek dat totale participatie resulteerde in gebouwen die minder bruikbaar waren voor bewoners en gebruikers dan ze hadden kunnen zijn als architecten ze alleen hadden ontworpen.²

Als reactie hierop ontstond een 'Derde Generatie' [Broadbent 1977] die, parallel aan de falsificatietheorie van Karl Popper, een ontwerpmethodologie ontwikkelde die het goede van beide voorgaande generaties wilde combineren. Popper stelt in de falsificatietheorie dat de wetenschapper subjectief betrokken is bij het onderzoeksonderwerp. De onderzoeker zal veronderstellingen hebben over de fenomenen die worden waargenomen en

daarbij de neiging hebben om vooral te zoeken naar gegevens die de veronderstellingen onderbouwen. Het is volgens Popper echter van het grootste belang dat de wetenschapper juist zoekt naar gegevens die de hypothesen onderuit kunnen halen. Als bepaalde hypothesen deze pogingen tot weerlegging overleven is er een basis om ze als theorie voorlopig aan te houden, tot het tegendeel blijkt. De Derde Generatie verliet hiermee het principe dat iedereen even deskundig zou zijn en ging ervan uit dat de ontwerper een luisterende houding aannam ten opzichte van de opdrachtgever om de voorwaarden voor het ontwerp vast te stellen. De opdrachtgever had immers kennis over zijn eigen leefwijze, terwijl de architect expert was op het gebied van architectonische vormgeving.

In het onderzoek naar ontwerpmethoden is men tot nu toe voornamelijk op zoek geweest naar algemene uitspraken over het ontwerpproces. Lawson [1994] heeft een heel andere aanpak in zijn beschrijvingen van de ontwerpaanpak van individuele architecten. Hij probeert in tegenstelling tot anderen niet tot een generaliseerbare procesbeschrijving te komen, maar beschrijft hoe de aanpak van verschillende ontwerpers onderling afwijken. Uit zijn onderzoek blijkt dat er naast overeenkomsten ook duidelijke verschillen zijn tussen architecten.³

INVALSHOEK BEDRIJFSKUNDIGE LITERATUUR

Studies over productinnovatie van voor 1980 bekeken deze processen in het algemeen vanuit het gezichtspunt van de producent van standaard producten. Daarna kwam het besef dat de klant ook een belangrijke rol in het productontwikkelingsproces kon spelen. In de periode 1976 tot 1985 werd met name door Von Hippel [1976, 1978, 1982] gepubliceerd over de gebruiker als initiator van innovaties. De klant leverde hier het idee of zelfs een prototype aan de speciaal hiervoor uitgezochte producent. Naast het *Manufacturer-Active Paradigm* (MAP) ontstond zo het *Customer-Active Paradigm* (CAP). In deze periode ontstonden ook de eerder genoemde begrippen market push en technology pull [Prakke 1978]. Vanaf 1980 waren er ook geluiden te horen dat de klant niet alleen in de eerste fase van het productontwikkelingsproces van nut kon zijn, maar in het hele proces een rol kon spelen. Idealiter zou er sprake moeten zijn van een voortdurende interactie tussen klant en producent. Deze oproep tot samenwerking werd vanaf 1985 breder. Toen werd ook geadviseerd om andere partijen als universiteiten, distributeurs, toeleveranciers en concurrenten te betrekken bij het productontwikkelingsproces [Biemans 1992, Buijs & Valkenburg 1996].

Ondanks de grotere belangstelling voor andere partijen, die de producenten kunnen helpen bij het realiseren van een succesvol innovatief product, blijven onderzoeken voornamelijk vanuit het perspectief van de producent redeneren.⁴ In de bouw krijgt de invloed van architecten op productinnovatie weinig aandacht door deze zelfde gerichtheid op producerende partijen. Biemans [1989, p. 97-100] heeft in dit kader het *Customer-Active Paradigm* bekritiseerd, omdat zelfs hier de meeste aandacht gaat naar de rol van de producent. Dit paradigma laat bijvoorbeeld de mogelijkheid onbenut dat de klant ook kan besluiten zelf als ondernemer op te treden, en dat hij of zij de ontwikkeling en productie van het productidee op zich kan nemen⁵ [Foxall & Tierny 1984, p. 13]. Een voorbeeld hiervan in de bouw is architect Mick Eekhout die het bedrijf Octatube heeft opgericht om

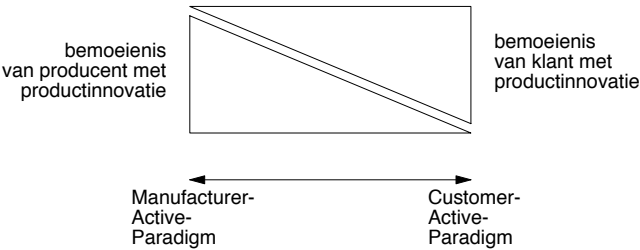


Figuur 2-4 Voorbeelden van space frame structures door Octatube (v.l.n.r. dak luchthaven Dubai, tropisch zwembad Bremen en douanecomplex in Hazeldonk)

ruimtelijke constructies te realiseren, omdat hij met zijn productideeën niet bij bestaande producenten terecht kon.

Als antwoord hierop is een geleidelijk verlopende schaal geïntroduceerd. Aan het ene uiterste van deze schaal staat de producent die als *technology pusher* een innovatie initieert. Via een om innovatie vragende klant, een *demand puller*, glijdt deze schaal naar het andere uiterste waar de klant entrepreneur wordt [Foxall & Johnston 1987]. Een dergelijke schaal past uitstekend binnen het netwerkmodel voor een bedrijfstak, waarin de verschillende actoren elkaars activiteiten op het gebied van productinnovatie beïnvloeden [Håkansson 1987, Biemans 1992, Oerlemans 1996, Wynstra 1998].

Hierna worden bedrijfskundige beschrijvingen van productontwikkelingsprocessen behandeld. De individuele ontwerpmethoden komen nader aan de orde in hoofdstuk 4.



Figuur 5 De verlopende schaal tussen CAP en MAP

PROCESMODELLEN VAN PRODUCTINNOVATIE

In deze paragraaf wordt een zestal algemene procesmodellen beschreven voor productontwikkeling. Daarna worden de modellen van Eekhout kort belicht, die specifiek voor de bouw zijn ontwikkeld en tot slot zal stil worden gestaan bij het gebruik van procesmodellen.

PROCESMODELLEN

De modellen laten alternatieve manieren zien waarop naar productinnovatieprocessen kan worden gekeken. Ze benadrukken verschillende onderdelen en aspecten van deze processen, al naargelang hun doel en uitgangspunt. De keuze voor een bepaald model

zou daarom moeten afhangen van het aspect dat men wil bekijken. Men onderscheidt zes categorieën.⁶

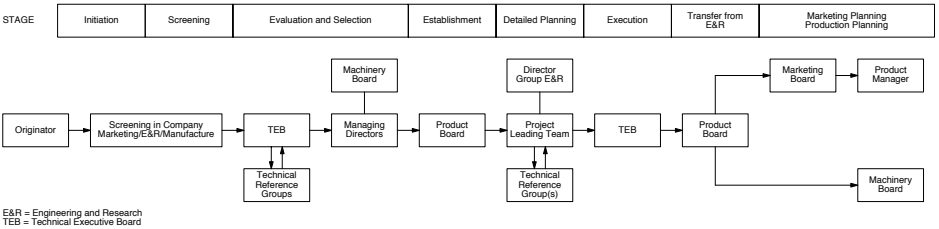
1 Modellen van evaluatiemomenten

Het overheersende paradigma voor innovatieprocesbeheer is het *stage-gate* systeem van Cooper [1990]. Dit wordt veel toegepast in het bedrijfsleven. De grondgedachte van dit systeem is om de innovatie in een aantal afgebakende fasen onder te brengen. Aan

Stages Development Process
1: Idea
2: Preliminary assessment
3: Concept
4: Development
5: Testing
6: Trial
7: Launch

Figuur 6 Voorbeeld evaluatiemodel [Cooper 1990]

het einde van elke fase is een controlepunt of *gate*. De projectleider van het multifunctionele team dient een aantal vaststaande handelingen af te ronden voordat het project naar de volgende fase kan. Dit wordt beoordeeld door een aantal managers in een stuurgroep. Zij kunnen de afronding van een bepaalde fase als volgt beoordelen: *go / kill / hold / recycle*. Voordeel van dit instrument is dat het discipline in het innovatieproces brengt, waarbij het duidelijk is in welke projectfasen iets wordt verwacht van de betrokkenen [Cooper 1998].



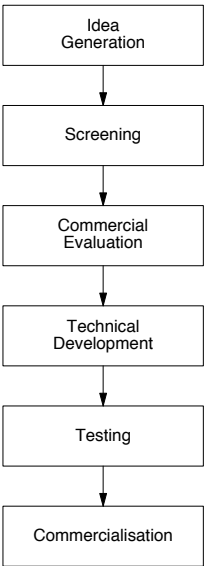
Figuur 7 Voorbeeld organisatiemodel teams en evaluatieraden
bron: M.A. Saren [1984] (gebaseerd op Granstrand & Fernlund [1978])

2 Organisatie van teams en evaluatieraden

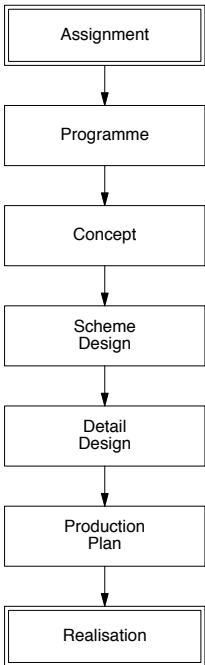
In deze modellen wordt aangegeven wie wanneer bij het productinnovatie-proces betrokken is voor een bepaalde expertise, of een bepaald beslissingsmoment. In ‘zuivere’ modellen van dit type zijn de activiteiten onbeschreven. Om aan te geven wanneer de verschillende personen en teams erbij betrokken zijn, wordt vaak een combinatie met een evaluatie- of activiteitenmodel gemaakt.

3 Organisatie van activiteiten

Een activiteitenmodel toont de verschillende fasen in het productinnovatie-proces die doorlopen moeten worden om van idee naar product te komen. Deze fasen kunnen ook als deelprocessen worden beschouwd omdat zij elk een ander deelaspect van het ontwerpproces voor hun rekening nemen. In dit model wordt de volgorde van deze deelprocessen gespecificeerd. Een activiteitenmodel kan helpen bij het bepalen wanneer in het proces bepaalde gereedschappen, materialen en personen nodig zijn en wanneer bepaalde methoden en technieken behulpzaam kunnen zijn. Bijvoorbeeld methoden voor het organiseren van productinnovatieprocessen of technieken met betrekking tot creativiteit, kwaliteit en kosten



Figuur 8 Voorbeeld activiteitenmodel
bron: M.A. Saren [1984] (gebaseerd op Baker & McTavish [1976])



Figuur 9 Voorbeeld model met tussenproducten,
gebaseerd op Roozenburg & Eekels [1991]

4 Opeenvolging van tussenproducten

Vergelijkbaar met het hiervoor beschreven model is de manier waarop de *Royal Institute of British Architects* (RIBA) het ontwerpproces van architecten beschrijft [Lawson 1990, p. 24]. De RIBA [1965] onderscheidt in het ontwerp van een gebouw een aantal fasen. Lawson merkt terecht op dat deze fasering eigenlijk een opsomming van de tussenproducten in het bouwproces betreft die onder de verantwoordelijkheid van de architect vallen. Dit *Plan of Work* beschrijft dus niet de eigenlijke werkzaamheden van de architect.

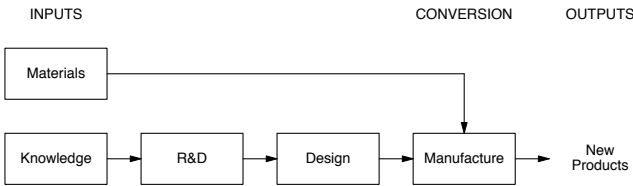
Briefing	Inception
	Feasibility
Sketch Plan	Outline proposals
	Scheme design
Working Plans	Detail design
	Production information
	Bills of quantities
	Tender action
Site Operations	Project planning
	Operations on site
	Completion
	Feedback

Figuur 10 The Plan of Work van de RIBA

Voorlopig ontwerp	een ruimtelijke en architectonische voorstelling van het bouwproject
	toetsing en inpassing van constructies en W-/E- installaties
	voorlopige raming van de bouwkosten
Definitief ontwerp	globaal inzicht in de opbouw van de investeringskosten
	een ruimtelijke en architectonische bepaling van het bouwproject
	bouwkundige integratie van constructies en W-/E- installaties
	materialisering en dimensionering van het bouwkundig werk en principe-detailtering voor zover nodig voor de architectonische bepaling
Bouwvoorbereiding	een raming van de bouwkosten
	het bestek
Prijs- en contractvorming	een begroting van de kosten voor de bouwkundige werken
	een voorstel voor de prijsaanbieding
	het verkrijgbaar stellen van het bestek
	het geven van inlichtingen en aanwijzingen en het opmaken van nota's
Uitvoering en oplevering	het, zonodig, voeren van prijsoverleg met de aannemer
	het voeren van directie
	het opnemen van werk en het vaststellen van het proces-verbaal van oplevering
	het, zonodig, opnemen van het werk na de onderhoudsperiode en het vaststellen van het proces-verbaal ervan

Figuur 11 Fasering van het bouwproject volgens de BNA

In dit *Plan of Work* is geen aparte ruimte afgebakend voor componentontwerpen of het produceren van projectgebonden componenten. Ditzelfde geldt voor de fasen die de Bond van Nederlandse Architecten (BNA) onderscheidt [BNA 1998].



Figuur 12 Voorbeeld transformatiemodel
Bron: M.A. Saren [1984] (gebaseerd op Twiss [1980])

5 Proces van transformatie

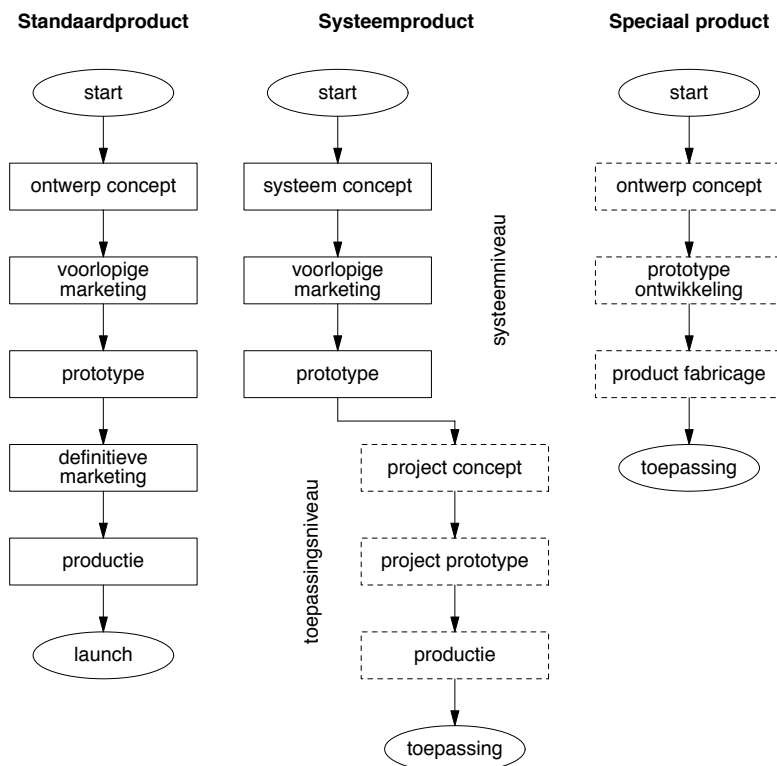
Deze categorie van modellen laat zien via welke stadia initiële kennis en middelen worden omgezet in een nieuw product. Het model toont de ingrediënten en de resulterende (rest)producten van het proces. Gecombineerd met een model van tussenproducten of een tijdspad is duidelijk wat en wie op welk tijdstip in het proces nodig is.

6 Combinatie

De zesde categorie is een combinatie van twee of meer van bovengenoemde modellen.

Productontwikkelingsmodellen van Eekhout

Eekhout [1997] heeft productontwikkelingsprocessen beschreven die specifiek zijn voor de bouw vanuit het perspectief van de producent. Hij onderscheidt verschillende processen voor het tot stand brengen van standaard-, systeem- en speciale producten. Deze procesbeschrijvingen kunnen gekenmerkt worden als activiteitenmodellen. Figuur 13 laat de fasen zien die Eekhout onderscheidt voor standaardproducten. Het onderscheid dat hij maakt tussen de ontwikkeling van standaard-, systeem- en speciale producten wordt in dit onderzoek gebruikt als uitgangspunt.



Figuur 13 Productontwikkelingsprocessen van bouwproducten [Eekhout 1997]

Gebruik van modellen

Procesmodellen kunnen twee verschillende doelen dienen: het formuleren van descriptieve en prescriptieve uitspraken. Descriptieve modellen dienen om het proces beter te begrijpen. Prescriptieve modellen dienen om te beschrijven hoe een dergelijk proces er idealiter uit moet zien.⁷

Dat een bepaalde menselijke handeling in een model gevangen kan worden (interne randvoorwaarden) wil niet zeggen dat voorspeld kan worden wat er gaat gebeuren in elke situatie (externe randvoorwaarden). Het model kan alleen vertellen wat er waarschijnlijk moet of gaat gebeuren. Of het productinnovatieproces tot een goed einde komt, is echter niet te voorspellen. Verstandelijke kennis van productinnovatieprocessen is daarom geen garantie voor succes. Of zoals Lawson zegt:

"Knowing that design consists of analysis, synthesis and evaluation linked in an iterative cycle will no more enable you to design than knowing that the movements of the breaststroke will prevent you from sinking in a swimming pool. You will just have to put it all together for yourself." [Lawson 1990, p. 28]

Ontwerpers, waaronder architecten, zeggen in de praktijk weinig te hebben aan deze descriptieve en prescriptieve modellen. Dit zou te maken kunnen hebben met het bovenstaande, maar ook met een verschil in benadering tussen architecten en wetenschappers. Lawson [1979] heeft experimenten uitgevoerd om verschillen in aanpak van een probleem tussen architecten en wetenschappers te onderzoeken. Hij ontdekte dat zij verschillende strategieën gebruikten. De wetenschappers hadden een probleemgerichte strategie, zij gingen op zoek naar de wetmatigheid achter het probleem. De achterliggende redenering daarbij was, dat door eerst een algemeen geldende regel op te sporen ze daarna een goede oplossing voor het probleem zouden kunnen vinden. De architecten daarentegen kozen voor een oplossingsgerichte strategie. Zij probeerden eerst te berekenen wat de ingrediënten voor de oplossing zouden kunnen zijn en probeerden deze vervolgens aan elkaar te passen. Als dat niet lukte, probeerden ze een onderdeel in te wisselen voor iets wat daar op leek en het dan weer in elkaar te zetten. Analyse, het begrijpen van het probleem en synthese, het genereren van een oplossing, lopen voor ontwerpers erg door elkaar heen. Schön [1983] bevestigt deze oplossingsgerichtheid, maar pleit ervoor dat architecten zich bewust worden van het belang van probleemdefinitie omdat hiermee de randvoorwaarden voor de oplossing worden geschapen.

Ondanks het feit dat praktiserende architecten zeggen weinig aan procesmodellen te hebben, worden deze procesmodellen wel gebruikt. Ten eerste worden onderzoeksresultaten die van nut zijn voor ontwerpers vaak gekoppeld aan procesmodellen. Met behulp van dergelijke aanbevelingen en / of hulpmiddelen kunnen ontwerpers hun processen optimaliseren. Een procesmodel wordt dan gebruikt om aan te geven waar in het proces de aanbevelingen of de hulpmiddelen van nut kunnen zijn. Procesanalyses kunnen ook gebruikt worden om te onderzoeken hoe menselijke activiteiten geheel of gedeeltelijk te vervangen zijn door machines. Daarbij moet vanuit socio-technisch standpunt in de gaten worden gehouden dat men bezig is het handelen van mensen te reorganiseren. Er moet ruimte blijven voor verantwoordelijkheid en creativiteit [De Sitter 1994]. De sociale kant wordt vaak vergeten bij het modelleren, hetgeen een belangrijke

oorzaak is van het feit dat opgestelde modellen vaak niet werken zoals verwacht. Ten tweede worden procesmodellen gebruikt voor het structureren van de communicatie, de coördinatie van de activiteiten van verschillende participanten en het maken van afspraken over deadlines in het productinnovatieproces. Verder hebben procesmodellen een functie in het onderwijs: ze dienen om studenten uit te kunnen leggen hoe ontwerpprocessen zijn samengesteld. Het is voor studenten zaak om de kennis die in deze procesbeschrijvingen opgesloten zit te herkennen of te absorberen en tot een persoonlijke routine te laten worden.

De theoretische activiteitenmodellen van de productinnovatieprocessen blijven vrijwel hetzelfde door de jaren heen, maar de methoden en technieken die bij de uitvoering van deze processen worden gebruikt, veranderen wel. Door het gebruik van andere methoden verandert ook onze kijk op het productinnovatieproces. Zij beïnvloeden de manier waarop de dingen gedaan worden en de snelheid waarmee dat gebeurt. Zo heeft de overgang van een seriële naar een parallelle organisatievorm van het productontwikkelingsproces grote invloed op productinnovatieprocessen gehad (zie volgende paragraaf). Ook de introductie van andere productietechnieken en materialen kan voor verandering in productinnovatieprocessen zorgen. Een nieuw materiaal kan bijvoorbeeld de benodigde toleranties beïnvloeden, waardoor er nauwkeuriger gedetailleerd moet worden en de onderdelen preciezer op elkaar aan moeten sluiten. Of het kan zijn dat voorgenomen bewerkingsmethoden niet voldoen. De communicatie tussen de verschillende participanten wordt daardoor belangrijker. Als de communicatie te kort schiet, en dit probleem kan niet binnen de huidige productinnovatiestructuur worden opgelost, dan kan dat ervoor zorgen dat het productontwerpproces anders georganiseerd wordt. Zo niet, dan moeten alle tekortkomingen in de productiefase worden opgelost.

INVLOEDSFACTOREN

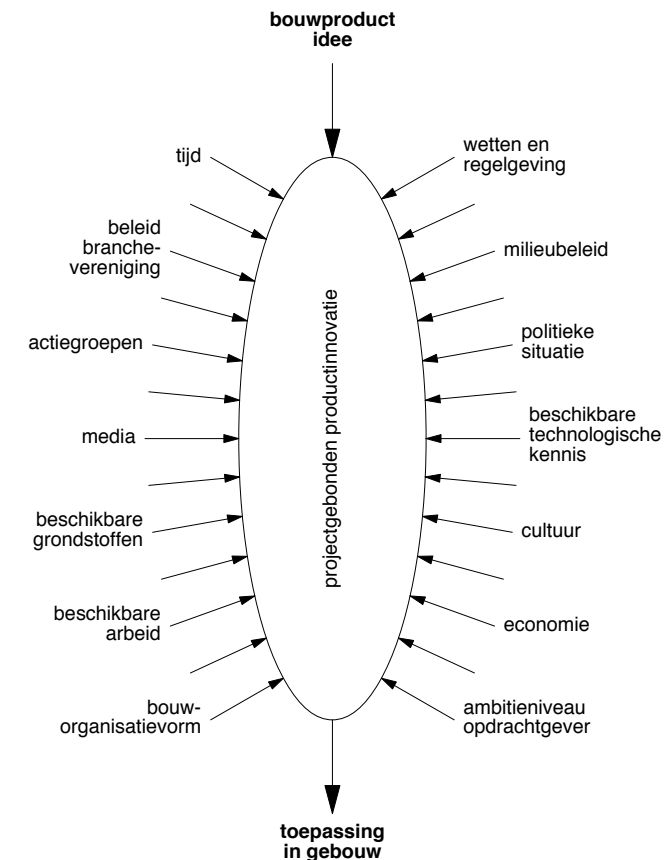
Het verloop van het productinnovatieproces wordt beïnvloed door verschillende factoren. Kennis van deze factoren zal het vermogen doen toenemen om deze processen te beïnvloeden. Deze factoren worden in dit onderzoek ingedeeld in externe en interne factoren. Externe factoren zijn factoren die de randvoorwaarden vormen waarbinnen de nieuwe componenten tot stand moeten worden gebracht. Deze factoren zijn evenals de interne factoren te beïnvloeden, maar maken ook deel uit van andere processen en zijn daarom indirect van invloed op het componentontwerpen. Interne factoren zijn zaken die in het productinnovatieproces te beïnvloeden zijn.

INVLOED VAN EXTERNE FACTOREN

Een van de belangrijkste externe factoren bij de ontwikkeling van speciale producten is de inrichting van het bouwproces, omdat dit op vele manieren het ontwerpen en ontwikkelen van een projectgebonden product beïnvloedt.

Verder zijn er nog tal van andere externe factoren zoals te zien is in figuur 11. Omdat het betreffende bouwproces in het geval van projectgebonden productinnovatie de belangrijkste rationele externe factor is, zal deze wat uitvoeriger worden behandeld. Het

bouwproces beïnvloedt projectgebonden productinnovatie door de gekozen organisatievorm en door de factoren waarop dit bouwproces wordt aangestuurd. De vier belangrijkste organisatievormen in het Nederlandse bouwproces zijn volgens Menheere [1993]: de klassieke organisatie, het bouwteam, turnkey en projectontwikkeling voor risico van de bouwondernemer.



Figuur 14 Externe invloedsfactoren op productinnovatie

Klassieke organisatie

In de klassieke organisatie zijn de verantwoordelijkheden met betrekking tot ontwerp en uitvoering gescheiden. De architect, die namens de opdrachtgever het bouwproces begeleidt, is verantwoordelijk voor het ontwerp. De aannemer, die via een meervoudige aanbesteding het werk heeft aangenomen, is verantwoordelijk voor de uitvoering. Hij levert capaciteit, materiaal, organisatie en logistiek. Bij deze bouworganisatievorm wordt tussen de aannemers voornamelijk op prijs geconcurrereerd. Dit dwingt de aannemer ertoe

de uitvoering zo efficiënt mogelijk te laten verlopen. Van deze beroepsgroep kunnen dus procesinnovaties verwacht worden die leiden tot een grotere efficiëntie. Architecten kunnen productinnovatie initiëren door zelf componenten te ontwerpen of in dialoog te gaan met producenten.

Bouwteam

In het bouwteam zitten normaliter: opdrachtgever, architect, hoofdaannemer, bouwmanager, adviseurs, onderaannemers en hun ontwerpers of producenten. De aannemer hoeft niet noodzakelijkerwijs de hoofduitvoerder van het project te zijn. Hij of zij verschaft informatie over de uitvoering en de kosten in de voorbereidende fase. In veel gevallen is de aannemer echter ook de uitvoerder. De hoofdaannemer wordt voornamelijk gekozen op basis van kwaliteit en capaciteit. In deze bouworganisatievorm kan er meer aandacht zijn voor kwaliteit. Voor een redelijke prijs kan worden onderhandeld door de bouwmanager of kostencalculator. Omdat er ruimere mogelijkheden zijn om in deze organisatievorm in een vroeg stadium producenten en de aannemer mee te laten denken over specifieke projectproducten, zijn de kansen op een nieuw projectspecifiek product groter dan in de klassieke organisatievorm.

Turnkey organisatie

Hier zoekt de opdrachtgever op basis van zijn programma van eisen een bouwondernemer die ontwerp en uitvoering van het project voor zijn rekening neemt voor een vaste prijs. Tussen de bouwbedrijven wordt daarmee op prijs en kwaliteit geconcurrereerd. Als de bouwondernemer vaker turnkey projecten in hetzelfde marktsegment realiseert, bijvoorbeeld zwembaden of gevangenissen, loont het de moeite om aan productinnovatie voor deze projecten te doen [Menheere 1993]. De gunstigste strategieën waarvoor het bedrijf kan kiezen zijn: hetzelfde voor minder geld of meer voor hetzelfde geld. Over het algemeen zijn bouwondernemingen die een dergelijke bouworganisatievorm aanbieden hoofdaannemer. Hoewel architectenbureaus deze vorm ook aan kunnen bieden, gebeurt dit eigenlijk niet op de Nederlandse markt.

Projectontwikkeling voor risico van het bouwbedrijf

De verantwoordelijkheden voor ontwerp en uitvoering liggen net zoals bij de turnkey organisatie bij de bouwondernemer. In dit geval neemt de bouwondernemer echter ook het initiatief. De consequentie hiervan is dat het ontwerp niet optimaal op de eisen van de klant afgestemd kan zijn, omdat deze ten tijde van het initiatief nog niet bekend is. Net als bij turnkey projecten wordt ook hier geconcurrereerd op prijs en kwaliteit. Volgens Menheere is het de moeite waard om aan productinnovatie te doen als men vaker projecten in hetzelfde marktsegment wil aanbieden.

Naast deze vier bouworganisatievormen zijn er nog enkele nieuwe varianten te onderscheiden [SBR 1993, Cuperus 2000].

General contracting

Hierbij treedt een ondernemer voor het hele project op als eindverantwoordelijke ten

opzichte van de opdrachtgever. Dit betekent dat de ondernemer ook verantwoordelijk is voor het ontwerp, waarvoor een architectenbureau wordt ingehuurd. Soms wordt de opdrachtgever zelfs financieringsmogelijkheden geboden. Deze bouwprocesvorm wordt ook wel *total contracting of design & build* genoemd.



Figuur 15 Het Olympisch Stadion in Sydney wordt na 30 jaar overgedragen aan de staat New South Wales [Cuperus 2000].

Build own operate transfer (BOOT)

Deze bouworganisatievorm gaat nog verder dan *general contracting*. De aannemer bouwt en behoudt voor 20 tot 30 jaar het object in eigendom en exploiteert het gebouw door middel van verhuur. Het Olympisch Stadion in Sydney is bijvoorbeeld op deze manier tot stand gekomen.

Management contracting

Een manager zorgt voor het contracteren van de verschillende bouwondernemingen, die elk afgebakende bouwonderdelen realiseren, en de procesbeheersing.

Er is geen hoofdaannemer bij betrokken. Een ontwerpteam is verantwoordelijk voor het ontwerp, maar is eveneens gecontracteerd door de manager.

Prestatiecontract

Architect en adviseurs stellen een ruimtelijk plan op, een materiaallos prestatie-eisen pakket en een esthetische verklaring, waaraan het project moet voldoen. Daarop kunnen verschillende bouwondernemers hun bod uitbrengen waarbij zij vrij zijn in de keuze van materialen, productie- en bouwtechnieken. De aanbiedende onderneming is verantwoordelijk voor de technische uitwerking van het plan en de coördinatie van het uitvoeringsproces. De concurrentie geschiedt op basis van prijs en kwaliteit. De mogelijkheid van prestatiecontracten is door de Nederlandse overheid geïntroduceerd in 1992, maar wordt in feite nauwelijks toegepast voor hele gebouwen of bouwwerken. Prestatiecontracten worden wel gebruikt voor onderdelen van gebouwen, zoals bijvoorbeeld gevels.

INVLOED VAN INTERNE FACTOREN

Veelgenoemde, relevante factoren in de bedrijfskundige literatuur ter controle van het productinnovatieproces van projectgebonden producten zijn: tijd, budget en kwaliteit [Urban & Hauser 1993, Souder 1987, Deming 1982, Sullivan 1986, Juran 1992]. De projectmanagementliteratuur is ook een bron van dergelijke factoren. Wijnen, Renes & Storm [1988], experts op het gebied van projectmanagement noemen de volgende beheersaspecten: tijd, budget, kwaliteit, informatie en organisatie. Ook sociale en psychologische aspecten worden van belang geacht tijdens productinnovatieprocessen, gezien de theorievorming over organisatiecultuur, informele organisatie, sociotechniek en machtspeken binnen organisaties.

Een nieuw product wordt veelal ontwikkeld in een samenwerkingsverband van mensen. De betrokkenen hebben allemaal verschillende belangen aangezien ze bij andere afdelingen of bedrijven werken en een andere achtergrond hebben. Ze kunnen een op het eerste gezicht niet-logische, verborgen agenda hebben. Deze personen hebben naast professionele redenen ook hun persoonlijke redenen om al of niet mee te willen werken aan een productinnovatieproces. De partijen hebben ook niet evenveel macht in het samenwerkingsproces, omdat niet iedereen dezelfde bevoegdheden heeft of dezelfde invloed heeft op factoren als tijd en budget. Onderlinge communicatie [Robbins 1996] evenals attitude [Senge 1990, Argyris e.a. 1996], werksfeer en het onderlinge vertrouwen [Bennis 1994] vormen daarom belangrijke invloedsfactoren in productinnovatieprocessen.

Omdat de bedrijfskundige literatuur zich met name richt op de ontwikkeling van standaardproducten komen ook factoren ter sprake die niet direct van toepassing zijn op projectgebonden producten. Zo wordt onder andere het belang benadrukt [Foster 1987] om nieuwe producten snel op de markt te brengen en, op basis van de ontwikkelde technologieën, producten te introduceren op veel verschillende markten. Omdat projectgebonden producten niet bedoeld zijn om als standaardproduct op de markt te worden gebracht is deze factor niet van belang bij het ontwikkelen van speciale componenten.

De voor dit onderzoek bestudeerde factoren zijn: tijd, budget, kwaliteit, informatie en communicatie, organisatie en attitude.

Tijd

In hoofdstuk 1 werd reeds gesteld dat de tijd die architecten tot hun beschikking hebben om een schetsontwerp te maken korter wordt. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat opdrachtgevers onzekerheden en risico's willen beperken. Ten eerste wil een opdrachtgever voorkomen dat het bouwproject waar behoefte aan is, moet worden stopgezet omdat economische of maatschappelijke omstandigheden in negatieve zin zijn veranderd. Een project waarvan de bouw nog niet is begonnen loopt een groter risico te worden stopgezet, daarom zal een opdrachtgever zo snel mogelijk willen beginnen met de bouw. Ten tweede willen opdrachtgevers het renteverlies beperken doordat zij de grond die zij in bezit hebben nog niet kunnen exploiteren. Door het gebouw zo snel mogelijk te realiseren wordt het renteverlies zoveel mogelijk beperkt. Dit betekent een grotere tijdsdruk voor architecten.

Budget

Een andere belangrijke voorwaarde voor realisatie van innovatie is voldoende budget. Ondanks het feit dat de winstmarges op bouwproducten over het algemeen laag zijn [Jacobs 1996], zien producenten nog steeds kans om te innoveren. Verderop in dit onderzoek zal blijken dat architecten ook mogelijkheden hebben tot het genereren van budget voor productinnovatie.

Kwaliteit

Kwaliteitsbewaking heeft een grote vlucht genomen met het werk van de Amerikaan Deming. Direct na de Tweede Wereldoorlog bleek de Amerikaanse auto-industrie niet

geïnteresseerd in zijn adviezen. Daar kwam echter verandering in toen de Japanners mede dankzij hem een groot marktaandeel veroverden. Met de invoering van het prestatiecontract is er ook in de bouw meer aandacht gekomen voor kwaliteitsbewaking.

In principe is een product van voldoende kwaliteit als voldaan wordt aan de eisen en wensen van de opdrachtgever binnen het kader van door de overheid gestelde wet- en regelgeving. Maar het naleven hiervan in de bouw is, gezien het aantal bouwfouten, nog niet zo eenvoudig. Men wijt dit veelal aan het feit dat er vaak slechts één exemplaar van één ontwerp wordt gebouwd.

De Sitter [1994] signaleert dat er door vergaande specialisatie minder ruimte is om zaken te corrigeren. Hierdoor komt de kwaliteit in het gedrang. De storingsspreiding wordt groter omdat er bij elke productiestop storingen kunnen ontstaan die worden doorgegeven aan de volgende partij. De fouten stapelen zich dus gaandeweg op en er is geen sprake van dat men leert van de gemaakte fouten, zodat men deze de volgende keer kan vermijden:

"Rivaliteit tussen en niet meer dan ad-hoc samenwerking van de verschillende partners in de projecten leiden ook tot weinig opbouw van nieuwe ervaring tijdens de verschillende projecten." [Jacobs 1992 p. 82]

Informatie en communicatie

Volgens Wittgenstein [1963] is het niet mogelijk om een duidelijke definitie van communicatie te geven, omdat dit op de verkeerde veronderstelling gebaseerd is dat dit met taal mogelijk zou zijn. Dit heeft echter niet verhinderd dat onderzoek naar communicatie een grote vlucht heeft genomen. Verschillende auteurs hebben deze onderzoeken in categorieën ondergebracht [Fauconnier 1986, Krone e.a. 1987] en daarbij een aantal verschillende uitgangspunten geïnventariseerd.

Het mechanistische perspectief is daarbij het meest gebruikte, waarbij communicatie als een informatietransmissie- en informatieverwerkingsproces wordt gezien. Communicatie kan ook worden beschouwd vanuit een interactief perspectief waarin mensen gezien worden als handelend door het gebruik van taal. De theorie die zich hier mee bezighoudt wordt *speech-act theory* genoemd en is gebaseerd op het gedachtegoed van de taalfilosofen J.L. Austin [1975] en John Searle [1979].

Ook communicatie in het ontwerpproces is onderwerp van onderzoek. De communicatie in het ontwerpproces wordt door Newell en Simon [1972] gezien als een mechanistisch proces. Dit perspectief is tevens geliefd bij de makers van ontwerp hulpmiddelen, die proberen iedereen in het proces op tijd van de juiste informatie te voorzien, en die proberen te helpen bij het vinden van ontwerp oplossingen ondanks het verschil in belangen van de diverse partijen. Schön ziet het ontwerpproces als een sociaal proces [Schön 1983, p. 182]. In navolging hiervan zijn ook *toolmakers* te vinden. Zij maken bijvoorbeeld hulpmiddelen waarin het redeneren van participanten expliciet wordt gemaakt met als doel conflictoplossing [Jeng 1995]. Verder worden er hulpmiddelen ontworpen die het onderhandelingsproces tussen de verschillende participanten ondersteunen en hulpmiddelen om de communicatie tussen de verschillende partijen te structureren in een *concurrent-design* proces [Donker 1999, Heintz 1999, Van Loon 1998, e.a.].

In dit onderzoek wordt het veel gehanteerde mechanistische communicatiemodel

gebruikt, oftewel het zender- en ontvangermodel [Shannon & Weaver 1949]. Dit model kan ook worden gebruikt voor de analyse van informatie-overdracht met betrekking tot bouwproducten.

Wanneer het gaat om informatieverstrekking met betrekking tot standaardproducten is de producent de belangrijkste zender. De producent wil weten hoe hij of zij het beste zijn informatie kan verspreiden en in hoeverre deze informatie al verspreid is. Aan de andere zijde staat de ontvanger, de architect, die al dan niet openstaat voor deze informatie. In de innovatieliteratuur is de kant van producenten in het algemeen grondig bestudeerd door de stroom van onderzoeken in navolging van de *Diffusion of Innovations* van Rogers. Met diffusie bedoelt Rogers de verspreiding van informatie met betrekking tot een innovatie. Weinig is bekend over de wijze waarop architecten omgaan met gevraagde en ongevraagde informatie betreffende bouwproducten. Eén van de weinige studies over dit onderwerp is het promotieonderzoek van Stephen Emmitt [1997].

Diffusie van informatie is op verschillende manieren belangrijk in het proces van productinnovatie. Het is van belang voor producenten bij het bepalen in hoeverre een bepaald product door de markt geaccepteerd is en voor het voorspellen van de omzet van het toekomstige product (diffusie van producten). Maar diffusie van informatie is ook belangrijk in het innovatieproces zelf. De organisatie betrokken bij het ontwikkelen van het nieuwe product absorbeert namelijk ook op een bepaalde manier nieuwe trends en technologieën en speelt daarmee zelf ook een rol in diffusieprocessen (diffusie van informatie). Voor projectgebonden producten is diffusie op beide punten interessant. Het belang van diffusie van informatie weegt bij projectgebonden producten echter zwaarder omdat deze producten over het algemeen niet in precies dezelfde vorm worden herhaald. De ontwerpprincipes zijn daarmee belangrijker dan de precieze, technische uitwerking. Of om in termen van Rogers [1995] te spreken, de *software* is belangrijker dan de *hardware*.

Diffusie hangt op een complexe manier samen met de sociale structuur van een systeem [Rogers & Shoemaker 1971]. Een sociaal systeem wordt hierbij gedefinieerd als een groep functioneel verschillende eenheden die betrokken zijn bij het oplossen van een probleem met een gemeenschappelijk doel; een organisatie bijvoorbeeld, of een bedrijfstak. Voor de beschrijving van het diffusieproces zijn er drie soorten modellen in omloop: een geografisch, een cultureel-antropologisch en een sociologisch model [Baudet 1986].

Geografisch model

De afstanden en de ruimtelijke differentiatie hebben invloed op diffusieprocessen. Bij deze processen gaat het met name om de tijdsdimensie. Hoe lang duurt het bijvoorbeeld voordat mensen aan de andere kant van een bergketen op de hoogte zijn van een bepaalde innovatie. Deze afstanden worden met de huidige ICT-technieken steeds sneller overbrugd.

Cultureel-antropologisch model

Cultureel-antropologische diffusietheorieën spelen op macroniveau en kunnen als volgt worden samengevat [Baudet 1986]:

- Onderlinge contacten zijn een voorwaarde;
- Innovatie moet te verenigen zijn met het bestaande waarden- en normenpatroon;
- Verschillen in cultuur- en waardepatronen of aandachtspatronen kunnen overdracht blokkeren;
- De aard en de vorm van de contacten is mede bepalend voor de wijze waarop de diffusie plaatsvindt. Informatiestromen zijn meestal wederkerig, maar door cultuurverschillen is er vaak niet echt sprake van uitwisseling;
- Diffusieprocessen kunnen weerstand ondervinden van een 'buffergroep', die negatief staat ten opzichte van innovatie;
- Concordantie, het al of niet verenigbaar zijn van innovatie met waarden en normen.

Sociologisch model

Rogers [1962] ontwikkelde de S-curve waarmee verschillen kunnen worden aangeduid ten aanzien van de accepteren van innovaties. Hij onderscheidt de volgende groepen personen als het gaat om het adopteren van een bepaalde innovatie:

- *Innovators*
- *Early adaptor*
- *Early majority*
- *Late majority*
- *Laggards*

Sociologische modellen kennen een aantal beperkingen. De tijdsdimensie ontbreekt en ze zijn niet erg gericht op relationele aspecten van diffusieprocessen, zoals bijvoorbeeld de netwerken van de betrokken personen. Mick Eekhout [1997] past deze categorisering toe op het gedrag van architecten; in welk stadium gaan zij ertoe over om een innovatief product te gebruiken.

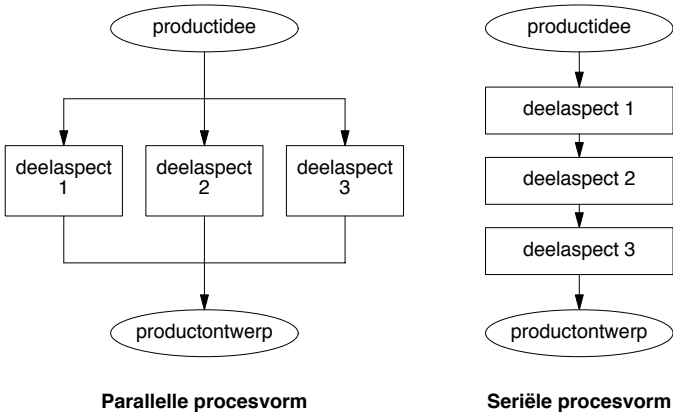
Een dergelijke classificatie wordt ook gebruikt om organisaties onder te verdelen. In organisaties zal zich een mix van meer of minder innovatieve mensen bevinden. En al naargelang deze op belangrijke posities zitten of de informatie onder aandacht van de juiste personen kunnen brengen, zal de organisatie zich meer of minder innovatief opstellen. Rogers & Shoemaker [1971] en Rogers [1983] noemen verschillende factoren, die gezien vanuit de gebruiker, de adoptiesnelheid beïnvloeden. Anderen hebben hier nog meer aspecten aan toegevoegd [Van Gunsteren 1992, p. 49, Kotler 1994, p. 350]. De adoptiesnelheid is ook een maat voor de inburgering van innovatie. Deze term is door Rogers [1962] geïntroduceerd en ontwikkeld. Het idee erachter is dat nieuwe ideeën zich eerst moeten verspreiden alvorens het idee iemand anders kan inspireren die daar dan weer op voortborduurt. Een goede adoptiesnelheid is daarom onder andere afhankelijk van de volgende factoren: productprestaties, productuietlijk, of het product past bij de normen en waarden van de potentiële klant, functionaliteit, of het product voor een lage introductieprijs geprobeerd kan worden, in hoeverre anderen makkelijk geïnformeerd kunnen worden over het gebruik, wie de beslissing maakt het product aan te schaffen,

welke communicatiekanalen er gebruikt worden bij de verkoop en hoeveel moeite erin de promotie van het product gestoken wordt. Een belangrijk deel van de adoptiesnelheid wordt daarmee bepaald door communicatiefactoren. Rijk geïllustreerde architectuurtijdschriften, die veelal op mondiale schaal worden verspreid, en internetsites over architectuur en bouwtechnologie, dragen daarom bij aan de verspreiding van productideeën.

Organisatie

Met betrekking tot het organiseren van productinnovatie is het essentieel om onderscheid te maken tussen een parallelle of seriële procesvorm, of mengvormen daarvan in de verschillende fasen. Verder is het nuttig om de afdelingenstructuur en het werken met projectteams / projectleiders uit elkaar te houden. Een tussenvorm is de matrixorganisatie. In een matrixorganisatie worden mensen van verschillende afdelingen bij elkaar in teams gezet om nieuwe producten te ontwikkelen, terwijl ze gelieerd blijven aan de afdelingen.

Bij producenten wordt een productontwikkelingsproces traditioneel georganiseerd als een serieel proces in combinatie met een afdelingenstructuur. De productontwikkelingstaken worden verdeeld over verschillende afdelingen binnen het bedrijf. Deze afdelingen vertegenwoordigen elk een andere functie zoals marketing, verkoop, administratie, productie, R&D, montage, *after-sales service*, etc. en zijn in een dergelijke organisatie-structuur vaak semi-autonoom. Projecten en informatie komen binnen op het moment dat een andere afdeling er klaar mee is, waardoor het vaak gebeurt dat een project weer terug moet naar een bepaalde afdeling. Voorbeeld: er is een ontwerp voor een product dat ook door de marketingafdeling is goedgekeurd. Het kan gebeuren dat de productieafdeling tot de conclusie komt dat het ontwerp in die bepaalde vorm niet te fabriceren is, of veel te duur wordt. Het product moet dan weer terug naar de ontwerpafdeling om aangepast te worden en moet, voordat het weer bij de productieafdeling terecht komt, ook weer langs de marketingafdeling. In deze traditionele manier van werken gaat dus



Figuur 16 Twee procesvormen

veel tijd verloren met het heen en weer sturen van het ontwerp naar de verschillende afdelingen. Dit tijdverlies kan beperkt worden door de werkzaamheden in de afdelingen gedeeltelijk parallel te laten verlopen: *concurrent engineering*. *Concurrent engineering* betekent het in de tijd in elkaar schuiven van de planningen van verschillende afdelingen die tot nu toe na elkaar opereerden [Delhoofen 1994]. Mede door toepassing van *concurrent engineering* is het de Japanse auto-industrie gelukt om een voorsprong op hun Westerse concurrenten te nemen [Womack e.a. 1990].

	Top-down	Bottom-up	Middle-up-down
Initiatief	hoogste leiding	individueen	team
Rol hoogste leiding	commandant	sponsor / mentor	katalysator
Rol midden management	info-verwerker	Zelfstandig ondernemer	teamleider
Kennis	expliciet	persoonsgebonden	beide
Omzetting kennis	combinatie & internalisatie	socialisatie & externalisatie	alle vier
Communicatie	bevelen / instructies	Zelforganiserend principe	gesprekken en gebruik metaforen en analogieën
Tolerantie ambuigiteit	chaos & fluctuatie niet toegestaan	chaos & fluctuatie uitgangspunt	scheppen en versterken chaos & fluctuatie

Figuur 17 Drie benaderingswijzen van productontwikkelingsprocessen [Nonaka & Takeuchi 1995]

Er is onlangs veel gesproken en geschreven over het organiseren van het bedrijf rond projecten en teams, speciaal als deze een complex en multidisciplinair karakter hebben en men in een snel veranderende omgeving moet opereren. Voor een specifiek project wordt er een projectgroep geformeerd met mensen met verschillende specialisaties. Het voornaamste doel ervan is het verkorten van de ontwikkelingstijd en een betere product-kwaliteit. Een team waarin verschillende afdelingen zijn vertegenwoordigd maakt het beter mogelijk om parallel te werken, nadat men eerst gezamenlijk heeft gebrainstormd en afspraken heeft gemaakt. Verschillende ideeën en meningen kunnen dan worden uitgewisseld en besproken. Hiermee kan de ontwikkeltijd, de *lead time* of de *time to market* worden verkort, terwijl tegelijkertijd de kwaliteit van het product wordt verbeterd. Dit wordt *simultaneous engineering* genoemd, volgens Delhoofen een combinatie van *concurrent engineering* en het werken in teams. Een ideale structuur voor een dergelijk ontwikkelingsteam is de ‘adhocratie’ [Mintzberg 1979, 1991], waarbij het leiderschap flexibel is. Het teamlid dat van het onderwerp dat aan de orde is het meeste verstand heeft, neemt de leiding.

Attitude

Mensen kunnen meer of minder positief staan ten opzichte van innovaties, zoals in de paragraaf informatie en communicatie reeds bleek. Op het gebied van consumentenproducten is er uitgebreid onderzoek gedaan naar de persoonlijkheidskenmerken van mensen die innovaties accepteren. Foxall en Goldsmith [1994] maken echter bezwaar tegen de uit dit onderzoek afgeleide generalisaties, omdat het bewijs daarvoor te zwak

zou zijn. In de bouw hangt de beslissing om een innovatie toe te passen volgens Emmitt [1997, p. 62] grotendeels af van het soort gebouwwontwerp en van de karakteristieken van de bestekschrijver. Uitgangspunt van Schön is dat:

“Each individual develops his own way of framing his role.” [Schön 1983, p. 210]

De omgeving bepaalt de ruimte waarbinnen de architect, producent of aannemer zijn of haar rol kan bepalen. Daarbinnen bakent de persoon zelf de eigen rol af. De architect bepaalt de samenstelling van het gebouw. Hij of zij kan kiezen uit reeds bekende onderdelen of nog te ontwerpen componenten. Omdat het componentontwerpen niet behoort tot het vaste takenpakket van de architect, hangt het van de eigen roldefinitie af of dit als mogelijkheid overwogen wordt of niet:

“The problems he sets, the strategies he employs, the facts he treats as relevant, and his interpersonal theories of action are bound up with his way of framing his role.” [Schön 1983, p. 210]

4 ONTWERPEN EN INFORMATIEGEBRUIK

“Architects long for the client with unusual desires, unique requirements. Such demands allow for the fullest exercise of ...pattern-seeking, order-matching skills that constitute the essence of the architect’s art.” Hubbard [1995 p. 21]

In dit hoofdstuk staan architecten centraal, en wordt het ontwerpen onder de loep genomen aan de hand van drie onderwerpen. Ten eerste wordt een aantal aspecten van het ontwerpproces beschreven: ontwerpen als probleemoplossing, ontwerpen als individuele of groepsactiviteit en fasering van het ontwerpproces. Ten tweede wordt beschreven hoe architecten informatie selecteren, hoe zij producten specificeren en wordt ingegaan op kennisproductie. Tot slot worden verschillende soorten kennis onderscheiden.

ASPECTEN VAN HET ONTWERPPROCES

Er is een groot aantal studies verricht naar de ontwerpprocessen van architecten en andere ontwerpers. Op het gebied van de ontwerpmethodologie is een generaliserende wetenschap ontstaan die niet alleen van toepassing is op architecten, maar ook op andere ontwerpers. Werktuigbouwkundigen verwijzen naar publicaties die architecten en industrieel ontwerpers als onderzoeksobject hebben en vice versa. Er zijn dus blijkbaar aspecten die voor de ontwerpende professionals onderling herkenbaar zijn. In dit hoofdstuk wordt een aantal voor dit onderzoek belangrijke aspecten belicht. Ontwerpmethoden kunnen volgens Christopher Jones [1970, p. 45-46] bekeken worden vanuit drie invalshoeken:

“...that of creativity, that of rationality and that of control over the design process. Each of these three views of designing can be symbolized in a cybernetic picture of the designer. From the creative viewpoint the designer is a black box out of which comes the mysterious creative leap; from the rational viewpoint the designer is a glass box inside which can be discerned a completely rational process; from the control viewpoint the designer is a self-organizing system capable of finding short cuts across unknown territory.”

Deze invalshoeken hebben gevolgen voor de manier waarop een ontwerper, alleen opererend of als deel van een team, geholpen kan worden. Vanuit de eerste invalshoek (*black box*) kan geen doelgerichte hulp worden gegeven aan de ontwerper tijdens het ontwerpproces. Het is immers niet duidelijk wat er in deze dichte doos gebeurt. Alleen door *trial and error* kan een manier worden gezocht waar de ontwerper wat aan heeft. Ontwerpers zelf hanteren vaak dit perspectief, hoewel uit onderzoek blijkt dat er wel degelijk algemene uitspraken kunnen worden gedaan over de processen in de *black box* [Hamel 1990]. De rationele invalshoek (*glass box*) gaat er vanuit dat in het ontwerpproces duidelijke fasen te herkennen zijn waar op logische wijze hulpmiddelen aan kunnen worden gekoppeld. In dit perspectief zou iedere ontwerper gebaat zijn bij een hulpmiddel, dat rationeel beschouwd in dit fasemodel een constructieve bijdrage levert. Deze invalshoek was populair onder onderzoekers tijdens de opkomst van de ontwerpmethodologie. Omdat ontwerpers in de praktijk niet massaal van deze hulpmiddelen gebruik maakten, bleek ook dit perspectief niet te voldoen. De derde invalshoek, waarin de ontwerper als zelforganiserend systeem wordt gezien, doet recht aan de intelligentie van de ontwerper. De ontwerper wordt gezien als persoon met zijn eigen voorkeuren en gevoelens die nadenkt over het eigen gedrag en zo tot verbetering ervan kan komen. De ontwerper kan volgens deze zienswijze wel geholpen worden, maar moet daarvoor openstaan. Er kan een hulpmiddel of instrument worden aangeboden dat deze persoon naar believen kan integreren in de eigen werkmethode.

Veel adviezen op het gebied van ontwerpmethodologie worden nog steeds gepresenteerd vanuit de invalshoek van de *glass box*. Dit onderzoek gaat uit van het perspectief van het zelforganiserende systeem. De ontwerper moet zelf de logica en de meerwaarde van de nieuw aangeboden theorie zien. Als dit het geval is kan hij hieruit elementen halen die zijns inziens van nut kunnen zijn. Deze moet hij dan vervolgens integreren in zijn individuele werkmethode.

ONTWERPEN ALS PROBLEEMOPLOSSING

“...professional practice has at least as much to do with finding the problem as with solving the problem found...” [Schön 1983]

Ontwerpen kan worden gezien als het oplossen van problemen [Newell & Simon 1972, p. 78, Schön 1983, Hamel 1990]. Dit uitgangspunt wordt veel gehanteerd in ontwerpmethodologie-onderzoek. Het uitgangsprobleem in een ontwerpopgave is, over het algemeen, niet zo duidelijk gestructureerd als sterk afgebakende wetenschappelijke problemen. Bij een goed gestructureerd probleem kan er geen misverstand over bestaan wanneer het probleem is opgelost. *Wicked problems* hebben daarentegen geen eenduidige oplossing [Rittel & Webber 1973]. Ontwerpen valt ook onder de categorie oplossen van *wicked problems* [Rittel & Webber 1973] of *ill-structured problems* [Simon 1984]. Niet alle problemen zijn natuurlijk hetzelfde van aard. De werktuigbouwkundige Van den Kroonenberg en Siers onderscheiden vijf elementaire probleemsoorten [1992, p. 42]:

- Analyseproblemen: het zien van samenhangen, wetmatigheden, patronen en structuren;
- Zoekproblemen: het zoeken van verschillende mogelijkheden om hetzelfde doel te bereiken;
- Constellatieproblemen: het bijeenbrengen van meerdere elementen zodat een nieuw en complex bouwsel ontstaat (synthetiseren, bouwen);
- Keuzeproblemen: nagaan in welke mate verschillende voorwerpen of begrippen voldoen aan gestelde criteria (keuzetechnieken);
- Consequentieproblemen: als er wetmatigheden bestaan tussen bepaalde elementen, kunnen als consequentie logische conclusies worden getrokken.

Meestal worden in de praktijk mengvormen van deze probleemsoorten aangetroffen. De keuze- en consequentieproblemen zijn de probleemsoorten die langs puur rationele weg kunnen worden opgelost. Bij het oplossen van de andere problemen komt ook een creatieve of intuïtieve kant kijken. Bij het ontwerpen komen alle door Van den Kroonenberg genoemde problemen aan bod.

Beslissingen

Een ontwerpproces kent vele beslismomenten. Niet alle beslissingen blijken rationeel te kunnen worden genomen. Beslissingsmodellen gaan er echter vaak van uit dat mensen bewuste, consistente voorkeuren hebben, alle mogelijke alternatieven kunnen overzien en alle informatie tot hun beschikking hebben over de gevolgen van alle alternatieven. Op grond van de uitkomst van de vermenigvuldiging van de aan de alternatieven toegekende waarde met de daaraan gekoppelde verwachtingskansen wordt dan voor de gunstigste oplossing gekozen.

Uit onderzoek is gebleken dat vrijwel alle in de praktijk genomen beslissingen afwijken vertonen ten opzichte van het rationele model. Dit kan zijn omdat er niet genoeg informatie over het probleem beschikbaar is, of dat de beslissers niet geïnteresseerd is in de gevolgen van een beslissing, dan wel bewust een eigenzinnige weg inslaat. Mensen worden ook beïnvloed door hun eigen interpretatie van de situatie. Zelfs als alle relevante informatie met betrekking tot de keuze ter beschikking is, is de beslissing vaak niet volledig rationeel. De aandacht, het geheugen en de rekencapaciteit van de hersenen zijn immers beperkt. Aandacht en geheugen werken selectief, waardoor er een reductie van de informatie plaatsvindt voordat er een besluit wordt genomen [Mirani 1996]. Als de beslissing niet op zuiver rationele gronden genomen kan worden omdat er informatie ontbreekt dan wordt er, om toch een beslissing te kunnen nemen, een beroep gedaan op de intuïtie:

“Intuïtie heeft altijd te maken met beslissen in onzekerheid. Als je een intuïtieve beslissing neemt, is dat een beslissing waarvan je niet zeker bent dat het de juiste is, maar waarvan je wel denkt dat het de juiste is. Een schaker rekent bijvoorbeeld een variant uit tot hij op een punt komt waar hij niet precies meer kan berekenen wie er beter voor staat. Op dat moment moet hij beslissen of hij de variant wel of niet aantrekkelijk vindt. Die beslissing neemt hij op grond van zijn ervaring, maar helemaal objectief verant-

woorden kan hij haar niet. Dat is intuïtief beslissen. Ik denk dat dat in het schaakspel heel belangrijk is. Net als in het leven, trouwens. Kunnen leven met een zekere mate van twijfel en toch handelen is heel belangrijk.” [De Groot 1946]

Dat intuïtie nodig is in het ontwerp- en ontwikkeltraject wordt beaamd door Richard Hough [1996], constructeur bij Ove Arup:

“Engineering is pragmatic, precise, and rational, but also fundamentally intuitive. Early in design, intuition selects solutions for analysis. During resolution, it tells us what models to use, and when enough analysis has been done. Computers aid the process and free intuition to focus on engineering’s boundaries and interfaces. ... Whatever the state of technology, intuition will always be our guide in applying it: in first framing the question, in finding the shape of the answer, and then in the technical details of its resolution.” [Hough 1996]

Dat ontwerpen beslissingen nemen in onzekerheid betekent, wordt ook beaamd door ontwerpmethodoloog Ömer Akin [1984]:

“In attempting to make the process of design ‘scientific’ it is generally believed that the ‘best’ design solution is the one that *optimizes* all factors that contribute to the design circumstance. However, it has been shown that this principle is not suitable for the design-task environment. No quantifiable model is complex enough to represent the real-life complexities of the design process; and no computer is efficient enough to optimize equations with so many degrees of freedom. This is why human designers ‘satisfice’ their solutions, i.e. pick a solution that satisfies an acceptable number of design criteria and performs better than a minimum value for each criterion, rather than trying to optimize them.” [Akin 1984]

Er wordt geen afweging gemaakt tussen alle mogelijke oplossingen waaruit een optimaal ontwerp tevoorschijn komt bij het ontwerpen. Er wordt gekozen voor een oplossing waarvan gedacht wordt dat die kan voldoen aan de minimeisen.

Gelijktijdige ontwikkeling van oplossing en probleem

Het ontwerp en het programma van eisen worden in het algemeen gelijktijdig ontwikkeld. Vooral voor niet-professionele opdrachtgevers is het lastig om aan te geven wat zij precies van het ontwerp verwachten. Dit zal dan tijdens het proces duidelijk moeten worden:

“...you can’t start with a brief and (then) design, you have to start designing and briefing simultaneously, because the two activities are completely interrelated.” [Darke 1978]

In het kader van haar onderzoek heeft Darke [1984] Britse architecten geïnterviewd over een woningbouwproject. De architecten richtten zich volgens Darke al vrij vroeg in het ontwerpproces op een relatief simpel idee. Dat idee wordt gebruikt om het aantal oplossingen te verkleinen en zodoende de ontwerper in staat te stellen snel een schema te maken en dit te analyseren. Ook Rowe [1987] spreekt van het a-priori gebruik van organisatieprincipes of -modellen om het beslissingsproces te sturen. Darke heeft

daarom het volgende schema ontwikkeld: *generator*, *conjecture* en *analysis*. Eerst bedenken architecten wat een belangrijk aspect van het probleem zou kunnen zijn (*generator*), dan ontwerpen zij een ruw plan op basis hiervan (*conjecture*). Vervolgens analyseren ze dit plan om zodoende meer over het probleem te weten te komen (*analysis*). Deze laatste stap wordt door de ontwerper echter niet gezien als een manier om meer over het probleem te weten te komen, maar om te onderzoeken hoe de oplossing werkt en wat er eventueel aangepast moet worden om deze oplossing te laten werken. Dat zou ook verklaren waarom een ontwerper vaak zo moeilijk het eerste idee kan loslaten.

Akin [1984], Van den Kroonenberg en Siers [1992] concluderen ook dat er sprake is van een gelijktijdige ontwikkeling van eisenprogramma en ontwerp, evenals Lawson [1994] in zijn studie naar de individuele ontwerpaanpak van een aantal architecten:

“The client may have little or no idea of their needs or budget and so on. It is therefore quite commonly the case that the brief contains only a tiny fraction of the total information needed to describe the problem. ... What seems to be the case here is that these designers are recognizing that the design process involves finding as well as solving problems, and they prefer to be in at the beginning and help develop the brief with the client. In working out this brief with the client, Eva Jiricna describes how ‘I try to express in words what they want, and then I try to twist it into a different statement and then draw it’ ”. [Lawson 1994, p. 134-135]

Moldonado [1967] zegt dat het onmogelijk is om alle parameters van het ontwerpprobleem te verwoorden. Hij is van mening dat het ontwerp gebaseerd is op kennis van oplossingen die in het verleden zijn gebruikt. Creëren is volgens Moldonado dan ook een proces van het aanpassen aan de huidige tijd van vormen die gebaseerd zijn op vroegere behoeftes of op esthetische ideologieën uit de architectuurgeschiedenis. Schön [1988] beschrijft dat de beschrijvingen die ontwerpers maken in het kader van gebouwonwerpen onvolledig zijn en voor een deel zelfs onjuist. Donker formuleert het daarom als volgt:

“ill formulated, incompletely formulated, and largely implicit.” [Donker 1999, p. 53]

Tijdens het ontwerpen is een proces aan de gang dat Goodman *a process of world making* noemt [Goodman 1978]. Alle leden van het ontwerpteam construeren hun eigen *design worlds* [Schön 1988]. Het ontwerp wordt tijdens het proces steeds specifiekier beschreven. Alle beweringen die ten grondslag liggen aan het ontwerp worden immers steeds gedetailleerder en moeten met elkaar blijven kloppen. Dat betekent echter niet dat alles in het ontwerp helemaal doordacht is en evenmin dat alles gekwantificeerd wordt.

ONTWERPEN ALS INDIVIDUELE OF GROEPSACTIVITEIT

De rol van architecten in het bouwproces is de afgelopen jaren veranderd. In het begin van de 20e eeuw opereerde de architect voornamelijk alleen [Reynolds 1993], maar vandaag de dag wordt hij of zij bijgestaan door allerhande adviseurs op het gebied van

constructie, installaties, bouwfysica, bouwkosten, etc. Dat allerlei partijen die vroeger geen recht van spreken hadden, zoals gebruikers, omwonenden en milieugroeperingen, zich met het proces bemoeien, wordt algemeen aanvaard. Ook zijn er nieuwe partijen aan het bouwproces toegevoegd, zoals de bouwmanager. Het gevolg is dat de ontwerper moet opereren in een veld van tegenstrijdige belangen. Er ontstaat een toenemende hoeveelheid aan informatie die in het ontwerpproces moet worden betrokken, terwijl de gemiddelde tijd voor het ontwerp en de oplossingsruimte afnemen. Het resultaat is dat het ontwerpen van een individuele activiteit steeds meer is verworpen tot groepsactiviteit. Dit maakt het architecten moeilijker het bouwproces te sturen, hetgeen invloed heeft op aan het project verbonden componentontwerpprocessen.

Ontwerpopgaven worden door architecten op verschillende manieren benaderd [Horgen e.a. 1999]:

Technical-rational approach

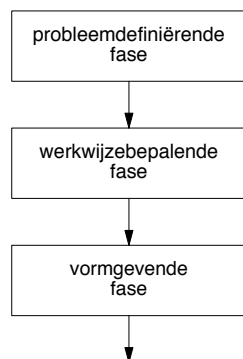
De benodigde kennis wordt onttrokken aan andere partijen. De architect gaat met deze kennis zelf aan de slag en ontwerpt het gebouw.

Participatory approach

Er wordt overlegd met andere partijen over de beste ontwerpoplossing. De architect neemt vervolgens als expert de beslissing.

Co-design approach

Iedere deelnemer wordt in het overleg gezien als een expert op zijn of haar gebied. De architect zorgt voor probleemspecifieke interactie waardoor een gezamenlijk ontwerp tot stand komt. Het concept van Open Design [Van Loon 1998, Van Gunsteren & Van Loon 2000] waarin het ontwerpproces wordt gezien als een multi-stakeholder probleem, past in deze aanpak.



Figuur 1 Het driefasemodel van Van den Kroonenberg en Siers

FASERING VAN HET ONTWERPPROCES

In de geschiedenis van de ontwerpmethodologie zijn verscheidene fasemodellen voor ontwerpprocessen ontwikkeld. Van den Kroonenberg en Siers [1992] hebben voor werktuigbouwkundige ontwerpen een driefasemodel opgesteld. In de eerste fase, de probleemdefiniëring, moet antwoord worden gezocht op het waarom. In de tweede fase, de werkwijze, op het wat en hoe. En in de derde fase, de vormgeving, zijn de wat- en hoevragen het uitgangspunt voor het genereren van een ontwerp [Van den Kroonenberg & Siers

1992, p. 30]. Zij stellen dat alle andere fasemodellen voor ontwerpen tot het globale driefasemodel kunnen worden teruggebracht en laat dat zien aan de hand van de modellen van Hansen [1956, 1974], Krick [1969], Asimow [1962], Rodenacker [1984], Matousek [1963], Roth [1982], Koller [1979] en het VDI-model [1969, 1973, 1985]. In detail kan het proces in verschillende situaties en voor verschillende personen variëren, maar op globaal niveau blijft zij hetzelfde [Van den Kroonenberg & Siers 1992].

Ook de beroepsverenigingen van architecten² hanteren fasemodellen als kapstok voor de honorering. In feite heeft iedere architect een dergelijk model in het hoofd. Architecten moeten namelijk in staat zijn door het ontwerpproces van een gebouw te navigeren. Dit kunnen zij omdat zij in hun hoofd een overzicht hebben van het proces, waardoor zij kunnen begrijpen hoe het proces in elkaar zit en veranderingen kunnen aanbrengen [Hubbard 1995, p. 100]. Ter illustratie een uitspraak van Herman Hertzberger:

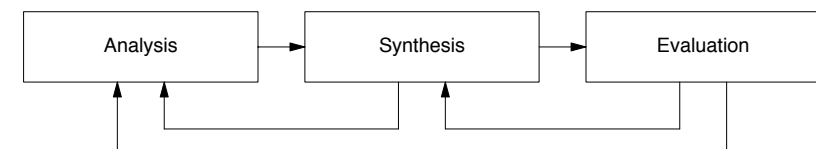
"In elk stadium van het ontwerpproces zijn wij bezig ons het eindproduct zo goed en volledig mogelijk voor te stellen. Het aanvankelijk fragmentarische beeld proberen we langzaam scherp en compleet te krijgen. Omdat te bereiken zouden we gelijktijdig zowel aan het geheel als aan de onderdelen moeten werken. Daarbij zouden we niet alleen aan de esthetische aspecten moeten denken, maar ook aan die van het gebruik en de maakbaarheid." [Hertzberger 1992]

Deze uitspraak laat zien dat een architect een middel moet hebben om overzicht te houden over het ontwerpproces, zodat er een plan ontstaat dat uitvoerbaar is en aan de gestelde eisen voldoet.

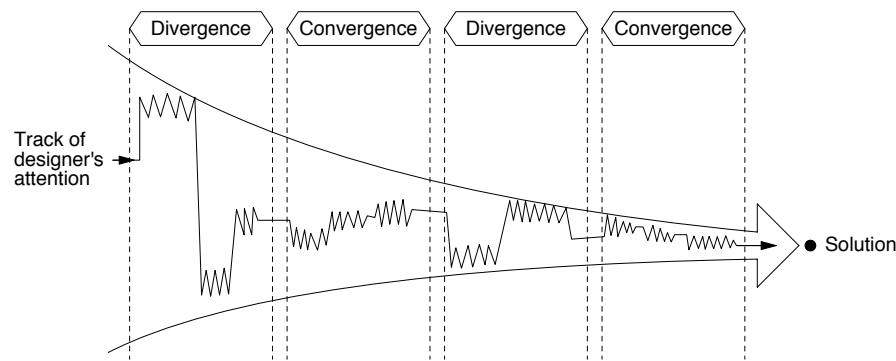
Lineaire versus circulaire procesmodellen

Als men kijkt naar welke soorten handelingen in grote lijnen worden verricht om tot een ontwerp te komen, dan krijgt men een lineaire procesbeschrijving. Als men echter nauwkeuriger kijkt - wanneer welke handeling wordt verricht - blijkt dat op gedetailleerder niveau dezelfde handelingen weer terugkeren. Op grond hiervan ligt een cyclisch en iteratief procesmodel meer voor de hand. Volgens Markus [1969] en Maver [1970] zitten er in het ontwerpproces oneindig veel loops van evaluatie naar synthese. Page [1963] en Lawson [1990] concluderen dat ook tussen synthese en analyse en tussen evaluatie en analyse dergelijke iteratieve loops zitten.

Een andere karakterisering van het ontwerpproces is dat in het begin van het ontwerpproces divergentie optreedt. Er wordt gezocht naar alternatieven, die vervolgens door middel van convergentie worden teruggebracht tot een enkel eindontwerp.



Figuur 2 Voorbeeld van cyclische proceskarakterisering [bron: Hamel 1990]



Figuur 3 Divergentie en convergentie [Cross 1989]

ARCHITECTEN EN INFORMATIE

In het begin van het ontwerpproces verzamelen architecten veel informatie, die zij niet noodzakelijkerwijs verderop in het ontwerpproces gebruiken. Het is een manier waarop architecten proberen het ontwerpprobleem 'in de vingers' te krijgen. Tegelijkertijd is er sprake van een overvloed aan algemene informatie die gebruikt kan worden bij het ontwerp op stedenbouwkundig, architectonisch en bouwtechnisch niveau. De architect moet daarom een keuze maken.

INFORMATIESELECTIE

Niet alle architecten zullen dezelfde informatie gebruiken in hun ontwerp. Voor een deel ligt dit aan de verschillende waarden die ontwerpers toekennen aan bepaalde ideeën en aspecten. Christopher Alexander zei hierover:

"What designers disagree about is the relative importance of different requirements. The decision that a requirement either is a requirement or isn't, is less personal." [Alexander 1968]

Architecten gebruiken hun eigen interesse om een handvat te vinden waarmee zij het probleem kunnen aanpakken.³ Dit doen zij op grond van hun attitude die bepaald wordt door hun persoonlijke waarden en uitgangspunten [Weggeman 1997, p. 38-39]. Hiermee wordt een aspect uit het programma van eisen gelicht dat verbonden wordt met een bepaald idee of concept. Dit zal gevolgen hebben voor de informatie die de architect zal vergaren. Door de 'begrensde rationaliteit' zijn architecten hiertoe gedwongen [Simon 1945]; het is voor hen onmogelijk om alle informatie te overzien. Zij moeten selecteren.⁴

Ervaring zorgt ervoor dat het ontwerpproces op een efficiëntere manier doorlopen kan worden. Het ontwerpprobleem kan als het ware in een breder perspectief worden gezet. Alleen een ervaren ontwerper kan tot de volgende uitspraak komen:

"Evenzo verloopt het ontwerpproces ogenschijnlijk chaotisch, waarbij het overigens funest is een kunstmatige chronologie te willen aanbrengen." [Hertzberger 1992]

Op bouwtechnisch niveau selecteren architecten ook informatie. Met het specificeren van producten en het componentontwerpen maken architecten keuzes. Aan de ene kant kiezen zij uit de verkrijgbare standaard- en systeemproducten en aan de andere kant uit de beschikbare technische mogelijkheden. Zij zijn hierbij niet gebonden aan datgene wat binnen de eigen branche wordt aangeboden, maar kunnen tevens materialen, productie- en bewerkingstechnieken uit andere bedrijfstakken overwegen. Architecten beïnvloeden hiermee het succes van door producenten aangeboden innovaties. Nelson en Winter [1977] spreken in dit verband over *selection environment*. Bepaalde mogelijkheden zullen immers populair blijken in een bepaalde bedrijfstak, terwijl andere mogelijkheden onbenut blijven. Door de vraag van architecten naar nog niet bestaande mogelijkheden zorgen zij tevens voor nieuwe innovaties. Gezamenlijk creëren architecten zo een trend in toegepaste materialen, productie- en bewerkingstechnieken, wat Nelson en Winter *technological trajectories* noemen.

PRODUCTSPECIFICATIE

Producenten gebruiken drie soorten communicatiekanalen naar architectenbureaus [Emmitt 1997]. Mediakanalen: advertenties in kranten / tijdschriften, direct mail⁵; catalogi met productoverzichten, bijvoorbeeld de Nederlandse Bouw Documentatie (NBD) en diverse internetsites; en vertegenwoordigers, technische diensten en tentoonstellingen.

Volgens Emmitt is het vermogen van de architect om deze informatie te zoeken belangrijker dan de informatieverstrekking aan architecten. Dit lijkt geen compleet beeld te geven. Hiermee wordt de verspreiding van kennis met betrekking tot nieuwe bouwproducten en technische mogelijkheden namelijk geheel op het conto van de architect geschreven. Dit is gezien het zender-ontvanger model uit de communicatiewetenschappen niet juist. De producent vervult hier wel degelijk een belangrijke rol. Charles Rogers [1998] laat in zijn uitgebreide analyse van de Britse productdocumentatie zien dat, ondanks verwoede pogingen, het de laatste halve eeuw niet gelukt is om productinformatie van producenten af te stemmen op de behoeften van architecten. Het is belangrijk dat dergelijke informatie zodanig wordt verspreid dat architecten deze kunnen vinden



Figuur 4-5 Herman Hertzberger ontwierp speciaal voor de eetzaal van de studentenhuysvesting aan de Weesperstraat in Amsterdam een lamp

op een voor hen geschikt tijdstip. Als dit het geval is, moet de informatie natuurlijk nog overeenkomen met wat de architect in kwestie zoekt, en moet deze informatie voor hem of haar begrijpelijk en bruikbaar zijn. Dit zoekproces betreft basisinformatie die algemeen beschikbaar is. Als een architect besluit tot het initiëren van productinnovatie heeft hij of zij aanvullende informatie nodig. Voor het zoeken naar een producent kunnen architecten de handelsliteratuur raadplegen om te kijken welke bedrijven de verlangde expertise in huis hebben en openstaan voor de ontwikkeling van nieuwe componenten. Hierbij speelt mee of een bedrijf al dan niet een innovatief imago heeft. Sommige bedrijven profileren zich in de markt als flexibele capaciteitsaanbieders⁶ en zijn daarom potentiële kandidaten voor het produceren van speciale producten. De handelsliteratuur wordt hier slechts gebruikt als wegwijzer naar de juiste informatiebron. De gezochte informatie is immers niet in deze media te vinden, maar zal in contact met de producent naar voren moeten komen.

Het doel van de producent bij het informeren van de markt is overigens niet het geven van zoveel mogelijk informatie, maar het overtuigen om de aangeboden producten te gebruiken en contact te zoeken met de producent [Rogers 1998].

KENNISPRODUCTIE

Nieuwe kennis wordt voornamelijk ontwikkeld als daarvoor een prikkel aanwezig is in de vorm van een geconstateerde lacune. Het ontwikkelingstraject van nieuwe producten is bij uitstek een proces waarbij dergelijke lacunes aan het licht komen:

“...het ontwikkelingsproces van een nieuw product is nu eenmaal het proces waardoor de organisatie nieuwe kennis creëert.” [Nonaka & Takeuchi 1995, p. 245]

Het perspectief van waaruit Nonaka en Takeuchi dit hebben geschreven, geldt niet alleen voor producenten maar ook voor architecten. Door het formuleren van nieuwe problemen leren zij immers hoe nieuwe materialen, productietechnieken en werkwijzen zodanig ingezet kunnen worden, dat er bouwcomponenten tot stand komen die meer in overeenstemming zijn met de visie van het bureau. Het ontwikkelingsproces van een nieuwe projectgebonden bouwcomponent is een leerervaring op meerdere niveaus: voor de architect, voor het innovatieteam en voor de bij het bouwproces betrokken partijen.

Voor het leren op bedrijfsniveau speelt bij het architectenbureau het archief een belangrijke rol [Donker 1999, p. 70]. Hierin kunnen tekeningen worden opgezocht waarop te zien is hoe ontwerpproblemen in het verleden zijn opgelost. Samen met de op het bureau aanwezige ervaring kunnen deze getekende oplossingen ervoor zorgen dat er in toekomstige, soortgelijke situaties betere oplossingen tot stand komen. Verloop van personeel binnen een architectenbureau maakt een zorgvuldige projectarchivering en een schriftelijke evaluatie van gerealiseerde projecten nog noodzakelijker. Ook een logboek van innovatieprocessen is leerzaam.

Kennisproductie is voor het architectenbureau of het producerende bedrijf echter geen doel op zich. Een hoge kennisproductie en een grote kennisvoorraad zijn voor een bedrijf ook geen garantie voor omzetgroei en winst [Den Hertog & Huizinga 1997]. Het omzetten van kennis in hoogwaardige producten en diensten is belangrijker dan de kennisvoorraad

zelf. Die vaardigheid lijkt in het Japanse bedrijfsleven veel beter ontwikkeld dan in Europa [Womack e.a. 1990, Andreasen e.a. 1995, Hamel & Prahalad 1994]. Japanse bedrijven zijn op veel terreinen beter in staat om kennis effectief te gebruiken. Hamel en Prahalad [1994] spreken in dit verband over *resource leverage*. Een manier om dit te bereiken is wat Collins en Porras [1994] B-HAGs noemen: *Big Hairy Ambitious Goals*, oftewel ambitieuze doelen. Prahalad en Hamel [1994] spreken in dit geval over *stretch and leverage* en Senge [1990] spreekt over ‘creatieve spanning’.

SOORTEN KENNIS

Nielen [1969] maakt om een oplopende complexiteit aan te geven onderscheid tussen data, informatie en kennis. Data zijn volgens hem de losse gegevens. Informatie is datgene wat uit de data gedestilleerd kan worden en hierop gebaseerde kennis is de verbetering van het persoonlijke inzicht en vermogen als resultaat van de relaties die gelegd kunnen worden tussen de nieuwe informatie en al aanwezige informatie, ervaringen, vaardigheden en attitudes. In het kader van dit onderzoek is het verder van belang onderscheid te maken tussen enerzijds expliciete en impliciete kennis en anderzijds projectgebonden en algemene informatie. Expliciete kennis is informatie die mondeling of schriftelijk overdraagbaar is. Impliciete kennis daarentegen bestaat uit ervaringen, vaardigheden en attitudes [Weggeman 1997, p. 36].

Interessant in verband met informatie-uitwisseling in de bouw zijn tevens de twee soorten informatie die Colin Davidson [1998] onderscheidt: projectgerelateerde informatie en algemene informatie. Hij definieert ze als volgt:

“Project-related information, as its name implies, denotes information that is particular to an individual project and is accumulated during the project-related processes of design, manufacture and construction. General information is, at least in principle, available to nourish the processes of any construction or any research project; it is accumulated constantly as more and more is learnt about building-related technology, and about the application of the human and natural sciences to building.”⁷

Beter is het om van projectgerelateerde kennis en algemene of projectongebonden informatie te spreken. In het kader van een project wordt meer impliciete kennis opgebouwd dan expliciet te maken en overdraagbaar is. Alleen onderdelen van de expliciet te maken kennis zullen deel kunnen gaan uitmaken van de algemene informatie. Deze kennis- en informatiestroom bestaat volgens Davidson in verschillende omgevingen en tijdschalen. Projectgerelateerde kennis wordt vanaf het begin van de bouwopgave opgebouwd door de verschillende bouwteamleden, en is gerelateerd aan de persoonlijke kennis van deze leden. Zij moeten onderling een vorm vinden om voor de duur van het project te kunnen communiceren. Als het project gerealiseerd is en alle beslissingen hieromtrent genomen zijn, verdwijnt deze kennis weer grotendeels. Slechts een deel van de expliciete kennis wordt opgeslagen in archieven of bewaard voor onderhoudsdoeleinden. Dit geldt ook voor de informatie gekoppeld aan innovatieprocessen van speciale producten. Deze informatie verdwijnt niet maar is slechts aanwezig bij de

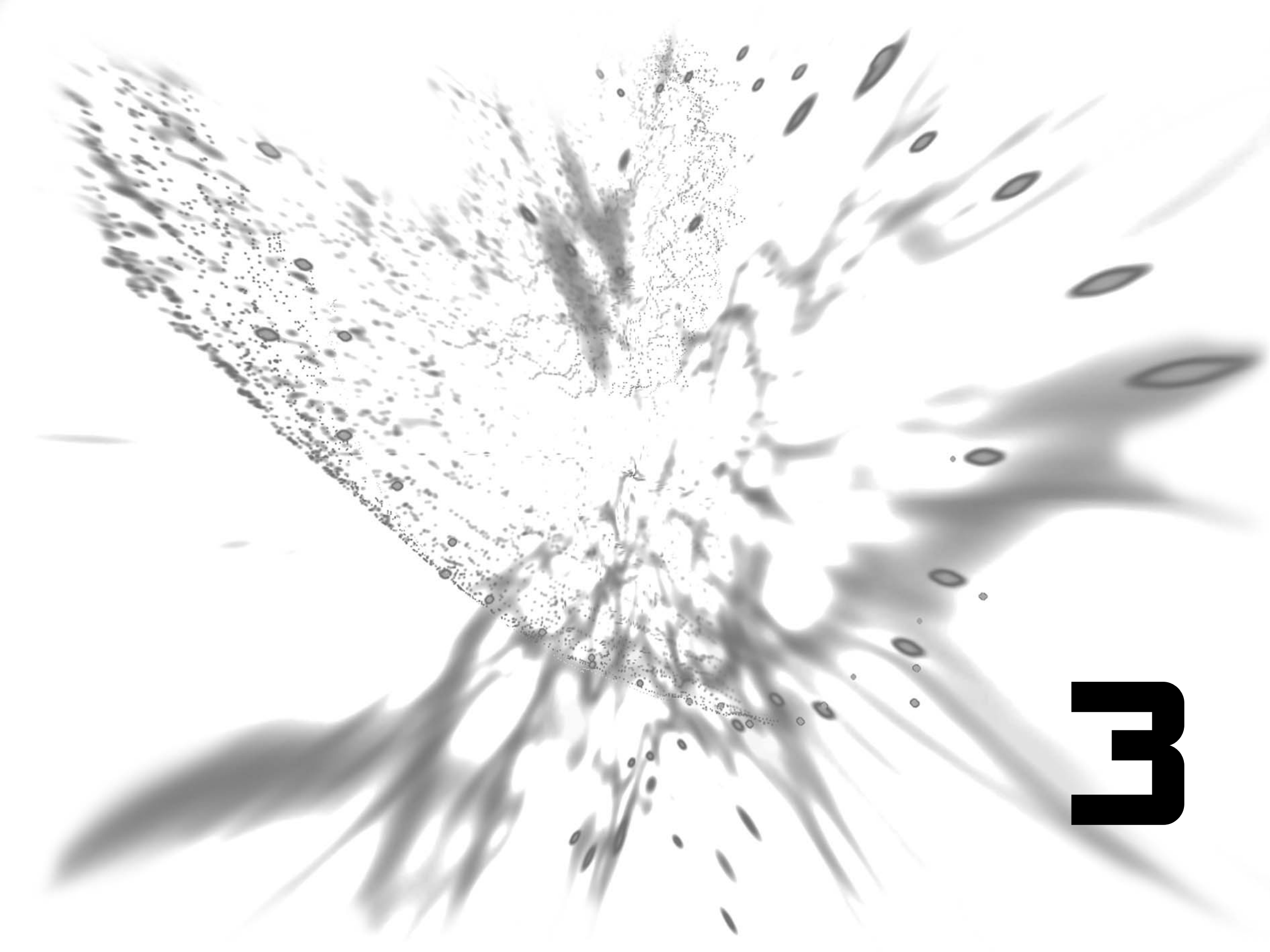
betrokken personen. Algemene informatie daarentegen is voor professionals in principe toegankelijk via bibliotheken of databanken. De informatie nodig voor het ontwikkelen van een nieuw product is een combinatie van algemene informatie en projectgerelateerde kennis.

Voor het ontwikkelen van projectgebonden en projectongebonden bouwcomponenten is het zinvol eveneens onderscheid te maken tussen harde en zachte kennis. Onder zachte kennis wordt verstaan: ideeën over hoe het product er uit moet zien, hoe de relatie van het product moet zijn met de rest van het gebouw, welke materialen en afwerkingen daarbij horen, oftewel kennis gerelateerd aan de software; en onder harde kennis: technische kennis van materialen, bewerkings- en productietechnieken, oftewel de kennis gerelateerd aan de hardware. Bij componentontwerpen vallen deze twee soorten kennis grotendeels samen met een partij. De architect levert, grof gezegd, de zachte kennis, terwijl de producent al dan niet in combinatie met bepaalde adviseurs voornamelijk de harde kennis levert. Deze twee soorten kennis beïnvloeden elkaar. Vorm, materiaal en afwerking beïnvloeden namelijk de manier waarop er gebouwd moet worden en vice versa. Een goede communicatie hierover tussen beide partijen is daarom cruciaal.

ARCHITECTEN OP ZOEK NAAR INFORMATIE

Hoe de architect aan zijn informatie komt voor een ontwerp, en hoe het proces verloopt waarin die informatie omgezet wordt in een ontwerp, is een goed bewaard geheim. Eekhout beweert dat deze informatie door architecten niet onthuld wordt omdat zij bang zijn voor ontmaskering van intuïtieve ontwerpstappen waar rationele zouden worden verwacht.⁸ In feite zijn deze nevelen rondom het ontwerpproces niet specifiek voor de beroepsgroep van architecten. Schön [1983] stelt dat professionals over het algemeen niet in staat zijn om hun kennis te beschrijven en dat ook niet wensen te doen. Uit casestudy- onderzoek van Emmitt [1997] is gebleken dat de architect pas actief op zoek gaat naar informatie over producten als hij of zij daar in het ontwerpproces zelf behoefte toe voelt, niet daarvoor. Dit tot grote frustratie van producenten, die architecten als belangrijkste, maar moeilijk bereikbare, promotor van hun producten zien [Emmitt 1997, p. 11, Pawley 1990, p. 5, Lantham 1994].

Er zijn onderzoeksprojecten [Mackinder 1980, Davidson 1998] die aantonen dat professionals überhaupt terughoudend zijn met het op zoek gaan naar algemene informatie. Hiervoor worden onder andere de volgende redenen gegeven: ten eerste het gevoel dat het opzoeken van informatie geen productieve activiteit is en ten tweede dat veel informatie niet in de juiste vorm wordt aangeboden en nog bewerking nodig heeft, waarvoor vaak niet de tijd wordt genomen.

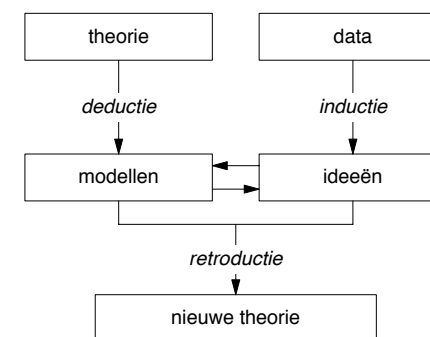


5 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE

Na een karakterisering van het onderzoek wordt ingegaan op het onderzoeksonderwerp. Daarna wordt stil gestaan bij de gekozen onderzoeksmethode en wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van het onderzoeksplan.

SOORT ONDERZOEK

Dit onderzoek kan worden gekarakteriseerd als retroductief [Ragin 1994]. In een retroductieve onderzoeksstrategie wordt een inductieve¹ en deductieve² aanpak gecombineerd. Door deductie kan worden bepaald in hoeverre een algemeen geldende regel ook van toepassing is in een specifiek onderzoeksgebied. Het voordeel van een inductieve benadering is dat er nieuwe theorie gevormd wordt. In een retroductieve aanpak wordt algemene kennis over het onderzoeksonderwerp ten volle benut, terwijl er tevens nieuwe theorie gegenereerd wordt over dit onderzoeksonderwerp in een specifieke situatie.



Figuur 1 Opzet van een retroductieve onderzoek

Tevens kan dit onderzoek worden getypeerd als: descriptief, explorerend, interdisciplinair en theorievormend met nadruk op kwalitatieve aspecten. Volgens Piet Verschuren karakterisering van ontwerpgericht en analytisch onderzoek³ kan dit onderzoek eveneens gekenmerkt worden als analytisch van opzet.

Ontwerpgericht onderzoek	Analytisch onderzoek
zelf theorie bedenken (van methoden en ontwerpmethodologie)	via feitelijkheden tot theorie komen
prescriptie	verklaring
kennis in de vorm van een ontwerp	kennis in de vorm van een theorie
gaat uit van het mogelijke en het wenselijke	gaat uit van het bestaan van het feitelijke
creativiteit, durf en verbeelding	objectiviteit, controleerbaarheid
gaming, simulatie en veldexperiment	survey, casestudy en (laboratorium) experiment

Tabel 1 Verschil ontwerpgericht en analytisch onderzoek [Verschuren]

GEHANTEERD ONDERZOEKSPARADIGMA

Dit onderzoek is gemaakt vanuit een pragmatisch standpunt, ook wel *soft-nosed positivism* genoemd [Miles & Huberman 1984, Den Hertog & Van Sluijs 1995], een positie tussen de twee paradigma's van positivisme en fenomenologie in. De positie is echter meer als positivistisch dan fenomenologisch te karakteriseren, gezien het ingenieursperspectief van zowel de onderzoeker als het beoogde lezerspubliek. Er is uitgegaan van het feit dat de werkelijkheid objectief kenbaar is, terwijl tevens het belang wordt gezien van sociale en psychologische fenomenen.

Een dergelijke onderzoekshouding verklaart ook de pragmatische houding ten aanzien van kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeksmethoden in dit onderzoek. Er zijn namelijk twee houdingen mogelijk ten opzichte van het verschil tussen kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeksmethoden: het is te zien als een verschil in paradigma en als een pragmatisch verschil [Cassell & Symon 1994]. De keuze voor een bepaalde houding heeft consequenties voor de keuze van de soort onderzoeksmethode. Tevens komt theorie op verschillende manieren tot stand, afhankelijk van het gekozen paradigma. De aard van de opgedane kennis tot slot, is ook verschillend voor beide paradigma's:

"The assumption behind the positivist paradigm is that there is an objective truth existing in the world which can be revealed through the scientific method where the focus is on measuring relationships variables systematically and statistically.
...Qualitative techniques emerge from phenomenological and interpretive paradigms." [Cassell & Symon 1994, p. 2]

De werkelijkheid bestaat niet in de ogen van fenomenologen. Zij hanteren het sociaal constructivisme, waarin men ervan uitgaat dat in de uitwisseling van taal de werkelijkheid wordt gecreëerd. Verschillende actoren hebben hierin verschillende belangen en daarmee een andere kijk op de werkelijkheid. Daarbij speelt een rol dat de bestaande

Positivistisch	Fenomenologisch
reductionistisch	holistisch
verklarend	begrijpend, descriptief
kwantitatief	kwalitatief
objectief	subjectief
hard	zacht

Tabel 2 Verschil in onderzoeksparadigma's⁴

situatie gegroeid is vanuit de geschiedenis, waardoor bepaalde zaken anders in elkaar kunnen zitten dan op het eerste gezicht logisch is.

Vanuit het pragmatische standpunt dat kwalitatief en kwantitatief onderzoek geschikt zijn voor verschillende soorten onderzoek, gaat het er meer om hoe deze technieken worden ingezet en hoe de data geïnterpreteerd wordt. Dit standpunt is in dit onderzoek gebruikt bij het kiezen van een onderzoeksmethode.

ONDERWERP VAN ONDERZOEK

Studies naar productinnovatie betreffen voornamelijk industrieën buiten de bouw. Er heeft slechts op kleine schaal onderzoek naar productinnovatie binnen de bouw plaatsgevonden, voornamelijk gezien vanuit het perspectief van producenten en aannemers. Pries [1995] heeft een typering van innovatie in de bouw gemaakt op basis van uitgaven aan verschillende soorten innovatie. Hij heeft de initiatiefpercentages per categorie professionals vastgelegd voor procesinnovatie en nieuwe standaardproducten. Eekhout [1997] heeft als producent / ontwerper de aanpak van productontwikkeling weergegeven. Studies concentreren zich voornamelijk op toeleverende bedrijven en bouwbedrijven als innovatoren [Jacobs e.a. 1992, Bowley 1966, Schön 1971, Pries 1995, etc.].

Bij aanvang was het doel van dit onderzoek om tot theorievorming te komen over het verloop van productinnovatieprocessen in de bouw. In het beginstadium werd naar productontwikkeling in de bouw gekeken vanuit het perspectief van de producent, zoals gebruikelijk is in de literatuur over productinnovatie (zie hoofdstuk 3). Hierbij leek het zinvol om twee uitersten te bekijken, het proces waarin standaard projectgebonden producten tot stand kwamen op initiatief van producenten en het proces van het ontstaan van speciale projectgebonden producten op initiatief van architecten.

De verwachting was dat de eerste categorie makkelijker in te vullen zou zijn dan de tweede. Productinnovatie geïnitieerd door architecten leek op basis van de bevindingen van Pries immers meer uitzondering dan regel.

In de loop van dit onderzoek werd duidelijk dat de werkelijkheid anders is. Op de Bouwbeurs (1995 en 1997), op diverse Boosting⁶-bijeenkomsten (in de periode 1995-1997) en tijdens een cursus over innovatie in de bouw⁷ werden producenten benaderd. Zij werden gevraagd naar recentelijk op de markt gebrachte producten. Bij enkele producenten van innovatieve componenten werd door middel van interviews en aanvullend documentenonderzoek het productontwikkelingsproces gereconstrueerd. Het idee voor het nieuwe product bleek vaak afkomstig of gebaseerd te zijn op een product van een buitenlandse firma.⁸ Bij producten waarvan aangegeven werd dat deze door het bedrijf zelf waren ontwikkeld, bleek bij reconstructie van het productontwikkelingsproces regelmatig dat het product tot stand gekomen was als antwoord op een vraag van een architect naar specifieke en nog niet bestaande projectgebonden producten. Bijvoorbeeld

Nieuwe componenten	Mate van standaardisatie	Bedrijf	Betrokkenheid architect
Lignostone kolommen	speciaal	Lignostone	x
sandwichpanelen	speciaal	Van Dam	x
vangrail-componenten	speciaal	Van Dam	x
gevelsysteem	speciaal	Kloosterman	x
kromme ligger	systeem	Spanbeton	x
vloersysteem	systeem	A+	x
kozijnen	systeem	TNO	
winkelinrichting	systeem	Ahold	x
natuurstenen gevelpaneel	systeem	Goliath	
schuifvenster voor lichtstraat	systeem	BIK	
zonneweringsysteem	systeem	Colt	x
inbouwpakket	systeem	Matura	x
plafondsysteem	systeem	⁵	x
gevelsysteem	systeem	Kloosterman	x
daksysteem	systeem	Sarnafil	
verdiepingshoge deur	standaard	Polynorm	
garagedeur	standaard	Polynorm	
schuifdeur	standaard	Polynorm	
dakraam	standaard	BIK	
lichtkoepel	standaard	Ubbink	

Tabel 3 Nieuwe componenten

in het geval van de kromme prefab betonliggers van Spanbeton. In eerste instantie werd hieraan geen waarde gehecht en werd gezocht naar een volgende case voor de categorie projectongebonden productontwikkeling. Gaandeweg werd echter duidelijk dat architecten een grotere invloed op de totstandkoming van nieuwe componenten hebben dan algemeen wordt aangenomen.

De componenten waarover voldoende informatie beschikbaar was, werden onderverdeeld naar initiator: architect, producent en overigen. In deze laatste categorie zaten cases waarin de innovatie geïnitieerd was door een innovatieadviesbureau, een brancheorganisatie, een stichting ter bevordering van het industrieel bouwen en een opdrachtgever.

Deze categorieën bleken echter niet zo zuiver als aanvankelijk gedacht. Bijvoorbeeld de opdrachtgever van het winkelinrichtingssysteem was de supermarktketen Ahold met zijn eigen architectenbureau. Dit bureau had de productinnovatie geïnitieerd. Het plafond-systeem van Boosting was ontwikkeld door een groep van producenten en een architect. Het vloersysteem geïnitieerd door het innovatieadviesbureau was begonnen als een idee voor een compleet bouwsysteem van de Technische Universiteit in Eindhoven. Maar de persoon die het product verder ontwikkelde en het omvormde tot een vloersysteem was een architect.

Geïnitieerd door architect	Geïnitieerd door producent	Geïnitieerd door anderen
Lignostone componenten	schuifdeur	vloersysteem
kromme ligger	dakraam	plafondsysteem
vangrail-componenten	lichtkoepel	winkelinrichting
sandwichpanelen		kozijnen

Tabel 4 Indeling cases naar initiator

Het begon op te vallen dat in veel gevallen architecten betrokken waren bij productinnovatieprocessen. Het werd onvermijdelijk de vraag te stellen wat nou eigenlijk hun bijdrage was. Daarom is, tijdens het onderzoek, de doelstelling bijgesteld naar de rol van de architect in innovatieprocessen in de bouw.

AFBAKENING VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek is op een viertal manieren afgebakend: naar bedrijfstak, producttype, omgeving en initiator.

Bedrijfstak

De algemene vooronderstelling in de literatuur over innovatie en productontwikkeling is dat modellen die ontwikkeld zijn op grond van een specifieke bedrijfstak in het algemeen gelden voor andere bedrijfstakken. Er zijn echter ook onderzoekers die stellen dat productontwikkelingsprocessen specifiek zijn voor een bepaalde bedrijfstak [Urban & Hauser 1993, Paffen & Janszen 1994] of groep van bedrijfstakken [Pavitt 1984]. Urban en Hauser onderscheiden de volgende factoren waarop productontwikkelingsprocessen aangepast moeten worden: de grootte van het bedrijf, het soort product en het verschil in bedrijfsstrategie. Dit wordt bevestigd door Nelson en Winter [1977] met hun begrip *selection environment*. Zij stellen dat de specifieke situatie bepalend is voor eventuele acceptatie van innovatie. Aangezien de *selection environment* voor elke bedrijfstak verschilt, zijn tevens de productinnovatieprocessen verschillend. In overeenstemming hiermee is er binnen dit onderzoek niet gestreefd naar veralgemenisering van de bevindingen naar andere vakgebieden.

Producttype

In tweede instantie is het onderzoek afgebakend op productsoort. Om greep te krijgen op de verschillen in productinnovatieprocessen, is het belangrijk producten te onderscheiden naar complexiteit. Dit kan aan de hand van de productcategoriën samengesteldheid, producthiërarchie en de mate van standaardisering (zie hoofdstuk 2 § Type bouwproducten). Voor het ontwikkelen van complexe producten is in het algemeen meer tijd en organisatie nodig dan voor eenvoudige producten. Dit onderzoek is gericht op complexe projectgebonden producten in de vorm van componenten. Reden voor deze keuze is dat componenten de meest ingewikkelde deelproducten zijn, zonder specifiek te zijn voor een gebouw. Componenten zijn eveneens het meest typisch voor de huidige informatiemaatschappij [Gann 2000]. Tot slot zijn er meer mogelijkheden om na het bestuderen van innovatieprocessen van bouwcomponenten uitspraken te kunnen doen over minder complex samengestelde producten, dan andersom.

Er is onderzoek gedaan naar projectgebonden componenten omdat op het gebied van projectongebonden systeem- en standaardproducten in de bouw reeds door anderen onderzoek is gedaan [Eekhout 1997, Pries 1995] (zie hoofdstuk 2 en 3). De invalshoek van projectgebonden componenten bleef tot nu toe onderbelicht.

Omgeving

Een derde afbakening heeft betrekking op de omgeving. De directe omgeving van de pro-

ductinnovatieprocessen wordt gevormd door bij het bouwproces betrokken actoren. De indirecte omgeving is minder grijpbaar. Productinnovatie wordt beïnvloed door de cultuur waarin deze plaatsvindt. Hierbij valt te denken aan het verschil in cultuur tussen landen, maar ook aan cultuurverschillen in de diverse bedrijfstakken en markten. Ook zullen er verschillen in cultuur bestaan tussen de bedrijven waarin productinnovatie onderzocht wordt in het kader van dit onderzoek. Dit onderzoek beperkt zich met de dataverzameling tot bouwbedrijven die producten ontwikkelen in Nederland.

Initiator

Het onderzoek is verder nog afgebakend op de rol van de initiator in het productinnovatieproces. In navolging van Von Hippel [1988] is onderscheid gemaakt tussen de partijen die het initiatief nemen voor innovatie: aanbieder of klant. Binnen dit onderzoek is ingezoomd op de architect, die als representant van gebruikers en opdrachtgevers op de bouwproductenmarkt initiatief neemt tot het ontwerpen en ontwikkelen van bouwcomponenten.

ONDERZOEKSMETHODE

Omdat het onderwerp 'productinnovatie in de bouw' vanuit het perspectief van de architect nauwelijks is onderzocht, ligt het voor de hand om een exploratieve onderzoeksmethode te hanteren. In principe kunnen alle bekende onderzoeksstrategieën voor verkennend, beschrijvend of verklarend onderzoek worden gebruikt [Yin 1989, p. 15-16]. Vanuit de pragmatische invalshoek is gekozen voor een kwalitatieve onderzoeksmethode. Een kwalitatieve methode is volgens Cassell en Symon [1994] te prefereren indien:

- Het onderzoek meer procesgeoriënteerd is dan resultaatgericht;
- Het onderzoek meer gericht is op interpretatie en het vinden van thema's en kenmerken dan op kwantificering;
- Er subtiele verschillen moeten worden gemeten, zoals bij veranderingsprocessen;
- Er gestreefd wordt naar een holistische beschrijving van het verschijnsel;
- De deelnemers in het te onderzoeken proces allen een andere kijk op de situatie hebben, een andere waarheid zien;
- Het individuele gedrag niet gezien wordt als afhankelijk van onafhankelijke variabelen, maar als resultaat van wederzijdse beïnvloeding;
- Men de context als invloedsfactor op het gedrag en de situatie beschouwt;
- Individuen als actieve personen worden gezien, in plaats van passieve observanten;
- De onderzoeker ook gezien wordt als invloedsfactor op het onderzoek.

Deze karakteriseringingen zijn alle in meerdere of mindere mate van toepassing voor dit onderzoek.

Strategy	Form of research question	Requires control over behavioural event?	Focuses on contemporary events?
experiment	how, why	yes	yes
survey	who, what, where, how many, how much	no	yes
archival analysis	who, what, where, how many, how much	no	yes/no
history	how, why	no	no
case study	how, why	no	yes

Tabel 5 Relevante situaties voor verschillende onderzoeksstrategieën [Yin 1989, p. 17]

In dit onderzoek worden veel hoevragen en een enkele waaromvraag gesteld, daarom vallen *survey* en *archival analysis* af. Waarna volgens Yin [1989, p. 18] gekozen kan worden tussen *casestudy*, *history* of experimenten. De nadruk bij dergelijke vragen ligt bij relaties die door de tijd heen moeten worden gevolgd en minder bij de frequenties en percentages van de verschillende objecten.

De *casestudy* verdient de voorkeur boven experimenten als gebeurtenissen niet gemanipuleerd hoeven te worden. Dat is het geval als je wilt beschrijven hoe processen verlopen van door architecten geïnitieerde productinnovatie en de daarbijbehorende informatiestromen. Het verschil tussen *casestudy* en *history* is dat in het geval van *history* directe observatie en vaak ook systematische interviews niet tot de mogelijkheden behoren. Het ligt dus voor de hand om de *casestudy* te kiezen als vorm voor dit onderzoek. Deze vorm wordt veel gebruikt in de antropologie en bij het onderzoeken van organisaties en industriële relaties [Hartey 1994]:

"...case studies have an important function in generating hypotheses and building theory. ...case study is .. a useful technique where exploration is being made of organizational behavior which is informal, unusual, secret or even illicit." [Hartley 1994, p. 213]

ONDERZOEKSPPLAN

PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

De probleemstelling van dit onderzoek valt in drie vragen uiteen:

- In hoeverre kan de rol van architecten beschreven worden in componentontwerpprocessen in de bouw? (descriptief);
- Welke strategieën en hulpmiddelen kunnen er op basis van deze beschrijvingen gegeven worden voor de invulling en sturing van componentontwerpprocessen? (prescriptief);
- Hoe kan het componentontwerpen door architecten gestimuleerd worden? (prescriptief).

Deze drie hoofdvragen kunnen worden uitgerafeld in een aantal deelvragen. Deze deelvragen zijn hieronderopgenomen.⁹

Beschrijvende kennis

- Hoe wordt innovatie in de bouw gecategoriseerd in de vakliteratuur? (hoofdstuk 2);
- Welke modellen worden gebruikt om productinnovatieprocessen te beschrijven? (hoofdstuk 3);
- Welke invloeds- en beheersfactoren worden in de vakliteratuur als belangrijk gezien? (hoofdstuk 3);
- Hoe worden ontwerpprocessen van architecten beschreven in de vakliteratuur? (hoofdstuk 4);
- Welke mogelijkheden heeft een architect om te innoveren? (hoofdstuk 7);
- Hoe vinden architecten de voor componentontwerpen benodigde informatie? (hoofdstuk 4, 9 en 10);
- Hoe verspreidt kennis zich die opgedaan wordt in het kader van door architecten geïnitieerde productinnovatie? (hoofdstuk 11);
- Hoe beïnvloeden architecten productinnovatieprocessen? (hoofdstuk 9 en 10);
- Welke hulpmiddelen gebruiken zij voor het componentontwerpen? (hoofdstuk 9);
- Welke hindernissen komen zij tegen bij het componentontwerpen? (hoofdstuk 8);
- Welke argumenten gebruiken architecten om aan productinnovatie te doen? (hoofdstuk 7).

Verklarende kennis

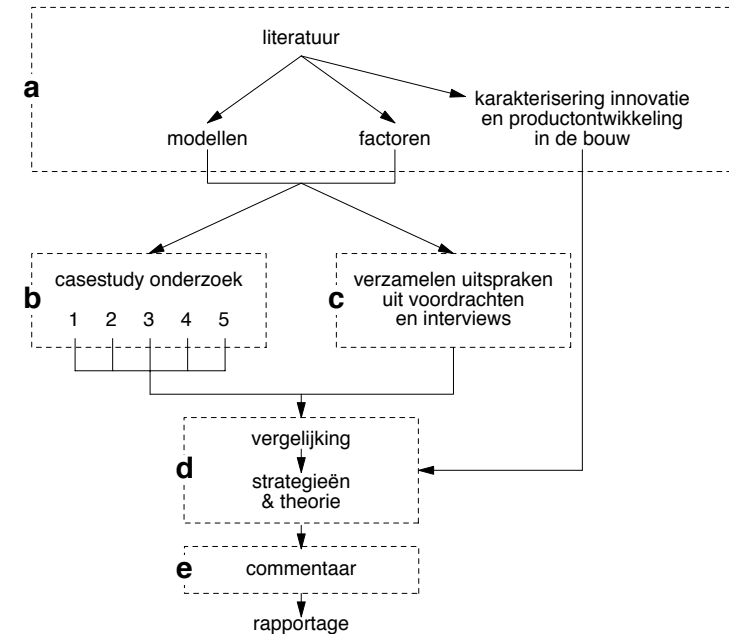
- Waarom wordt de kennis die opgedaan is bij het ontwerpen en ontwikkelen van projectgerelateerde componenten door architecten zo slecht verspreid? (hoofdstuk 11);
- Waarom worden er niet meer projectgebonden componenten ontworpen door architecten? (hoofdstuk 11).

Prescriptieve kennis

- Wat voor strategieën en hulpbronnen kunnen architecten gebruiken om productinnovatieprocessen in te richten en te sturen? (hoofdstuk 9 en 10);
- Hoe is te stimuleren dat er in de bouw beter gebruik gemaakt wordt van de kennis die ontstaat in het kader van door architecten ontworpen componenten? (hoofdstuk 12);
- Hoe kan het componentontwerpen door architecten gestimuleerd worden? (hoofdstuk 12).

HET ONDERZOEKSDESIGN

Dit onderzoek is uitgevoerd in een aantal fasen: het literatuuronderzoek, het verkennende onderzoek, het aanvullend onderzoek, de theorievorming en ten slotte het verifiërende onderzoek.



Figuur 2 Opbouw van het onderzoek

Literatuuronderzoek (deductief)

In de literatuur zijn modellen gevonden die productinnovatieprocessen beschrijven. Deze modellen zijn over het algemeen niet opgesteld aan de hand van data afkomstig uit de bouw. Tijdens dit onderzoek werd bevestigd dat deze modellen inderdaad niet zonder meer voor de bouw gebruikt kunnen worden. Zij blijken echter zeer nuttig bij het bepalen van de aspecten die in het onderzoeksgebied bestudeerd moeten worden. De aange troffen modellen richten zich op de volgende aspecten: evaluatiemomenten, betrokken personen en raden, organisatie van de activiteiten, transformatieproces, karakterisering van het proces (lineair versus cyclisch, convergerend versus divergerend). In het kader van het onderzoek is de meest recente theorie op het gebied van productinnovatie beschreven waarin ondermeer de inrichting en besturing van succesvolle productontwikkelingsprocessen vanuit het standpunt van producenten in andere vakgebieden aan bod komen [Oostra 1996].

Bij succesvolle productontwikkelingsprocessen blijken niet alleen rationale factoren van invloed op het verloop van het proces. Daarom worden naast 'harde' rationale factoren, tevens 'zachte' psychologische en sociale factoren beschreven.

Verkennd onderzoek (inductief)

Voor de beschrijving van het productinnovatieproces van bouwcomponenten is gebruik gemaakt van vijf casestudy's (zie hoofdstuk 6). Er wordt retrospectief gekeken hoe het productinnovatieproces van idee naar product verloopt. In één geval is een productinnovatieproces in kaart gebracht terwijl het aan de gang was. Door middel van interviews met

de betrokken professionals is geprobeerd het productinnovatieproces te reconstrueren. Voor de casestudy's is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de methode van triangulatie. Dit is een methode waarmee data uit twee of meer bronnen gehaald wordt, bijvoorbeeld door informatie verstrekt in interviews bij een andere informant bevestigd te krijgen. Of door toetsing aan documenten, zoals tekeningen, bestekken, brieven, faxen, etc.

Bij de casestudymethode zijn twee werkwijzen mogelijk [Verschuren & Doorewaard 1995]: de hiërarchische manier, afzonderlijke cases bestuderen en dan vergelijken en de sequentiële manier, een case bestuderen waarna de tweede op basis van het in de eerste case gevonden materiaal wordt gekozen. Hier is gekozen voor de hiërarchische methode. Voor de opzet van de casestudy's is de volgende werkvolgorde aangehouden:

- Het casestudy-onderzoek is gebaseerd op de resultaten van een deductieve literatuurstudie. In het kader hiervan is de meest recente productinnovatietheorie geïnventariseerd. Hierin zijn analysemodellen van productinnovatieprocessen beschreven en de invloedsfactoren op productontwikkeling. Sleutelbegrippen zijn vastgelegd zodat gedurende het onderzoek geen betekenisverschuiving kon optreden. Zodoende kon tijdens het casestudy-onderzoek duidelijk worden welke factoren een andere rol of importantie hebben dan vanuit de theoretische modellen uit de literatuur te verwachten viel;
- Aan de hand van de uitkomsten van het literatuuronderzoek is een aantal thema's gededistilleerd. Deze thema's zijn vervolgens als basis gebruikt voor de in de casestudy's gehanteerde interviewschema's (zie bijlagen). Deze methode sluit aan bij wat in de onderzoeksmethodologie [Glazer & Strauss 1967] *sensitizing concepts* heet: richtinggevende concepten, waarvan de betekenis aan het begin van het onderzoek nog zo open mogelijk werd gehouden. In de loop van het onderzoek zijn deze begrippen geleidelijk specifieker voor de betreffende context geworden;
- Voor het uitvoeren van de casestudy is een draaiboek gemaakt met een standaardvragenlijst (zie bijlage) waaruit voor elk interview een toegespitste versie is gemaakt;
- Aan de hand van deze vragenlijst zijn de betrokkenen in de casestudy's geïnterviewd. Van de interviews zijn verslagen gemaakt;
- De vastgestelde begrippen zijn geanalyseerd. Gaandeweg is duidelijker geworden wat deze begrippen inhouden en welke factoren wel en niet als belangrijk worden gezien door de betrokkenen;
- Na het uitvoeren van de casestudy's is per case een rapport opgemaakt.

Doel van deze casestudy's was in eerste instantie om te komen tot nieuwe theorievorming omtrent productontwikkelingsprocessen van bouwcomponenten. Deze doelstelling is lopende het onderzoek verder toegespitst op de rol van architecten in productinnovatieprocessen.

Omdat informatie met betrekking tot projectgebonden producten niet algemeen toegankelijk is [Oostra 2000], blijkt het moeilijk alle projectgebonden productinnovatieprocessen te traceren van een bepaalde periode. Het maakte het vinden van geschikte cases

überhaupt lastig. Naar cases is gezocht tijdens Boosting-bijeenkomsten, op de Bouwbeurs 1997, bij het Innovatiecentrum Den Haag, tijdens de cursus Research en Technologie-ontwikkeling in de bouw (PATO) en via persoonlijke contacten met ex-studiegenoten.

Aanvullend onderzoek

Er zijn twee redenen voor aanvullend onderzoek. Ten eerste de toetsing van de uitkomsten van het verkennende onderzoek aan uitspraken van 117 architecten, producenten, aannemers, product- en projectontwikkelaars. Er is gekeken of de in de casestudy's belangrijk gebleken begrippen en invloedsfactoren ook door anderen als zodanig worden beschouwd.

Ten tweede zijn lacunes in de geformuleerde theorie met extra informatie aangevuld. Door verschillende beroepsperspectieven te kiezen - architect, productontwikkelaar, producent, etc. - kan meer duidelijkheid worden verkregen over de gang van zaken, omdat zij allemaal een andere kijk hebben op het bouwproces in het algemeen en het productinnovatieproces in het bijzonder. Dit wordt in de onderzoeksmethodologie 'pluriform kijken' genoemd en geeft inzicht in de achterliggende redenen van wat onlogische handelingen en houdingen van personen kunnen lijken. Zo wordt onder andere volgens Crozier en Friedberg de mate van rationaliteit in organisaties erg overschat [1980, p. 17]. Een verklaring die zij daarvoor geven is de kloof tussen theorie en praktijk. Elke actor probeert zijn vrijheid in het systeem te gebruiken om zijn eigen individualiteit te zoeken. Dat wil niet zeggen dat de personen voor zichzelf op een onlogische manier handelen. Voor de persoon in kwestie heeft de handeling altijd een bepaalde logica. Voor de observator kan deze handeling echter onlogisch overkomen omdat hij of zij de handeling vanuit een ander perspectief beoordeelt. Een handeling van een actor in een organisatie kan heel onlogisch lijken. In zijn of haar perceptie echter hoeft dit niet het geval te zijn. Dat is de reden om buiten de cases ook in interviews en voordrachten te zoeken naar redeneringen.

Deze opinies zijn afkomstig van professionals die zelf componenten ontwerpen of in de uitoefening van hun vak te maken hebben met productinnovatie of componentontwerpende architecten. De uitspraken komen uit interviews en presentaties die zij hebben gehouden voor vakgenoten in het kader van lezingen voor Boosting, voor bouwkundestudenten aan de Universiteit in Delft of diverse congressen en cursussen in de periode van december 1997 tot november 2000.

Soort professional		Soort professional	
architecten	29	academici	34
producenten	12	consultants	10
product ontwikkelaars	6	overheid	2
constructeurs	10	opdrachtgevers	3
aannemers	6	overigen	3
project ontwikkelaars	2		
		totaal	117

Tabel 6 De aantallen professionals die als bronnen fungeerden voor de additionele data

Theorievorming

De aanpak bij de theorievorming in dit onderzoek kan gekenmerkt worden als een kruising van de traditie van Yin met die van Glaser en Strauss. Kenmerkend voor de traditie van Glaser en Strauss is dat er met zo weinig mogelijk theorie wordt gestart, met als doel deze te onttrekken uit empirische data. Tijdens de bestudering van de case komen één of meerdere centrale begrippen naar voren. De theorie die gevormd wordt is dan de betekenis en uitwerking van dit centrale begrip. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen concepten en theorieën en onafhankelijke en afhankelijke variabelen.

In de organisatieveranderingsstudies zoals bekend van Yin zijn drie hoofdstrategieën te onderkennen: *pattern matching*, een groep variabelen wordt getoetst aan een voorspelde waarde, *explanation building*, er wordt gezocht naar de oorzaken van bepaalde fenomenen en *time-series analysis*, er wordt op verschillende tijdstippen gemeten in een case. Op grond van *pattern matching* is in het kader van dit onderzoek besloten eerst variabelen uit een literatuurstudie te destilleren die als gereedschap konden worden gebruikt voor de analyse van productinnovatie in de bouw. In het licht van de *explanation building* is gezocht naar argumenten van architecten om componenten te ontwerpen en de redenen waarom andere partijen bereid waren architecten hierbij te helpen. Daarbij geldt het volgende:

“Verschillen in verklaringen van hetzelfde verschijnsel spreken elkaar zelden tegen; zij vullen elkaar aan. Met name geldt dit voor verklaringen die verwijzen naar motieven, redenen, van leden van de onderzochte groepen en verklaringen die door de onderzoeker in theoretische termen zijn geformuleerd.” Swanborn [1996, p. 132]

Alhoewel het gehele onderzoek retrospectief was, is in één casestudy, de vloersysteemcase, gebruik gemaakt van de *time-series analysis* omdat hier het tijdspad van het productinnovatieproces zich eenvoudig in het onderzoekstraject liet inpassen. Deze analysemethode bood de kans om data uit de cases aan te vullen met informatie die door het retrospectieve aspect verloren gegaan was.

De werkwijze die gehanteerd is tijdens de vorming van de theorie uit de analyse van de data is weergegeven in Schema 3.

De verzamelde data kunnen op drie manieren met elkaar worden vergeleken: binnen de groep van professionals (architecten onderling), tussen de groepen (architecten versus producenten) en

tussen soorten producten (standaard versus speciale producten). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van alle drie manieren. Echter, de vergelijking tussen architecten ligt ten grondslag aan de theorievorming. Ook locale causaliteit [Miles & Huberman 1984, p. 147] is ingezet; een techniek waarbij voor het verklaren van bepaalde gebeurtenissen, factoren en toestanden gebruik wordt gemaakt van factoren en interpretaties afkomstig uit andere cases.

Verifiërend onderzoek

Tot slot is een aantal deskundigen gevraagd of de geformuleerde theorie plausibel is en of deze overeenkomt met hun persoonlijke ervaring. Deze fase is ingelast om de nieuwe theorie omtrent de rol van de architect in de productinnovatieprocessen te verifiëren en, indien nodig, bij te stellen. Dit bijstellen is nauwelijks nodig gebleken, wel heeft deze fase aanvullende voorbeelden en uitbreiding van de bestaande theorie opgeleverd.

EXTERNE GELDIGHEID

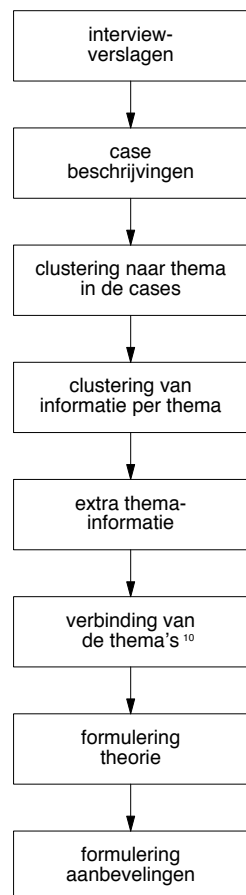
Met de externe geldigheid wordt de generaliseerbaarheid bedoeld. Is het mogelijk om uitspraken te doen over populatie buiten de steekproef? [Verschuren & Doorewaard 1995]. De externe validiteit bevat twee onderdelen: de statische validiteit (het aantal eenheden in de steekproef ten opzichte van het aantal eenheden in het universum) en analytische validiteit (generaliseerbaarheid op grond van de soorten onderzochte eenheden) [Den Hertog & Van Sluijs 1995]. De statische validiteit wordt bepaald door de verhouding van het aantal onderzoekseenheden ten opzichte van de populatie waarover men uitspraken doet. Dit is bij casestudy-onderzoek ongunstiger dan bij bijvoorbeeld de enquêtemethode. De analytische validiteit hoeft voor beide methoden niet te verschillen.

De externe geldigheid van dit onderzoek is verhoogd door een verifiërende fase toe te voegen. De resultaten van het onderzoek zijn voorgelegd aan componentontwerpende architecten die niet bij de cases of de additionele dataverzameling waren betrokken. Voor de steekproef van de cases in het verkennend onderzoek en databronnen in het aanvullende en verifiërende onderzoek zijn om praktische redenen voornamelijk bedrijven en personen uit Nederlandse bouwnetwerken benaderd.

INTERNE GELDIGHEID

De interne geldigheid bestaat uit de volgende factoren: de waarde van de uitkomsten, de validiteit en de betrouwbaarheid [Verschuren & Doorewaard 1995]. De interne geldigheid van de onderzoeksresultaten van casestudy's ligt gewoonlijk hoger dan die van enquêtemethoden omdat de relaties tussen begrippen beter onderzocht kunnen worden. De interne geldigheid binnen dit onderzoek is verhoogd doordat gebruik is gemaakt van triangulatie en *member checking*. Behulpzaam is ook dat de onderzoeker qua opleiding in het onderzoeksveld past.

Binnen dit onderzoek zijn drie van de vier bestaande vormen van triangulatie (het combineren van bronnen, methoden, onderzoekers en technieken) gebruikt [Verschuren & Doorewaard 1995]. Er zijn verschillende bronnen gebruikt in de vorm van literatuur, documenten, interviews en voordrachten. Voor de interviews zijn verschillende soorten professionals geïnterviewd, die allen een ander perspectief op dezelfde materie konden



Figuur 3 Procedure van de casestudy-analyse.

geven. De data-analyse vindt plaats aan de hand van verschillende methoden. De data zijn namelijk geanalyseerd aan de hand van begrippen afkomstig uit de productinnovatieliteratuur en door de analyseframes van Schön [1983] en Crozier en Friedberg [1980] te gebruiken. Er zijn twee onderzoekstechnieken gecombineerd, namelijk literatuuronderzoek en casestudy-onderzoek. Binnen het casestudy-onderzoek zijn verder de data getrianguleerd door een retrospectieve invalshoek te combineren met het in de tijd volgen van een productinnovatieproces.

6 CASEBESCHRIJVINGEN

In dit hoofdstuk worden de vijf cases beschreven.

LIGNOSTONE-CASE

PROJECT- EN PRODUCTOMSCHRIJVING

Voor de uitbreiding van het Teylers-museum in Haarlem is voor de kolommen in de gevel Lignostone gebruikt. Lignostone ontstaat doordat beukenfineer samengeperst wordt met thermohardende kunstharsen. In dit proces vervormen de houtcellen waardoor een zeer hard materiaal ontstaat waarin je kunt schroeven, boren en zagen. Het houtachtige uiterlijk blijft bij deze bewerking in tact. Dit harde houtachtige materiaal wordt veel toegepast voor sportbenodigdheden. Er worden bijvoorbeeld hockeysticks en turnringen van gemaakt.



Figuur 1 Het restaurant in de nieuwe uitbreiding

HET INNOVATIEVE ASPECT

Lignostone werd nog niet eerder in de bouw toegepast. Voor de ondersteuningsconstructie van de glasgevels werd staal of aluminium gebruikt. Hout leek voor deze toepassing minder geschikt, omdat het door zijn natuurlijke oorsprong een heterogeen materiaal is. Aangezien Lignostone veel homogener van samenstelling is en er daarom met dit materiaal slanker geconstrueerd kan worden dan met hout, werd het mogelijk om een

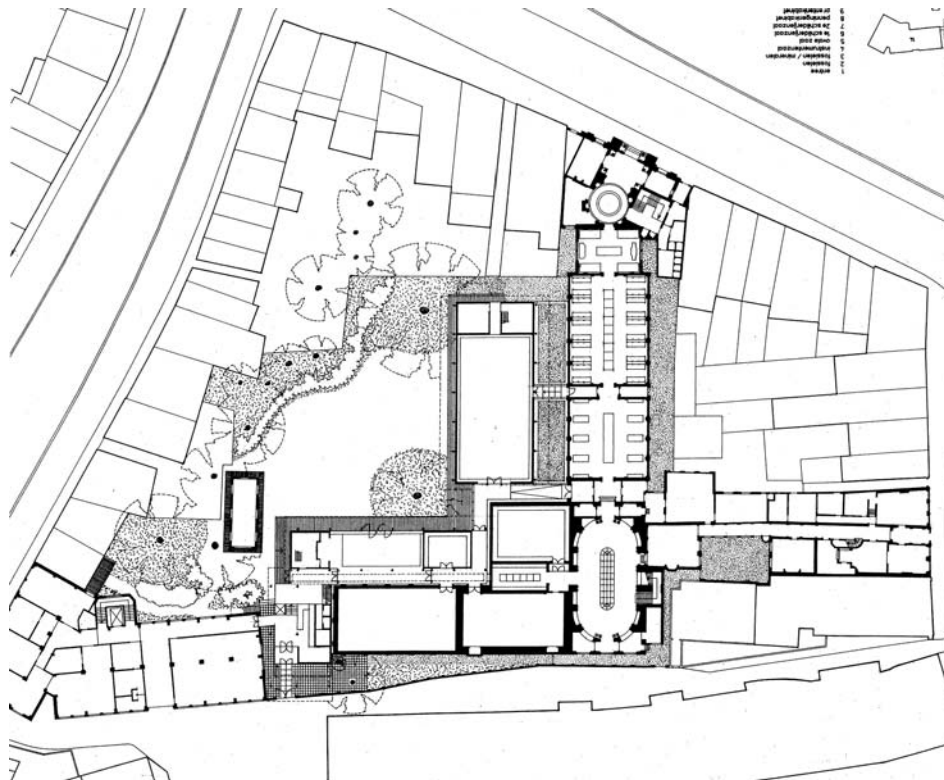
ondersteuningsconstructie in dit materiaal te maken.

BETROKKEN BEDRIJVEN, PERSONEN EN INSTELLINGEN

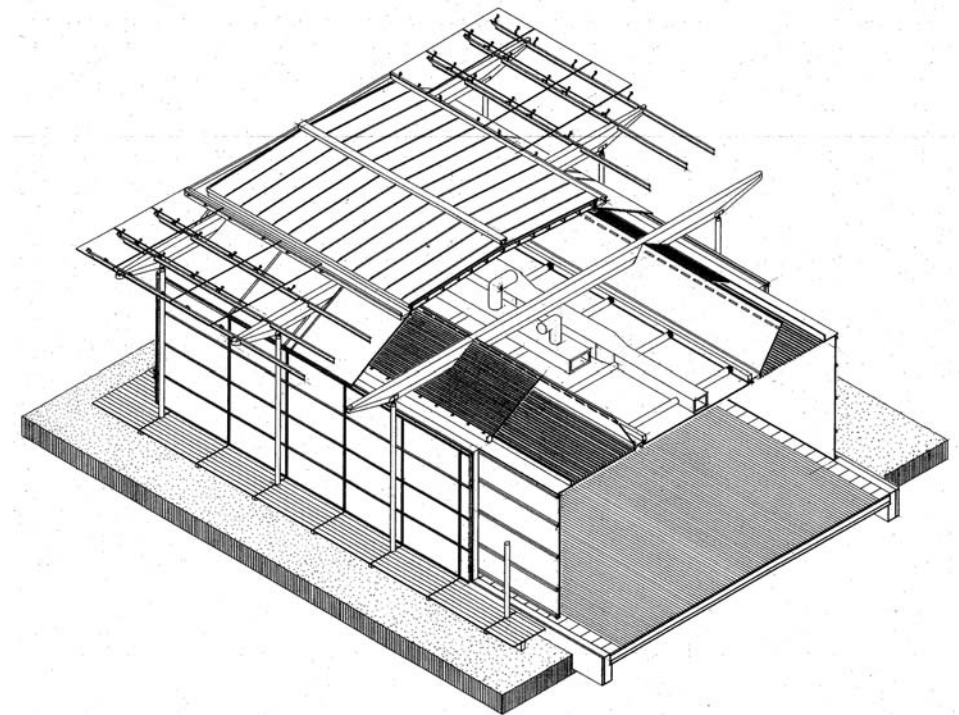
De bij deze case betrokken bedrijven, personen en instellingen waren Architectenbureau Hubert-Jan Henket dat de bouwcomponent ontwierp, constructeur André Jorissen van ABT Velp b.v., die de haalbaarheid van het ontwerpvoorstel beoordeelde, het materiaal-idee aan de architect leverde en contact had met de onderzoeker, Ad Leijten van de faculteit Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft. Ad Leijten had onder andere een adviserende functie over de bouwtechnische eigenschappen van het materiaal, en toonde een andere bevestigingsmanier door middel van een draadeind. Hij was niet betrokken bij de verdere ontwikkeling. Verder waren er nog het bedrijf Lignostone b.v. dat de Lignostone-elementen produceerde en Octatube Space Structures b.v. dat de glazen façades met de koppelstukken naar de Lignostone-kolommen produceerde evenals de metalen glasknooppunten.

DE ONTSTAANSGESCHIEDENIS

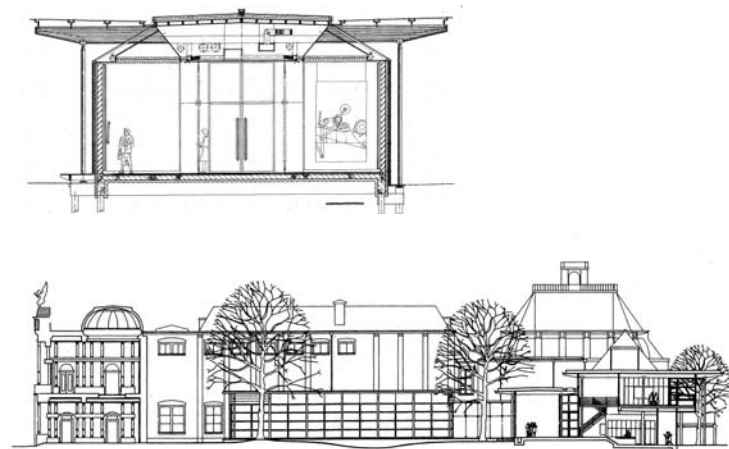
Het architectenbureau Hubert-Jan Henket was, ruimschoots voor de ontwerpfase van het



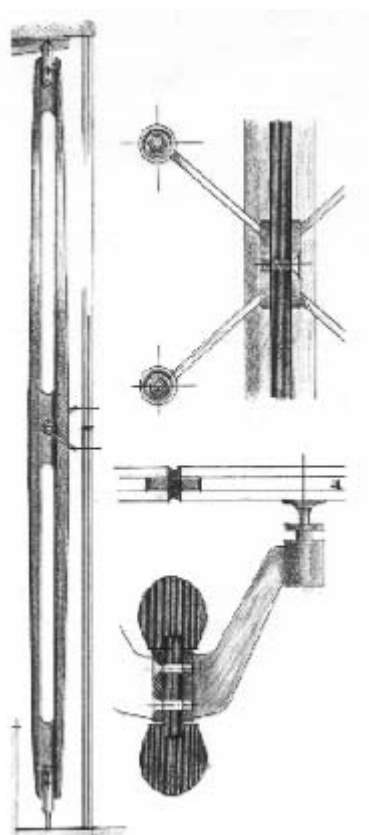
Figuur 2 De situatie van de uitbreiding voor het Teylersmuseum



Figuur 3 Isometrie van de museumuitbreiding



Figuur 4-5 Doorsneden van de museumuitbreiding



Figuur 6 Tekeningen met enkele details van de Lignostonekolommen

normaal uit dit materiaal worden gemaakt. Er werd een proefmodel in de vorm van een staaf gemaakt. Dit element werd getest op de sterkte van de verbindingen in het materiaal, omdat er nog nooit elementen met een dergelijke lengte waren uitgevoerd. Eerst testte men een massief element. Omdat het de belasting gemakkelijk kon weerstaan, werden er twee grote gaten in het hart van het lijf gemaakt, waarna het weer belast werd. Ook dit keer weerstond het element de belasting en kon de constructeur verklaren hoe de krachten werden afgedragen. De elementen werden in deze vorm toegepast in het plan. Om het materiaal toe te kunnen passen moest tevens worden uitgezocht hoe de elementen bewerkt konden worden, omdat de op dat moment bekende bewerkingsfaciliteiten niet voor dergelijke lengtes geschikt waren.

In het voorlopige ontwerp was men alleen van plan Lignostone bij het project te gaan gebruiken. In de fase van het definitieve ontwerp werden de ideeën concreter, maar het stond nog steeds niet vast of toepassing van het nieuwe materiaal wel haalbaar zou zijn. Onzeker was of het gezien de kosten, de beschikbare tijd en de bouwtechnische eigenschappen van het materiaal wel mogelijk zou zijn om Lignostone-componenten te



Figuur 7 De onderaansluiting

museum, door de constructeur met het materiaal in aanraking gebracht. Sindsdien lag er een monster van het materiaal op het bureau van productontwikkelaar Henk van Laarhoven. Men vond het materiaal interessant, en men wilde het in een toekomstige bouwopgave toepassen. De nieuwe vleugel van het Teylers-museum bleek daarvoor een uitstekende gelegenheid. Het materiaal paste goed bij de in het museum tentoongestelde machines en de sfeer van het oude gebouw.

Verbindingen en bewerkingen werden afgeleid van de scheepsbouw en van turnringen, golfclubs, schietspoelen, etc. die

gebruiken. Bij de verdeling van de budgetten en het uitwerken van de bestekken werd dat wel duidelijk. Ook in dat stadium was het ontwerp nog niet compleet gedetailleerd. Het was wel zover uitgewerkt dat de opdrachtgever vertrouwen had in de uitvoerbaarheid. Toen vast stond wie de leverancier zou worden van de glasgevel (Octatube) werd met het betreffende bedrijf overleg gevoerd over de detaillering en integratie van de samengestelde Lignostone-kolommen en de glasknooppunten.

De coördinatie tussen de verschillende disciplines, waaronder de opdrachtgever, worden normaliter geformaliseerd. Maar bij dit project werd dit achterwege gelaten omdat er een goede relatie met de opdrachtgever was en deze geen zware tijdsdruk op het project legde. Formalisering zou in de ogen van het architectenbureau in dit geval alleen maar contraproductief hebben gewerkt.

ROLLEN VAN HET ARCHITECTENBUREAU

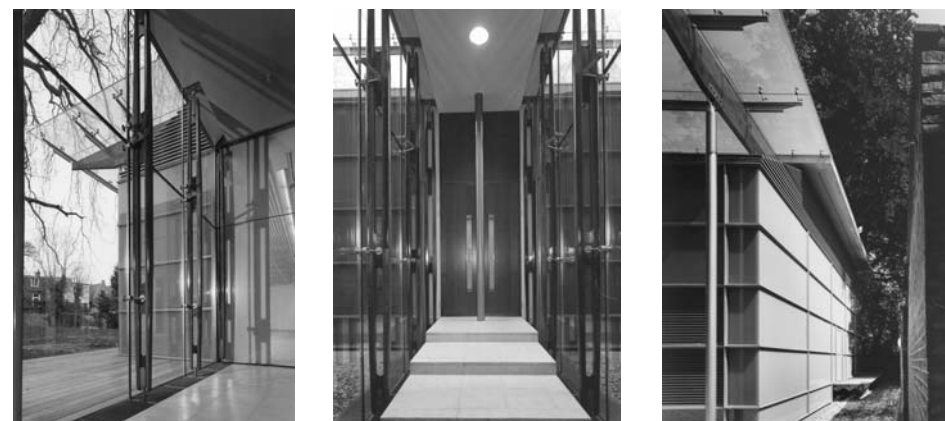
Het architectenbureau vervulde gedurende dit productinnovatieproces de volgende rollen:

- Maker van het uitbreidingsontwerp van het museum en de materialisering;
- Initiator van het productinnovatieproces;
- Motivator van de opdrachtgever;
- Onderhandelaar met de producent;
- Coördinator en integrator van de technische componenten;
- Vormgever van de componenten;
- Coördinator van de technische onderzoeken en ontwikkelingen.

INFORMATIEVERSPREIDING

Als er in een ander project weer Lignostone-componenten worden toegepast, wil het architectenbureau weer testen uitvoeren om zo de kennis van de materiaaleigenschappen uit te breiden.

Ook andere architectenbureaus hebben belangstelling getoond voor de toepassing van



Figuur 8-10 Impressies van binnen en buiten

Lignostone in de bouw. De producent is echter niet van plan om producten te leveren voor de bouwmarkt. Het architectenbureau had graag een adviserende rol willen vervullen over dit materiaal bij projecten van andere architectenbureaus. Maar dit zou, naast de tegenwerking van de producent, nog op een ander probleem stuiten, namelijk dat het onder architecten niet gebruikelijk is om een ander architectenbureau om advies te vragen, dit in tegenstelling tot de habitus onder industrieel ontwerpers. Via ABT zouden geïnteresseerde architecten wel de benodigde informatie kunnen krijgen. Bij ABT worden rapporten gemaakt over bijzondere projecten zodat projectgebonden informatie beschikbaar komt voor klanten en voor andere werknemers. De publicatie over het gebruik van Lignostone in dit project is verder beperkt gebleven. Over de uitbreiding van het Teylers-museum is een artikel gepubliceerd in het architectuur-filosofische tijdschrift *Archis* [Kerkdijk 1996] waarin het gebruik van Lignostone vermeld wordt door te spreken over 'houten kolommen'. Ook verscheen er een artikel in *Architectural Review* (1997/2) waarin gesproken wordt van *veneered wood mullions*. In het blad *Stedenbouw* (1996/529), dat ook niet zoveel te maken heeft met bouwtechnologie, wordt Lignostone wel genoemd, maar worden de componenten verder niet besproken. Het innovatieve gebruik van Lignostone in het Teylers-museum wordt verder nog vermeld in *Boosting in bedrijf* [Groenendijk 1992], *10 jaar Boosting* [Boosting 1998].

SANDWICHPANELENCASE

PROJECT- EN PRODUCTOMSCHRIJVING

Architectenbureau Norman Foster Associates ontwierp de nieuwe luchthaven in Hongkong, Chek Lap Kok. De totale investering voor het project bedroeg US\$ 10 miljard. Een heuvelachtig eiland bij de stad werd geëgaliseerd. Vervolgens werden er een nieuwe weg en railverbindingen aangelegd om het nieuwe vliegveld te ontsluiten. Een *Automated People Mover* (APM) brengt passagiers naar de aankomsthal op de begane grond terwijl andere passagiers zich gereedmaken voor vertrek op de verdieping daarboven. Voor dit onderzoek werd het ontwerp en de ontwikkeling van sterk geluidsabsorberende sandwichpanelen voor dit project gevolgd.



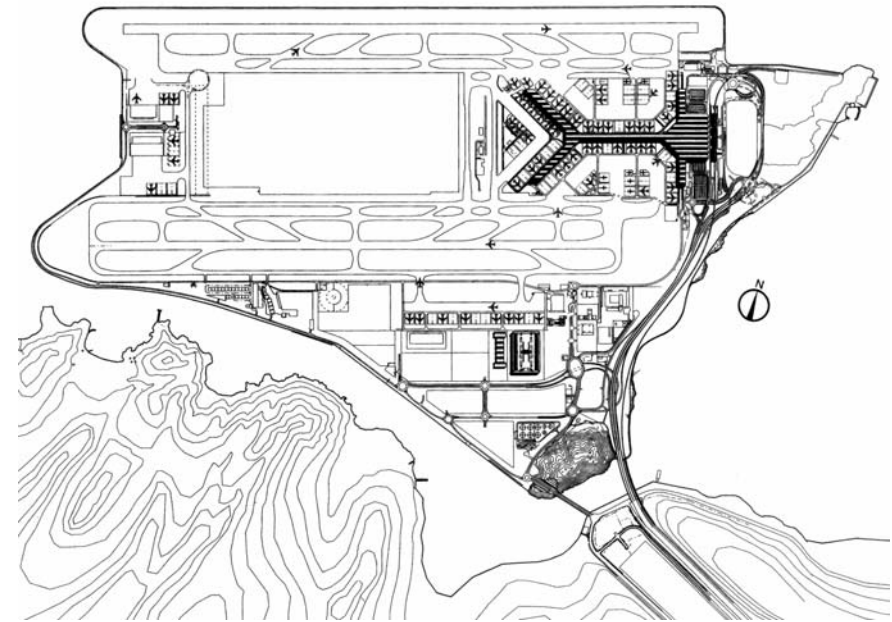
Figuur 11 Aanzicht vanuit de lucht

HET INNOVATIEVE ASPECT

Speciaal voor dit project werden sandwichpanelen voor de gevel ontworpen en ontwikkeld die aan strenge geluidseisen moeten voldoen (48 dB), en maximaal 80 mm dik zijn. Een dergelijk geluidsabsorberend vermogen bij deze dikte is nieuw.

BETROKKEN BEDRIJVEN

Norman Foster & Partners, Ove Arup & Partners, Nippon Light Metal (NLM)



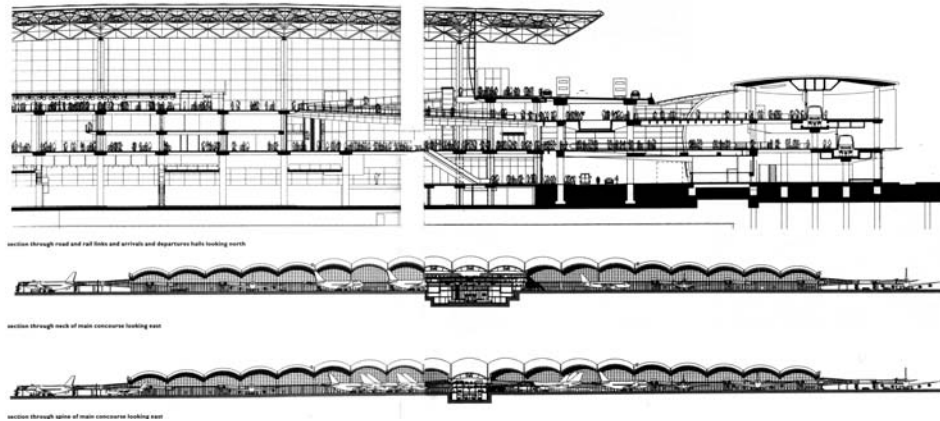
Figuur 12 Situatietekening van de luchthaven in Hongkong

en Van Dam waren bij het project betrokken. Ove Arup & Partners was verantwoordelijk voor het constructieve concept en het detailleringprincipe van het dak en de sandwichpanelen. De producent Van Dam huurde de volgende partijen in: TNO, TPD en een materiaaltechnicus.

ONTSTAANSGESCHIEDENIS

In 1992 deden Norman Foster Associates in combinatie met Mott Connell Ltd (verantwoordelijk voor management en engineering) en BAA Ltd (verantwoordelijk voor planning en systeemontwerp) mee aan een prijsvraag over een nieuw vliegveld bij Hongkong. In juni 1994 kreeg dit Mott Consortium de opdracht en op 6 juli 1997 werd het project opgeleverd. De tijd voor het maken van het definitieve ontwerp en het bestek was erg krap; net iets meer dan 24 maanden.

De communicatie tussen het architectenbureau en de producent verliep volledig via de aannemer. Dit is niet zo vreemd gezien het feit dat het consortiumteam 230 subteams moest aansturen, terwijl het zelf bestond uit 220 personen. Gezien de omvang van het project, met een dakoppervlak van 150.000 m², is het ook niet vreemd dat bedrijven over de hele wereld zich met de productie van de sandwichpanelen bezig hielden. Het Nederlandse bedrijf Van Dam was er één van. De sandwichpanelen die zij leverden voor de gevel, moesten met een geringe dikte drie meter kunnen overspannen bij een tyfoonbelasting, en bovendien volledig brandwerend zijn. Het aansluitingsprincipe lag vast, en in tegenstelling tot de andere panelen moest hier bovenop nog worden voldaan aan een hoge geluidswerendheid.



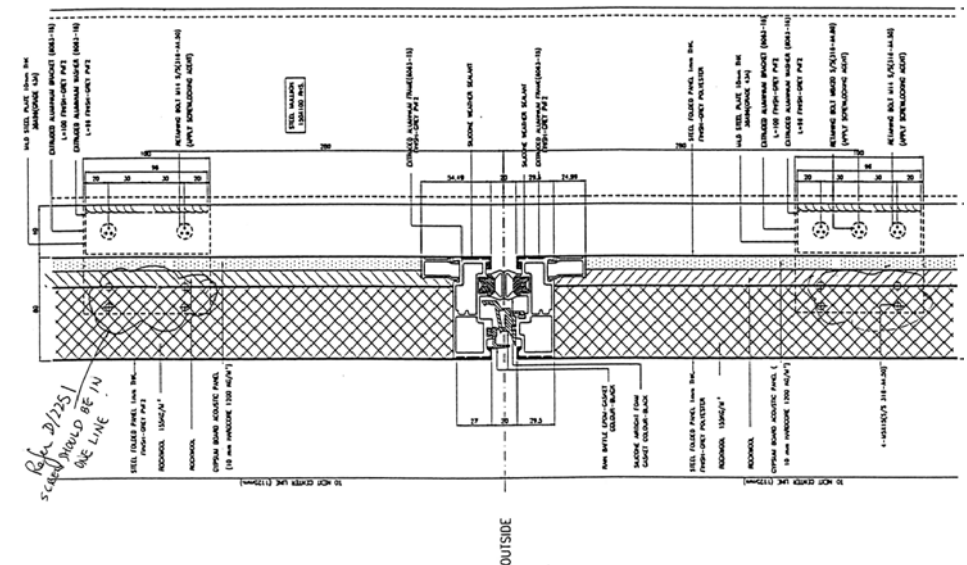
Figuur 13 Langsdoorsnedes

Van Dam was in een ander consortium betrokken geweest bij het zoeken naar een oplossing voor de geluidswerende sandwichpanelen. Er werd een oplossing ontwikkeld, een specificatielijst opgesteld en er werden monsters gemaakt, maar dit consortium werd het werk niet gegund. Voor de levering van de sandwichpanelen met standaardspecificaties bleek een Australisch bedrijf te zijn aangezocht. Maar voor de panelen met de extra geluidseisen was nog geen oplossing. In december 1995 kreeg Van Dam van Meisei Industrial Co. Ltd de opdracht om twee soorten gevelpanelen te leveren van totaal 15.000 m². De kostprijs wordt normaliter voor het verstrekken van de opdracht door de producent vastgesteld. Hier was dat niet het geval, omdat nog niet te voorzien was wat de kosten zouden zijn.

Van Dam was verantwoordelijk voor het transport en de constructiefouten van de sandwichpanelen, de aannemer was verantwoordelijk voor de montage. Er moest bewezen worden dat aan alle eisen was voldaan. Problematisch was hoe bewezen moest worden dat de panelen een tyfoonbelasting konden weerstaan. Dit is opgelost door een proef waarbij de tyfoonbelasting werd gemodelleerd door waterzakken van een bepaalde afstand tegen het paneel te slingeren.



Figuur 14-15 De montage van de sandwichpanelen



Figuur 16 Doorsnede van een sandwichpaneel

ROL VAN HET ARCHITECTENBUREAU

Het ontwerpteam van de gevelconstructie realiseerde zich waarschijnlijk wel dat sandwichpanelen van 80 mm dikte met een dergelijke geluidswerendheid niet op de markt worden aangeboden. Men ging er echter vanuit dat bij de huidige stand van de techniek een dergelijke specificatie toch haalbaar moest zijn. Het ontwerpteam was daarmee initiator en vormgever van deze productinnovatie. Het architectenbureau fungeerde door het stellen van de architectonische randvoorwaarden als opdrachtgever van productinnovatie.

INFORMATIEVERSPREIDING

Projecten van dit beroemde architectenbureau krijgen over het algemeen makkelijk de aandacht van de pers, vooral als het een dergelijk prestigieuze opgave betreft. ABSIS¹ telde in het voorjaar van 2000, ruim tweeëneenhalf jaar na ingebruikname van het project, 65 publicaties (63 artikelen en 2 boeken) die geheel of gedeeltelijk gewijd zijn aan dit project. Als gekeken wordt naar publicaties waarin de dakconstructie wordt besproken, blijkt de informatie minder helder. Zo wordt wel beschreven hoe de panelen in het algemeen zijn opgebouwd en dat niet alle panelen dezelfde geluidswerendheid hebben, maar er wordt niet aangegeven dat deze specificatie speciaal voor dit project ontwikkeld is.

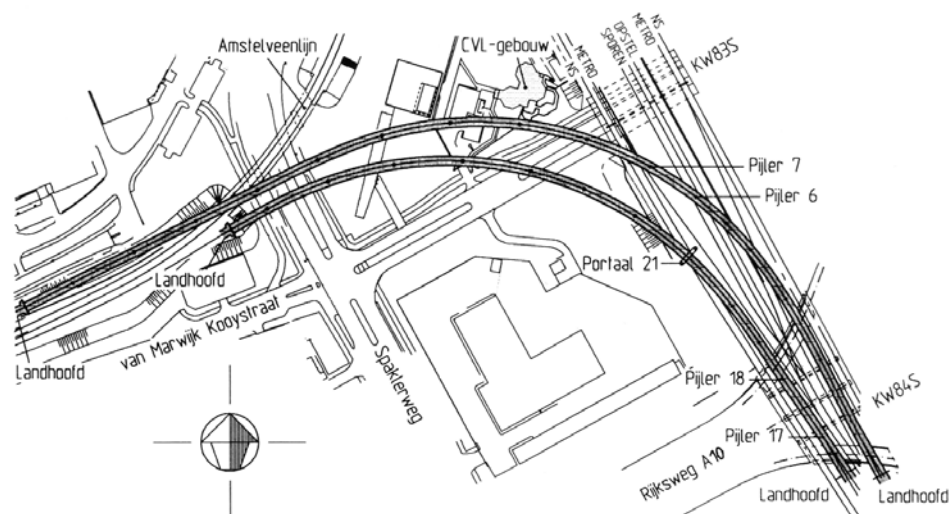
KROMMELIGGERCASE

PROJECT- EN PRODUCTOMSCHRIJVING

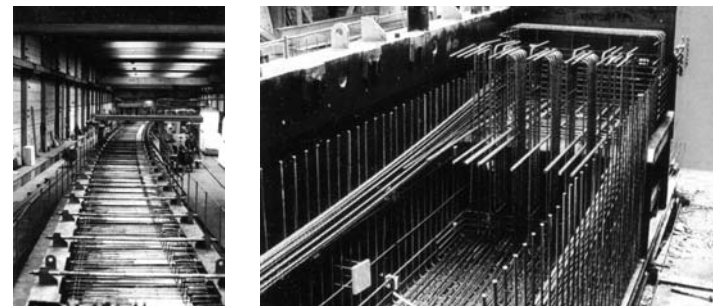
Voor de bochten in het traject voor de nieuwe metroringlijn in Amsterdam wilde het architectenbureau De Beer vloeiend kromme liggers toepassen. Hiervoor werden horizontaal gekromde, voorgespannen kokerliggers van beton ontwikkeld. De voorspanning werd gerealiseerd door de kabels in buizen op de neutrale lijn van de balk te storten. Na het harden van het beton werden de kabels op spanning gebracht: het zogenaamde 'naspannen'. De maten van de kokers zijn 1650 x 1450 mm en het gewicht 80 ton. In het werk werden drie van deze liggers naast elkaar gezet en dwars voorgespannen zodat er een stijf vlak ontstond voor de metrorails.

HET INNOVATIEVE ASPECT

Voordat de kromme ligger er was werd een dergelijke kromming in beton gerealiseerd door deze bocht of in het werk te storten of onder te verdelen in segmenten en deze met kleinere geprefabriceerde liggers te overspannen. Het resultaat van deze laatste oplossing zou een niet-vloeiende lijn zijn. Gezien de vloeiende lijn die de metrorails moeten maken was het voor het architectenbureau geen optie om de bocht met een veelhoek te overspannen. De eerste optie was niet mogelijk omdat de bocht van de trambaan boven een snelweg en het spoor was gesitueerd, die niet te lang afgesloten mochten zijn. Dit betekende dat in het werk storten, met de daarvoor benodigde ondersteunende constructie, geen reële optie was. Het innovatieve van de horizontaal gekromde, voorgespannen kokerligger is daarom dat twee onverenigbare eisen, namelijk de vloeiend gebogen lijn en de prefabricage, toch in één enkel product werden verenigd.



Figuur 17 Situatie van de bocht in de metrolijn



Figuur 18-19 Productie van de liggers

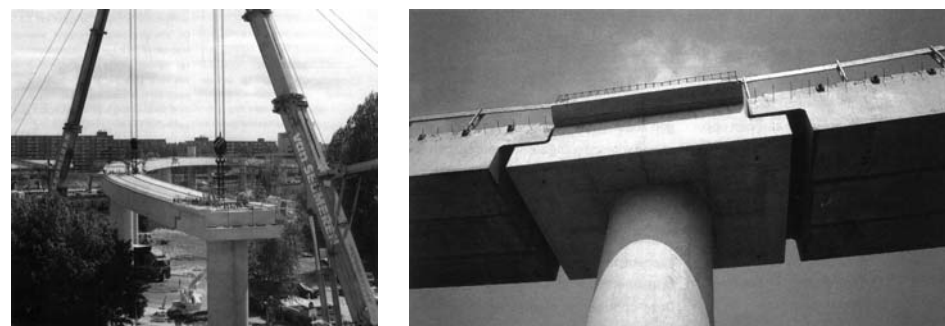
BETROKKEN BEDRIJVEN

De bij deze case betrokken bedrijven waren Architectenbureau De Beer, producent Schokbeton / Spanbeton en Ingenieursbureau Amsterdam (IBA).

ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Op verzoek van IBA onderzocht Schokbeton / Spanbeton of er gekromde betonnen liggers geproduceerd konden worden. Er werd door het architectenbureau, buiten medeweten van Schokbeton, ook een stalen alternatief bekeken. Uiteindelijk werd gekozen voor de betonnen variant van een voorgespannen prefabligger omdat deze oplossing voordeliger was.

Het produceren van een horizontaal gekromde kokerligger was technisch mogelijk. Het innovatieve aspect was het maken van een gekromde betonnen kokerligger die voorgespannen was. Voorspanning volgens de aslijn van de koker zorgde ervoor dat de koker vormvast blijft, maar zorgde ook voor verkorting. Uiteindelijk werd de voorspanning onderin en deels geknikt in de ligger aangebracht, zodat een lichte zeeg ontstond. Voor de stabiliteit was het belangrijk dat het zwaartepunt van de krachten binnen de oplegvlakken van de ligger terecht zou komen; dat was het geval bij een straal van 200 m en een balklengte van ruim 35 m. Het eigen gewicht van de ligger zorgde bij het uiteinde voor een grote excentriciteit ten opzichte van de liggeras. Eén enkele ligger had daarom niet toegepast kunnen worden. Door de gebogen vorm ontstonden eveneens torsiemo-



Figuur 20-21 Montage van de liggers

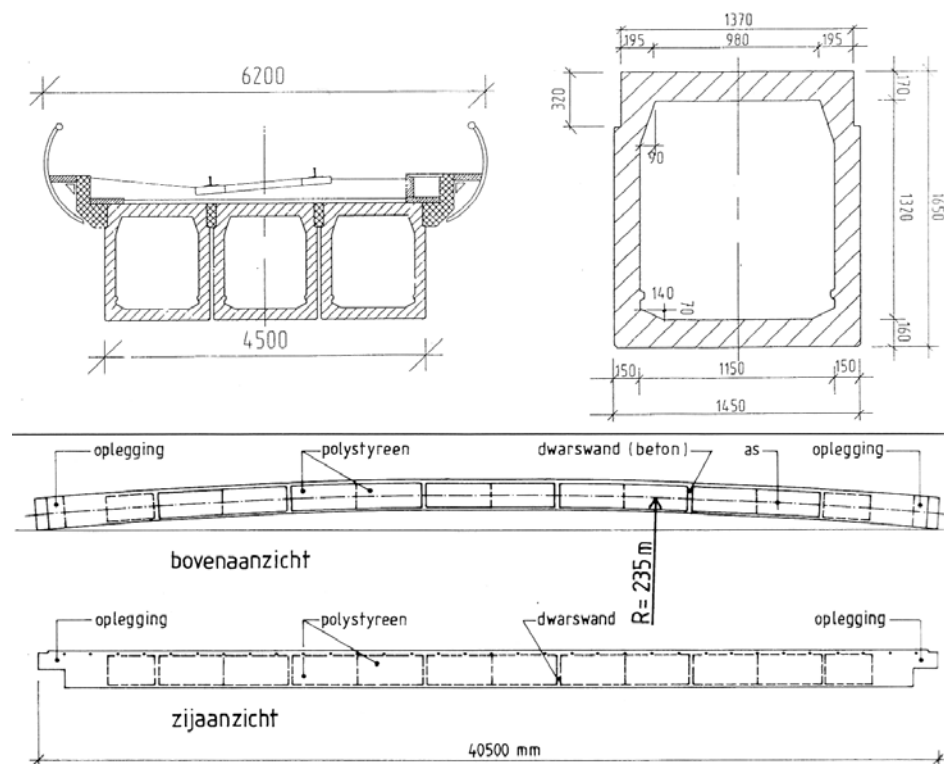
menten, vooral bij de oplegging. Het probleem van de excentriciteit werd opgelost door drie kokers onderling te koppelen. Zij vormden samen het brugdek.

ROLLEN VAN HET ARCHITECTENBUREAU

Het architectenbureau was initiator van het productinnovatieproces en vormgever van de componenten.

INFORMATIEVERSPREIDING

Naar aanleiding van dit project zijn twee artikelen verschenen in *Cement* (van een IBA-werknemer, 1994/7/8, en van een Spanbeton-werknemer, 1994/9) en een in *Betonwerk und Fertigteil-Technik* (van de technisch directeur van Spanbeton, 1994/1). Verder werd deze innovatieve ontwikkeling vermeld in voordrachten van de producent. De producent heeft het product opgenomen in de productlijn. Volgens de standaardiseringclassificatie betreft het een systeemproduct. De verwachting was dat concurrenten binnen afzienbare tijd met hetzelfde product op de markt zouden kunnen komen.



Figuur 22 Doorsneden en aanzichten van de liggers

VANGRAILCASE

PROJECT- EN PRODUCTOMSCHRIJVING

Voor het verkeersknooppunt Vaanplein in Ridderkerk, ook wel VaRiplein genoemd, werd een nieuwe vangrail en bevestigingsconstructie (ook wel stoelen genoemd) bedacht. Deze vangrail had een totale lengte van ongeveer 4 km. De architect kwam met een voorstel voor een roestvrijstalen vangrailconstructie die samen met in het donker oplichtende neonlijnen het knooppunt tot een herkenningspunt in de Ruit van Rotterdam zouden maken.

HET INNOVATIEVE ASPECT

De innovatieve aspecten bij de geleiderail waren de nieuwe vormgeving, de toepassing van roestvrij staal in plaats van verzinkt staal en de vereenvoudigde constructie.

BETROKKEN BEDRIJVEN EN INSTELLINGEN

De bij deze case betrokken bedrijven waren Rijkswaterstaat (RWS), architectenbureau Zwarts & Jansma en producent Van Dam. De producent huurde externe partijen in zoals toeleveranciers van oppervlaktebehandelingen en adviseurs: een materiaalspecialist en TNO.

ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Rijkswaterstaat wilde in samenwerking met het architectenbureau werken aan een plan voor de reconstructie van het Vaanplein. De architect was hierbij verantwoordelijk voor het ontwerp, terwijl Rijkswaterstaat zorgde voor de constructieve expertise.

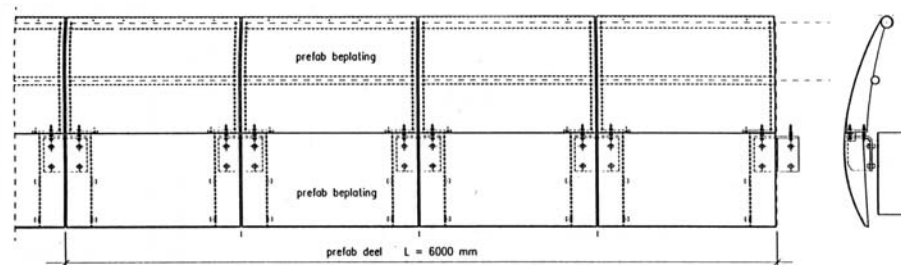
Het project dreigde in een impasse te raken omdat het budget niet toereikend was. De directeur van de producent, Van Dam, kwam dit toevalligerwijze ter ore en stelde een versimpeling voor van de vangrailconstructie zodat de kosten omlaag konden. In het overleg werd al snel het architectenbureau betrokken. De producent heeft in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat de zwaar gedimensioneerde constructie geoptimaliseerd. De inbreng van de producent was met name het toepassen van berekeningsmethoden, die specifiek ontwikkeld zijn voor dunne plaatconstructies. In anderhalf jaar tijd werden er

verschillende ontwerpen uitgewerkt. Er werd een proefopstelling gemaakt waarvoor enkele onderdelen door de producent werden uitbesteed.

De producent kreeg voor de kosten gemaakt in het voortraject geen vergoeding. In een dergelijk geval wordt vaak informatie door de producent achtergehouden over de oplossing of de gebruikte toeleveranciers, hetgeen moet voorkomen dat concurrerende bedrijven de opdracht verwerven door voort te borduren op de door het bedrijf



Figuur 23 Overzichtsfoto Vaanplein



Figuur 24 Ontwerptekeningen geleideconstructie

gegenereerde kennis.

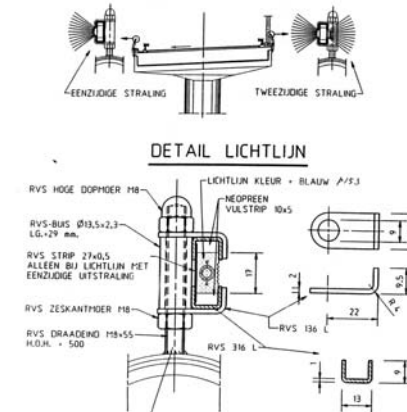
In december 1996 kreeg Van Dam officieel opdracht voor het leveren en monteren van de stoelen en de roestvrijstalen randconstructie voor de fly-overs. Er werden verschillende oppervlaktebehandelingen voor de roestvrijstalen constructie overgewogen. Voor de opdrachtgever was het vermijden van spiegeling van de oppervlakken een belangrijk aandachtspunt. Vlak voor de uitvoering moest de technische uitwerking van de stoelen worden aangepast omdat er problemen dreigden met de toepassing van het geplande hogesterktestaal (DUPLEX: dit is een systeem van verzinken en schilderen van niet-roestvast staalsoorten). Knelpunt was ook een tijdige goedkeuring voor het ontwerp van de opdrachtgever, hetgeen belangrijk was om op tijd het voor productie benodigde materiaal te kunnen bestellen zodat de oplevering van het project niet in gevaar hoefde te komen. De montage werd uitgevoerd door een montagebedrijf onder verantwoordelijkheid van de producent.

ROLLEN VAN HET ARCHITECTENBUREAU

- Vormgeven van de fly-over;
- Door met het idee te komen voor de roestvrijstalen geleiderail werd de noodzaak tot een productinnovatieproces gecreëerd (initiator);
- Bedenken van varianten;
- Vormgeving van de componenten.



Figuur 25-26 De proefopstelling en de montage



Figuur 27 Detail lichtlijn



Figuur 28 Het opgeleverde project

INFORMATIEVERSPREIDING

Dit project werd diverse malen genoemd in publicaties. Geen van de publicaties ging echter diep in op het project. Het waren aankondigingen van de bouw en de opening (*Bouwen met Staal* 1998/143, *Volkskrant*, *Otar* 1998/9, *Belton* 1997/6), evenals vermeldingen in overzichtsartikelen ter ere van het 200-jarig bestaan van Rijkswaterstaat in 1998 (*Cement* 1998/6, [Bendeler 1998]).

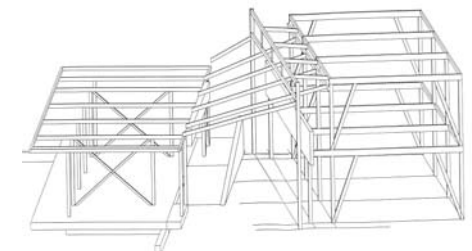
VLOERSYSTEEMCASE

PROJECT- EN PRODUCTOMSCHRIJVING

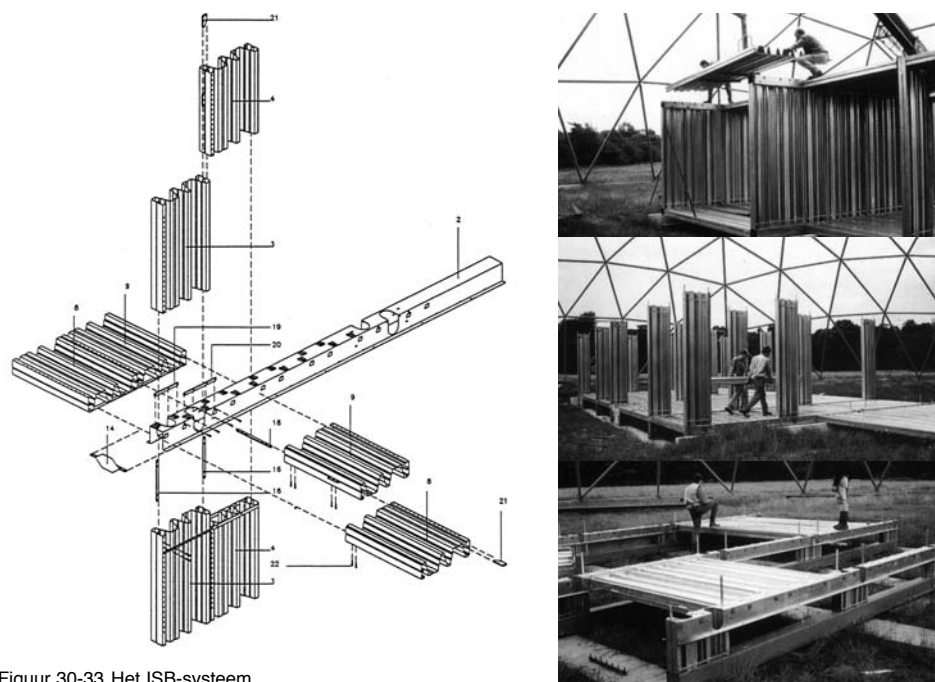
Het project begon met het verder ontwikkelen van een compleet stalen bouwsysteem, maar eindigde in het lanceren van een nieuw betonnen vloersysteem. Het vloersysteem bestaat uit een geperforeerde betonvloer met IPE-liggers, waarop vilt en houten panelen als bovenlaag worden gelegd. Onder de vloer kan als optie een gipsplafond meegeleverd worden. Verschillende varianten van de vloer werden uitgetest in het ontwerp voor het nieuwe kantoor van A+.

HET INNOVATIEVE ASPECT

De vloer is een nieuwe combinatie van bestaande kennis van deelaspecten. Door de integratie van constructie en leidingen- en kabeldoorvoer is er relatief weinig verlies van bouwhoogte en is het mogelijk om te allen tijde het verloop van leidingen en kabels aan te passen.



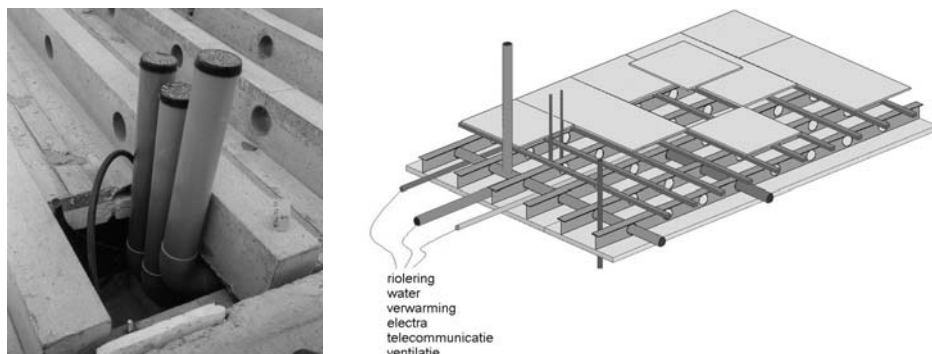
Figuur 29 Ontwerptekening voor de constructie van het nieuwe kantoor



Figuur 30-33 Het ISB-systeem

BETROKKEN BEDRIJVEN EN INSTELLINGEN

Bij de ontwikkeling van de vloersysteemcase waren de volgende partijen betrokken: a) het innovatie-adviesbureau A+, (onder andere architect Arno Pronk die het productinnovatieproces coördineerde en uitvoerde). A+ had een licentie genomen op het ISB-systeem² om dat op de markt te brengen, b) Volker Stevin, de aannemer die het systeem wilde gebruiken voor de bouw van woningen, c) het Staalbouwinstituut, subsidieverlener en stimulator van het toepassen van staal in de branche, d) diverse toeleveranciers en



Figuur34-35 Een variant van de vloer tijdens de ontwikkeling en het principe voor de nieuwe INFRA+vloer zoals deze uiteindelijk vorm gekregen heeft

producenten, het product werd door hen afgestemd op hun productiefaciliteiten en -gewoonten, en e) de Technische Universiteit Eindhoven, waar het idee voor het stalen bouwsysteem oorspronkelijk vandaan kwam (Jan Bats). Na de licentieverlening aan het innovatieadviesbureau zorgde de universiteit voor uitvoering van proeven en het maken van testrapporten.

Het was de bedoeling om architecten die het product in hun bouwprojecten wilden gaan toepassen te betrekken in de verdere ontwikkeling van het product. Dit gebeurt waarschijnlijk niet meer nu de architect annex projectleider weg is bij het innovatieadviesbureau.

ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Het ISB-bouwsysteem is ontstaan aan de Technische Universiteit Eindhoven op initiatief van Jan Bats. Na het bouwen van een proefwoning op het terrein van de universiteit werd een marktpartij gezocht die het bouwsysteem op de markt zou kunnen brengen. Producenten waren niet geïnteresseerd, maar het innovatie-adviesbureau A+ nam een licentie op het bouwsysteem.

Om het systeem te kunnen lanceren was aanvullend technisch en marketingonderzoek nodig. Het onderzoek op de Technische Universiteit was namelijk vooral gericht geweest op de ontwikkeling van de draagconstructie en de integratie daarvan met de leidingen. Vooral op het gebied van de afbouw moest er nog aan het systeem gewerkt worden. Het



Figuur 36-37 Het testen van de vloer en de vloer tijdens de bouw

adviesbureau huurde hiervoor een architect in. Gaandeweg kwam A+ tot de conclusie dat het gekozen uitgangspunt van het minimaliseren van de assemblagekosten niet erg voordelig uitpakte. Door in het ontwerp de aandacht voornamelijk te richten op zo min mogelijk benodigde onderdelen en door een hoge bouwsnelheid mogelijk te maken, werd er relatief veel staal gebruikt. Hierdoor werd het systeem relatief duur ten opzichte van alternatieven. Een andere factor die de toepassing van het systeem bemoeilijkte was dat staalproducenten dure aanpassingen moesten maken in hun productieproces. Alvorens producenten deze aanpassingen wilden uitvoeren wilden zij eerst continuïteitsgaranties.

Het bouwsysteem werd ontwikkeld met het oog op industriële woningbouw. Op het gebied van woningbouw werkte A+ samen met Volker Stevin. Via Prefab Limburg b.v. richt A+ zich met de vloer op het utilitaire deel van de bouwmarkt. In een vrij laat stadium werd besloten om de nieuwe vloer toe te passen in het nieuwe hoofdkantoor van A+ dat

reeds in aanbouw was. De vloer kon alleen op doorbuiging worden getest voordat hij hier werd toegepast. Verder werd gecontroleerd of de lengte van de opleggingen voldeed. Door de nieuwe combinatie van deelaspecten was het onduidelijk hoe de vloer zich als geheel zou gedragen.

ROLLEN VAN DE ARCHITECT

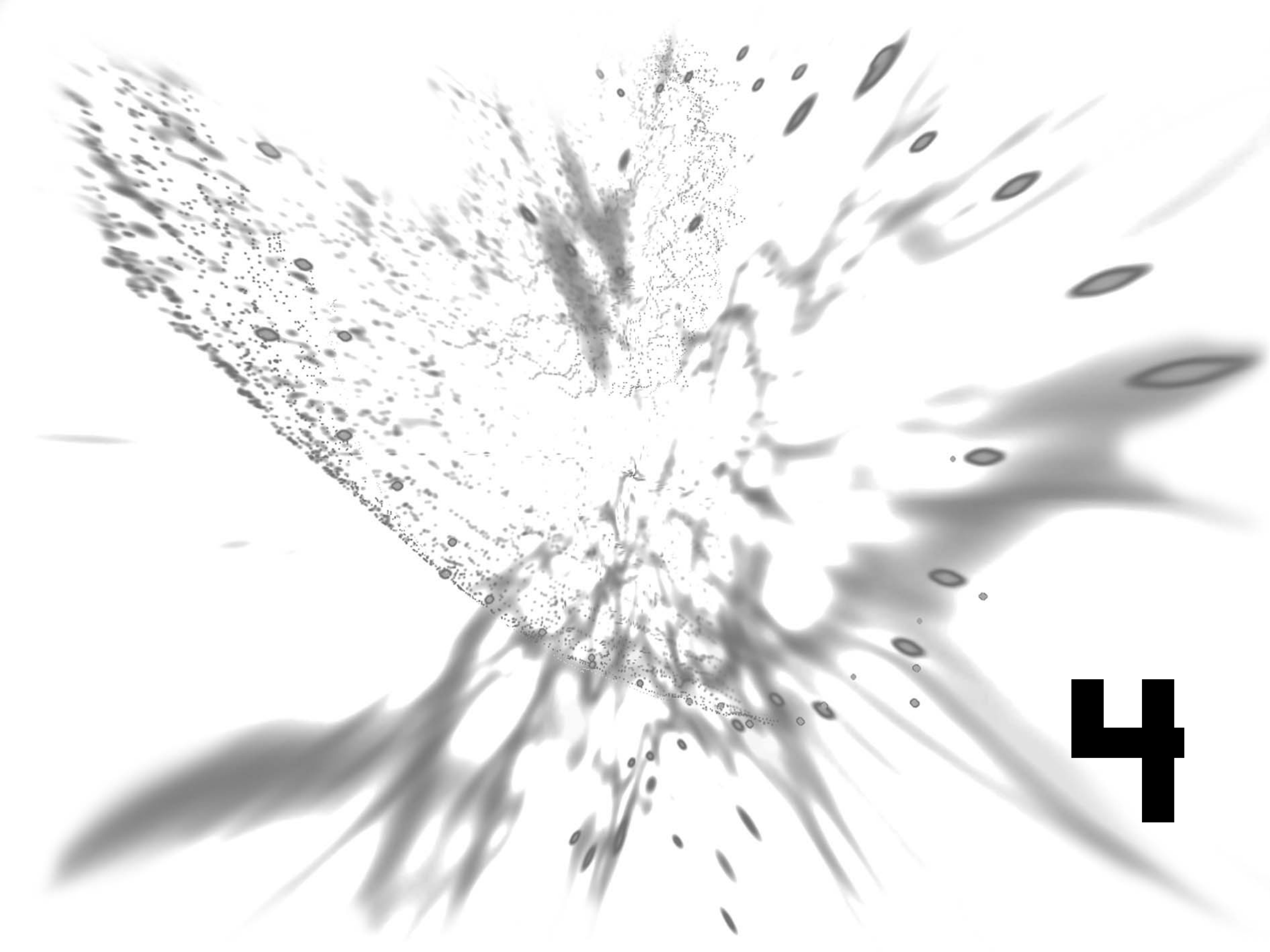
- Vormgeven van de componenten;
- Bedenken van varianten;
- Vergaren van informatie met betrekking tot technische mogelijkheden;
- Op een rij zetten van de pluspunten en minpunten van de varianten;
- Coördinator;
- Integrator van informatie.



Figuur 38-39 Tijdens de bouw en het uiteindelijke resultaat

INFORMATIEVERSPREIDING

Bij de TUE verschenen diverse publicaties over het ISB-systeem. In de tijd dat het innovatieadviesbureau bezig was met het verder ontwikkelen van het systeem trad men hierover slechts mondjesmaat naar buiten. De uitkomst van het project was immers nog niet geheel uitgekristalliseerd, en men wilde niemand voor het hoofd stoten. Bij de introductie van de nieuwe vloer werden allerlei middelen aangegrepen om het nieuwe product onder de aandacht te brengen (zie hoofdstuk 11).



7 MOGELIJKHEDEN, MOTIVATIE EN TYPERING VAN COMPONENT- ONTWERPENDE ARCHITECTEN

Dans tout élément architectural, l'unité la plus complexe est l'être humain pour qui est conçue cette architecture. La véritable technologie de pointe naît précisément de l'effort permanent accompli pour prendre en compte la complexité humaine. – Cedric Price [1980]

In dit hoofdstuk komen eerst de mogelijkheden aan bod die architecten hebben tot innovatie. De motivatie van architecten om tot componentontwerpen over te gaan wordt geanalyseerd door te onderzoeken of componentontwerpen gerelateerd is aan een bepaalde architectuurstijl en door te inventariseren welke argumenten en overwegingsfactoren een rol spelen. Tot slot zal een typering van architecten als *product innovator* worden gegeven.

INNOVATIEMOGELIJKHEDEN

INNOVEREN ALS HET FORMULEREN EN OPLOSSEN VAN PROBLEMEN

Innovaties komen tot stand doordat men niet tevreden is met een bestaande situatie. Het ontwikkelen van iets nieuws wordt voorafgegaan door het constateren van een aanleiding: het formuleren van een probleem. Uit onderzoek naar creativiteit blijkt dat deze problemen voortkomen uit behoeften van de maatschappij, behoeften van het vakgebied en / of persoonlijke ervaring en inzicht [Csikszentmihalyi 1998, p. 94]. De persoon in kwestie moet de behoefte hebben om zaken anders te doen, om vanuit zijn of haar perspectief bestaande verbeteringen te realiseren. Het probleem wordt voor deze persoon de drijvende kracht achter het vinden van iets nieuws. Het niet zien van problemen in één van de categorieën genoemd door Csikszentmihalyi, zal tot gevolg hebben dat nieuwe informatie niet wordt gebruikt voor innovatie. De architect in kwestie zal, om tot vernieuwing te komen, dus het nut ervan moeten inzien om een bepaald aspect uit te diepen. Al heeft hij of zij maar het gevoel dat bepaalde zaken simpeler moeten kunnen of het idee dat er mooie componenten kunnen worden gemaakt met een bepaalde techniek. Het belang van de persoonlijke ervaring en inzicht bij het komen tot innovatie wordt onderstreept door Nonaka en Takeuchi in hun boek *The Knowledge-Creating Company*.

“Uiterst subjectieve inzichten, intuïties en ingevingen liggen aan de basis van kenniscreatie en innovatie.”
[Nonaka & Takeuchi 1995, p. 242]

De Bono onderschrijft de gedachte dat het formuleren van problemen bij uitstek het hulpmiddel is om vooruitgang te boeken. Het zoeken naar alternatieve manieren om de dingen te bekijken, om daarmee te komen tot verschillende potentiële oplossingen, is volgens hem echter niet natuurlijk. De natuurlijke neiging is om de meest waarschijnlijke interpretatie als uitgangspunt te nemen [De Bono 1970]. Een dergelijke routine is zeer efficiënt bij het oplossen van problemen waar men in het verleden vaker mee te maken heeft gehad. Bij problemen waarbij er geen voor de hand liggende oplossing is, werkt een dergelijke routine contraproductief.¹

De manier waarop een probleem wordt geformuleerd beperkt de mogelijkheden om tot innovatie of vernieuwing te komen. Zo was Einstein bijvoorbeeld van mening dat belangrijke wetenschappelijke doorbraken niet kwamen door het oplossen van bestaande vraagstukken, maar door herformulering van de vraag of ontdekking van nieuwe vragen [Csikszentmihalyi 1998, p. 107].

Bij het door middel van creativiteit tot stand brengen van iets nieuws wordt het ook belangrijk geacht om kennis uit verschillende domeinen te combineren [Csikszentmihalyi 1998, p. 18, Gieryn 1978]. Gieryn kwam tot de conclusie dat de meest productieve onderzoekers kennis uit drie wetenschapsgebieden combineren en ervoor zorgen dat zij tijdig hun onderzoeksonderwerp variëren.

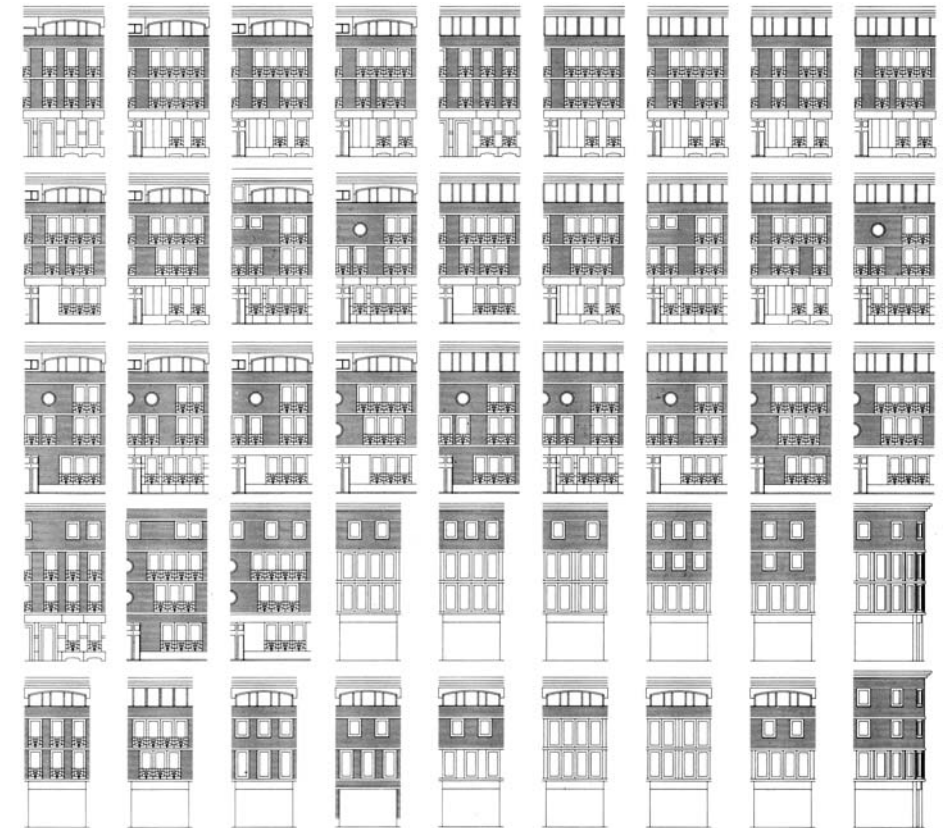
De manieren waarop innovaties tot stand komen verschillen. Er zijn vier manieren waarop architecten innoveren [gebaseerd op: Heath 1993, Pawley 1990]:

- Variëren
Een kleine verandering aanbrengen ten opzichte van de manier waarop dingen nu gedaan worden;
- *Cultural borrowing*
Het proces van imitatie, waarbij sociale praktijken in een cultuur worden doorgegeven. Het kan onderdelen bevatten uit vreemde culturen of uit het verleden. Dit is de meest voorkomende manier van verandering [Heath 1993];
- *Technology transfer*
Technieken, materialen, ideeën of vormen worden van één context overgebracht naar een andere context, die op het eerste gezicht heel anders is. Er is echter wel een overeenkomst op grond waarvan deze transfer mogelijk is;
- Uitvinden
Het zelf bedenken van iets nieuws en origineels.

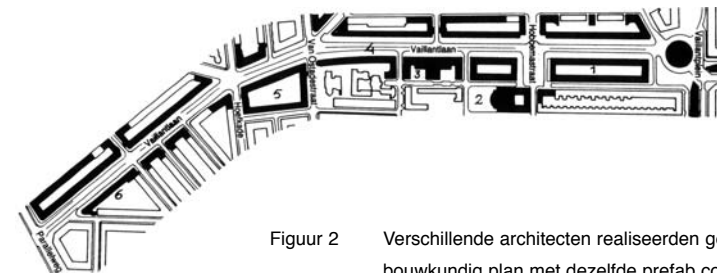
NIVEAUS WAAROP ARCHITECTEN KUNNEN INNOVEREN

De verschillende schaalniveaus waarop architecten ontwerpen, stedenbouwkundig, gebouw- en bouwtechnisch niveau, bieden verschillende mogelijkheden tot innovatie. Zij kunnen er voor kiezen om op één of op verschillende ontwerpniveaus tegelijkertijd te innoveren.

Innovatie op stedenbouwkundig niveau kan vanuit oogpunt van public relations dankbaar zijn omdat het gepaard kan gaan met veel publiciteit. Een innovatief voorstel kan leiden tot recensies en commentaren in kranten en op radio, televisie en internet. Dit geeft de architect de gelegenheid om zijn visie op de gebouwde omgeving nader toe te lichten. Dergelijke gratis publiciteit is waardevol voor architecten omdat zij hiermee potentiële opdrachtgevers bereiken.



Figuur 1 De 'blokkendoos' van Jo Coenen voor de Vaillantlaan in Den Haag



Figuur 2 Verschillende architecten realiseerden gebouwen in het stedenbouwkundig plan met dezelfde prefab componenten



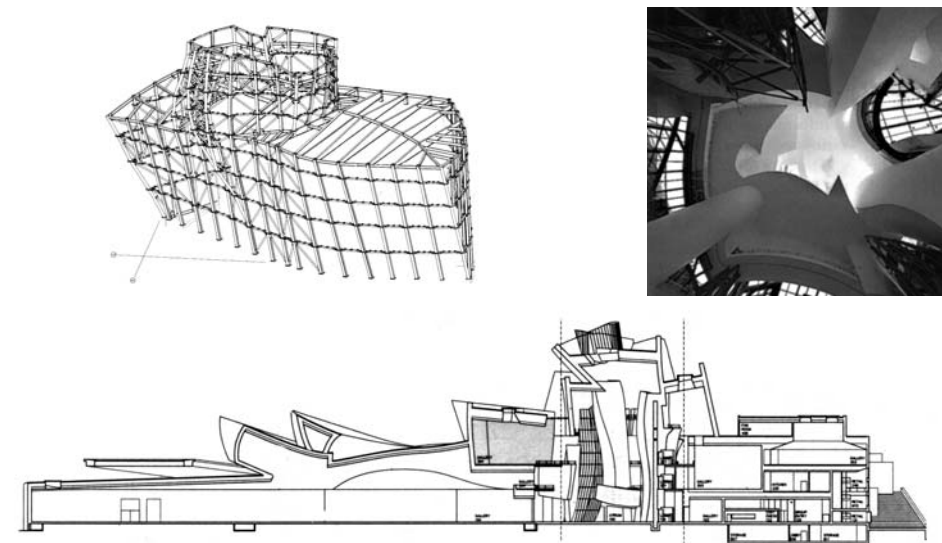
Figuur 3 Detailfoto Vaillantlaan Den Haag



Figuur 4 Vaillantlaan bij het Hobbemaplein

De ontwikkeling van een verrassend architectonisch gebouwontwerp trekt eveneens de aandacht van de media. Een dergelijk ontwerp vergt een behoorlijke inspanning van de architect en zijn staf. Dit gebouwniveau wordt door architecten veelal gezien als hun kern-product. Het gebouwontwerp kan niet via inductief en deductief denken rechtstreeks worden afgeleid uit het programma van eisen en / of reeds bestaande gebouwen, maar vergt een creatieve stap. Doordat architecten getraind zijn om een gebouwontwerp creatief aan te pakken, lijkt het een relatief kleine stap om iets soortgelijks te doen op andere ontwerpniveaus die door hen kunnen worden beïnvloed.

De uitwerking van het architectonisch ontwerp op bouwtechnisch niveau geschiedt gewoonlijk door de bureaustaf van de architect of wordt uitbesteed aan een bouwkundig bureau. Innovatieve bijdragen op dit niveau trekken zelden de aandacht van de algemene media. De bouwtechnische fase lijkt daarmee, mediatechnisch gezien, voor de architect de minst interessante van de drie. Echter, innovaties op gebouwniveau kunnen vaak niet



Figuur 5-7 Het Guggenheim-museum van Gehry in Bilbao is ondenkbaar zonder bouwtechnische innovaties

zonder bouwtechnische innovaties. Denk maar aan de deconstructivistische schuine vlakken, de trend in de jaren negentig om alle materialen in een gevel in één vlak te houden, en aan de enkel en dubbel gekromde oppervlaktes.

Productinnovaties op bouwtechnisch niveau kunnen worden gerealiseerd in de volgende categorieën: technisch concept, materialisering, detaillering en productie. Zo heeft de toepassing van een nieuw materiaalcomposiet in gebouwen, zoals Lignostone, geleid tot het ontwikkelen van een innovatief product. Het idee voor een gevel waar alle materialen aan de zichtzijde zich in hetzelfde vlak bevinden, heeft geleid tot het ontwikkelen van nieuwe gevelproducten. Op productieniveau heeft het thermisch voorspannen en soft coats van glas transparante gevelarchitectuur mogelijk gemaakt. Het gebied waarop de architect mogelijkheden heeft tot experimenteren met nieuwe componenten is daarmee niet onaanzienlijk. Naast plannen op deze drie schaalniveaus, ontwerpen architecten ook wel consumentenproducten, zoals meubels en serviesgoed.²



Figuur 8-10 Meubilair van Berlage en Jacobsen

Impact van componentontwerpen

De productontwikkelaar van het architectenbureau van de Lignostone-case stelt dat naast de architect verschillende partijen initiatief tot productinnovatie kunnen nemen, namelijk de producent, de adviseur en de installateur. Maar de architect is degene die door zijn *helicopter view* met ingrijpende voorstellen kan komen dan de partijen die slechts betrokken zijn bij een deelaspect.

Aangezien de meeste gebouwen unieke objecten zijn, is het ontwerpen ervan een vorm van innovatie. Niet alle gebouwen of componenten zijn echter even vernieuwend. In de innovatieliteratuur onderscheidt men daarom verschillende categorieën (zie hoofdstuk 2). Afhankelijk van de mate waarin een ontwerp vernieuwend is, heeft men het over architectonische, radicale of modulaire innovatie [Henderson & Clark 1990]. Omdat veel gebouwen een nieuwe combinatie van bestaande oplossingen zijn, gaat het veelal om architectonische innovatie.

Op het niveau van gebouwdelen en componenten (zie voor typen producten hoofdstuk 2) zijn er eveneens veel mogelijkheden om op innovatieve wijze bestaande kennis over bestaande materialen, bestaande bewerkingsprincipes en bestaande productietechnieken te combineren tot iets nieuws. Aangezien architecten gewend zijn architectoni-

	Materiaal	Bewerkingswijze	Productietechniek
Materiaal	combinatie van nieuwe materialen	nieuw materiaal en bewerkingswijze	nieuw materiaal en productietechniek
Bewerkingswijze		combinatie van nieuwe bewerkingswijzen	nieuwe bewerkingswijze en productietechniek
Productietechniek			combinatie van nieuwe productietechnieken

Tabel I Mogelijkheden tot radicale innovatie op bouwtechnisch niveau

sche innovatie te realiseren op gebouwniveau, lijkt het een kleine stap om dit combinatorische principe eveneens op bouwtechnisch niveau toe te passen. Componenten zijn namelijk op een identieke wijze te ontwerpen: gebaseerd op deelcomponenten en elementen die elk opgebouwd zijn uit bekende materialen en technieken. Alleen het arrangement is anders. Dit past bij de rol in het bouwproces zoals veel architecten die oppvatten: als ruimtelijke arrangeurs, en niet als technische vernieuwers.

Bij een radicaal of modulair innovatieve wijze van bouwtechnisch componentontwerpen worden nieuwe materialen, bewerkingsprincipes of vervaardigingstechnieken benut. Veel architecten hebben echter geen overzicht over de technische mogelijkheden, hetgeen innovatie kan bemoeilijken (zie hoofdstuk 8 § Informatievoorziening).

Architecten zijn verder meesters in toepassingsinnovatie: het op een alternatieve manier toepassen van standaard- en systeemproducten. Dit houdt een veel beperkter financieel risico in dan het ontwerpen en ontwikkelen van nieuwe producten, maar wordt soms toch verhinderd door bouwprojectverzekeraars. Bij het vernieuwen van de detaillering kan de architect gebruikmaken van reeds bestaande producten. Het vernieuwende is dat de producten door een creatieve gedachtesprong op een nieuwe manier bij elkaar gebracht worden. Producenten zijn vaak verbaasd over de onvermoede mogelijkheden van een door hen gevoerd product. Architecten kunnen ongebruikelijke materialen en / of producten combineren, producten gebruiken³ voor een andere functie dan oorspronkelijk bedoeld, of deze op een ongebruikelijke manier bevestigen en / of bewerken.



Figuur 11 Conglomeraat van bouwmaterialen in de GasUnie van Alberts & van Huut

Inductieve conclusie
Iedere partij in het bouwproces kan in principe productinnovatie initiëren. Architecten hebben gezien hun overzicht over alle aspecten die deel uitmaken van het gebouwontwerp een uitstekende positie om projectgebonden architectonische productinnovatie te initiëren.

MOTIVATIE VOOR COMPONENTONTWERPEN

In het onderzoek is gekeken naar de mogelijke relatie van componentontwerpen met een bepaalde architectuurstijl, naar de argumenten van architecten en bouwproductontwikkelaars voor het ontwerpen van nieuwe componenten en de factoren die bij het besluit om daartoe over te gaan een rol spelen.

RELATIE MET ARCHITECTUURSTIJL

Men zou kunnen denken dat componentontwerpen samenhangt met de als hightech [Jencks 2000] bekendstaande bouwstijl. Beroemde hightech architectenbureaus zoals die van Norman Foster, Renzo Piano en Nicolas Grimshaw zijn immers bekend om hun projectgebonden productinnovaties. Ook een Nederlands hightech bureau als Cepezed staat bekend om het toepassen van diverse innovatieve bouwproducten en het zelf initiëren van projectgebonden productinnovatie.



Figuur 12 Toepassingsinnovatie door Benthem Crouwel bij 013 in Tilburg



Figuur 13-14 De VNO toren in Den Haag van het Nederlandse hightech bureau Benthem Crouwel

Op grond hiervan zou geconcludeerd kunnen worden dat het componentontwerpen en toepassen van innovatieve standaard- en systeemproducten samenhangt met de stijl die het bureau nastreeft. Totdat men zich realiseert dat architecten die niet tot deze hightech stijlcategorie worden gerekend ook nieuwe bouwcomponenten ontwerpen of productinnovatie initiëren [Hertzberger, Oosterhuis, Verheijen, Alberts & Van Huut, Gehry, MVRDV].

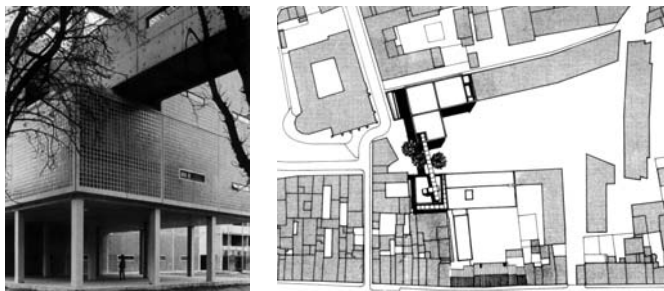
Inductieve conclusie
De attitude ten aanzien van componentontwerpen heeft geen relatie met een bepaalde architectonische stijl.

ARGUMENTEN VOOR COMPONENTONTWERPEN

Er zijn verschillende argumenten die architecten gebruiken om op componentniveau vernieuwingen te realiseren. Architecten zullen deze argumenten gebruiken om het besluit tot een bepaald componentontwerp te verantwoorden tegenover de opdrachtgever of vakgenoten. De opdrachtgever zal overtuigd moeten worden van de voordelen van een innovatief bouwcomponent. Een argument dat veel gegeven wordt door architecten voor het overgaan tot componentontwerpen, is het willen oplossen van een ontwerpprobleem op gebouwniveau waarvoor geen standaardoplossing voorhanden is [Lignostone-case, Verheijen, Zwarts & Jansma, Oosterhuis]. Innovatie kan tevens als noodzakelijk worden gezien bij bijzondere projecten, bij het nastreven van een bepaalde kwaliteit waaraan bestaande producten niet kunnen voldoen en bij het integreren van diverse technieken [Lignostone-case, Van Heeswijk]. Dit impliceert een verantwoordelijkheid van de architect voor het verbeteren van het kwaliteitsniveau. Hertzberger onderstreept dit door te benadrukken dat een architect zijn eigen programma van eisen aan het programma van eisen van de opdrachtgever moet toevoegen [Hertzberger 1999]. In het overleg met producenten in de Lignostone-case werden extra eisen ook als zinvol gezien.

Componentontwerpen kan ook een instrument zijn in de strijd om de gunst van de opdrachtgever. Peter Gerssen geeft aan dat componentontwerpen in geval van prijsvragen ook wordt gebruikt om zich te onderscheiden van collega's. Architecten moeten onderling concurreren om opdrachten te verwerven. Zij zijn er daarom bij gebaat om zich van collega's te onderscheiden en dat kan door innovatie en vernieuwing. Dit sluit aan bij de theorie van Jencks [1995]. Architecten zijn volgens hem op twee fronten op zoek naar manieren om zich te onderscheiden en hanteren daarbij twee taalspelen: het spel met de opdrachtgevers en het spel van de professie. Bij beide wil de architect volgens Jencks een schok tweebrengen. Hij noemt dat 'dubbelcoderen': het gewone ongewoon maken. Omdat de architect beide groepen wil verrassen zal hij of zij in het ontwerp een bepaald aspect of onderdeel anders moeten laten zijn. Dat betekent veranderen, vernieuwen en / of innoveren.

In dit onderzoek zijn in het casestudy- en het aanvullende onderzoek een zevental argumenten voor componentontwerpen gevonden. Vaak zal een combinatie van deze argumenten gebruikt worden.



Figuur 15-16 Uitbreiding van de kunstacademie in Maastricht door Wiel Arets, waar door een lage vierkantemeterprijs naar innovatieve oplossingen moest worden gezocht

Prestatie-argument

Nieuwe of aangepaste producten zijn noodzakelijk wanneer er geen standaardproducten te verkrijgen zijn die aan de gewenste eisen voldoen. Bijvoorbeeld eisen ten aanzien van geluidswerendheid (sandwichpanelencase) of milieubelasting.⁴

Esthetiekargument

Omdat bouwproducten moeten passen bij het door de architect bedachte gebouwontwerp zijn er esthetische wensen ten aanzien van deze producten [Lignostone-case, krommeliggercase, vangrailcase, Van Heeswijk]. In dit geval is productinnovatie een manier om ervoor te zorgen dat er componenten beschikbaar komen die beter overeenkomen met de stijl waarin de architect gebouwen ontwerpt dan bestaande standaard- of systeemproducten, of om een hele nieuwe stijl van bouwen mogelijk te maken.

Integratie-argument

Waarbij de architect verschillende aspecten van het gebouwontwerp, bijvoorbeeld constructie en installaties, wil samenvoegen om ontwerptechnische en / of financiële redenen. [Brouwer]



Figuur 17-19 Voor de Triodosbank werd uit milieuoogpunt door Architectenbureau Rau & Partners o.a. klimaat-schermen ontworpen

Realisatie-argument

Het bedenken van bouwconcepten die niet te realiseren zijn met standaardproducten. Denk bijvoorbeeld aan de vloeiende lijnen in de architectuur en de betonnen platen die van vloeren vloeiend overgaan tot muren. Deze vloeiende overgangen kwamen in de jaren negentig in zwang nadat architectenbureaus hun ontwerpwerk van de tekentafel naar de computer verplaatsten [krommeliggercase, Oosterhuis, MVRDV].

Financieel argument

Er kunnen ook financiële redenen zijn voor het ontwerpen van nieuwe componenten, bijvoorbeeld omdat er een ontoereikend budget is om in alle technische en functionele eisen te voorzien met beschikbare standaardproducten [Arets]. Het integreren van oplossingen voor verschillende eisen in een component is een mogelijkheid om de gewenste prestaties toch binnen het budget te realiseren. Voor de realisatie van alle eisen door middel van aparte producten is immers vaak meer materiaal en arbeid nodig [Van

Heeswijk]. Standaardproducten zijn ook geschikt gemaakt voor toepassing in verschillende situaties waardoor zij in bepaalde mate redundant zijn. Speciale componenten kunnen precies op maat gemaakt worden om te voldoen aan de eisen en wensen specifiek voor de situatie waarin het product wordt toegepast [Verheijen] (zie hoofdstuk 9, § Budget).

Ideëel argument

Dit kan uiteenlopen van het willen ontzien van het milieu [Kristinsson 1997], het willen bouwen volgens de regels van bepaalde levensbeschouwingen [Albers & Van Huut], het willen verbeteren van de arbeidsomstandigheden in de bouw of het verbeteren van de techniek.



Figuur 20-21 Het milieu was een belangrijk uitgangspunt voor dit kantoor van XXarchitecten

Commercieel argument

Namelijk het positief opvallen ten opzichte van collega's. Bijvoorbeeld door goedkoper te kunnen bouwen, betere prestaties van het gebouw te leveren of het kunnen genereren van een ontwerp met een door de opdrachtgever gewenst imago [Gerssen].

Inductieve conclusie

Er kunnen zeven argumenten worden onderscheiden die architecten gebruiken voor componentontwerpen: het prestatie-argument, het esthetische argument, het integratie-argument, het realisatie-argument, het financiële argument, het ideële argument en het commerciële argument.

OVERWEGINGSFACTOREN

Argumenten gericht op opdrachtgevers en concurrentie zijn te beschouwen als extrinsieke motivatoren. Ze zijn van buitenaf afkomstig, en niet van de architect zelf. Er zijn echter ook intrinsieke redenen waarom een architect gaat componentontwerpen. De architect kan simpelweg geïnteresseerd zijn in nieuwe materialen en productietechnieken en op zoek zijn naar nieuwe oplossingen voor bestaande, niet bevredigende procédés [Lignostone-case, Westra]. In bouwprojecten zoekt deze ontwerper naar een aanleiding

om zich hier verder in te verdiepen. Nieuwsgierigheid naar hoe de dingen in elkaar zitten en hoe zij worden geproduceerd, kan leiden tot nieuwe productideeën.⁵ Omdat de architect zich niet hoeft te beperken tot het bestuderen van een enkel bouwproduct, maar veeleer geïnteresseerd is in het gebouw als geheel, zal hij of zij ook de neiging hebben om over de grenzen van de individuele producten heen te kijken. Dit kan leiden tot inzicht in een betere integratie van verschillende technieken. Ook de behoefte van de architect om verschillende bouwdelen te integreren, producten ter beschikking te hebben die overeenkomen met het gebouwconcept en het verbeteren van componenten op het gebied van bijvoorbeeld functionele of milieuprestaties, zijn intrinsieke motivatoren als de architect ze zichzelf oplegt.

Factoren die ook meespelen bij de overweging van een architect of een bouwproductontwikkelaar om tot componentontwerpen over te gaan zijn, naast het niet voldoen van bestaande producten; de beschikbaarheid van tijd en geld [Lignostone-case], de mate waarin het team dat het gebouwontwerp maakt geïnformeerd is, de verwachtingen van de opdrachtgever [Lignostone-case] en serendipiteit [Robin Hood]. Serendipiteit speelt een rol bij het op het juiste moment toegang krijgen tot kennis, materiaal, bewerkings- en / of productietechnieken die de ontwikkeling van een bepaald bouwcomponent mogelijk maakt, zodat deze nieuwe bouwcomponent tijdig opgenomen kan worden in het gebouwontwerp. Dat een bepaald bestaand productieproces ook toegankelijk is voor het bouwnetwerk is geen vanzelfsprekendheid, gezien de jaren die het Cepezed kostte om de techniek van het explosief omvormen toe te kunnen passen.



Figuur 22 Het resultaat van explosief omvormen

Inductieve conclusie

Interesse in (en het verbeteren van) materialen, het detailleren, bewerkings- en productietechnieken, de beschikbare tijd, budget, toegang tot relevante informatie en productietechnieken, de verwachtingen van de opdrachtgever en het niet passend zijn van huidige standaard- en systeemproducten zijn overwegingsfactoren bij de beslissing of er wordt overgegaan tot componentontwerpen.

TYPERING VAN ARCHITECTEN ALS PRODUCTINNOVATOR

VERSCHILLEN TUSSEN ARCHITECTEN

Ontwerpers hebben verschillende voorkeuren (zie hoofdstuk 4, § Architect en informatie). De ene architect heeft misschien een voorkeur voor het modelleren van vormen, anderen zullen proberen om het milieu zo min mogelijk te belasten of het werk op de bouwplaats zo efficiënt of veilig mogelijk te maken. Dit komt overeen met de bevindingen in

onderzoek naar creativiteit [Csikszentmihalyi 1998]. Commoner, een bioloog, wijst in dit onderzoek naar creativiteit op het feit dat creatieve mensen een persoonlijke zienswijze ontwikkelen op hun onderzoeksgebied en daarmee een eigen methodiek creëren op basis waarvan problemen binnen dat gebied aangepakt kunnen worden.

Niet iedere architect zal daarom op dezelfde manier een ontwerpopgave aanpakken. Weggeman onderscheidt in dit kader twee groepen: de improviserende professionals (I-profs) en de routinematig werkende of conservatieve professionals (R-profs). Hij heeft deze onderverdeling van I-prof versus R-prof toegepast om collega's binnen en buiten de eigen onderneming onder te kunnen verdelen. Het onderscheid tussen I-profs en R-profs kan geprojecteerd worden op verschillen tussen architecten. I-profs zijn op zoek naar mogelijkheden tot innovatie terwijl de R-profs zich richten op het zo efficiënt mogelijk maken van een ontwerp.

I-prof	R-prof
maakt (nieuwe)informatie op basis van informatie en attitude is flexibel en creatief vernieuwt en innoveert voortdurend	overtreft (bestaande) normen op basis van vaardigheden en ervaring is efficiënt en geconcentreerd verbetert voortdurend

Tabel 1 Kenmerken van I-profs versus R-profs [Weggeman 1997 p.78]

In de I-profsgroep zijn bureaus die voor productinnovatie specifiek mensen, bouwtechnologen of industrieel ontwerpers, in dienst nemen. Ook kunnen zij productinnovatiebureaus inhuren of medewerkers zich laten specialiseren in componentontwerpen. In dit onderzoek wordt deze groep de innovatieven genoemd. De R-profs, in dit onderzoek aangeduid als conservatieven, beperken zich tot het zo efficiënt mogelijk gebruiken van standaard- en systeemproducten. Tussen de uitersten van innovatieve en conservatieve architecten zijn nog twee groepen te onderscheiden: de passieven en de twijfelaars.

Groepen architecten	Ziet kansen	Weet deze kansen te benutten
conservatieve groep	-	-
passieve groep	-	-/+
twijfelaars	+	-
innovatieve groep	+	+

Tabel 2 Categorieën architecten ten aanzien van componentontwerpen

Kijkend naar bereidheid tot initiatief en hun doelmatigheid op het gebied van componentontwerpen onderscheiden we de volgende categorieën:

Conservatieven

Architecten die uit principe geen nieuwe componenten ontwerpen.

Passieven

Architecten die momenteel niet aan componentontwerpen doen, maar het in overweging willen nemen.

Twijfelaars

Architecten die wel aan productinnovatie willen doen en het af en toe ook proberen, maar niet tot een bevredigend resultaat komen.

Innovatieven

Architecten die kansen zien nieuwe componenten te initiëren en toe te passen in hun gebouwen. Zij beschikken over de capaciteiten om kansen hiertoe te creëren en te benutten en zodoende tot een bevredigend resultaat te komen.

DE VRIJHEDEN VAN INNOVATIEVE ARCHITECTEN

Architecten opereren over het algemeen vanuit een ander en breder beeld dan producenten. Door te kijken naar het geheel of onderdelen, het gebouw of de bouwproducten, ontstaat een andere gerichtheid in het productinnovatietraject. De positie van de architect in het bouwproces biedt daardoor een aantal mogelijkheden:

a) De architect hoeft zich niet te binden aan bepaalde technologieën, materialen of productietechnieken. Hij of zij heeft daardoor meer keuze- en combinatiemogelijkheden. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een producent die precies weet wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn van zijn productie-apparaat. Producenten zijn over het algemeen specialisten die zijn gebonden aan de ervaring, mensen en middelen in de fabriek gekoppeld aan een specifieke technologie en / of materiaal. Bij het ontwikkelen van nieuwe producten zullen zij zo dicht mogelijk bij hun expertise in de buurt willen blijven. Dit in tegenstelling tot architecten die zich niet hoeven te verbinden aan de beperkingen van een concrete technologie. Dit hangt samen met de rol als ontwerper van de architect in het bouwproces. In deze rol wordt overzicht over het complete bouwwerk gevraagd, terwijl producenten zich richten op het onderdeel dat zij leveren.

b) Architecten hoeven zich door hun *helicopter view* niet te houden aan de grenzen van bepaalde disciplines. Architecten kunnen bijvoorbeeld een aantal functies, technologieën en / of materialen integreren in één component. Zo kan een component met een dragende functie deel uitmaken van het installatiesysteem.⁶ Doordat zij onderzoeken hoe producten samengebracht moeten worden om het ontwerp te realiseren kunnen zij hierbij de integratie van verschillende aspecten voorstellen. Doordat zij bij elke opgave bouwcomponenten in andere combinaties bij elkaar brengen, creëren zij nieuwe problemen, die vaak niet met standaardoplossingen te realiseren zijn. Architecten kunnen daarbij nieuwe zaken introduceren op gebouw- én op componentniveau. Ze zullen erop moeten toezien dat tijdens de ontwikkeling en de productie de integratie van de diverse aspecten blijft gewaarborgd.

c) Bij het combineren van kennis, vaardigheden en materialen uit verschillende disciplines kunnen architecten bij het maken van een (deel)ontwerp kiezen voor zaken die de grenzen van de bouwbranche overschrijden. Dit maakt overigens een bewakende rol tijdens het verdere proces van ontwikkeling, productie en montage noodzakelijk.

d) Architecten zijn niet altijd volledig op de hoogte van de technische mogelijkheden. Zij kunnen ervan uitgaan dat bepaalde zaken technisch al realiseerbaar zijn, terwijl dit nog niet het geval is. Het onvolledig geïnformeerd zijn van architecten is in dit opzicht een voordeel omdat het bijdraagt aan het stellen van uitdagende vragen aan de industrie die

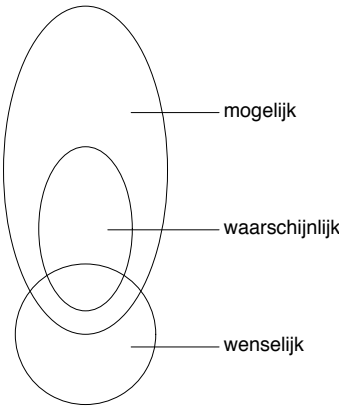
hierdoor nieuwe productiemogelijkheden ontwikkelt. Omdat zij een bepaalde perceptie hebben van wat haalbaar moet zijn met de huidige techniek en ervan uitgaan dat bepaalde producten technisch te realiseren zijn, zullen zij producenten hier om vragen. Zo initiëren zij onbedoeld productinnovatie. De betreffende producent zal zich moeten inspannen om de techniek een stap verder brengen om het gevraagde product ook daadwerkelijk te kunnen fabriceren. Met dergelijke vragen stimuleren architecten de industrie om zich in het gebied van het mogelijke en wenselijke [De Jong 1992] te ontwikkelen.

e) Architecten zoeken naar een ontwerp dat past in de maatschappelijke, culturele en fysieke context. Het behoort tot hun taak het hele gebouw in relatie tot de omgeving en de samenleving te zien. Aan hen is ook de taak om het gebouw aan te passen aan veranderende eisen, en een culturele dimensie toe te voegen aan het plan. Een ontwerper met culturele bagage kan zorgen voor een culturele component in het gebouw- en het productontwerp. Vooral in een kennisintensieve samenleving is dit van belang zodat voor technische ingrepen een sociaal draagvlak kan worden gecreëerd [Bijker 1995]. Dany Jacobs [1996] zegt hierover:

“Hoe technischer de maatschappij wordt, hoe menselijker ze wordt, hoe meer afhankelijk van menselijke creativiteit en menselijke leervermogens.”

Deze tendens is in de praktijk merkbaar. Rijkswaterstaat schakelt tegenwoordig architecten in om een ontwerp te leveren, om een betere culturele inpassing te kunnen maken. Er zijn overal tekenen waarneembaar dat er in het bedrijfsleven een toenemende behoefte is aan het aanspreken van de klant op emotioneel, cultureel en sociaal niveau. Tevens is er een opkomst van het sociaal-maatschappelijk verantwoord ondernemen [Elkington 1997]. Inspelen op deze moeilijk te kwantificeren wensen blijkt ook te kunnen resulteren in succesvolle producten. Kijk bijvoorbeeld naar de veranderingen in reclames van de Rabobank, automerken en Apple-computers, die zich steeds meer op de emotionele aspecten van het product richten. Ook in de verhuur van kantoorgebouwen speelt de emotionele component een steeds belangrijkere rol. Architect Francis Duffy [1997], specialist op het gebied van kantoren, pleit ervoor dat op dit aspect niet bezuinigd wordt. Met aandacht voor de werkomgeving wordt er volgens hem namelijk een voorwaarde geschapen voor betere prestaties van werknemers. Hun salaris vormt de grootste kostenpost in de dienstensector, en daarom is het zaak zo goed mogelijk gebruik te maken van hun capaciteiten.

De verschillende functies van architecten en producenten in het bouwproces zorgen dus voor een verschil in aanpak van productinnovaties. Bij productinnovatie is ook een



Figuur 23 De toekomst van Taeke de Jong [1992]

Architect	Producent
geheel	onderdeel
realiseerbaarheid geheel	realiseerbaarheid onderdeel
cultureel	technisch
'zachte' kennis	'harde' kennis

Tabel 3 Verschil in gerichtheid tussen architecten en producenten

verschil in belang te constateren tussen producenten en architecten. Architecten hoeven door hun technische ongebondenheid in principe geen rekening te houden met het feit of er voldoende vraag is naar het projectgebonden product en of het product wel past in het assortiment, zoals producenten voor hun projectgebonden producten. Een beperkende factor is wel dat de ontwikkelingskosten van speciale bouwproducten op één project afgeschreven moeten kunnen worden.

Voor het behalen van goede resultaten bij productinnovatieprocessen moeten architecten en producenten de kloof tussen beide groepen overbruggen. Dit heeft voor producenten het voordeel dat zij beter kunnen inspelen op de vraag van architecten waardoor zij goede bedrijfsresultaten kunnen behalen. Architecten kunnen hiermee ook de kwaliteit van hun ontwerpen verbeteren. Beiden hebben er dus baat bij kennis op te bouwen die hen in staat stelt met de andere partij te communiceren.

Inductieve conclusie

Architecten hebben door hun positie in het bouwproces bij productinnovatie de volgende vrijheden:

- het maken van combinaties tussen verschillende technieken en/of materialen;
- het integreren van functies, technologie en materialen;
- het gebruiken van branche-overschrijdende technieken;
- het op een technisch onbevangen manier bedenken van nieuwe oplossingen;
- het veranderen van perspectief.

VERSCHILLENDE ROLLEN VAN ARCHITECTEN IN COMPONENTONTWERPEN

De architect kunnen verschillende rollen in het projectgebonden productinnovatieproces vervullen. Ten eerste kan de architect optreden als ideegenerator. In het geval van de krommeliggercase vroeg de situatie om een bocht in de tramrails. De architect wilde dat de ondersteunende constructie de tramrails in de bocht zou volgen. Door te onderzoeken met welk materiaal dit het beste gerealiseerd kon worden, kwam de architect met het idee voor de geprefabriceerde kromme ligger van beton. Het idee om eens wat te doen met een bepaald materiaal werd in één geval aangedragen door de constructeur [Lignostone-case]. Deze persoon fungeerde dus als bron voor het idee.

Het productidee kan worden aangedragen door anderen, maar de architect heeft een sterke stem in de beslissing of er in het project producten ontwikkeld worden. In de cases is te zien dat de architect veelal als initiator fungeert, als aanjager van het productinnovatieproces. De sandwichpanelen met de extra geluidseisen werden door de ontwerpende partij van het bouwdeel geïnitieerd doordat men stelde dat binnen de gestelde

dikte de geëiste decibellen geabsorbeerd dienden te worden. In deze beslissing tot componentontwerpen heeft de opdrachtgever het vetorecht. Andere partijen kunnen proberen om deze keuze te beïnvloeden. De producent kan bijvoorbeeld proberen innovaties met de gunstigste winstmarge toegepast te krijgen, of een product dat men door middel van een eerste toepassing graag zou willen promoten [Octatube]. Maar dit is alleen mogelijk met toestemming van de architect en de opdrachtgever (zie hoofdstuk 8).

Als architecten componentontwikkelingsprocessen initiëren, spelen zij veelal een actieve rol als ontwerper [Lignostone-case, krommeligercase, vangrailcase, vloersysteemcase]. Alhoewel ze niet verantwoordelijk zijn voor alle ontwerptaken, nemen architecten wel de uiteindelijke beslissing over het uiterlijk en functionaliteit van de door hen geïnitieerde nieuwe componenten. In dit geval geldt vaak het onderscheid tussen conceptuele en technische innovatie. De architect in kwestie draagt een innovatief productconcept aan, dat past in het door hem of haar bedachte bouwconcept. Als architecten eisen dat de producten voldoen aan bepaalde specificaties die nodig zijn binnen een bepaald gebouwontwerp, worden ze automatisch verantwoordelijk voor het algehele uiterlijk en de functionaliteit van de component. De betrokken producent zorgt ervoor dat door middel van een technisch innovatieve stap dit concept gerealiseerd kan worden. De producent kan het productconcept alleen veranderen als daarvoor goede redenen zijn.

Architecten kunnen zich ook opstellen als ontwikkelaar, vooral onder Engelse hightech architecten zijn hiervan voorbeelden te vinden (o.a. Alan Brookes, Richard Hordon). Of architecten een rol spelen als klant, co-designer of ontwikkelaar hangt ondermeer af van de mate waarin zij bereid zijn te vertrouwen op de esthetische capaciteiten van de producent.

De architect zal de opdrachtgever en de aannemer van de noodzaak van het nieuwe product moeten overtuigen.⁷ Ook andere partijen, producenten en adviseurs, zullen moeten worden gemotiveerd om een bijdrage te leveren aan het productinnovatieproces. De architect moet bij de verschillende bouwpartners duidelijk pleiten voor de voordelen van de nieuwe component en speelt daarom in dit proces een rol die overeenkomt met die van *product champion* in productinnovatieprocessen voor projectgebonden producten:

“a marketing executive within a company who has specific responsibility for a particular product. Product champions may be needed in large multiproduct companies to provide a focus for integrating marketing, production and distributing the product.” [Pass e.a. 1995]

Product champion is een term die meestal wordt gebruikt voor iemand die een productidee promoot binnen een bedrijf. In de bouw is echter sprake van een complexere situatie als het gaat om projectgebonden productinnovatie, doordat normaliter verschillende bedrijven betrokken zijn bij de realisering van het eindproduct: het gebouw, waarvan de componenten deel gaan uitmaken. Doordat er meerdere bedrijven betrokken zijn bij de productie van een bouwwerk hebben zij ook invloed op productinnovatieprocessen die zich in het kader van dit bouwwerk afspelen. De betrokken bedrijven kunnen de innovatieprocessen stimuleren of tegenwerken op een directe of indirecte manier. Direct door het productinnovatieproces zelf te beïnvloeden, en indirect door problemen

ergens anders in het bouwproces te veroorzaken die aandacht, tijd en geld vragen van de deelnemers. Deze middelen hadden anders voor het productinnovatieproces ingezet kunnen worden. Het belang van een *product champion* in een dergelijke complexe situatie is evident: zonder de steun van de architect is het idee voor productinnovatie snel weer van de baan. Het ontwikkelen van nieuwe producten hoort immers niet tot de gebruikelijke taken van de betrokkenen. De dagelijkse taken en problemen geven verder aanleiding voor de betrokken partijen om aan het productinnovatieproces gerelateerde activiteiten op de lange baan te schuiven. Ook kan de onzekerheid die met innovatie gepaard gaat, defensief en agressief gedrag oproepen [Crozier & Friedberg 1980]. De architect fungeert zo dus als *product champion* van projectgebonden componenten. Deze probeert te bewerkstellingen dat het gebouw inclusief de innovatieve componenten worden uitgevoerd door ervoor te zorgen dat andere partijen meewerken aan de toepassing en ontwikkeling ervan.

Als de architect het initiatief neemt tot productinnovatie, ligt naast de rol van *product champion* ook die van procesbewaker voor de hand. Componentontwerpende architecten hebben de taak erop toe te zien dat er andere partijen worden ingeschakeld die de noodzakelijke onderzoeks-, ontwikkelings- en productiewerkzaamheden verrichten voor de verschillende deelaspecten. Eveneens dient bewaakt te worden dat deze deelaspecten in een later stadium probleemloos geïntegreerd kunnen worden tot één product dat voldoet aan de eisen. In de cases bleek dat architecten bij het initiëren van productinnovatie automatisch de rol van procesbewaker op zich nemen. Architecten maken de keuze uit de mogelijke oplossingen voor de materialisering en detaillering van het gebouwontwerp, en zijn zo genooddaakt om zelf andere bouwpartijen in te schakelen om te zorgen dat de nieuwe componenten ook daadwerkelijk kunnen worden gerealiseerd, of om erop toe te zien dat een derde, bijvoorbeeld de aannemer, deze taak op zich neemt. Er zal allereerst een producent gevonden moeten worden die het componentidee kan maken. De architect wil bij voorkeur een producent die ervaring heeft met soortgelijke producten en die de nieuwe componenten kan realiseren voor een aanvaardbare prijs. De planning en het budget moeten immers ook in de gaten worden gehouden. Dit kan een bedrijf zijn dat de architect kent, maar het kan ook een bedrijf zijn dat buiten het netwerk van de architect in de bouw werkt, in het buitenland opereert of nog nooit aan de bouw geleverd heeft. Als blijkt dat er geen producenten zijn die ervaring hebben met soortgelijke productideeën, dan zal de aannemer zeker geen ervaring hebben met een dergelijk product. Als er met moeite een producent wordt gevonden die het productidee kan realiseren, betekent dit voor de aannemer dat het niet eenvoudig zal zijn een vervangende producent te vinden. Voor de aannemer zal dit meestal een reden zijn om een extra veiligheidsmarge in de begroting op te nemen [General Contractors]. Voor de opdrachtgever betekent dit wellicht ook een groter risico.

Een belangrijk aspect dat beheerst dient te worden bij productinnovatie van zowel projectgebonden producten als projectgebonden componenten is de coördinatie met andere bouwdelen [vloersysteemcase, Lignostone-case]. De plaatsing van de aanpalende bouwdelen valt dikwijls onder de verantwoordelijkheid van onderaannemers die niet op de hoogte zijn van het hoe en waarom van bepaalde kwaliteitseisen met betrekking tot hun werk. Om problemen bij de uitvoering te voorkomen moeten deze partijen

van relevante informatie worden voorzien, hun werk moet op elkaar worden afgestemd en er dient duidelijk aangegeven te worden waarop hun werk gecontroleerd zal worden. Eveneens dient erop te worden toegezien dat kennis, vaardigheden en materialen die nodig zijn voor de componenten, of deze nu afkomstig zijn van binnen of buiten de bouw, geïntegreerd worden bij productie en uitvoering van de componenten en het gebouw. Binnen deze rol kan onderscheid worden gemaakt tussen het coördineren in de ontwerpfase en in de uitvoeringsfase.

In uitzonderlijke gevallen zal de architect zich genoodzaakt zien om zelf ook de rol van producent op zich te nemen (zie hoofdstuk 3). Dit zal alleen gebeuren wanneer hij of zij ideeën heeft ontworpen en ontwikkeld die niet bij bestaande producenten gefabriceerd kunnen worden en die door de architect als uitermate belangrijk worden gezien.

Sommige taken en rollen kunnen door de architect worden uitbesteed. Voor de rol van producent geldt dat deze bijna in alle gevallen wordt uitbesteed. Als de opdracht voor het maken van een product bij de producent ligt, wordt de verantwoordelijkheid voor het in de gaten houden van de voortgang in de ontwikkeling ervan overgedragen aan deze producent. Architecten kunnen dit projectgebonden productinnovatieproces maximaal uitbesteden aan een in bouwproducten gespecialiseerde bouwtechnoloog of industrieel ontwerper [Robin Hood] of een andere bouwpartner [sandwichpanelencase]. Voor de architect rest dan nog het initiatief te nemen, de opdrachtgever ervan te overtuigen en er voor te zorgen dat de component blijft passen in het gebouwonwerp, dat de component niet vervangen wordt en dat het bouwproject gerealiseerd wordt. Er zijn dus verschillende gradaties mogelijk waarin de architect betrokken is bij het productinnovatieproces. Deze kunnen grofweg gepositioneerd worden aan de hand van de volgende twee extreme strategieën: ten eerste, het opstellen van de architect als supervisor: de architect initieert het proces, of biedt binnen randvoorwaarden andere partijen de mogelijkheid om productinnovatie te initiëren en geeft daarna zoveel mogelijk van de activiteiten die nodig zijn voor het ontwikkelen van een nieuw product uit handen aan anderen. Ten tweede het opstellen van de architect als ontwikkelaar: de architect die maximaal bij het technische ontwikkelen van het product betrokken is en daarbij het liefst zo veel mogelijk van het ontwikkelingsproces naar zich toetrekt. In het uiterste geval verzorgt de architect ook de productie.

Inductieve conclusies

- Mogelijke rollen van de architect bij het projectgebonden productinnovatieproces zijn: (a) ideegenerator, (b) initiator, (c) ontwerper, (d) ontwikkelaar, (e) product champion, (f) procesbewaker, (g) coördinator van gebouwdelen en aspecten en (h) producent.
- De architect kan besluiten om of zoveel mogelijk van de taken naar zich toe te trekken en op te treden als ontwikkelaar, of zoveel mogelijk uit te besteden en zich op te stellen als supervisor, of een tussenpositie in te nemen.

- De eindverantwoordelijkheid voor het managen van het productinnovatieproces ligt bij de initiator; bij projectgebonden bouwcomponenten is dat de betreffende architect.

8 ANALYSE VAN DE KNELPUNTEN

The reasonable man adapts himself to the world: the unreasonable one persists in trying to adapt the world to himself. Therefore all progress depends on the unreasonable man.
– George Bernard Shaw in *Man and Superman* [1911]

Componentontwerpende architecten moeten een aantal hindernissen nemen in product-innovatieprocessen. De groep van innovatieve architecten beschikt over voldoende inzicht om ondanks deze hindernissen het componentontwerpproces tot een goed einde te brengen. De passieve en twijfelende architecten zien de mogelijkheden tot het ontwerpen van componenten niet en / of slagen er niet in om ze te benutten. Dit hoofdstuk gaat over de problemen waar zij tegenaan lopen. Dit zijn kort samengevat: (a) componentontwerpen niet zien als mogelijkheid, (b) ontwerpen op verschillende schaal-niveaus, (c) inbedding in het bouwproces, (d) vinden van tijd en budget, (e) vinden van de juiste informatie, (f) partijen met andere belangen en (g) lopen van risico met componentontwerpen. Deze knelpunten zullen eerst worden beschreven. Vervolgens wordt geanalyseerd of het mogelijk is de huidige situatie te verbeteren, of dat de problemen structureel van aard zijn en derhalve niet oplosbaar.

ONWETENDHEID OVER COMPONENTONTWERPEN

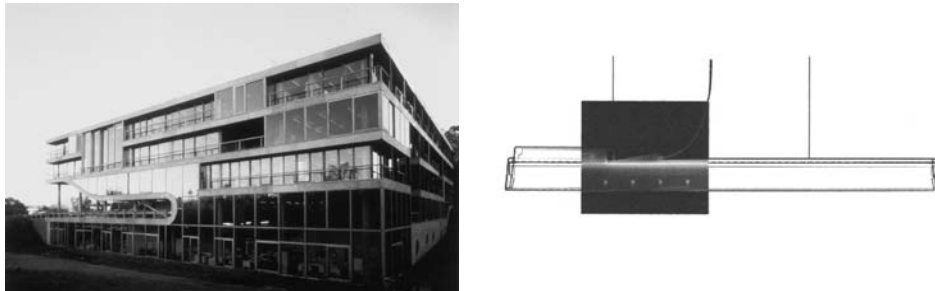
Als architecten problemen signaleren bij de materialisering, detaillering en realisering van het gebouwwontwerp is het niet zeker of zij zichzelf zien als de aangewezen persoon om dit op te lossen. Het hoofddoel van architecten is doorgaans niet het ontwerpen van bouwcomponenten, maar van complete gebouwen. Bouwcomponenten zijn vanuit dit perspectief slechts bijzaak. Niet omdat ze niet belangrijk zijn, maar omdat ze slechts een middel vormen waarmee het gebouw tot stand komt. Veel architecten zijn er zich niet van bewust dat zij bouwproducten kunnen ontwerpen. Illustratief is dat het voor Villa VPRO ontwikkelde lichtarmatuur in het ontwerp van MVRDV tot stand is gekomen doordat een bevriende industrieel ontwerper duidelijk had gemaakt dat zij daartoe gelegenheid hadden. Serendipiteit blijkt hieruit een belangrijke rol te spelen bij het feit of architecten

zich bewust worden van de mogelijkheden tot componentontwerpen.

Lawson komt tot de volgende inventarisatie wanneer ontwerpproblemen om toepassing van nieuwe technologie vragen:

"Most of the designers (...) see technological problems as of secondary importance or even as tertiary considerations, as Michael Wilford puts it. Santiago Calatrava makes a particularly interesting point when he tells us that technical innovation more often arises out of solving problems in a particular design situation rather than thinking about the technology in a purely abstract way. Robert Venturi believes that building design should generally be technologically conservative." [Lawson 1994, p. 136-137]

De verschillende attitudes van Calatrava en Venturi rechtvaardigen de conclusie dat componentontwerpen afhankelijk is van de manier waarop de architect zijn taak in de bouwopgave inkadert. Calatrava geeft namelijk aan dat toepassingen van nieuwe technologie binnen zijn projectkader ligt, mits er een specifiek ontwerpprobleem mee wordt opgelost. Venturi daarentegen zegt onomwonden dat nieuwe technologische toepassingen buiten zijn kader vallen.



Figuur 1-2 Robin Hood Productions ontwikkelde in samenwerking met MVRDV, de architecten van Villa VPRO, een nieuw armatuur.

Het is aan de architect zelf om te bepalen of componentontwerpen een concrete optie is. Aangezien het merendeel van de architecten tijdens de opleiding echter niet wordt geschoold in het componentontwerpen, is het de vraag of veel architecten deze mogelijkheid bewust overwegen.

De probleemdefinitiefase is volgens Schön [1983] een belangrijk moment waarop bepaald wordt wat de handvatten zijn waarmee een bepaalde opgave aangepakt wordt, en of componentontwerpen tot de mogelijkheden van de betreffende architect hoort of niet. Als men niet stilstaat bij de bepaling ervan, kunnen belangrijke mogelijkheden voor dit project voorgoed worden afgesloten zonder dat ze bewust zijn overwogen. Er wordt dan automatisch voortgeborduurd op een onbewust perspectief dat men gewend is te gebruiken (zie ook hoofdstuk 7, § Innovatiemogelijkheden). Schön wijst erop dat de fase van probleemdefinitie vaak over het hoofd wordt gezien. De Bono toont aan in zijn werk over lateraal denken dat de weg die men gewend is te bewandelen niet altijd leidt naar een goede oplossing:

"To realize that a dominant idea can be an obstacle instead of a convenience is the first principle of lateral thinking." [De Bono 1970]

Dat betekent dat architecten die niet bewust hun aanpak van een ontwerp-opgave overdenken, zich door hun onbewust gekozen frame veelal niet realiseren wat voor mogelijkheden er zijn tot componentontwerpen. Producten worden in hun perspectief immers vaak gezien als deel van een oplossing, niet als onderdeel van het ontwerpprobleem. Of er nieuwe componenten worden ontworpen hangt dus af van hoe de architect de situatie inkadert. Architecten lijken de noodzaak tot het zelf kneden van de opgave te bevestigen:

"Onder het officiële programma van eisen (dat nooit tot meer kan leiden dan wat er al was) zou iedere ontwerper zijn eigen programma moeten leggen, waaraan hij zijn innerlijke noodzaak en inspiratie ontleent om elke keer helemaal op nieuw te beginnen, doch steeds met dat doel een stap verder te komen. Het programma van de ontwerper zou moeten inspireren en aanzetten tot een thema dat vervolgens richting geeft aan het ontwerp." Hertzberger [1992]

In officiële documenten, zoals de SR'97 [BNA 1998], waarin de taken van de architect worden omschreven, wordt componentontwerpen niet genoemd als mogelijke taak (zie hoofdstuk 3). Dit betekent dat als architecten componenten willen ontwerpen zij daarvoor extra inspanningen moeten leveren. Andere betrokken bouwpartners zien het componentontwerpen immers niet als vaste taak van de architect, waardoor architecten duidelijk deze rol zullen moeten kunnen beargumenteren en positioneren.

Inductieve conclusies

- Niet alle architecten zijn zich bewust van het feit dat componentontwerpen deel kan uitmaken van hun taak in het gebouwontwerpproces.
- Betrokken bouwpartners zien componentontwerpen niet als vaste taak van architecten. Architecten zullen daarom deze rol moeten beargumenteren en positioneren.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Door scholing en voorlichting kunnen architecten op de hoogte gebracht worden van de mogelijkheden en de voordelen van componentontwerpen. Met deze bagage kan de architect een gefundeerde beslissing maken over ontwerpen op bouwtechnisch niveau. Het is heel waarschijnlijk dat de opleiding een belangrijke rol kan spelen in het bepalen van deze rol. Zoals Hamel [1990] in zijn onderzoek naar het ontwerpproces van architecten liet zien, nemen architecten over het algemeen geen aspecten mee in het ontwerpproces die niet tijdens hun opleiding aan de orde zijn gekomen. Het is daarmee waarschijnlijk dat als de mogelijkheden die architecten hebben voor het ontwikkelen van producten in het ontwerp-onderwijs duidelijk aan de orde zouden komen, er meer nieuwe bouwcomponenten ontworpen zouden worden (zie hoofdstuk 11).

Dat andere partijen in het bouwproces componentontwerpen niet zien als vaste taak

van architecten, lijkt te wijten aan onwetendheid daarover, en eventuele, wellicht conflicterende belangen. Deze belangen zullen niet direct te veranderen zijn. Het is echter wel mogelijk om andere bouwpartners te informeren over componentontwerpende architecten, de rol die deze bouwpartners zelf in productinnovatie kunnen vervullen evenals de mogelijke voordelen die nieuwe bouwcomponenten voor hen zouden kunnen hebben (zie hoofdstuk 11).

ONTWERPEN OP VERSCHILLENDE SCHAALNIVEAUS IS ANDERS

De werktuigbouwkundigen Van den Kroonenberg en Siers [1992] stellen dat de verschillende ontwerp-niveaus hun eigen kenmerken hebben. Het ontwerpen op verschillende schaalniveaus vereist derhalve verschillende soorten kennis, inzicht en vaardigheden. Op een hoger schaalniveau wordt er volgens hen meer schematisch georganiseerd dan technisch ontworpen, zoals bij het organiseren van installaties in een fabriek. Op een lager schaalniveau is er een grotere aandacht voor materialen, bewerkings- en productietechnieken. Over kennis en inzicht op dit gebied dient de ontwerper zelf te beschikken of er dient een expert bij het ontwerp betrokken te worden. De kans op een sterke standaardisatie van de oplossing neemt op dit niveau toe, en daarmee het ontstaan van standaard- en systeemproducten door de toenemende kans op repetitie.

Zoals beschreven in hoofdstuk 7, ontwerpen architecten op verschillende schaalniveaus; op stedenbouwkundig niveau, op gebouwniveau en op bouwtechnisch niveau. Op bouwtechnisch niveau hebben architecten de mogelijkheid componenten te ontwerpen waarmee de gebouwonwerpen gerealiseerd kunnen worden. Het ontwerpen op gebouwniveau is de kerncompetentie waarin zij tijdens hun opleiding hoofdzakelijk worden getraind. Aangezien het componentontwerpen geen verplicht onderdeel uitmaakt van het curriculum, zullen niet alle architecten over de vereiste kennis, inzicht en vaardigheden beschikken voor het ontwerpen op bouwtechnisch niveau als zij in de praktijk gaan werken. Ook is het voor architecten die tijdens hun opleiding geen componenten hebben ontworpen, moeilijker om zich voor te stellen welke voordelen dit heeft en welke mogelijkheden zij hiertoe hebben.

Deductieve conclusie

Het ontwerpen op componentniveau vergt andere kennis, inzicht en vaardigheden dan het ontwerpen op gebouwniveau.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Dat ontwerpen op gebouw- en componentniveau andere kennis en vaardigheden vereist, is op zich niet te veranderen. Wel te veranderen is de kennis, het inzicht en de vaardigheden waarover architecten beschikken. Dit kan door er in de opleiding duidelijk aandacht aan te besteden. Passieve en twijfelende architecten die reeds werkzaam zijn in de praktijk, kunnen hierin bijgeschoold worden (zie hoofdstuk 11).

INBEDDING IN HET BOUWPROCES

De organisatie van het bouwproces, de daarbij betrokken beslissers en de aan het bouwproces gekoppelde aanbestedingsregels leggen een aantal beperkingen op aan het productinnovatieproces van nieuwe bouwcomponenten.

SCHEIDING VAN ONTWERP EN UITVOERING

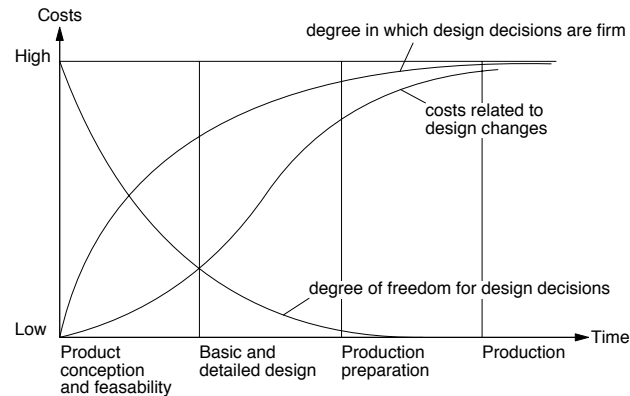
De manier waarop het bouwproces is georganiseerd, levert problemen op voor het doorvoeren van innovaties [Cepezed]. Naast het feit dat de opdrachtgever toe moet stemmen in de toepassing van het innovatieve product, hebben andere betrokken bouwpartijen door de structuur van het bouwproces een grote invloed en is er een scheiding tussen ontwerp en uitvoering.

Een belangrijk kenmerk voor het bouwnetwerk is het veelal ontbreken van een overkoepelend *design & build* bedrijf dat verantwoordelijk is voor de hele totstandkoming van een gebouw:

“Het belangrijkste verschil met de industrie zit niet in de gefragmenteerdheid van de bedrijfstak, niet in de projectmatige productie en niet in het produceren op locatie of met wisselende coalities. Het belangrijkste verschil zit, meen ik, in het ontbreken van de dominante producent welke als onderneming de vraag kan beïnvloeden en aansprakelijk is voor het eindproduct. Derhalve ontbreekt innovatiemacht.” [Van Tongeren 1996, p. 22]

“Kijken wij naar het netwerk vanuit het oogpunt van machtsverdeling, dan zien wij twee relatief sterke partijen: de architect in de ontwerpfase en de hoofdaannemer in de uitvoerende fase, waarbij de architect in de tweede fase ook als een soort vertegenwoordiger van de opdrachtgever functioneert. Het gevolg van de splitsing tussen ontwerp en uitvoering is dat het ontwerp niet wordt afgestemd op de mogelijkheden van bepaalde uitvoerende bouwers – de uiteindelijke uitvoerders zijn in deze fase overigens nog niet eens bekend – om bepaalde werkzaamheden efficiënt te realiseren en hun innovatieve sterkten te integreren. De uitvoerende bouw wordt op die wijze natuurlijk niet gestimuleerd om in innovatie te investeren.” [Jacobs e.a. 1992, p. 9]

Deze scheiding tussen ontwerp en uitvoering is ontstaan in de 18e eeuw [Bonebakker e.a. 1997]. Ontwerpen werd een taak van bouwmeesters of architecten, tegenwoordig veelal georganiseerd in architectenbureaus. De uitvoering kwam voor rekening van ambachtslieden, tegenwoordig georganiseerd in aannemerijen en producenten. Behalve een scheiding van de werkzaamheden in verschillende beroepsgroepen en bedrijven is er ook organisatorisch gezien sprake van een scheiding. De traditionele bouworganisatievorm bewerkstelligt immers een seriële aanpak. Een dergelijke seriële aanpak wordt in de bedrijfskundige literatuur als ongunstig gezien bij het totstandkomen van innovaties [Womack e.a. 1990]. De uitvoerende aannemers en producenten worden door deze scheiding gewoonlijk in een laat stadium ingeschakeld in het bouwproces. Dit laat weinig tijd over voor productinnovatie. Bovendien komt de kwaliteit van het gebouw in gevaar door deze scheiding tussen ontwerp en uitvoering. In de ontwerpfase worden immers beslissingen genomen die grote invloed hebben op de uitvoering. Wanneer de produce-



Figuur 3 Relatie tussen vrijheid in ontwerp en kosten van veranderingen [Botter & Wynstra 1996, Roberts 1977]

rende partijen er pas in een laat stadium bij betrokken worden, kunnen deze besluiten niet meer ongedaan worden gemaakt of alleen tegen zeer hoge kosten.¹

Retroductieve conclusie

Scheiding tussen ontwerp en uitvoering in het bouwnetwerk is ongunstig voor het ontwerpen van componenten.

BESLISSINGSBEVOEGDHEID

De opdrachtgever neemt uiteindelijk de beslissing of het door de architect voorgestelde ontwerp, inclusief de projectgebonden producten, uitgevoerd wordt. Buiten de opdrachtgever en de architect kunnen over het algemeen alle andere actoren in het bouwproces invloed op het productinnovatieproces uitoefenen (zie § Partijen met andere belangen). Omdat verschillende actoren de besluiten kunnen beïnvloeden, is er in de bouw met betrekking tot projectgebonden productinnovatie sprake van een complexe DMU (*decision-making unit*). De architect en de opdrachtgever zijn daarin de belangrijkste actoren. De opdrachtgever beslist of het project al dan niet gerealiseerd wordt, of het door de architect voorgedragen plan voldoet, en of nieuwe producten al dan niet worden toegelaten. De architect geeft de ruimtelijke, functionele en materiële compositie aan van het gebouw. Deze ontwerper heeft daarmee een beslissende stem in hoe het project eruit komt te zien en / of er componenten worden ontworpen.

Inductieve conclusie

De opdrachtgever heeft, naast de architect, grote invloed op de besluitvorming ten aanzien van componentontwerpen.

AANBESTEDINGSREGELS

Voor het merendeel van de bouwprocessen geldt dat na de ontwerpfase het gebouwoontwerp wordt aanbesteed. Dit betekent dat in de ontwerpfase nog niet bekend is welke partij het project zal uitvoeren. Dit zorgt ervoor dat architecten en producenten in een dilemma verkeren bij het voeren van onderling overleg vóór de gunning van de opdrachten.

Zo waren in de sandwichpanelencase en de vangrailcase voor de aanbesteding de principedetails bekend, maar de precieze aansluitingen en details werden pas in een laat stadium helemaal uitgezocht door de producent, toen zeker was dat het product ook geleverd mocht worden. Als de klant erom had gevraagd, hadden deze eerder gepreciseerd kunnen worden, mits deze inspanning was vergoed. Voor de sandwichpanelencase werd zodoende in de aanbestedingsfase niet aan concrete oplossingen gewerkt voor de specifieke geluidsisolatie-eis.

Overleg is noodzakelijk om uit te vinden wat er mogelijk is voor de architect, maar de betrokken producent weet niet zeker of het bedrijf de opdracht krijgt en of het de moeite loont er veel energie in te steken. Van Laarhoven, industrieel ontwerper bij Architectenbureau Henket, opperde dat de meedenkende producent in het nadeel is bij de aanbesteding omdat deze veel beter dan zijn concurrenten weet wat de risico's zijn. Het gevolg kan zijn dat een niet goed op de taak toegerust bedrijf wordt belast met de productie en uitvoering, met alle ongemakken van dien. Deze wijze van aanbesteden blijkt daarmee een rem te vormen voor productinnovatie.

Inductieve conclusies

- De producent zal proberen de ontwikkelwerkzaamheden voorzover mogelijk uit te voeren op het moment dat het bedrijf zeker is van de opdracht. Als er geen vergoeding voor werk vóór de aanbesteding wordt gegeven, zal de producent proberen het werk te verplaatsen tot na het moment waarop duidelijk is geworden dat het bedrijf de opdracht gekregen heeft.
- Omdat er geen zekerheid is over de identiteit van uitvoerende en producerende partijen, verhindert het aanbesteden van het werk na het afronden van het definitieve ontwerp een optimale ontwikkeling van het componentontwerp.
- Meedenken aan projectgebonden productinnovatie vóór de aanbesteding kan nadelig zijn voor de producent bij de aanbesteding onder concurrentie, omdat deze te goed weet waar de kostbare risico's verborgen zitten (remmende voorkennis).

REGELGEVING

Tot slot zijn er allerlei eisen en regels waaraan de te ontwikkelen bouwcomponenten moeten voldoen. Veranderende regelgeving is vaak een reden om tot productinnovatie over te gaan [Abernathy 1978]. Zo heeft de Arbeidsomstandighedenwet [De Jong 1998, 2000, TNO-bouw] een impuls gegeven aan het ontwerpen van bouwproducten. Dit betrof producten die voldeden aan de nieuw opgestelde normen voor bijvoorbeeld tilwerk.

Tevens zijn er allerlei hulpmiddelen ontwikkeld om bouwvakkers op een verantwoorde manier hun werk te laten doen. Regelgeving werkt echter ook beperkend bij het componentontwerpen omdat het nieuwe product aan allerlei testen, bijvoorbeeld op het gebied van brand en veiligheid, onderworpen moet worden voordat het mag worden toegepast. Deze testen vergen extra tijd en geld. De kosten betekenen een financiële barrière die ervoor kan zorgen dat het componentontwerpproces wordt stopgezet [Aldus].

Doel van het invoeren van het Bouwbesluit in 1992 was het opstellen van regels voor de evaluatie van gebouwen die in heel Nederland geldig zijn. Voor 1992 hadden gemeenten verschillende voorwaarden waaraan moest worden voldaan voordat een bouwplan werd goedgekeurd. Nu is er voor alle gemeenten eenzelfde basis voor de beoordeling van bouwplannen. Er blijven wel mogelijkheden voor interpretatieverschillen, gemeenten kunnen een verschillend belang aan deelaspecten hechten. Met het nieuwe Bouwbesluit wilde men de certificering van producten en processen stimuleren. Als een bepaalde gemeente instemt met het gebruik van een nieuw product of toepassing, dan kan dit product vervolgens ook in andere gemeenten in Nederland worden gebruikt, mits het product geregistreerd is. Het probleem is echter dat de organisatie die de certificaten moet registreren en controleren nog steeds niet is opgericht. Men kan het namelijk niet eens worden over wie deze organisatie moet oprichten. Op het moment worden er pogingen ondernomen om regels te formuleren op Europees niveau. Dit is echter een langzaam en moeilijk proces. Europese regelgeving op het gebied van de beoordeling van bouwaanvragen zal daarom nog wel even op zicht laten wachten.

Inductieve conclusies

- Regelgeving ten aanzien van bouwprestaties en de omstandigheden op de bouwplaats kan productinnovatie stimuleren.
- Regelgeving ten aanzien van bouwproducten vormt een barrière bij het componentontwerpen.

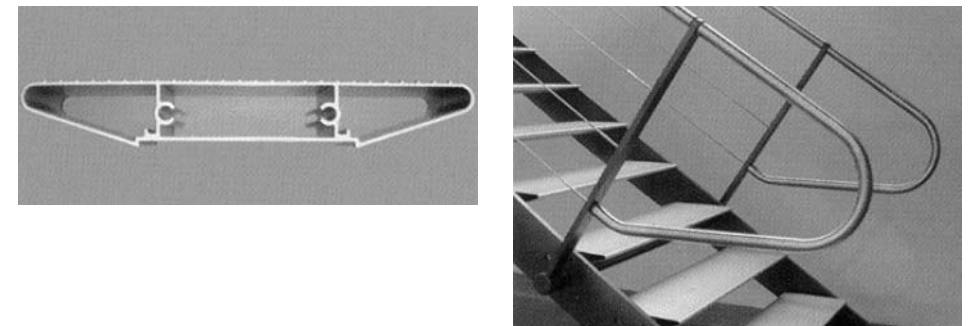
VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Dat het bouwproces invloed uitoefent op projectgebonden productinnovatie is een structureel probleem, omdat beide gekoppeld zijn. Maar hier zijn verschillende oplossingen voor bedacht door architecten (zie hoofdstuk 9).

De scheiding van ontwerp en uitvoering ligt structureel verankerd in de traditionele bouwprocesorganisatievorm. Om de kwaliteit van de opgeleverde gebouwen te verbeteren zijn er, parallel aan oplossingen in de bedrijfskundige literatuur over parallelle ontwikkelingsprocessen en *co-development*, nieuwe bouworganisatievormen ontstaan zoals het bouwteam en *general contracting*. Wellicht zijn er nog andere bouworganisatievormen of samenwerkingsvormen tussen bouwpartners denkbaar waarmee ontwerp / productie en uitvoering beter op elkaar kunnen worden afgestemd, en daardoor de resultaten van daaraan gekoppelde processen van productinnovatie (zie hoofdstuk 9, § Organisatie).

Om de scheiding tussen ontwerp en uitvoering te verzachten kan er eveneens gedacht

worden aan *co-development* tussen architect en producent in een aantal projecten voor een reeks van specifieke bouwcomponenten. De architect moet in dit geval de gebruikelijke distributiekkanalen van standaard- en systeemproducten door leveranciers, handelaars en (onder)aannemers omzeilen en rechtstreeks contact leggen met de producent. De manier waarop bouwprocessen in het algemeen zijn georganiseerd, is er echter primair op gericht om de prijs van het bouwwerk zo laag mogelijk te houden, en niet om de kwaliteit te verhogen. Hierdoor wordt het aangaan van projectoverstijgende relaties tussen bedrijven ontmoedigd. Alhoewel het indruist tegen de heersende opvatting om via concurrentie de prijzen laag te houden, kunnen de verschillende partijen door middel van vaste relaties beter op elkaar ingespeeld raken. Hierdoor kunnen er kwalitatief betere productinnovaties tot stand worden gebracht en wordt het mogelijk het productieproces van de betreffende producent in te zetten voor een compleet ander product dan gebruikelijk [Van Heeswijk]



Figuur 4-5 Traprede, projectoverstijgende productinnovatie van Van Heeswijk Architecten met Limelight

De huidige aanbestedingsregels bestendigen eveneens de splitsing tussen ontwerp en uitvoering. Als ontwerp en uitvoering gescheiden blijven kan overwogen worden of de bij het componentontwerpen betrokken producent en / of aannemer gehonoreerd kan worden voor het advies gegeven vóór de aanbesteding. Hiertoe heeft de architect idealiter ten tijde van de opdrachtverlening afspraken gemaakt met de opdrachtgever. Anders dient de architect elders budget te vinden om zelf dit honorarium te kunnen verstrekken of de opdrachtgever moet alsnog overtuigd worden van het belang de producent als adviseur in het voortraject te contracteren (zie hoofdstuk 11, § Verbetering van de randvoorwaarden voor samenwerking).

Opdrachtgevers zijn belangrijke beslissers die in sterke mate bepalen of productinnovatie gerelateerd aan het gebouwontwerp kan plaatsvinden. Omdat opdrachtgevers zelf ook belang kunnen hebben bij productinnovatie, maar van de mogelijke voordelen vaak niet op de hoogte zijn, zouden zij hierover voorgelicht moeten worden. De BNA zou hier een belangrijke rol kunnen vervullen (zie hoofdstuk 11).

Dat de regelgeving ten aanzien van het toepassen van innovatieve producten componentontwerpen afremt, is een structureel probleem. Deze regelgeving is gericht op het toepassen van nieuwe standaard- en systeemproducten op initiatief van producenten. In de productontwikkelingsprocessen van standaard- en systeemproducten is meer tijd en

geld beschikbaar om dergelijke procedures te doorlopen, hetgeen normaliter niet het geval is bij componentontwerpen. De overheid en beleidsvoorbereidende instanties zijn zich nog niet bewust van het belang en het initiatief tot productinnovatie vanuit de vraagzijde van de markt. Hiervoor is een omkering in denken in de *New-Product Development Theory* nodig; een omslag van het *Manufacturer-Active Paradigm* naar het *Customer-Active Paradigm*.

HET VINDEN VAN BUDGET EN TIJD

BUDGET

De algemene indruk onder niet-componentontwerpende architecten lijkt te zijn dat er een relatief grote herhaling van toegepaste componenten in het project nodig is voordat productinnovatie een optie wordt. Anders zou componentontwerpen economisch niet haalbaar zijn.

Een andere, veel gehoorde veronderstelling is dat componentontwerpen alleen mogelijk is indien er een relatief hoog budget per vierkante meter beschikbaar is, of als er sprake is van een relatief hoog honorarium voor de architect. In overeenstemming met de algemene veronderstelling dat voor componentontwerpen een relatief hoog budget nodig is, was er in de Lignostone-case sprake van een relatief hoog budget per vierkante meter. Minder bekend is dat een klein bouwbudget voor architecten juist een stimulans kan zijn om naar nieuwe oplossingen te zoeken [Arets, Verheijen].

Inductieve conclusie

Onder niet-componentontwerpende architecten bestaat de verkeerde veronderstelling dat relatief hoge vierkantemeterprijzen en/of relatief hoge honoraria voor architecten een voorwaarde voor componentontwerpen zouden zijn.

TIJD

De gewoonte om aannemers en producenten in een laat stadium in te schakelen in het bouwproces laat weinig tijd voor productinnovatie. Deze gewoonte is ontstaan sinds in het bouwproces ontwerp, productie en uitvoering gescheiden zijn geraakt. Ontwerpen werd een taak van architectenbureaus, terwijl aannemers en producenten de uitvoering voor hun rekening namen.

Voor het ontwerpen, ontwikkelen en produceren van nieuwe oplossingen is tijd nodig. Deze tijd moet gevonden kunnen worden voor het tijdstip dat de componenten op de bouwplaats gemonteerd worden. Idealiter moet dit proces doorlopen worden voordat de bouw begint. Als de opdrachtgever een zeer korte ontwerptijd verlangt van de architect, komt de tijd die er beschikbaar is voor het zoeken naar nieuwe oplossingen, waaronder het componentontwerpen, in het gedrang. Er is immers minder gelegenheid om werk in een productinnovatieproces te investeren. Waar de kritische grens ligt is afhankelijk van de complexiteit van het te ontwikkelen product en de situatie waarin dit moet gebeuren.

Daarentegen kan de eis van de opdrachtgever voor een korte bouwtijd er ook voor zorgen dat er door de architect naar inventieve manieren gezocht wordt om de tijd nodig voor de uitvoering te bekorten.²

Inductieve conclusie

Als opdrachtgevers in korte tijd een gebouwwontwerp van een architect verlangen, komt het zoeken naar nieuwe oplossingen, en daarmee het ontwerpen van componenten, onder druk te staan. De vraag naar een kortere bouwtijd stimuleert juist innovatie.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Door architecten te informeren hoe collega-architecten budgetten creëren voor productinnovatie, kan duidelijk worden gemaakt dat er geen uitzonderlijke vierkantemeterprijzen of honoraria voor nodig zijn. In hoofdstuk 9 wordt besproken hoe componentontwerpende architecten hiervoor budget genereren.

De invloed die opdrachtgevers hebben op de tijd en het budget beschikbaar voor het bouwproces is van structurele aard en niet te veranderen. Het is immers gekoppeld aan het belang van de opdrachtgever, de persoon die het bouwproces mogelijk maakt door het initiatief te nemen voor een nieuw gebouw. Opdrachtgevers kunnen wel worden voorlicht over de invloed die budget- en tijdslimieten hebben op componentontwerpen, mits tegelijkertijd informatie over de voordelen van componentontwerpen wordt gegeven. Met deze informatie kunnen zij een beter afgewogen beslissing nemen over de voor de architect beschikbare ontwerptijd (zie hoofdstuk 11).

INFORMATIEVOORZIENING

Om op de hoogte te zijn van de technische mogelijkheden met betrekking tot het componentontwerpen is een soepele informatie-uitwisseling tussen architecten en producenten belangrijk. Als hierin een breuk optreedt, zullen architecten en bouwpartijen genoodzaakt zijn opnieuw het wiel uit te vinden telkens als zij voor een probleem komen te staan. Zij zullen hun energie, tijd en geld moeten steken in het heruitvinden van de oplossing, in plaats van in de gelegenheid te zijn om het productidee naar een hoger plan te brengen.

MODE EN INFORMATIE-UITWISSELING

Een complicerende factor bij informatie-uitwisseling is het feit dat producten die het uiterlijk van het gebouw bepalen aan mode onderhevig zijn. McDermott [1998] signaleert dan ook dat met het opnieuw in de mode raken van bepaalde constructies, dezelfde problemen weer naar voren komen. Voor een deel worden weer dezelfde fouten gemaakt, ook al zijn in de voorgaande periode van gebruik alle technische problemen uitgezocht. McDermott geeft het voorbeeld van een studie naar de oorzaken van het breken

van kozijnloze gevels van gehard glas in Australië. In het eindrapport dat verscheen in 1961 worden de oorzaken vermeld en aangegeven hoe deze in de toekomst te voorkomen zijn. De kennis werd geïmplementeerd in de industrie, maar niet lang na het verschijnen van dit rapport raakte dit soort gevels uit de mode. Nu de kozijnloze gevelconstructie opnieuw veel wordt toegepast, zijn min of meer dezelfde problemen weer naar voren gekomen. Kennis die deel uitmaakt van de algemene informatie in de bouw is dus aan slijtage onderhevig. Als deze kennis lang niet gebruikt wordt, verdwijnt ze uit dit reservoir.

Inductieve conclusie

Beschikbare kennis is onderhevig aan erosie. Als kennis gekoppeld aan de productie en toepassing van bepaalde producten te lang niet wordt gebruikt, wordt deze kennis minder goed toegankelijk.

BARRIÈRES BIJ UITWISSELING VAN INFORMATIE TUSSEN PARTIJEN

In de literatuur en de onderzoeksresultaten zijn verschillende oorzaken gevonden die de informatie-uitwisseling tussen de verschillende bouwpartijen belemmeren. Aangezien architecten informatie van anderen nodig hebben om het componentontwerp te kunnen realiseren, zullen deze barrières het productinnovatieproces hinderen. De volgende oorzaken zijn gevonden.

Ten eerste is er sprake van een culturele barrière. In de literatuur wordt veel gesproken over culturele verschillen tussen groepen professionals. Zo wordt er gewezen op verschillen tussen marketing, productie en financiering [Prakke 1974]. Deze culturele verschillen komen onder andere tot uiting in verschillende tijdhorizonten van diverse groepen professionals [Prakke 1974] en de vaktaal van de verschillende professionals [Reddy 1979³, Weggeman 1997, Hertog e.a. 1997]. Het communiceren tussen mensen uit aangrenzende vakgebieden gaat daarbij vaak nog het stroefst [Weggeman 1997, p. 111], zoals tussen een bouwkundig en een civiel ingenieur.

Uit de onderzoeksdata was tevens te constateren dat de heersende cultuur informatie-uitwisseling tussen architecten onderling bemoeilijkt. Het is niet gebruikelijk dat architecten andere architecten vragen hoe iets (productie)technisch gemaakt moet worden [Henket, Gerssen].

Ten tweede vormen de andere belangen die de verschillende disciplines hebben een barrière in de samenwerking. Prakke [1974] formuleert het als een verschil in doelstelling van de diverse groepen professionals. Deze verschillende doelstellingen kunnen gemakkelijk met elkaar in conflict komen bij het realiseren van een gemeenschappelijk project.

Ten derde vormen de organisatorische grenzen, in de vorm van scheidingen tussen de verschillende afdelingen en bedrijven, een barrière in de communicatie. Zelfs als geprobeerd wordt deze organisatorische grenzen te overbruggen met projectteams, stuur- en werkgroepen, blijkt vaak dat er nauwelijks goede communicatie tot stand komt [Den Hertog & Huizinga 1997]. Bij het overwinnen van deze barrière speelt ook nog mee dat boven deze partijen geen hiërarchische laag staat die de samenwerking enigszins kan

sturen door het formuleren van een gemeenschappelijke doel. Zoals eerder aangegeven is er weinig gelegenheid voor architecten om samenwerkingsverbanden aan te gaan met producenten voor de ontwikkeling van projectgebonden producten in een aantal opeenvolgende bouwprojecten. Gezien de strijdigheid van relatievorming met het vergelijken van prijzen van verschillende aanbieders gedurende de aanbesteding, worden vaste relaties gezien als concurrentievervalsing. De organisatorische grens tussen de industriële materialisering door producenten en de gebouw- en componentontwerpende architecten, heeft ervoor gezorgd dat de productietechnische ontwikkelingen (uit overwegingen van productietechnische efficiëntie en economische concurrentie) uit het zicht en buiten de kennis van architecten bleven. Door gebrek aan informatie-uitwisseling tussen producenten en architecten is er over het algemeen een kennislacune betreffende het produceren ontstaan bij architecten. Dit heeft tot gevolg dat zij gebruik blijven maken van bekende oplossingen als zij niet toevalligerwijze van nieuwe materialen, bewerkingswijzen en productietechnieken op de hoogte raken. Deze kennislacune uit zich tevens in onzekerheid ten aanzien van nieuwe technieken omdat voor hen niet duidelijk is wat de mogelijkheden en voordelen zijn ten opzichte van bestaande productietechnieken en welke kosten deze nieuwe productiemethoden met zich meebrengen. Dit zorgt tevens voor een zwakke positie in onderhandelingen met producenten en aannemers [Robin Hood]. Anderzijds is er bij producenten vaak een lacune in de kennis op het gebied van de problemen en belangen van architecten, die hun klanten zijn.

Ten vierde blijken veel partijen niet gewend te zijn samen te werken. In het algemeen blijken deskundigen, ook buiten de bouw, niet over de juiste vaardigheden te beschikken om in een groep te functioneren [Den Hertog & Huizinga 1997]. Dit bemoeilijkt de uitwisseling van informatie in hoge mate. In verband hiermee worden in de literatuur de volgende factoren genoemd:

- Mensen zien niet hoe hun handelingen anderen beïnvloeden doordat ze zich te veel richten op hun eigen positie [Senge 1990 p. 51-53]. Als er daardoor problemen ontstaan, beschuldigen ze al vlug de andere partij, of zelfs de klant, die 'de vijand' wordt. Zolang er op een dergelijke manier wordt gereageerd op de situatie, verandert er niets aan de factoren die deze situaties veroorzaken;
- Het door teamleden achterhouden van informatie of zich niet binden aan de doelstellingen van het team om het eigen belang te beschermen. Door de gehanteerde verborgen agenda kan er geen sprake zijn van een open dialoog in het team [Den Hertog & Huizinga 1997];
- Samenwerking kan als bedreigend worden ervaren door professionals. Zij kunnen dit zien als een bedreiging voor hun professionele autonomie en zelfactualisatie [Weggeman 1997, p. 91]. Schön formuleert het als volgt:

"Professionalism serves as a barrier to co-operative inquiry and as a defense against blame..." [Schön 1967, p. 92]

Hij wijst hiermee naar de moeilijkheden tussen de marketing en technologie-afdeling binnen een bedrijf.

- De *back-up* strategie; bewondering hebben voor wat een bepaalde discipline tot stand brengt in de praktijk, maar de onderliggende theorie als onvoldoende beschouwen [Weggeman 1990, p. 111] en de discipline afdoen als pseudo-wetenschap.⁴

In de praktijk blijkt dat als aannemers en / of producenten in een vroeg stadium bij het ontwerp worden betrokken, dit nog geen garantie is dat ontwerp en realisatie goed op elkaar worden afgestemd. Niet alle aannemerijen en producerende bedrijven blijken gewend te zijn [researchdag TUE 1999] om in een vroeg stadium mee te denken. Als de architect andere partijen betreft bij het productinnovatieproces, kan het toch zijn dat de kennis van deze partijen slechts moeizaam toegankelijk wordt. Bijvoorbeeld de producent omdat hij niet zeker weet of zijn bedrijf wel uitverkoren zal worden om het product te leveren. De aannemer kan terughoudend zijn omdat hij gewend is om zich pas in het plan te verdiepen als het project geheel is ontworpen en gedetailleerd. Het is mogelijk dat het werk in een later stadium weer moet worden aangepast omdat het ontwerp nog niet vastligt. Dit kan er dan toe leiden dat de aannemer een afwachtende houding aanneemt. Ook constructeurs en installatie-adviseurs kunnen zich afwachtend opstellen omdat zij gewend zijn om bij ontwerpvoorstellen slechts te controleren of deze haalbaar zijn en de daarbij behorende dimensioneringen exact te bepalen. Dergelijke houdingen sluiten uit dat de partijen komen met innovatieve concepten die het hele ontwerp fundamenteel veranderen. In een laat stadium kunnen zij hooguit een voorstel doen tot verbetering.

Tot slot blijken partijen niet altijd open te staan voor nieuwe oplossingen. In de vloersysteemcase werd de aannemer argwanend als tijd of prijs niet overeenkwam met zijn verwachtingen. Men verbond hieraan de conclusie dat er iets niet klopte. Dit kwam volgens de architect van het innovatie-adviesbureau omdat men gewend is in projecten te denken en men niet gewend is om standaardproducten in te zetten. Daarom zou men niet de voordelen van een gestandaardiseerde vloeroplossing zien. Deze gewoonte vormde in dit geval een hindernis bij de opname van informatie met betrekking tot productinnovatie. De vertegenwoordiger van de samenwerkende partij moest langzaam zijn eigen organisatie laten wennen aan het idee van gebruik van standaardproducten. Hij deed dat door mensen mee te nemen naar vergaderingen en door ze op de hoogte te houden van de ontwikkelingen, waardoor de producten konden worden geïmplementeerd.

Retroductieve conclusie

Er zijn vijf barrières die de uitwisseling van en het voortbouwen op projectgebonden informatie verhinderen:

- de cultuur van de bedrijfstak en cultuurverschillen tussen de partijen;
- het verschil in belangen tussen de verschillende disciplines;
- de organisatorische grenzen tussen de verschillende partijen in het bouwproces;
- het ontbreken van samenwerkingservaring;
- en een verschil in het openstaan voor nieuwe oplossingen van de betrokken partijen.

VERSPREIDING VAN PRODUCTINNOVATIES OVER DE BEDRIJFSTAK

Van ideale informatiestromen in de bouw, waarbij iedereen op de hoogte is van alle technische mogelijkheden met betrekking tot componentontwerpen, is geen sprake. Om te bepalen wat typerend is voor informatieverspreiding met betrekking tot projectgebonden producten moet er een vergelijking gemaakt worden met een verspreidingsprofiel dat als maatstaf fungeert. Hier wordt de informatieverspreiding met betrekking tot projectgebonden producten voor gebruikt, omdat deze informatie in dezelfde omgeving wordt verspreid, namelijk in de bouwindustrie.

Verspreiding van informatie rondom projectgebonden producten

De communicatie met betrekking tot standaardproducten komt nog het dichtst in de buurt van een ideale verspreiding van productinformatie over de bedrijfstak. De producent is er immers bij gebaat om zijn nieuwe product zo breed mogelijk bekend te maken onder diegenen die in de bouw invloed uitoefenen op de keuze van bouwproducten. De producent zal daarbij moeite doen om informatie over zijn standaardproducten deel te laten uitmaken van het algemene informatiereservoir van de bedrijfstak. De personen die baat hebben bij deze informatie zijn echter niet allemaal geïnteresseerd in dezelfde aspecten van het product. Met een brede, maar zorgvuldig gedoseerde informatieverstrekking verhoogt de producent de kans dat zijn producten worden toegepast. De producent zal adverteren in vakbladen, mailings verzorgen voor de doelgroepen, op bouwbeurzen staan, vertegenwoordigers op pad sturen, het product op laten nemen in de NBD, etc.

Het bedrijf A+ heeft bij het lanceren van de INFRA+vloer [vloersysteemcase] bewust op deze manier informatie verspreid. Er werd een artikel gepubliceerd in *Architectuur & Bouwen*, er werden advertenties gezet in *Cobouw*, een stand gehuurd op de Bouwcontactdagen, projecten die op het punt stonden te worden uitgevoerd werden benaderd, bekende personen werden uitgenodigd voor de opening van het proefproject, er werd een folder gemaakt, er werd nagedacht op welke markt men zich moest richten, over de naam van de vloer, over de verkoopargumenten, en welke daarvan het meest de moeite waard waren om uit te dragen en over hoe er zoveel mogelijk vloeren verkocht konden worden zonder een samenwerkende partij in de wielen te rijden. De producent zorgde er met deze activiteiten voor dat informatie over dit product deel ging uitmaken van de algemene informatie van de bedrijfstak.

Beperkte informatie-uitwisseling rondom projectgebonden producten

Initiatieven tot productinnovatie van architecten blijven voor een groot deel verborgen voor de rest van de bedrijfstak, doordat informatie over de resultaten van deze projectgebonden bouwcomponenten gewoonlijk slechts op ad-hocbasis en in kleine kring wordt verspreid.

Producenten kunnen, na overleg met de betrokken architecten, besluiten projectgebonden bouwcomponenten als startpunt te gebruiken voor de introductie op de bouwmarkt van afgeleide standaard- en systeemproducten. Als de producent dit van plan is, zal hij het gerealiseerde projectgebonden product onder de aandacht brengen van klanten. Projectgerelateerde informatie wordt daarmee getransformeerd tot algemene

informatie. Over het algemeen zullen producenten deze projectgebonden producten niet omvormen tot standaard- en systeemproducten. Zij zullen daarom minder behoefte hebben om publiciteit te geven aan componenteigenschappen van deze projectgebonden producten.

De andere partijen, waaronder architecten, hebben er geen belang bij om dit bouwproduct apart onder de aandacht te brengen. Het doel van de innovatie was immers het kunnen realiseren van het gebouwontwerp. Als het werk eenmaal af is, wordt er over het algemeen niet geëvalueerd, laat staan dat informatie over het projectgebonden product wordt verspreid. Dit betekent dat architecten niet zo snel zullen leren van hun eigen en andermans componentontwerpprocessen. Ook staat het een verbetering van de bouwtechniek met daarop gebaseerde productinnovatie in de weg. Het gevolg is dat er niet van de in potentie aanwezige kennis en inzichten gebruik kan worden gemaakt door de architect zelf of door anderen. Daardoor stagneert de ingezette innovatie.

Bij publiciteit gaat het de architect met name om zijn gerealiseerde of te realiseren gebouwen. Componenten zijn voor hem vooral een middel om gebouwen te realiseren. Het kan zijn dat als een gebouw in de publiciteit komt, hieraan gekoppeld ook informatie over de speciaal ontwikkelde componenten naar buiten komt. Maar dat is niet vanzelfsprekend. Het komt voor dat publicaties geen melding maken van toepassing van nieuwe producten. Projectgerelateerde informatie blijft daarmee ontoegankelijk voor niet bij het bouwproject betrokken partijen.

Een voorbeeld hiervan is de Lignostone-case. Lignostone wordt normaliter gebruikt voor hockeysticks en turnringen. Het werd voor het eerst in de bouw toegepast bij de uitbreiding van het Teylers-museum. De in sportartikelen gespecialiseerde producent was echter niet van plan om meer bouwcomponenten te produceren, en gaf daarom geen publiciteit aan de innovatieve toepassing van zijn materiaal. Ook in de op architecten gerichte media werd hieraan ook geen aandacht besteed [Oostra 1998]. De uitbreiding van het museum werd besproken in *Archis* [Kerkdijk 1996], maar er werd geen enkele aandacht besteed aan het innovatieve gebruik van Lignostone in de kolommen. In het artikel werd het innovatieve aspect verhuuld. Men sprak over 'houten kolommen' in plaats van Lignostone. De verspreiding van kennis over dit speciaal behandelde hout werd daardoor gefrustreerd.

Informatie verschaffen over nieuwe producten is ook niet het uitdrukkelijke doel van architectuurpublicaties. Er wordt dan ook weinig aandacht besteed aan door architecten ontworpen bouwproducten die onderdeel vormen van door hen gerealiseerde gebouwontwerpen. Architectuurtijdschriften zoals bijvoorbeeld *Archis* en *Architect* uit Nederland, *Domus* en *l'Arca* uit Italië, *Architecture d'Aujourd'hui* uit Frankrijk, *The Architectural Review* uit het Verenigd Koninkrijk, *Architectural Record* uit de Verenigde Staten en *A+U* uit Japan besteden sowieso weinig aandacht aan bouwtechnologie. Er zijn wel enkele bladen die zich specialiseren in het detailleren zoals het Duitse *Detail* of het Nederlandse *Detail in Architectuur*, maar dat zijn er maar weinig. Er zijn ook tijdschriften die zich toeleggen op de standaard- en systeemproducten die in de bouw op de markt komen zoals *AJ Focus* uit het Verenigd Koninkrijk en *Bouw Revue* uit Nederland, maar daarin is gewoonlijk geen informatie met betrekking tot speciale producten te verwachten.

Dat wil niet zeggen dat er geen bouwcomponenten worden opgemerkt die als typisch



Figuur 6-7 De typische toepassing van baksteen door Architectenbureau Rudy Uytenhaak voor de TUE



Figuur 8-10 Het voor Richard Meijer zo typerende gebruik van wit geëmailleerde cassettes voor het Haags gemeentehuis.

voor een bepaalde ontwerper, of groep van ontwerpers worden gezien, zoals bijvoorbeeld de bakstenen van Rudy Uytenhaak in zijn gebouwen voor de Technische Universiteit in Eindhoven, of de witgeëmailleerde façadepanelen van Richard Meijer, of de 'stijlkenmerken' of bouwcomponenten die door een groep architecten als deel van hun gebouw worden gebruikt en daarom tot een bepaalde stijl worden gerekend [Van Dijk 1995]. Als projectgebonden producten wel veel aandacht krijgen, betreft het meestal producten in gebouwen ontworpen door beroemde architecten die bekend zijn om hun innovatieve aanpak. Voorbeelden zijn: de baksteencomponenten voor het IRCAM-instituut in Parijs (1987-1990), de automatische klimaatregeling voor het Olivetti-kantoor in Napels (1984), beide van Renzo Piano, en de glasgevel van Norman Foster voor een bank in Duisburg (1993). Deze informatie is dan te vinden in het artikel dat het betreffende gebouw beschrijft. Maar de meeste productinnovaties geïnitieerd door architecten zijn niet zo opvallend, en de initiërende architecten zijn minder beroemd, en al helemaal niet bekend om hun productinnovaties.

Specifiek voor de uitwisseling van informatie tussen architecten is dat via officiële kanalen zoals bladen, congressen, etc., er relatief weinig informatie wordt uitgewisseld over detailniveau. Uitzonderingen hierop zijn het Duitse blad *Detail* en het Nederlandse

blad *Detail in Architectuur*. Tevens zijn er enkele bladen gespecialiseerd in de toepassing van bepaalde materialen zoals *Aluminium*, *Bouwen met Staal* en *Cement*, etc. of gespecialiseerd op een bouwdeel zoals *Daken Raad*. In de bibliotheek van architectenbureaus zijn bladen over gebouwniveau over het algemeen sterk in de meerderheid ten opzichte van bladen over detailleren [Zwarts & Jansma]. Hiermee wordt duidelijk dat er veel meer interesse is in gebouwniveau. De literatuur over ontwerpmethodologie is ook gericht op de conceptuele ontwerpfase van het gebouw, waarbij over de fase waarin het detail ontworpen wordt, geen informatie wordt uitgewisseld [Emmitt 1997, p. 30].⁵

Architecten, maar ook andere bouwpartijen, zullen daarom zelden op de hoogte zijn van deze eenmalig toegepaste componenten. De kennis over het ontwikkelde projectgebonden product blijft daarmee verborgen aanwezig in de vorm van impliciete kennis in de hoofden van indertijd bij het proces betrokken personen. Het kan zijn dat in een volgend bouwproject iemand van de teamleden informatie hierover doorgeeft aan andere bouwpartners, omdat men stuit op een soortgelijk probleem. Daarmee komt deze verborgen kennis ook binnen het bereik van anderen. De verspreiding van dit soort kennis is echter zeer beperkt, waardoor innovaties gebaseerd op deze informatie maar een kleine kans hebben om vaker te worden ingezet of verder te worden ontwikkeld. Verspreiding op deze manier is afhankelijk van de grootte van het netwerk waarover betrokkenen beschikken en de ad-hocmanier waarop deze informatie wordt overgedragen. Innovatie voortbordurend op de in dit project opgedane kennis wordt hiermee in sterke mate afhankelijk van toeval.

Inductieve conclusie

Informatie met betrekking tot projectgebonden producten is voornamelijk als impliciete kennis aanwezig bij de betrokken personen en is daarmee slecht toegankelijk voor andere bouwpartijen.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Veranderingen in de mode in de architectuur, en daaraan gekoppeld de gebouwcomponenten, zijn een structureel verschijnsel. De voorkeuren zullen steeds veranderen. Dit hoeft echter niet te betekenen dat de informatie over bouwtechnische zaken minder toegankelijk wordt. De verwijzing naar, inventarisatie en toegankelijkheid van de beschikbare informatie zou wellicht verbeterd kunnen worden (zie hoofdstuk 11).

De vier barrières bij de informatie-uitwisseling tussen de verschillende partijen worden hieronder één voor één behandeld.

a) Uit de sociaal-wetenschappelijke literatuur is bekend dat het niet makkelijk is om een cultuuromslag in een bepaalde gemeenschap te bewerkstelligen [Schein 1992]. Het is daarom relatief moeilijk om te veranderen dat architecten niet snel met collega's contact opnemen om bouwtechnische problemen bij het componentontwerpen te bespreken. De BNA zou hierin het voortouw kunnen nemen om een dergelijke omslag mogelijk te kunnen maken. Boosting geeft met zijn activiteiten reeds een aanzet. Ook zou tijdens de opleiding aandacht kunnen worden geschonken aan kennisoverdracht tussen de

studenten onderling en het op deze manier te verankeren in het gewoontepatroon.

(b) In de bouw zijn de disciplines gewoonlijk over afzonderlijke bedrijven verdeeld, waardoor barrières die binnen organisaties al problematisch kunnen zijn nog grotere hindernissen worden. De disciplines hebben immers andere belangen. Om in een dergelijke situatie met verschillende teamleden die verschillende doelen nastreven goed te kunnen samenwerken is communicatie uitermate belangrijk. Ook als alle teamleden tot eenzelfde organisatie behoren, kunnen de teamleden verschillende doelstellingen hebben binnen eenzelfde project [Weggeman 1997, p. 112]. Door bij te dragen aan het project hopen de partijen hun eigen doelen te kunnen verwezenlijken [Crozier & Friedberg 1980]. Dit kan tot conflicten leiden. Bijkomend voordeel kan zijn dat conflicten goed zijn voor productinnovatie [Nonaka & Takeuchi 1995, p. 254, Van Gunsteren 1992, p. 174]. Deze conflicten zorgen er immers voor dat bepaalde vanzelfsprekend geachte zaken ter discussie worden gesteld. De barrières die ontstaan door organisatorische grenzen tussen de verschillende partijen in het bouwproces kunnen op twee manieren worden bestreden. Ten eerste kunnen er grote bouwconglomeraten worden gevormd die ontwerp en uitvoering binnen één enkele organisatie brengen. Japan staat bekend om dergelijke concerns, zoals bijvoorbeeld Takenaka. Ten tweede kan men proberen deze barrières te overbruggen zonder de afzonderlijke bedrijven samen te voegen. Volgens Weggeman is *state-of-the-art* projectmanagement, collectieve ambitie-ontwikkeling en participatie in strategie-ontwikkeling de remedie voor het tijdelijk slechten van de barrières binnen een organisatie [Weggeman 1997, p. 111]. Deze maatregelen zijn, op strategie-ontwikkeling na, te realiseren binnen het kader van een bouwproject. Vooropgesteld dat componentontwerpen in het bouwproject als doel wordt gezien, kan hiermee in het bouwprocesbeheer rekening worden gehouden. Zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken, hebben componentontwerpende architecten een manier ontwikkeld om 'collectieve ambitie-ontwikkeling' te bereiken. Dit doen zij door de selectie van andere bouwpartners te beïnvloeden.

(c) Het gebrek aan ervaring met samenwerking kan het beste worden aangepakt door dit reeds tijdens de opleiding onder de aandacht te brengen. Redenen waarom partijen bereid zijn tot samenwerking worden besproken in het volgende hoofdstuk. Een voorwaarde om via samenwerking tot productinnovatie te komen is wel dat de partijen openstaan voor nieuwe oplossingen.

(d) Het feit dat partijen niet altijd openstaan voor nieuwe oplossingen is een probleem dat structureel verankerd ligt in de menselijke psyche, en wordt vaak aangeduid als het moeilijk kunnen accepteren van verandering [Schön 1971]. Dit kan al problematisch zijn bij het opnemen van informatie die niet past bij hetgeen men al weet. Het wordt nog moeilijker als men hiervoor iets af moet leren of een oud standpunt moet vervangen. Omslagen in de psyche van een andere bouwpartij zijn niet te bewerkstelligen, maar communicatie over de toegevoegde waarde van collega-aannemers en -producenten in productinnovatieprocessen kan een aanmoediging zijn voor anderen om ook een dergelijke bijdrage na te streven. Componentontwerpende architecten kunnen dit proces proberen te sturen door deze partijen duidelijk om innovatieve inbreng te vragen en duidelijk te maken dat zij een dergelijke attitude als selectiecriteria gebruiken. Professionals kunnen wel gereedschappen worden aangereikt tijdens de opleiding

waarmee men leert opereren als *Reflective Practitioner* [Schön 1983] (zie hoofdstuk 11).

Voor aanbevelingen met betrekking tot het verbeteren van de informatie-uitwisseling in de bouw wordt verwezen naar de gelijknamige paragraaf in hoofdstuk 11.

PARTIJEN MET ANDERE BELANGEN

In de bouw zijn vele verschillende bedrijven werkzaam. Een groot gedeelte van deze bedrijven beweegt zich van bouwproject naar bouwproject. Tegelijkertijd hebben zij meestal meerdere projecten onderhanden. Voor de duur van een bouwproject wordt een samenwerkingsverband gevormd dat tijdens het project nog van samenstelling verandert. Deze bedrijven worden vertegenwoordigd door personen. Dit resulteert in een groep bij het bouwproces betrokken personen met verschillende rollen zoals bijvoorbeeld: opdrachtgever, aannemer, projectontwikkelaar, bouwfysicus, financier, producent, architect, etc. Zij kunnen allen van aparte organisaties afkomstig zijn, maar dit is niet altijd het geval. Ook zijn niet bij elke vorm van het bouwproces alle partijen betrokken, en overlappen verschillende bouwprocessen in een bedrijf elkaar met als gevolg dat een bedrijf vaak aan meerdere bouwprojecten tegelijk werkt. Dit laatste betekent dat een schaarse hoeveelheid tijd verdeeld moet worden, en aandacht voor het ene bouwproject soms ten koste van het andere bouwproject gaat.

Verder zijn niet altijd alle rollen vertegenwoordigd door een aparte actor. Het kan zijn dat een bepaalde partij verschillende rollen combineert. Een bouwbedrijf kan ontwerp en uitvoering van een plan op zich nemen. Of een bepaalde persoon kan expertise op werktuigbouwkundig en elektrotechnisch gebied inbrengen als afgevaardigde van een bedrijf dat op beide terreinen actief is. De taak die de verschillende personen hebben in het bouwproces is afhankelijk van de rol die zij in het bouwproces innemen, de andere personen die in het proces betrokken zijn en de gekozen bouwprocesvorm.

In elke groep van bouwpartners, architecten inclusief, zijn twee groepen te onderscheiden: zij die innoveren en zij die dat niet doen. Aan fond hebben alle partijen die bij de bouw betrokken zijn, echter belang bij een bepaalde soort innovatie. Bouwmanagers zullen er met name geïnteresseerd in zijn om het bouwtraject zo overzichtelijk en controleerbaar mogelijk te maken. Aannemers zullen erin geïnteresseerd zijn hoe er geld te besparen is op de uitvoering en de productkeuze. Dit maakt aannemers en bouwmanagers voornamelijk procesgeoriënteerd. Architecten zijn voornamelijk geïnteresseerd in hoe producten en procédés het uiterlijk, de samenhang en de functionaliteit van het gebouw beïnvloeden. Dit maakt dat zij voornamelijk productgeoriënteerd zijn. Dit verschil in oriëntatie betekent dat een innovatie die voor een partij belangrijk is, een andere partij koud laat. Veel innovaties van producenten, bijvoorbeeld een nieuwe ventilatiepijp of een nieuw type dakpan, zullen in de ogen van architecten irrelevant zijn, omdat ze op het uiterlijk en de functionaliteit van het gebouw nagenoeg geen invloed hebben. Voor een andere partij kan ditzelfde product zeer interessant zijn. Bijvoorbeeld de aannemer, omdat met dit nieuwe product op arbeid kan worden bespaard. De verschillende belangen en interesses van partijen met betrekking tot innovatie kunnen onderling strijdig zijn, en daarmee voor obstakels zorgen in een projectgebonden productinnovatieproces.

OPDRACHTGEVERS

De opdrachtgever neemt uiteindelijk de beslissing of het door de architect voorgestelde ontwerp, inclusief de projectgebonden producten, uitgevoerd gaat worden. Het architectenbureau van de Lignostone-case stuurde daarom het productinnovatieproject volgens eigen zeggen op realisatiekansen van het gehele ontwerp. Dit hoewel er sprake was van een opdrachtgever die op zoek was naar een innovatieve aanpak voor de museumuitbreiding, omdat bij het betreffende instituut innovatie hoog in het vaandel stond. Duidelijk wordt hieruit dat de mening van de opdrachtgever over het complete gebouwoffontwerp uitermate belangrijk is voor de architect. De houding van de opdrachtgever ten opzichte van productinnovatie speelt een belangrijke rol voor componentontwerpende architecten.

De meeste opdrachtgevers vermijden echter liever innovatie en experimenten, omdat dit in hun perceptie onbeheersbare kosten en het overschrijden van opleveringsdata met zich meebrengt. Eventuele financiële risico's voor productinnovatie proberen zij onder te brengen bij de architect, de producent of de hoofdaannemer. Zij zullen zelden dat risico zelf willen lopen. Architecten uitdagen tot componentontwerpen ligt bij een dergelijk uitgangspunt niet voor de hand.

Er zijn vele manieren waarop opdrachtgevers het componentontwerpen bemoeilijken of verhinderen. Met de weigering om extra budget te verstrekken voor productinnovatie, zoals in de Lignostone-case, kunnen zij het traject bemoeilijken. Zij kunnen echter ook verbieden dat er nieuwe producten en technieken in het gebouw worden toegepast. Dit is uiteraard hun recht, maar de vraag is of zij zich realiseren dat het nemen van productinnovatiesrisico ook de kans genereert op iets extra's in de vorm van gebruikersgenot, prestige en imago. Opdrachtgevers kunnen verder onbedoeld het componentontwerpen verhinderen door het architectenbureau zodanig onder tijdsdruk te zetten dat er alleen nog standaardoplossingen getekend kunnen worden. Enige beperkingen van budget en tijd kan de creativiteit van de architect juist stimuleren [Van den Kroonenberg & Siers 1992, Arets].

De opdrachtgever kan verder indirect innovatie frustreren door bij het uitschrijven van een prijsvraag al een duidelijke voorkeur voor een architect te hebben. Hierdoor ligt van

tevorens al min of meer vast wie de opdracht krijgt. Als een ander bureau met een ontwerp komt dat overduidelijk het voordeligst is voor de opdrachtgever, bijvoorbeeld omdat door een innovatieve ingreep de bouwkosten drastisch zijn teruggebracht, kan niet zonder meer de voorkeursarchitect als de winnaar worden aangemerkt. In een dergelijk geval is het voorgekomen dat een innovatief idee in diskrediet werd gebracht door experts een negatief advies te laten uitbrengen over de voorgestelde oplossing. Het probleem is dat dit innovatieve idee daarmee niet alleen voor deze opdracht van de baan is,



Figuur 11 Het ontwerp van Peter Gerssen werd uitgevoerd in groene steen i.p.v. glas op verzoek van de opdrachtgever

maar dat het daarmee onzeker wordt of het überhaupt nog in een andere situatie toegepast kan worden [Gerssen].

Opdrachtgevers annex gebruikers van een gebouw kunnen tot slot bepaalde door de architect voorgestelde innovaties blokkeren omdat ze niet overeenkomen met het beeld dat zij van een gebouw hebben. Zij kunnen bepaalde voorkeuren hebben omdat zij deel uitmaken van bepaalde ideologische groeperingen, zoals bijvoorbeeld antroposofen, die sterke voorkeuren hebben voor het gebruik van natuurlijke materialen. Als de architect dan bijvoorbeeld voorstelt om de gevel geheel in glas uit te voeren zullen zij die voor baksteen proberen in te wisselen [Gerssen].

Inductieve conclusies

- Opdrachtgevers zijn zich vaak niet bewust van hun rol in het productinnovatieproces.
- Opdrachtgevers zijn zich vaak niet bewust van de voordelen die productinnovatie voor hen kunnen hebben.

PRODUCENTEN

In de relatie tussen architecten en producenten is een aantal problemen geconstateerd. Het kan moeilijk zijn een producent te vinden die kan of wil uitvoeren wat de architect bedacht heeft [Lignostone-case]. Soortgelijke problemen waren reden voor architect Eekhout om in 1982 zelf te gaan produceren.

Er kan sprake zijn van ondeskundigheid van de producent. Van Heeswijk wilde bijvoorbeeld het ontwerp van een lift aanpassen. Dit stuitte op problemen omdat men op de verkoopafdeling en de technische dienst van de leverancier niet over de kennis beschikte om de voorgestelde aanpassingen te overwegen.

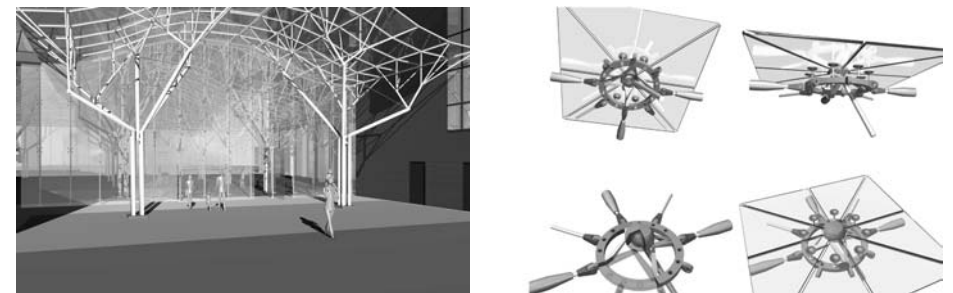
Ook lijken onderlinge afspraken tussen leveranciers voor te komen die tot feitelijke kartelvorming leiden. Onderlinge afspraken over de verdeling van de markt kunnen hiervan deel uitmaken. Als er slechts één leverancier kan produceren wat de architect vraagt, maar door zijn afspraken met collega's niet kan leveren, is er een probleem. De gevraagde producten zullen er niet komen. Investerings die producenten gedaan hebben in bepaalde productieprocessen kunnen innovatieve vragen van architecten, die een andere richting exploreren, laten afketsen. Een voorbeeld werd aangedragen door Peter Gerssen. In de glasindustrie waren investeringen gedaan om gebogen glas te kunnen produceren, een relatief duur procédé. De architect kwam met een idee dat dit dure procédé omzeilde. Het bedrijf weigerde echter het gevraagde te leveren, omdat het dure en nog niet terugverdiende productieproces hiermee overbodig werd gemaakt [Gerssen].

De ervaring van de architect betrokken bij de vloersysteemcase was dat de meeste producenten zo dicht mogelijk bij hun eigen producten wensten te blijven als zij gevraagd werden mee te werken aan productinnovatie. Zijn ervaring was dat een bedrijf verschillende keren hun standaarddetailering naar hem opstuurde, terwijl er andere afspraken waren gemaakt.⁶

Problemen in de communicatie tussen architect en producent kunnen tevens barrières opwerpen voor productinnovatie. Het kan zijn dat het de architect niet lukt om zijn ideeën over te brengen aan de producent [vloersysteemcase]. Anderzijds komt het voor dat iemand van het architectenbureau met onvoldoende ervaring en overzicht het overleg met de producent voert [Octatube]. Verder wordt de communicatie met producenten bemoeilijkt omdat er met onderling niet-compatibele software wordt gewerkt. Tevens kunnen gewoonten van de producent met betrekking tot de productie tegenwerken in het innovatieproces. Zo was er in de vloersysteemcase een toeleverancier die, op basis van gewoonte, de tralieligger te lang maakte. Normaliter maakt dit inderdaad niet uit, bij de nieuwe vloer gaf dit echter wel problemen. In dezelfde case bleek het tevens moeilijk om de sparringen in de vloer op de gewenste plek te krijgen.

AANNEMERS

De aannemer probeert producten die de architect heeft voorgeschreven te vervangen door goedkopere versies, producten waarop hij meer korting kan bedingen of producten waar hij meer ervaring mee heeft [Gerssen, Van Dam]. Ingrijpen van de aannemer in de productspecificatie wordt over het algemeen door architecten als negatief ervaren, omdat hierdoor tevens hun nieuwe ontwerp oplossingen onder vuur komen te liggen. De aannemer maakt hier gebruik van de mogelijkheden die de paradox van Socrates hem biedt; sommige besluiten met betrekking tot gekozen bouwproducten en ontwerp oplossingen staan vast, andere zijn makkelijk aan het wankelen te brengen. Men zegt ook wel dat de intensiteit van de besluiten verschillend is. Deze praktijk wordt onderschreven door resultaten van Emmitt, die in zijn studie concludeerde dat aannemers kunnen proberen om de productkeuze van de architect te veranderen. Hij noemt dit *specification substitution* [Emmitt 1997].



Figuur 12-13 Het ontwerp voor de Galleria van Zwarts & Jansma werd niet gerealiseerd doordat aannemers het project niet durfden aan te nemen of zeer hoge risicotoeslagen rekenden

De opbouw van de bouwkosten die aannemers rekenen in het kader van bouwprojecten, is vaak ondoorzichtig. Andere bouwpartijen verdenken aannemers ervan deze ondoorzichtigheid te gebruiken om hun winstmarge te vergroten. Deze ondoorzichtigheid maakt het voor architecten niet makkelijk om aan te geven waar in het budget bezuinigd moet worden, zodat het vrijgekomen budget ergens anders in het project ingezet kan worden.

Tevens werkt het zoveel mogelijk bezuinigen op de budgetten van de onderaannemers contraproductief in geval van innovatie. Van onderaannemers wordt vaak een extra inspanning verwacht in projecten met innovatieve producten omdat daarbij niet volledig op basis van routine kan worden geopereerd. Als onderaannemers binnen een te krap budget hun werk moeten verrichten, zullen zij proberen dit krappe budget niet te overschrijden door zo min mogelijk in het werk te investeren. Een dergelijke situatie levert spanningen op in het geval van innovaties, waarin er vaak juist een extra inspanning wordt verwacht. Het verslechteren van de onderlinge verhoudingen is dan niet ondenkbaar. De communicatie tussen de partijen onderling zal verslechteren waardoor problemen op het vlak van coördinatie van de verschillende werkzaamheden en producten zullen ontstaan [Gerssen], met als gevolg dat het werk kwalitatief niet hoogstaand zal zijn.

BOUWMANAGERS

Negatief van invloed op componentontwerpen wordt door architecten ook de tendens beschouwd dat bouwmanagers meer en meer de regie van het bouwproces overnemen [Van Heeswijk, Lignostone-case]. Zij sturen het bouwproces voornamelijk op tijdsplanning en budget en zijn geneigd risico's te minimaliseren. Innovatie zorgt nu juist voor extra risico, en is daarom niet in het belang van de bouwmanager. Omdat bouwmanagers gericht zijn op het minimaliseren van de kosten voor de opdrachtgever zullen zij eveneens proberen te bezuinigen op de relatief kostbare uren van adviseurs. De adviseurs worden hierdoor sterk beperkt in het meedenken met de architect. Het maken van aanpassingen, inherent aan het ontwerpproces, kost immers tijd.

Als een architect de regie voert zullen andere aspecten de aansturing van het proces bepalen. Zij zullen met name aansturen op het zo goed mogelijk verwezenlijken van de ideeën die ten grondslag liggen aan het ontwerp.

VERZEKERAARS

Verzekeraars kunnen toepassing van innovaties verhinderen doordat hun verzekeringspolissen niet zijn toegerust om nieuwe organisatievormen te verzekeren [A+]. Verder kunnen verzekeringsmaatschappijen eisen stellen aan de producten die gebruikt worden voor gebouwen die zij moeten verzekeren. Met name in de Nederlandse woningbouw is dit het geval [Aldus]. In tegenstelling tot bijvoorbeeld Frankrijk worden er in de Nederlandse utiliteitsbouw door verzekeringsmaatschappijen minder eisen gesteld.

FINANCIERS

Ook de financier van het project kan dwarsliggen. Wanneer een financier de exploitatie van een gebouw voor zijn rekening neemt, zal hij bepaalde criteria hanteren die volgens hem van belang zijn om de verhuurbaarheid en verkoopbaarheid van het gebouw in de toekomst zo goed mogelijk te garanderen [Gerssen, Aldus].

COLLEGA-ARCHITECTEN

Collega-architecten kunnen, door een innovatie te imiteren waarbij fouten worden gemaakt, het toepassen van innovaties verhinderen. Als deze collega's voldoende macht

hebben kunnen zij ervoor zorgen dat, naar aanleiding van hun eigen fout, er in de toekomst volgens dit principe niet meer gebouwd mag worden. In dit geval wordt voorbijgegaan aan het feit dat het idee al eens succesvol is uitgevoerd. De gebouwen waarin dit principe al is toegepast worden hierdoor in diskrediet gebracht, evenals de naam van de innovatieve architect [Gerssen, Octatube].

GEMEENTEPOLITIEK

Politiek kan indirect een hindernis vormen. Als er een nieuw bestuur aantreedt in een gemeente waarvoor een architect veel placht te bouwen, kan het zijn dat de nieuwe gemeenteraad deze architect niet meer vindt passen bij de kleur van het nieuwe beleid. Ook al presenteert de architect de meest innovatieve ontwerpen, opdrachten zullen toch naar andere architecten gaan [Gerssen].

Inductieve conclusies

- De verschillende partijen in het bouwproces hebben verschillende belangen ten aanzien van innovatie;
- Door niet-overeenkomende belangen kunnen de volgende partijen voor componentontwerpende architecten een obstakel vormen: (a) opdrachtgevers, (b) aannemers, (c) producenten, (d) bouwmanagers, (e) verzekeringsmaatschappijen, (f) financiers, (g) collega-architecten en (h) de gemeentepolitiek.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

De problemen die bij componentontwerpen kunnen ontstaan met andere bouwpartijen zijn van structurele aard, omdat zij samenhangen met de verschillende belangen van deze partijen. Door inzicht in deze belangen kan er wel op reacties geanticipeerd worden. Tevens helpt dergelijke kennis bij het zoeken naar mogelijke oplossingen waarbij meerdere partijen baat hebben. Het kan als instrument gebruikt worden om duidelijk te maken hoe de partijen kunnen bijdragen aan productinnovatie en te achterhalen wat het belang van deze partijen is bij componentontwerpen (zie hoofdstuk 11, § Stimuleren van *demand pull* door architecten).

HET LOPEN VAN RISICO

ONTWIKKELKOSTEN IN DE FASE VAN HET VOORLOPIGE ONTWERP

Producenten lopen bij projectgebonden productinnovatie vaak het risico dat het werk dat zij in de fase voor de aanbesteding verrichten, niet vergoed wordt. Bij de producent van de sandwichpanelencase heerste de mening dat het risico van het researchwerk vóór de opdracht het risico van de producent was. De producent gaf aan in dit geval wel te proberen uit te vinden hoe groot de kans was op het verkrijgen van de opdracht. Dit omdat de bedragen die ermee gemoeid waren, behoorlijk konden oplopen.

Ook op technisch gebied worden risico's genomen door producenten. Zo werd ondanks het feit dat een oplossing nog niet voorhanden was, het werk voor de sandwichpanelen

toch aangenomen. De producent gaf aan dergelijke risico's in te schatten op grond van ervaring. Er werd voor dit project relatief veel risico genomen omdat Van Dam wilde penetreren op een nieuwe markt.

Inductieve conclusies

- Producenten lopen het risico dat werk gestoken in het ontwikkelen van producten vóór de aanbesteding niet vergoed wordt.
- In productinnovatieprocessen worden genomen risico's door producenten afgewogen aan de hand van ervaring. In het besluit om al of niet dit risico te lopen, speelt het belang van de opdracht voor het bedrijf mee.

PRODUCTSPECIFICATIE

De bestekschrijver is voor productinformatie voor een groot deel afhankelijk van de producent. Hij of zij kan niet verwijzen naar een publicatie waarin producten vergeleken worden zoals bijvoorbeeld een consument bij het kopen van een auto. Ze kunnen daarom alleen vertrouwen op eigen ervaring met producten, aanbevelingen van collega's en hun eigen oordeel bij het maken van een productselectie [Emmitt 1997].

Producten waarmee men reeds ervaring heeft, krijgen van architecten de voorkeur [Mackinder 1980, p. 106]. Eenderde van de door haar ondervraagde architecten verklaarde dat het bureaubeleid was om het gebruik van nieuwe producten te vermijden, tenzij dit niet te vermijden is. Als het een project betrof dat snel tot stand moest komen, was er bij de overige bureaus ook een grote neiging om te blijven bij *the palette of favourite products*. Daar aan ten grondslag liggen redenen als tijdgebrek en het vermijden van risico's.

Inductieve conclusie

Door het ontbreken van objectieve studies naar de prestaties van standaard- en systeemproducten is het beleid op veel architectenbureaus om geen producten voor te schrijven waar men geen ervaring mee heeft.

AANSPRAKELIJKHEID

In drie cases is gevraagd naar hoe de aansprakelijkheid geregeld was. In de Lignostone-case was het voor de productontwikkelaar van het architectenbureau niet duidelijk hoe de aansprakelijkheid geregeld was. Voor de producent van de sandwichpanelencase en de vangrailcase bleek dat er wel duidelijkheid bestond over wie waarvoor aansprakelijk was. De reden hiervoor zou kunnen zijn dat producenten een groter financieel risico lopen dan architectenbureaus. Architectenbureaus kunnen slechts voor de hoogte van het honorarium aansprakelijk worden gesteld. Producenten lopen een groter risico, maar hebben over het algemeen een grotere draagkracht om een schadepost te incasseren. Partijen in de bouw zullen geneigd zijn de risico's zo veel mogelijk bij anderen te plaatsen.

Producenten, aan het einde van de opdrachtenketen, zullen dan logischerwijze het grootste risico toebedeeld krijgen. Door de risico's waarvoor zij aansprakelijk zijn, is het niet vreemd dat juist de producenten beter op de hoogte zijn van aansprakelijkheidsrisico's.

Inductieve conclusie

Architecten weten vaak niet goed hoe de aansprakelijkheid is geregeld bij het componentontwerpen.

GARANTIES EN RICHTLIJNEN

Garantie-eisen die verzekeringsmaatschappijen stellen aan door hen te verzekeren gebouwen en daarin toegepaste producten werken belemmerend bij het toepassen van nieuwe producten. Dergelijke eisen komen met name voor in de woningbouw [Aldus, Octatube]. Woningbouw wordt veelal onder de voorwaarden van het Garantie Instituut Woningbouw (GIW) gerealiseerd.⁷ Het GIW stelt eisen aan de toegepaste bouwproducten. Veel producten hebben daarom een kwaliteitsverklaring⁸ nodig. Het aanvragen van een dergelijk certificaat kost tijd en geld en belemmert daarmee de toepassing van speciale producten in dit type gebouwen.

In de utiliteitsbouw worden eveneens problemen ondervonden doordat aannemers steeds vaker op zoek zijn naar garanties bij leveranciers voor met name innovatieve aansluitingen [Meyer & Van Schooten]. De leveranciers willen en kunnen deze niet altijd geven omdat zij vaak afhankelijk zijn van het werk van anderen en zelf niet alle elementen aanbrengen op de bouwplaats.

Het principe van de openbare aanbesteding volgens de Europese Richtlijn Diensten (92/50/EEG en 97/52/EG) sluit innovatieve stappen uit die tot stand komen door ontwerpers met weinig ervaring in de gevraagde soort opdrachten. Een openbare aanbesteding volgens deze Richtlijn is verplicht vanaf een bepaalde bouwsom voor opdrachten door overheidsinstellingen en semi-overheidsinstanties.⁹ In het kader van de openbare aanbesteding mag er van de Europese Commissie geen gebruik worden gemaakt van diensten van vaste architecten, aannemers, producenten en toeleveranciers. De Richtlijn Diensten, die geldt voor ontwerp opdrachten aan architecten, treedt momenteel in werking vanaf 200.000 ECU¹⁰ exclusief BTW. Voor centrale overheden geldt nog een ander verdrag: de *General Agreement on Trades and Services*, ook wel afgekort als GATS, die een dergelijke openbare aanbesteding afdwingt bij een drempelbedrag van 130.000 ECU [BNA 2001]. Dit betekent voor een architectenbureau dat inschrijft op een opdracht dat niet alleen het ontwerp wordt beoordeeld, maar ook de capaciteit van het bureau. Naarmate een bureau meer ervaring heeft in het maken van bijvoorbeeld ziekenhuizen, stadions of woonzorgcomplexen, heeft het meer kans om een dergelijke opdracht te verkrijgen. De kans dat onervaren bureaus de opdracht krijgen is zeer gering. Zij kunnen echter een frisse kijk hebben op de gestelde opgave en kunnen zodoende makkelijker met een innovatief architectonisch ontwerp komen, met de bijhorende innovatieve componenten.

Inductieve conclusies

- Doordat aannemers steeds meer garanties proberen te verkrijgen bij leveranciers voor niet-gebruikelijke aansluitingen, wordt het moeilijker voor architecten om innovatieve detailoplossingen toe te passen.
- Het principe van de openbare aanbesteding volgens de GATS en de Europese Richtlijn Diensten en Werken sluit innovatieve stappen die tot stand komen door ontwerpers met weinig ervaring uit.

VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Het niet vergoed krijgen van werk voor de aanbesteding kan een obstakel vormen bij de realisatie van productinnovatie binnen de bouwtijd. In dit geval is er de mogelijkheid om de producent te honoreren voor zijn werk als adviseur (zie hoofdstuk 11). Dit betekent dat de architect bij het verkrijgen van de opdracht afspraken moet maken met de opdrachtgever over een dergelijke vergoeding of anderszins budget moet zien te genereren hiervoor. Dit betekent verder dat de architect moet weten waar dit budget gevonden kan worden en dat daarover afspraken te maken zijn met de opdrachtgever (zie hoofdstuk 9). De technische risico's en onzekerheden¹¹ zijn ondernemersrisico's van de producent, die andere partijen niet snel zullen willen overnemen. Deze partijen zijn immers over het algemeen minder op de hoogte van de mogelijkheden en beperkingen van het productieapparaat dan de producent zelf.

Bij het specificeren van het bestek is het problematisch dat er geen onafhankelijke bron is voor architecten waarin prestaties van producten worden vergeleken en waarin de technische mogelijkheden overzichtelijk zijn gemaakt compleet met gegevens van betrokken adviseurs en producenten. In dit onderzoek is bestudeerd welke bronnen architecten gebruiken om aan de voor componentontwerpen benodigde informatie te komen. De resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 9. Tevens worden in hoofdstuk 11 aanbevelingen gedaan over een eventuele verbetering van informatie-uitwisseling in de bouw. Architecten zouden moeten worden geïnformeerd over aansprakelijkheden. Dit punt zou dan ook onderdeel moeten zijn van het curriculum van de architectenopleiding (zie hoofdstuk 11). Toekomstige architecten zouden dan op de hoogte zijn van het verschil tussen de drie vormen van productaansprakelijkheid: contractueel, buitencontractueel en risico-aansprakelijkheid [Thunnissen 1994]; hoe verantwoordelijkheden liggen bij de verschillende partijen in geval van gezamenlijke productinnovatie¹² en het feit dat hierover afspraken kunnen worden gemaakt.

De eisen die gesteld worden aan garanties door verzekeringsmaatschappijen zijn structureel, in de zin dat het past bij het belang van dergelijke maatschappijen om risico's te beheersen en onzekerheden zo veel mogelijk uit te bannen. De risico's zijn pas in te schatten op het moment dat het nieuwe product al enige jaren wordt toegepast, of als het product gekeurd is door een onafhankelijke instelling. De aanbestedingsregels vastgelegd in Europese Richtlijnen zijn eveneens structureel van aard en niet makkelijk aan te passen. Deze regels bevoordelen innovatie op basis van ervaring. Innovatie gebaseerd op een frisse blik op de opgave wordt benadeeld. Innovativiteit wordt hiermee opgeofferd voor het principe van de vrije marktwerking op Europese schaal.

9 HOE ARCHITECTEN IN DE PRAKTIJK COMPONENTEN ONTWERPEN

“Adopting the view on product development as a process of interaction between firms or actors, three processes are of fundamental importance: the combination, mobilisation and co-ordination of resources.” Finn Wynstra [1998]

In het vorige hoofdstuk is een aantal knelpunten bij het ontwerpen van componenten geconstateerd. De oorzaken ervan zijn niet altijd direct beïnvloedbaar door architecten. Ondanks de knelpunten zien innovatieve architecten kans om componenten te ontwerpen. Hoe zorgen zij ervoor dat het mogelijk wordt en dat daaraan gekoppelde processen effectief verlopen? Dit is onderzocht in het casestudy-onderzoek en het aanvullende onderzoek. De resultaten worden in dit hoofdstuk gepresenteerd aan de hand van de in hoofdstuk 3 geïnterviewde controle-aspecten van productinnovatieprocessen: tijd, budget, kwaliteit, informatie / communicatie, organisatie en attitude.

TIJD

De tijd beschikbaar voor de ontwikkeling van een projectgebonden product is afhankelijk van de deelplanning binnen het totale tijdschema van het bouwproject. In de vangrailcase bijvoorbeeld bleek het daarom uitermate belangrijk dat de producent in een zo vroeg mogelijk stadium bij de opdracht werd betrokken. Men vond het belangrijk om het productinnovatieproces zo vroeg mogelijk te laten beginnen.

De tijd beschikbaar voor componentontwerpen is beperkt als er binnen het architectenbureau teveel andere projecten lopen. De voor een project gereserveerde tijd kan daar dan waarschijnlijk niet volledig aan worden besteed. Aan de andere kant worden er vaak meer uren in een project gestoken als het verder rustig is.¹

In de vangrailcase en de Lignostone-case was er een officiële planning, maar in de praktijk werd daar niet mee gewerkt. De uren die nodig werden geacht werden, in overleg met de directie, in het project gestoken, of dit nu wel of niet strookte met de planning. De overige lopende projecten waren daarbij de beperkende factor.

De bouwproductontwikkelaar van Henket [Lignostone-case] stelde voor het traject voor

het componentontwerpen over verschillende projecten uit te smeren als datgene wat de architect voor ogen stond meer tijd of geld zou vergen dan een enkel bouwproject zou toelaten. Een componentidee of een bepaald concept kan immers vaak in verschillende ontwerpopgaven gebruikt worden.

Inductieve conclusies

- Bij projectgebonden productinnovatie is het belangrijk dat zo vroeg mogelijk begonnen wordt in het bouwtraject met het opstarten van de ontwikkeling. Dat betekent dat er voor de aanbesteding met dit ontwikkelingstraject begonnen moet worden.
- Een strategie voor architecten om producten te ontwikkelen waarvan het traject te lang en te kostbaar wordt voor een enkel project, is om dit idee in de loop van meerdere projecten verder te ontwikkelen.

BUDGET

Zoals aangegeven in het vorige hoofdstuk, wordt er over het algemeen van uitgegaan dat er een hogere vierkantemeterprijs dan gemiddeld en / of een hoger honorarium voor de architect nodig is om tot productinnovatie te komen. Dat bleek in de praktijk echter niet noodzakelijk. Bouwcomponentontwerpers gaven aan dat extra budget geen voorwaarde is. Ook binnen bestaande honoreringen kunnen nieuwe bouwcomponenten worden ontworpen en ontwikkeld [Robin Hood, Henket, Van Heeswijk]. Het bleek dat juist in geval van bezuinigingen zich nieuwe ontwerpproblemen kunnen voordoen die niet met standaard- of systeemproducten op te lossen zijn, en dus vragen om het ontwerpen van speciale producten [Verheijen]. Nieuwe producten bleken ook binnen het budget gereserveerd voor standaardproducten te kunnen en te worden ontwikkeld [Robin Hood]. Bij de fabricage van standaard- en systeemproducten is over het algemeen sprake van een zekere redundantie in materialen en prestaties, omdat dergelijke producten in verschillende situaties toegepast moeten kunnen worden. Denk bijvoorbeeld aan de wijze waarop keukens worden samengesteld. Om veel verschillende soorten keukens te kunnen leveren, die passen in diverse plattegronden, is een keukenkastje een volledig



Figuur 1-3 Het depot werd relatief goedkoop ondergebracht in de toren van Naturalis in dit ontwerp van Verheijen Verkoren de Haan

zelfstandige eenheid. Dat betekent dat als er twee keukenkastjes naast elkaar worden gemonteerd er twee zijwanden tegen elkaar worden geplaatst. In feite is één zijwand overbodig geworden. Dit betekent niet alleen redundantie in materiaal, maar ook in productiehandelingen. De boven- en de onderzijde van de kastjes hadden immers ook uit één stuk gemaakt kunnen worden. Bij projectgebonden producten kunnen dergelijke redundanties uit het productontwerp gehaald worden [Van Heeswijk].

Het geld nodig voor het ontwerpen en ontwikkelen van nieuwe componenten werd in de onderzoeksdata uit de volgende bronnen gehaald:

- Het voor het gebouwonderdeel gereserveerde budget. De standaardproducten die anders in het project gebruikt zouden worden, kosten immers ook geld. Robin Hood Productions gaf aan voor MVRDV lichtarmaturen te hebben ontwikkeld binnen het voor standaardarmaturen gereserveerde budget;
- Door posten binnen het totale bouwbudget te verschuiven. Er werd door de architect van het Natuurhistorisch Museum in Leiden voor gekozen elders in het gebouw meer geld te besteden dan in eerste instantie was begroot. Voor de delen waarop bezuinigd werd, moesten andere, goedkopere oplossingen worden gezocht [Verheijen]. Het kan zijn dat voor het vinden van een goedkopere oplossing componentontwerpen ingezet wordt, of dat er juist extra budget wordt ingezet voor nieuw te ontwerpen componenten;
- Door de opdrachtgever te vragen om aanvullend budget. Hiervoor moet aan de opdrachtgever duidelijk gemaakt kunnen worden wat de meerwaarde van dit nieuwe product voor hem zal zijn [Lignostone-case];
- Door subsidie aan te vragen [vloersysteemcase, TNO-productontwikkeling, symposium IFD-bouwen];
- Tenslotte kan door het integreren van functies ook budget worden gegenereerd voor componentontwerpen [Van Heeswijk, Gerssen].

Geld bleek te functioneren als een belangrijk sturingsmiddel in het productinnovatieproces. Door zelf het budget te beheren is het productinnovatieproces door een architectenbureau beter te sturen dan wanneer de verantwoordelijkheid daarvoor bij de aannemer ligt [Lignostone-case].

Inductieve conclusies

- Budget nodig voor productinnovatie wordt uit de volgende bronnen gehaald:
 - uit het budget voor de totale bouwkosten;
 - aanvullend budget van de opdrachtgever;
 - door bij een gelijkblijvend budget het programma van eisen ter discussie te stellen en daarin delen te schrappen of anders op te lossen;
 - door subsidie aan te vragen;
 - door verschillende functionele eisen in één component te integreren;
- Een manier om meer controle te hebben over het productinnovatieproces voor architecten is het beheren van het bijbehorende budget.

AANTAL PRODUCTEN

In het vorige hoofdstuk bleek een andere vooronderstelling onder niet-componentontwerpende architecten te zijn dat er een relatief groot aantal elementen in het project nodig is voordat productinnovatie overwogen kan worden. Componentontwerpende architecten gaven aan dat dit niet helemaal op de realiteit gebaseerd is. Het aantal producten beperkte wel de te kiezen productietechnieken, vanwege de vaste kosten die daarmee samenhangen. Als deze kosten relatief hoog liggen kan het problematisch worden deze slechts over een beperkt aantal producten te verdelen. Denk bijvoorbeeld aan het maken van een mal voor gietstukken.

Inductieve conclusie

Of het maken van een bepaald aantal producten economisch mogelijk is, is ondermeer afhankelijk van de gekozen productiemethode en de hoeveelheid en soorten materiaal in het ontwerp evenals het soort en het aantal productie- en bewerkingshandelingen.

PRIJSVORMING

Tijdens het componentontwerpen werden de volgende tactieken gebruikt om de kosten voor het innovatieve bouwcomponent te verlagen:

a) Door het ontwerp aan te bieden aan de juiste producent kon in sommige gevallen een betere prijs worden gekregen. Producenten bleken namelijk verschillende strategieën te hanteren om de productprijs te bepalen. Kennis hiervan hielp bij het bepalen van een goede prijs [Gerssen]. Bij het aanvragen van een offerte kan kennis van de verschillen tussen producenten daarom lonen: de ene groep producenten richt zich op standaardproducten en de andere groep is gericht op het produceren van projectgebonden producten. Een componentontwerpende architect kan voor het realiseren van projectgebonden componenten vaak beter terecht bij de laatste groep omdat deze meer ervaring



Figuur 4 Mallen voor een aluminiumgietstuk.



Figuur 5 Kolommen uit de mal van het bureau voor Harmonische Architectuur.

heeft met dit soort opdrachten en de organisatie van deze bedrijven afgestemd is op dergelijke kortlopende projecten. Verder is er een onderscheid tussen producenten die producten en diensten aanbieden op de markt en producenten die capaciteit leveren zoals betonleveranciers en installateurs. Bij de laatste groep is de berekening van de prijs veel meer open; de uren, materiaalkosten en winstmarge zijn over het algemeen terug te vinden op de offerte en de factuur. Voor de eerste groep producenten is het veel belangrijker dat de prijs concurrerend is ten opzichte van vergelijkbare producten. Bij de prijsbepaling wordt door hen over het algemeen goed in de gaten gehouden wat toepassing van alternatieven kost. Wanneer een nieuw soort product wordt gelanceerd (bijvoorbeeld een compleet daksysteem) wordt dit nieuwe product als een voordelig alternatief aangeboden. Bij een monopoliepositie is er dus sprake van een riant positie en kunnen de winstmarges relatief hoog zijn. De architect kan van de verschillen tussen producenten gebruik maken door daarmee rekening te houden bij het aanbieden van het werk. Bijvoorbeeld door een producent van betonnen elementen een opdracht te geven voor bepaalde betonelementen waarvan niet duidelijk is waarvoor ze gebruikt gaan worden. Als deze producent gewend is te denken in prijzen gerelateerd aan de kosten voor een bepaalde oplossing, zijn er in dit geval alleen de eigen kosten die als referentiekader kunnen dienen. Niet alle producenten zullen overigens in dit geval bereid zijn een prijs te geven [Octatube].

b) Door het zoeken van een producent die het werk relatief goedkoop wilde uitvoeren: omdat de producent weinig werk had op dat moment [vloersysteemcase] of omdat hij een nieuwe markt wilde penetreren [sandwichpanelencase] of een nieuw product wilde lanceren [Octatube]. Of er werden goedkope krachten gezocht voor uitvoering en / of montage [Van Dam].

c) Door bepaalde prestatie-eisen in het componentontwerp te laten vervallen of te temperen [Van Dam].

d) Door te zoeken naar een eenvoudiger ontwerp oplossing binnen de gestelde prestatie-eisen en het gereserveerde budget [vangrailcase].

e) Door een betere prijs te bedingen door introductie van concurrerende producenten. Er kan vaak een betere prijs bedongen worden door een producent die in de veronderstelling verkeert een monopoliepositie te hebben, dit idee te ontnemen. Deze tactiek kan echter desastreuze gevolgen hebben als de geïntroduceerde concurrent de opdracht wordt gegund, maar niet over de benodigde expertise blijkt te beschikken. Of als een producent zich door de introductie van een concurrent laat verleiden de vraagprijs naar beneden bij te stellen, terwijl niet bekend is wat de onderlinge verschillen in productie en uitvoering zijn [Octatube].

Het prijsbewust kopen van materialen en arbeid is een goede strategie om kosten te besparen. Afgewogen moet worden of de energie hiervoor gebruikt moet worden of voor het zoeken naar extra fondsen. Het besparen op arbeid kan immers tot gevolg hebben dat de kwaliteit van het geleverde werk navenant is en de kosten voor kwaliteitsbewaking bij de uitvoering toenemen.

Inductieve conclusies

- Het is belangrijk bij het sturen van de prijsvorming van speciale componenten om te weten wat marktconforme prijzen zijn. Dit betekent kennis hebben van de prijzen van vergelijkbare producten en de kosten die gepaard gaan met het toepassen van bepaalde materialen, bewerkingsprincipes en productiemethoden;
- Om de kostenpost voor componentontwerpen sluitend te maken worden de volgende tactieken toegepast:
 - bij het vragen van offertes rekening houden met gewoontes van de producent bij prijsvorming;
 - een producent zoeken die relatief goedkoop wil leveren omdat dit bedrijf een nieuwe markt wil penetreren, of een nieuw standaardproduct wil lanceren, of omdat er weinig werk is, of omdat het goedkopere krachten gebruikt voor de montage op de bouw;
 - prestatie-eisen laten vallen;
 - ontwerpoplossing vereenvoudigen;
 - en introductie van concurrentiedruk bij prijsvorming.

KWALITEITS- EN PRODUCTEISEN

Architecten hebben belang bij kwaliteit. Zij zullen producenten echter niet automatisch vragen naar een officiële kwaliteitscertificering als ISO 9000, maar eerder afspraken maken over de criteria waaraan de geleverde producten moeten voldoen. Architecten vinden het over het algemeen niet belangrijk om te controleren of een producent werkt volgens de laatste inzichten in productie, logistiek en management. Wat voor hen belangrijker is, is dat men openstaat voor communicatie en bereid is om de producten af te stemmen op de situatie waarin de componenten gemonteerd moeten worden.

Bij de Lignostone-case kwam naar voren dat bij projectgebonden producten het componentontwerpende architectenbureau de eisen opstelde waaraan de speciale componenten moesten voldoen. Dit betekent dat architecten bepalen wat het ambitieniveau bij het componentontwerpen is. Hierbij dient de architect uiteraard rekening te houden met de eisen en wensen van de opdrachtgever en prestaties die de opdrachtgever mag verwachten van een dergelijk bouwproduct.² Producten die in een gebouw worden verwerkt, hebben bijvoorbeeld een relatief lange levensduur. De noodzakelijke levensduur is afhankelijk van de plaats en de functie van de component in het gebouw. Bijvoorbeeld of het product zich in de gevel of in de draagstructuur bevindt. Ook maakt het uit wat voor soort gebouw het betreft.

Er werd in de cases onderzocht of milieubewust ontwerpen van belang werd geacht. Dit werd door architecten en producenten echter niet gezien als een hot issue. Er zijn uiteraard architecten die daar anders over denken, en in een streven naar milieuvriendelijke oplossingen juist tot productinnovatie komen [Kristinsson]. De betreffende architect

vergroot in dit geval dus zelf het aantal eisen waaraan het ontwerp moet voldoen. Deze situatie komt overeen met het gebouwonwerp waarbij de architect voor een belangrijk deel de criteria waaraan het ontwerp moet voldoen kan beïnvloeden. Hertzberger pleitte er in zijn afscheidsrede [1999] dan ook voor dat architecten zelf hun eigen programma van eisen toevoegen aan dat van de opdrachtgever.³

Bij het ontwikkelen van standaard- en systeemproducten geldt ook dat de criteria waaraan de producten moeten voldoen door de initiërende partij bepaald worden. Alleen moet bij standaard- en systeemproducten extra aandacht worden besteed aan het feit of deze producten geschikt zijn en aantrekkelijk om in uiteenlopende omstandigheden toegepast te worden. Hier moeten argumenten gevonden worden waarom klanten voor dit product zouden kiezen ten opzichte van de beschikbare alternatieven [vloersysteem-case].

Inductieve conclusies

- De kwaliteitscriteria op basis waarvan het product wordt ontwikkeld, worden deels bepaald door de regelgeving en de algemene verwachtingen ten aanzien van het soort van producten dat ontwikkeld wordt. Verder zijn de criteria afkomstig van de opdrachtgever (programma van eisen) en van de architect (ambitieniveau van het bureau);
- Een belangrijk kwaliteitscriterium voor architecten is het op elkaar afstemmen van het gebouwonwerp en het componentontwerp.

VERSCHIL IN PERCEPTIE

Producenten lieten duidelijk blijken dat ze zich richtten op prestatie-eisen. Ze probeerden duidelijk vastgelegde prestatie-eisen van de architect te krijgen om daar vervolgens aan te voldoen. Het bewijs dat aan de prestatie-eisen was voldaan kon zijn in de vorm van een rapport, een testverslag, een garantie of een visuele vergelijking met een goedgekeurd proefproduct [Van Dam, Scheldebouw]. De producent in de vangrailcase maakte daarom zogenaamde CRINE-lijsten om van tevoren aan te geven hoe bepaalde criteria getoetst worden. De klant kon hierover onderhandelen. Er werd hierbij gebruik gemaakt van certificaten, testrapporten, proeven, het geven van garanties, berekeningen of combinaties hiervan.

Van Dam gaf aan dat het in de bouw voorkomt dat prestatie-eisen worden verlaagd als er bezuinigd moet worden. De producent vond dit vreemd, omdat dit in de offshore, waaraan zij ook producten leveren, niet gebruikelijk is. Aan prestatie-eisen wordt daar niet getornd. Veel eisen zijn daar gekoppeld aan normen, terwijl er in de bouw minder zware regels gelden. In de bouw worden daarom veel prestatie-eisen bepaald door eisen en wensen van betrokken bouwpartijen; deze liggen niet allemaal absoluut vast.

Er kan onenigheid ontstaan tussen architect en producent over hoe aangetoond kan worden dat aan een bepaalde eis wordt voldaan. Scheldebouw gaf aan visuele proefcomponenten te hebben geïntroduceerd omdat in de praktijk bleek dat zij als producent het idee kunnen hebben goed werk te hebben geleverd, terwijl de architect niet tevreden was.

Inductieve conclusie

Architecten, opdrachtgevers en producenten vinden andere aspecten in een product belangrijk bij de beoordeling daarvan. Dit kan leiden tot conflicten. Belangrijk is daarom dat er duidelijke afspraken worden gemaakt over de toetsing van de kwaliteitscriteria.

INFORMATIE

De beschikbaarheid van de benodigde informatie en de uitwisseling ervan is binnen het productinnovatieproces noodzakelijk voor de realisatie van de door de architect geïnitieerde componenten. Als een architect een ander product wil toepassen dan gebruikelijk zal de architect ook beter op de hoogte moeten zijn van allerlei aspecten van dit product. Ingenhoven zei daarom dat wanneer de architect een nieuw gevelsysteem wil toepassen in een gebouwwontwerp, hij of zij allerlei vragen moet kunnen beantwoorden die niet gesteld worden als er traditionele ramen in het ontwerp worden toegepast. Bij componentontwerpen moet een architect precies weten hoe het product is opgebouwd, hoe het functioneert en wat de prestaties zijn [Van Heeswijk].



Figuur 6-7 Ingenhoven, Overdiek & Partner ontwierpen het nieuwe hoofdkantoor van RWE in Essen met een tweedehuidfaçade

Inductieve conclusie

Andere betrokken partijen verwachten van componentontwerpende architecten dat zij op de hoogte zijn van de samenstelling, het functioneren en de prestaties van de nieuwe component. Componentontwerpende architecten moeten zich daarom op deze vragen voorbereiden.

INFORMATIEBRONNEN VOOR IDEE-ONTWIKKELING

Bij de vloersysteemcase werd ter inspiratie gesproken met andere architecten en werden verschillende producenten bezocht. Hierbij ging het voornamelijk om de manier waarop het product aangeboden moest gaan worden en om de mogelijkheden en kosten van

fabricage te onderzoeken. Voor verificatie van de technische haalbaarheid heeft de Technische Universiteit in Eindhoven experimenten verricht en constructieve adviezen gegeven. Aangezien het oorspronkelijke idee voor het bouwsysteem afkomstig was van deze universiteit, had men een zeker belang bij het verlenen van assistentie.

In de Lignostone-case was de architect op het idee gekomen dit nieuwe materiaal te gebruiken door een suggestie van een constructeur tijdens een ander bouwproject. Het idee om Lignostone in een project te gebruiken bestond al ongeveer een jaar voordat met de uitbreiding van het Teylers-museum de gelegenheid zich voordeed om het toe te passen. In de tussenliggende tijd was er een monster van het materiaal aanwezig op de werkplek van de in het bureau werkzame industrieel ontwerper. Het monster werkte als een vorm van extern geheugen, een manier om zich een leuk idee te blijven herinneren.

Het concept voor de fly-overs met doorlopende roestvrijstalen panelen en de neonverlichting in de vangrailcase was afkomstig van de architect. Het idee voor een slimme constructieve uitvoering waardoor geld kon worden bespaard, was afkomstig van de producent.

Bij de sandwichpanelencase schreef het ontwerpteam een sandwichpaneel voor dat over een bepaalde geluidswerendheid diende te beschikken bij een dikte die niet standaard verkrijgbaar was. Het gevraagde isolerend vermogen was bij een dergelijke dikte nog niet eerder vertoond.

Peter Gerssen gaf aan de volgende bronnen ter inspiratie te gebruiken: materiaalbeurzen, bedrijfsbezoeken, internationale ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld gebouwtypologieën, uitvoering, prefabricagetechnieken en integratiemethoden, tentoonstellingen over bijvoorbeeld autobussen, het werk van Engelse high-tech architecten en kennis van adviseurs in het bouwproces.

Inductieve conclusie

De volgende inspiratiebronnen worden gebruikt door architecten voor het genereren van componentideeën:

- informatie over productiemogelijkheden en kenmerken van standaard- en systeemproducten afkomstig van producenten (ook bedrijven afkomstig uit andere bedrijfstakken);
- objecten van een bepaald materiaal of bepaalde verbindingstechniek niet gebruikelijk in de bouw;
- schriftelijke informatie: productoverzichten (bijvoorbeeld de NBD), boeken, vakbladen, folders, internet;
- kennis van andere bouwpartners betrokken bij het bouwproces;
- werk en filosofie van andere architectenbureaus;
- voorwerpen, waaronder gebouwen;
- veranderende regelgeving; en
- informatie van onderzoekers.

INFORMATIE DOOR SAMENWERKING

De voor het projectgebonden productinnovatieproces benodigde informatie is voor een groot deel afkomstig van andere partijen. Om over deze informatie te kunnen beschikken, is het voor architecten heel belangrijk om samen te werken. Constructeurs, andere architecten, bureau-noten en producenten [Lignostone-case, vangrailcase, vloersysteem-case] kunnen architecten van informatie voorzien. Hier is geïnventariseerd wat de argumenten van andere partijen waren om mee te werken aan het totstandkomen van de nieuwe bouwcomponenten. Het bleek uit te maken met welke persoon men binnen het bedrijf contact had. Een vertegenwoordiger van de producent [vangrailcase, sandwichpanelencase] gaf aan dat hij ongeveer twee jaar nodig had gehad om te leren wat het bedrijf precies kan, en welke opdrachten interessant zijn om in eigen beheer uit te voeren. Het is voor architecten daarom van belang om zich te realiseren wie de gesprekspartner is.

De argumenten van partijen om medewerking te verlenen aan de architect van de Lignostone-case waren als volgt:

- De opdrachtgever verleende alle medewerking omdat een innovatief bouwproduct goed paste bij de doelstelling van de stichting;
- De producent was minder hulpvaardig omdat deze niet geïnteresseerd was in toetreding op dit deel van de bouwmarkt;
- De leverancier van de glasknooppunten was bereid de glasknooppunten en de bevestigingen geschikt te maken voor Lignostone;
- De constructeur droeg ooit het idee aan en was dan ook zeer geïnteresseerd om in het kader van een concreet project met het materiaal te werken;
- Een onderzoeker van de TU was bezig met onderzoek naar het materiaal en zodoende bereid advies te geven over bouwtechnische eigenschappen en verbindingsmethoden.

Argumenten voor samenwerking bij ontwikkeling van nieuwe standaardvloer:

- De aannemer zocht naar mogelijkheden om een goedkope standaard sociale woning neer te zetten op grond die hij had aangekocht in VINEX-locaties en was daarom geïnteresseerd in deelname;
- De Technische Universiteit Eindhoven werkte mee omdat daar het idee voor het bouwsysteem vandaan kwam. Men voerde proeven uit en stelde testrapporten op. Op de universiteit raakte men gedemotiveerd toen de essentie van het systeem op de helling kwam, maar een overstap van het project naar de Technische Universiteit Delft was voor hen niet acceptabel, dus bleef men bij het project betrokken;
- Toeleveranciers deden mee omdat zij mogelijkheden voor de toekomst zagen. Bedrijven die marktleider waren of op topcapaciteit draaiden, haakten echter vaak af. Het product werd afgestemd op de in het bedrijf aanwezige productiefaciliteiten en -gewoonten. De enige toeleverancier die echt enthousiast was, was de betonproducent. Deze producent zag dit project niet direct als toekomstig kassucces,

maar vond het interessant om te participeren;

- De constructeur was geïnteresseerd om nieuwe oplossingen en nieuwe materialen toe te passen;
- Het Staalbouwinstituut trad op als subsidieverlener, omdat men van mening was dat met het steunen van dit project het gebruik van staal in de bouw bevorderd werd.

Redenen om samen te werken voor de producenten uit de vangrail- en sandwichpanelencase waren:

- Om het risico van de opdracht te spreiden [sandwichpanelencase];
- Om over extra kennis te beschikken;
- Om over een netwerk in het buitenland te beschikken, alsmede advies te krijgen over hoe Japanse partijen het beste benaderd konden worden [sandwichpanelencase];
- Een bepaald soort werk werd uitbesteed omdat andere bedrijven het goedkoper konden doen, of een bepaalde expertise hadden. Er werd ook uitbesteed als er teveel werk was;
- Expertise werd ingehuurd als men dat nodig vond (materiaalkundige, TNO en de Technisch Fysische Dienst (TPD) van TNO);
- In de vangrailcase werd na het contact met Rijkswaterstaat al snel een architect ingeschakeld om te vermijden dat er te lang zou worden doorgewerkt aan een voor de architect oninteressante oplossing;
- Er was contact met de aannemer over de uitvoering [vangrailcase].

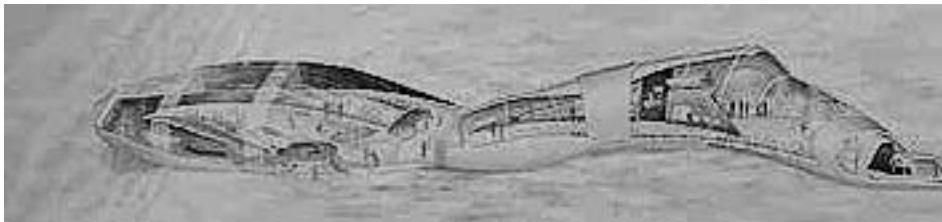
Bij de vangrailcase ging het voor de producent om een grote opdracht (qua omzet) en een mooi product. Men zag hierin voor het bedrijf een soort visitekaartje, en daarom werd aan dat project meer aandacht besteed. Toch werd er soms ook veel aandacht besteed aan relatief kleine projecten. Dat kwam doordat de betreffende opdrachtgever continu om informatie vroeg.

Uit het aanvullend onderzoek bleek dat imago ook een reden kan zijn om mee te werken aan een innovatief bouwproject. Er was een aannemer die het imago van het bedrijf door medewerking aan een innovatief project wilde veranderen. Hij was bereid om een innovatief project aan te gaan [NOX, Oosterhuis]. Ook bedrijven die net overwogen om een nieuw product op de markt te brengen [Henket] of probeerden een nieuwe markt te penetreren, bleken open te staan voor samenwerking [sandwichpanelencase].

Inductieve conclusies

- Het is voor componentontwerpende architecten belangrijk zich af te vragen of zij contact hebben met de juiste persoon binnen een organisatie.
- Er zijn veel redenen voor partijen om samen te werken:
 - interesse in de vernieuwende aspecten van het project;
 - het maken van omzet;

- het willen introduceren van een nieuw product of het penetreren van een nieuwe markt;
- het spreiden van risico;
- het verkrijgen van informatie;
- het verkrijgen van toegang tot bepaalde partijen;
- het afstemmen van de werkzaamheden;
- het beïnvloeden van het imago van het eigen bedrijf;
- en het dienen van een ideëel doel.



Figuur 8 Door het werk aan te nemen voor het zout- (Oosterhuis.nl) en zoetwaterpaviljoen (NOX) wilde de aannemer bouwen aan een innovatief imago



Figuur 9-10 Twee animaties van het interieur van het zoutwaterpaviljoen door Oosterhuis.nl

Figuur 11 Tijdens de bouw

INFORMATIE DOOR PROEFSTUKKEN

Proefstukken werden als informatiebron gebruikt. Er werd in het kader van de Lignostone-case een proefstuk gemaakt na de aanbesteding, ruim voor de productie van de 24 elementen.

Ook in het kader van de vangrail- en de vloersysteemcase werden proefstukken gemaakt. De volgende redenen lagen ten grondslag aan het maken van proefstukken: bepaling van sterkte [Lignostone-case], trilgedrag [vloersysteemcase], testen van productie- en bewerkingstechnieken [Lignostone-case] en testen voor corrosie [vangrail-case].

Inductieve conclusie

De volgende redenen zijn aanleiding om een proefstuk te maken:

- overtuigen opdrachtgever;
- als feedback op ingebrachte esthetiek in het productinnovatieproces;
- om technische kennis te genereren omtrent maakbaarheid en productprestaties.

INFORMATIE DOOR EVALUATIE

Bij de Lignostone-case kreeg het architectenbureau geen feedback van de aannemer, opdrachtgever of producent. Ontwerptechnisch waren er geen zaken die ze achteraf anders hadden willen doen. Alleen organisatorisch hadden ze graag gezien dat het onderzoeksbudget voor het componentontwerpen geen onderdeel van het bestek had uitgemaakt, maar direct onder hun eigen verantwoordelijkheid was gevallen. Hiermee zou de architect wel meer risico hebben gelopen en het zou meer werk met zich hebben meegebracht in de vorm van financiële administratie. Daartegenover stond echter dat het architectenbureau zelf de regie zou voeren en direct het budget kon beïnvloeden. In een dergelijk geval loont het bijvoorbeeld de moeite te regelen dat er gratis testmateriaal ter beschikking wordt gesteld, omdat het hiermee bespaarde budget ingezet kan worden voor iets anders. Daarvoor moet de architect wel ondernemerszin tonen. Als voorbeeld fungeerde Cepezed, die zoveel mogelijk inzicht in en invloed op de hele bouwsom probeerde te krijgen. Ook op het gebied van productie en uitvoering werden er verbeterpunten gesignaleerd. Als architectenbureau wilde men het productie- en montageproces beter beschrijven. Men wilde in de toekomst per project de noodzaak ervan bekijken. Het architectenbureau had verder nooit met de directie van de Lignostone-fabrikant gesproken. Daar had men achteraf spijt van. Deze producent had er zodoende misschien van overtuigd kunnen worden om zich meer op de bouw te richten. Het architectenbureau zag hierin een mogelijkheid om als bureau betrokken te worden bij toepassingen van Lignostone door andere architecten.

Het innovatie-adviesbureau dat de nieuwe vloer ontwikkelde had graag de bouwvakkers van het proefproject meer betrokken bij de verbetering van het systeem. De betrokken architect had ook graag andere architecten betrokken bij het ontwikkelen van de vloer. De directeur vond echter dat het ontwikkelingsproces van de vloer soepel verlopen was. Zijn ervaring was dat er meestal meer problemen in een ontwikkelingstraject te overwinnen zijn.

Producent Van Dam vond dat bedrijven in de offshore veel hoffelijker met elkaar omgaan dan in de bouw. Typerend vond men wat er gebeurde na afronding van een project. In de offshore krijgt men gewoonlijk een bedankbrief voor de prettige samenwerking, in de bouw een bedelbrief voor het plaatsen van een advertentie.

De verkoopafdeling van Van Dam vond evaluatie van complexe projecten belangrijk, de afdeling die de uitvoering voor zijn rekening nam niet. In de kwaliteitsprocedures was vastgelegd dat elk project in ieder geval op prijs geëvalueerd moest worden. Dat gebeurde evenwel niet altijd wegens tijdgebrek. Projecten waarop een vervolg werd

verwacht, werden wel altijd geëvalueerd. Feedback kwam volgens deze producent met name tot stand via klachten van klanten.

Sommige bouwbedrijven [Slavenburg] organiseren hun eigen terugkoppeling door een gesprek met de gebruiker als deze een bepaalde periode gebruik heeft gemaakt van het gebouw. Omdat de meeste bedrijven geen feedback georganiseerd hebben, betekent dit dat architecten, producenten en andere bedrijven alleen terugkoppeling krijgen over zaken die boven een bepaalde irritatiedrempel uitkomen en waarvoor zij verantwoordelijk worden gehouden. Dit betekent dat een groot deel van de informatie waarmee de prestaties en producten verbeterd zouden kunnen worden, deze partijen nooit bereikt. Het is echter mogelijk deze feedback zelf te organiseren.

Inductieve conclusies

- Tijdens het contact van producent en architect in verband met eventuele levering van producten kunnen waardevolle ideeën voor product vernieuwing en -innovatie opgedaan worden voor zowel de producent als de architect.
- In de bouw is in de meerderheid van de bedrijven de feedback niet georganiseerd. Er is daarom vaak alleen sprake van negatieve feedback in de vorm van klachten.

INFORMATIE DOOR INTERN OVERLEG

Omdat er binnen een bedrijf vaak meerdere personen betrokken zijn bij één enkel bouw- annex productinnovatieproces is het belangrijk om te weten hoe de informatieoverdracht binnen het architectenbureau in grote lijnen verloopt. De informatiestromen tussen leden van verschillende projectteams zijn eveneens belangrijk. Dit omdat de buitenwereld verwacht dat een werknemer van het bureau op de hoogte is van de projecten waarbij het bureau betrokken is of was, en tevens omdat hierdoor projectgerelateerde informatie wordt overgedragen die van pas kan komen bij een toekomstig project.

Architecten worden sterk beïnvloed door contact met mensen binnen het architectenbureau. Zoals bleek in de Lignostone-case gingen veel (assistent)-ontwerpers na een gesprek met de industrieel ontwerper in het bureau over tot productinnovatie.

Op architectenbureaus is naast incidentele, informele contacten, alleen contact tussen leden van dezelfde projectgroep. Er is overleg met de directeur / architect, en eventueel met de op het bureau aanwezige productontwikkelaar [Lignostone-case]. Projectgebonden kennis wordt binnen het bureau slechts mondjesmaat verspreid tussen de projectteams [Zwarts & Jansma, Meyer & Van Schooten]. Dit probleem wordt groter naarmate het bureau groeit en lijkt samen te hangen met hoe vaak men elkaar per ongeluk tegenkomt; of er samen wordt geluncht, of mensen van projecten door elkaar zitten (gaat ten koste van communicatie in het projectteam) en met de wijze waarop de werknemers gehuisvest zijn. Het probleem wordt wel gesignaleerd en men probeert dit te ondervangen door bijeenkomsten te organiseren [Meyer & Van Schooten, Zwarts & Jansma] die vervolgens soms weer afgezegd worden onder druk van lopende projecten en dergelijke [Zwarts & Jansma].

Inductieve conclusie

Uitwisseling van informatie tussen de verschillende projectgroepen binnen architectenbureaus zorgt er niet alleen voor dat elke werknemer in contact met derden algemene informatie over de projecten van het bureau kan verstrekken, maar zorgt er ook voor dat projectgroepen kunnen profiteren van kennis die elders in het bureau is opgedaan.

ORGANISATIE

Architecten kunnen de organisatie van het componentontwerpen op twee niveaus beïnvloeden. Ten eerste op het niveau van de randvoorwaarden van het componentontwerp-proces. De manier waarop het componentontwerpen zich verhoudt tot het bouwproces en de manier waarop het betreffende bouwproces is georganiseerd, beïnvloeden immers de mogelijkheden tot componentontwerpen. Ten tweede kunnen architecten de inrichting van het componentontwerpproces sturen.

HET BEÏNVLOEDEN VAN DE RANDVOORWAARDEN

Doordat de activiteiten van het productinnovatieproces en het bouwproces parallel verlopen, kunnen er situaties ontstaan waarbij het eerste proces achterloopt bij het tweede. Zo was in de vloersysteemcase het testrapport van de nieuwe vloer niet klaar vóór de bouw van het hoofdkantoor. Maar de bouw moest doorgaan, daarom werden de producten alvast geproduceerd en geplaatst voordat de uitslagen precies bekend waren. Dit voorval illustreert duidelijk de koppeling tussen componentontwerpen en het bouwproces.

Koppeling tussen componentontwerp- en bouwproces

De wijze waarop het bouw- en productinnovatieproces wordt aangestuurd, heeft invloed op de mogelijkheden voor het componentontwerpen. Tevens is de manier van aansturen van invloed op de hoeveelheid tijd en het budget beschikbaar voor productinnovatie. Bij het aangaan van de opdracht heeft de architect de mogelijkheid om te sturen hoe het productinnovatieproces wordt ingebed in het bouwproces. Er zijn drie manieren waarop deze processen gekoppeld kunnen worden.

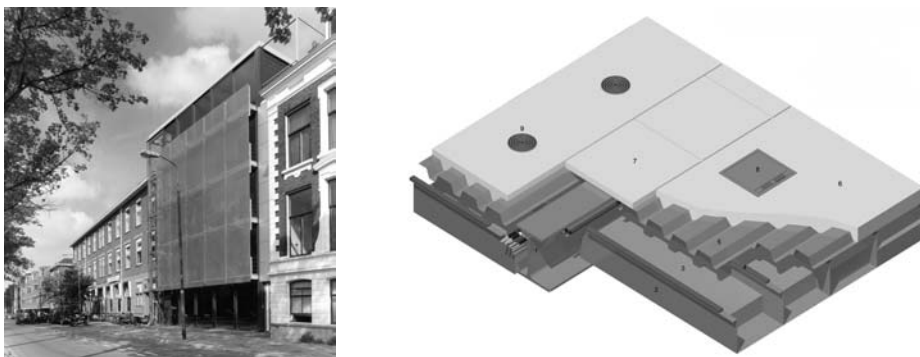
In het eerste geval blijven productinnovatie en bouwproject aan elkaar verbonden [Lignostone-case, vangrailcase, sandwichpanelencase]. Deze situatie zal in de praktijk van projectgebonden producten het meest worden aangetroffen. Processen van componentontwerpen spelen zich af binnen het ontwerpproces voor gebouwen. Het ontwikkelingsproces van een component is dus ingebed in een ander proces, oftewel genest [Kendall 1990] in het bouwproces. Het bouwproject zal dan randvoorwaarden aan het productinnovatieproces opleggen zoals een beperking van tijdsduur en budget. Typisch voor een directe koppeling van productinnovatie- en bouwproces is dat de aannemer grote invloed heeft op het componentontwerpen. In dit geval kan de aannemer namelijk

proberen het te ontwikkelen product te vervangen door een gelijkwaardig product. Ook heeft hij of zij directe zeggenschap over het budget. Eventuele voordelen die de architect kan behalen door bijvoorbeeld het gratis verkrijgen van proefmateriaal komen in dit geval niet automatisch ten goede van het productinnovatiebudget.

In het tweede geval is productinnovatie gekoppeld aan een bouwproject waarmee het parallel loopt, hoewel deze twee processen zoveel mogelijk van elkaar gescheiden zijn. De architect heeft in dit geval met de opdrachtgever afgesproken om het productinnovatieproces buiten de aanbesteding te houden [Lignostone-case]. Daarmee wordt de invloed die actoren binnen het bouwproces, met name de aannemer, zouden kunnen hebben op het productinnovatieproces afgeschermd. In deze situatie kan de aannemer alleen weigeren om het product te monteren. Het product wordt in het bestek als voldongen feit gepresenteerd, als 'af' product zonder vergelijkbaar alternatief dat gebruikt moet worden bij de uitvoering van het bouwplan. Eigenlijk wordt hiermee geprobeerd de status van het projectgebonden product gelijk te maken aan andere benodigde bouwproducten.

Ten derde kan de architect proberen om het productinnovatieproces compleet los te koppelen van het bouwproces, de processen zijn dan gesepareerd. De architect werkt in dit geval met producenten in een samenwerkingsverband waarin zij samen een nieuw product ontwikkelen [Van Heeswijk, Cepezed]. De architect neemt hierbij eigenlijk een andere rol aan, namelijk die van een industrieel ontwerper die zich voornamelijk richt op hoe dit product de esthetiek en de functionaliteit van het gebouw zal beïnvloeden. In dit geval zal het meestal gaan om de totstandkoming van een standaard- of systeemproduct.

Naarmate het bouwproces in een verder gevorderd stadium verkeert, nemen de mogelijkheden af om het productinnovatieproces te verzelfstandigen ten opzichte van het bouwproces.



Figuur12-13 Cepezed ontwierp een nieuwe standaard vloer die voor het eerst werd toegepast in hun eigen kantoor

Inductieve conclusie

Er zijn drie manieren waarop de relatie tussen het componentontwerpen en het bouwproces georganiseerd kan worden: genest, parallel en gesepareerd.

Invloed van architecten op bouworganisatievorm

De beperkingen die het bouwproces legt op het productinnovatieproces hangen mede af van de gekozen bouwprocesvorm. De vorm van het bouwproces: 'traditioneel', bouwteam en turnkey [Bonebakker e.a. 1997] heeft gevolgen voor de machtspositie van de verschillende actoren binnen dit bouwproces. In het traditionele bouwproces heeft de architect relatief veel invloed, terwijl in andere procesvormen de mogelijkheden voor een absolute machtspositie van de architect veel minder groot zijn. Speciaal als de architect moet werken onder supervisie van een projectmanager, nemen de mogelijkheden om invloed op anderen uit te oefenen sterk af.

Hoe meer macht de architect heeft om het proces naar zijn hand te zetten, hoe meer mogelijkheden hij of zij heeft voor productinnovatie. Eekhout meent daarom dat de architect moet vechten om deze traditioneel invloedrijke positie in het bouwproces zoveel mogelijk te behouden. Er zijn architecten die hiernaar streven en hierdoor een zoektocht zijn begonnen naar andere manieren om het bouwproces te organiseren om daarmee hun invloed op het eindresultaat te vergroten.

Het architectenbureau Cepezed heeft een eigen bouworganisatievorm ontwikkeld [Van Heeswijk⁴ 1993], omdat men problemen ondervond in gebruikelijke procesvormen met het doorvoeren van innovaties. In de traditionele vorm van bouwprocesorganisatie was er volgens hen geen sprake van een goede interactie tussen ontwerper en uitvoerder. Verder was het niet controleerbaar wat de kwaliteit van het geleverde werk zou zijn en was de prijsvorming vaak ondoorzichtig. Daarom heeft Cepezed een organisatie opgezet die de uitvoering organiseert: Bouwteam General Contractors b.v. Hierdoor kan er al in een vroeg stadium worden overlegd met de uitvoerende bedrijven over prefabricage en detaillering. In de loop van de tijd zijn banden met uitvoerende bedrijven ontstaan, bedrijven die ook in de toekomst weer uitgenodigd zullen worden om projecten te realiseren. Het wordt daarom als lonend ervaren om samen aan productinnovatie te doen. Doordat er directe opdrachten aan de afzonderlijke bedrijven worden verleend, kunnen de gebruikelijke opslagen voor inkoop, algemene kosten, winst en risico achterwege blijven. Door het wegvallen van provisies en opslagen is er meer financiële ruimte voor het inkopen van bouwmaterialen met een hogere kwaliteit. Eventuele voordelen gaan naar de opdrachtgever. Het Bouwteam ontvangt een vergoeding voor de begeleiding op basis van het aantal bestede uren volgens de standaardregeling tussen opdrachtgever en raadgevend ingenieurs (RVOI).

"Het risico tijdens het werk kan voor alle rubrieken, de schade van het werk, de wettelijke aansprakelijkheid, de bestaande eigendommen van de opdrachtgever, het materieel, etc. door middel van een speciaal ontwikkelde Construction All Risk verzekering via het BOUWTEAM worden verzekerd.

De inrichting van de bouwplaats geschiedt als een verstrekking van de opdrachtgever en behelst de algemene voorzieningen zoals plaatsen bouwhek, leggen van rijplaten, de uitvoerderskeet, de meterkast, de waterput en de vuilcontainer.

De uitvoerende partijen verzorgen de overige voorzieningen passend bij hun product. Ieder bouwcomponent vraagt om eigen transportwijze, opslag en montage. ..." [Van Heeswijk 1993]

De eindverantwoordelijkheid voor het bouwproces, die normaliter bij de aannemer ligt, ligt in dit geval bij de opdrachtgever. Verder is de communicatie in deze bouwprocesvorm verbeterd omdat de communicatielijnen verkort zijn en er een vertegenwoordiger van de architect aanwezig is op de bouwplaats. Productinnovatie vindt plaats in het Bouwteam. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij de producent. Het Bouwteam voert een directe dialoog met hen over productinnovatie en probeert de kennis en productiefaciliteiten waarover het bedrijf kan beschikken optimaal in te zetten. Overigens bouwt Cepezed niet altijd volgens deze bouworganisatievorm. Bij Cepezed organiseert men de ontwerpen wel altijd zodanig dat onderdelen relatief makkelijk uit te besteden zijn.

Cepezed wordt op het gebied van organisatie door een aantal architecten als voorbeeld gezien. In de vloersysteemcase probeerde A+ een hierop lijkende vorm te ontwikkelen voor de realisatie van hun eigen nieuwe kantoor. Daarbij werd getracht ontwerp en uitvoering in één hand te houden door geen hoofdaannemer in te schakelen. Uitgangspunt hierbij was een grotere invloed van de architect op de uitvoering. De architect onderzocht wat de toeleverancier met zijn kennis en productiefaciliteiten kon, en maakte op basis daarvan een componentontwerp. De engineering werd verder uitgevoerd door de producent. Deze gaf tevens de consequenties aan van bepaalde beslissingen van het ontwerp voor de uitvoering. De architect was degene die het ontwerpidee voorstelde. De kosten voor het productinnovatieproces werden verdeeld. De onderaannemer leverde voor de noodzakelijke testen gratis materiaal, terwijl de architect de kosten voor het ontwerp en het testen voor zijn rekening zou nemen. De architect moest daarbij, volgens hen, een niet te ingewikkeld product willen maken of het geheel ingewikkeld willen testen. A+ probeerde tevens de toeleveranciers voor het bouwsysteem samen een maatschappij te laten vormen op een soortgelijke manier als de auto-industrie [Womack e.a. 1990]. De daartoe uitgenodigde bedrijven werden op grootte geselecteerd, zodat ze allemaal even machtig zouden zijn. A+ bleef daarbij vrij in het kiezen van producenten.

Inductieve conclusie

Architecten kunnen door beïnvloeding van de bouwprocesvorm de mogelijkheden tot componentontwerpen vergroten. Het is daarom voor architecten belangrijk om met de opdrachtgever te onderhandelen over de inrichting van het bouwproces.

Afspraken met de opdrachtgever

Het is tevens belangrijk in een vroeg stadium met de opdrachtgever het door hem gewenste programma van eisen te relateren aan het beschikbare budget [Van Heeswijk]. Hierdoor wordt duidelijkheid geschapen over de reële verwachtingen van een opdrachtgever over een bepaald budget. Componentontwerpen staat echter niet omschreven in de taakomschrijving van de architect [BNA 1998]. De architect wordt daarom niet apart betaald voor het componentontwerpen. De architect moet de tijd en overige kosten die hij of zij daarvoor maakt, zien als onderdeel van de taak om een goed gebouwontwerp te genereren. Of er moeten met de opdrachtgever aparte afspraken over gemaakt worden. In dit laatste geval zal de opdrachtgever hoogst waarschijnlijk voorgelicht moeten worden

over de voordelen van componentontwerpen en de wijze waarop deze opdrachtgever dit kan ondersteunen (zie hoofdstuk 11). Voor de componentontwerpende architect is het in ieder geval belangrijk in een vroeg stadium te weten wat voor budget er gereserveerd kan worden voor het ontwerpen en ontwikkelen van nieuwe componenten voor eigen of uit te besteden werk.

Discrepancies tussen bouwplan en opvattingen van de gebruiker [Gerssen], zoals gesignaleerd in het vorige hoofdstuk, zijn deels te voorkomen door goede communicatie in het stadium van de opdrachtverlening. De architect kan zijn portfolio laten zien aan toekomstige gebruikers, eventueel gevolgd door een collage van beelden die hij of zij associeert met de opdracht. De gebruiker kan een indicatie geven van zijn verwachtingen door voorbeelden van gebouwen te laten zien waarvan hij gecharmeerd is. Ook gezamenlijke excursies van opdrachtgever en architect langs soortgelijke projecten kunnen een bijdrage leveren om de verwachtingen en het uiteindelijke voorstel beter op elkaar af te stemmen. Nadelig in dit geval is de situatie waarin de architect niet rechtstreeks met de uiteindelijke gebruiker communiceert maar via een intermediair zoals een projectontwikkelaar. In de communicatie via een intermediair gaat namelijk waardevolle informatie verloren.

Inductieve conclusies

Architecten kunnen opdrachtgevers voorlichten over componentontwerpen:

- Door de opdrachtgever de voordelen van de nieuw te ontwikkelen en ontwerpen producten duidelijk te maken;
- Door aan de opdrachtgever uit te leggen wat hij kan betekenen voor het productinnovatieproces.

ORGANISATIE VAN HET COMPONENTONTWERPPROCES

Werken met alternatieven

In de Lignostone-case werden geen alternatieven ontwikkeld die onderling werden vergeleken. Dit was conform het architectonisch proces van het betreffende architectenbureau waar voor het gebouwontwerp ook geen alternatieven werden ontworpen.

Andere architectenbureaus werkten wel met alternatieven in hun ontwerpproces [Gerssen, Van der Hoeven, Zwarts & Jansma]. In de krommelligercase werden bijvoorbeeld door de architect verschillende varianten overwogen. Er werden verschillende materiaalvarianten uitgezet bij producenten. Aan de betrokken producenten werd overigens niet gemeld dat dat het geval was. In de vloersysteemcase werden er ook volop alternatieven overwogen, maar dit betrof dan ook een ontwikkelingstraject van een standaardproduct.

Producenten boden architecten ook vaak alternatieven aan. Zo bood Van Dam in de case van het Vaanplein verschillende alternatieven aan waarvan de voor- en nadelen op een rijtje werden gezet. De architect maakte de uiteindelijke keuze binnen de randvoor-

waarden van de opdrachtgever. Dit keuzeproces bleek een iteratief proces te zijn, waar de klant elementen uit de verschillende alternatieven gecombineerd wilde zien. De producent was vervolgens genoodzaakt uit te zoeken of dit inderdaad mogelijk was.

Er is een verschil te constateren in het omgaan met alternatieven tussen standaard- en projectgebonden producten. Tijdens productinnovatieprocessen voor standaardproducten worden eigenlijk altijd alternatieven ten opzichte van elkaar afgewogen. Bij projectgebonden productinnovatie wordt dit vaak niet gedaan.

Een logische reden daarvoor is dat voor projectgebonden producten minder tijd en geld beschikbaar is. Verder is het minder belangrijk de optimale oplossing te vinden, dit in tegenstelling tot de ontwikkeling van een standaardproduct dat goed doordacht op de markt moet verschijnen. Er lijkt echter ook een andere reden te zijn. Of een architect tijdens het componentontwerpen alternatieven op een rijtje zet, lijkt samen te hangen met het feit of hij gewend is alternatieve gebouwontwerpen te maken. Dit zou betekenen dat de manier waarop architecten het proces van componentontwerpen inrichten, samenhangt met het methodologisch schema van de architect.

Inductieve conclusie

Drie redenen voor architecten om met alternatieven te komen in geval van projectgebonden productinnovatie zijn: het hoort bij de eigen ontwerpmethodologie, het geven van een keuzemogelijkheid aan opdrachtgevers en onzekerheid over het materiaal waarin de component het beste uitgevoerd kan worden.

Fasen

Afhankelijk van de beschikbare tijd, het vertrouwen van de opdrachtgever en de verwachte weerstanden werd besloten of er een stappenplan opgesteld diende te worden. Het bouwproces gaf vaak zelf al voldoende structuur [Lignostone-case]. Of er door het architectenbureau een stappenplan werd gemaakt voor het proces van het componentontwerpen, werd daarmee afhankelijk van het project. De methode van aanpak in de Lignostone-case was als volgt. Eerst werd de sfeer die het gebouw moest krijgen bepaald. De doorsnede werd ontworpen en van daaruit werd het voorlopige ontwerp gemaakt. In de fase van het voorlopige ontwerp (VO) waren er vastomlijnde ideeën over de doorsnede van de expositieruimte en had men het idee om Lignostone te gebruiken. Daarna werden de ideeën verder ontwikkeld in het definitieve ontwerp. Bij het definitieve ontwerp (DO) waren de ideeën concreter, maar was er geen zicht of het wel haalbaar zou zijn qua tijd, geld en bouwtechnische eigenschappen. Pas bij de uitwerking van het budget en het bestek werd duidelijk in hoeverre de opdrachtgever er vertrouwen in kon hebben. In de bestekfase kwam er eindelijk zekerheid over toepassing van Lignostone. Vervolgens werd een model gebouwd, wat daarna beproeft werd.

Bouwproductontwikkelaar Deibel gaf aan altijd een plan van aanpak te maken, ook voor projectgebonden producten. Bij de ontwikkeling van standaard- en systeemproducten door producenten is het eveneens gebruikelijk om met een fasering te werken. Een mogelijke verklaring voor het niet hanteren van een afzonderlijke innovatieprocesfasering

van projectgebonden producten door architecten en producenten is het feit dat de koppeling aan het bouwproces al voor een dergelijke fasering zorgt.

De architectenbureaus die hun proces hebben laten certificeren, zijn momenteel nog in de minderheid. Veel producerende bedrijven hebben in het afgelopen decennium daarentegen hun proces wel gecertificeerd. Zo ook Van Dam. De fasering van het project, zoals vastgelegd in de kwaliteitsprocedures, werd echter soepel gehanteerd. Dat paste beter bij de organisatie van het bedrijf.

Inductieve conclusie

De fasering van het productinnovatieproces van projectgebonden producten wordt vaak niet apart opgesteld, omdat er een sterke koppeling met het bouwproces is. Als er een externe productontwikkelaar door het architectenbureau wordt ingehuurd, of als in uitzonderlijke gevallen door complexiteit van het proces, de beschikbare tijd of door vragen van de opdrachtgever daartoe aanleiding is, wordt er wel een aparte procesfasering geformuleerd.

Coördinatie tussen partijen

In de Lignostone-case werd voor coördinatie tussen de verschillende partijen gezorgd doordat elke stap gedocumenteerd werd en er dus altijd teruggerepen kon worden op de gemaakte afspraken. In alle cases had de architect contact met de producent, behalve in de sandwichpanelencase. Hier had de producent alleen contact met de aannemer van de gevel. Dat was begrijpelijk gezien de complexiteit van het project en de geografische spreiding van de betrokken bouwpartijen en leverde geen problemen op. Bij de vangrail-case was er overleg tussen de producent en de aannemer en de architect.

Tijdens productinnovatieprocessen kan er sprake zijn van wisseling van contactpersonen. Dat was bijvoorbeeld het geval in de vangrailcase na het verkrijgen van de opdracht. In eerste instantie werd het contact met de klant verzorgd door een verkoopmedewerker, na het verkrijgen van de opdracht ging dit over op de projectleider van de uitvoering. Deze manier van organiseren had voor de architect voornamelijk nadelen. De verkoopmedewerker beschikte over informatie die van pas kwam bij het doorvoeren van bezuinigingen, maar was in die fase niet meer bij het project betrokken. De verkoopmedewerker kon tevens harder onderhandelen met de klant omdat de uitvoering van het project niet onder zijn verantwoordelijkheid viel. Voor de producent was dit laatste punt uiteraard juist voordelig. Na de opdrachtverlening was er naast contact met de projectleider ook contact met iemand van de R&D-afdeling als er over technische zaken werd gesproken. Een wisseling van contactpersonen bleek een reden te zijn waarom de verschillende bouwpartners weer intensief met het project aan de gang gingen. Bij een dergelijke wisseling was het voor de opdrachtgever relatief makkelijk veranderingen aan te brengen.

Buiten de cases werd het voorbeeld aangedragen van een opdrachtgever die de aannemer passeerde om een eis uit het ontwerp te schrappen. Als de opdrachtgever niet communiceert met de aannemer, maar met de producent, kan laatstgenoemde in een

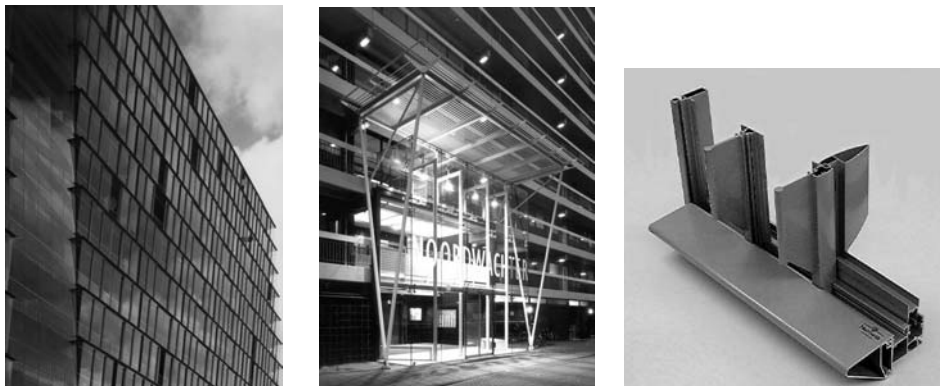
lastig parket terechtkomen. Bypasses in de bouwprocesorganisatie kunnen heel efficiënt zijn, maar bij dergelijke handelingen moet niet vergeten worden de andere bouwpartijen op de hoogte te brengen van de afspraken en wijzigingen.

Inductieve conclusies

- Het documenteren van de afspraken is belangrijk bij het bewaken van de afspraken in het gebouwonwerp- en het productinnovatieproces. Deze afspraken liggen vast in de correspondentie en contractstukken in de vorm van VO- en DO-tekeningen en het bestek;
- De architect is bij het componentontwerpen niet altijd de partij die de contacten onderhoudt met de producent. De informatie-uitwisseling kan ook via de aannemer verlopen. Wettelijk gezien hebben producenten bij de uitvoering vaak alleen met de hoofdaannemer te maken. Daarom is het belangrijk dat architecten en opdrachtgevers samen met deze aannemers hun eisen en wensen afstemmen.
- Tijdens het productinnovatieproces kunnen contactpersonen wisselen. Als er deelnemers in het ontwikkelingstraject wisselen, worden er makkelijker aanpassingen in het productontwerp geaccepteerd.

ATTITUDE

De bereidheid onderling kennis uit te wisselen in een intern team wordt gestimuleerd doordat persoonlijke waarden en uitgangspunten overeenkomen met die van het bedrijf [Weggeman 1997, p. 53]. Het is aannemelijk dat dit ook geldt voor teams in het bouwproces. Bij het samenstellen van een team is het daarom belangrijk in te schatten of de waarden en uitgangspunten van de verschillende personen bij elkaar passen.



Figuur 14-15 De renovatie / verbouwing van De Noordwachter en De Brandaris door Hans van Heeswijk
Architecten met een innovatieve gevel

Verschillende actoren hebben andere belangen maar hebben samen voor een deel wel eenzelfde doel, namelijk realisatie van het bouwproject. De meeste actoren, uitgezonderd de adviseurs, hebben er direct belang bij dat het project ook werkelijk uitgevoerd wordt. Op het niveau van het ontwikkelteam voor een projectgebonden product wordt eveneens een collectief doel geformuleerd; de totstandkoming van een nieuwe bouwcomponent.

Architecten bleken in de praktijk de bereidheid om informatie uit te wisselen te stimuleren door invloed uit te oefenen op de selectie van de adviseurs. De door de componentontwerpende architect aan de opdrachtgever voorgestelde partijen voor het bouwproces werden geselecteerd op het openstaan voor productinnovatie [Henket, Van Heeswijk] en de bereidheid om mee te denken. Partijen met een dergelijke open instelling voor productinnovatie maken het makkelijker om onderling informatie uit te wisselen. Architecten die voor deze tactiek kiezen, zullen actoren uitzoeken op basis van ervaring of reputatie. In dit geval kiest de architect ervoor om naast de gebruikelijke criteria van prijs, betrouwbaarheid en expertise een extra eis aan de partijen te stellen. Hiermee beïnvloedt de architect de ruimte en regels van het productinnovatieproces. Indien selecteren van de bouwpartners niet mogelijk is, dan heeft de architect de mogelijkheid om door middel van oriënterende gesprekken een nieuwe actor te peilen op de bereidheid tot samenwerking in geval van productinnovatie.

Architecten hebben de taak om andere partijen ervan te overtuigen en te motiveren om hen de benodigde steun te geven. Architecten zijn van anderen afhankelijk voor informatie, middelen, arbeid en hun medewerking. Zo moet er een producent bereid gevonden worden om de componenten te produceren, wat in de Lignostone-case nog niet zo vanzelfsprekend bleek. En er moet iemand bereid zijn de componenten te monteren op de bouwplaats. Ook in de relatie tussen architect en de opdrachtgever moet er sprake van vertrouwen zijn, zodat de architect door kan gaan met het laten uitkristalliseren van het idee voor een nieuwe component. De opdrachtgever zal er in het begin van overtuigd moeten worden dat het in zijn of haar voordeel is dat er een component ontworpen wordt. Ook tijdens het proces is het belangrijk de opdrachtgever te enthousiasmeren en op de hoogte te houden van het te ontwikkelen product. Door onzekerheid over eventuele risico's kan de opdrachtgever anders terugkomen op zijn of haar beslissing.

Omdat voor projectgebonden productinnovatie extra inspanningen van andere bouwpartners worden gevraagd, is het zaak ervoor te zorgen dat er een coöperatieve sfeer bestaat tussen de verschillende partners. Dit is ook in het belang van de informatie-uitwisseling, afstemming en coördinatie van de verschillende deelopdrachten die door diverse bedrijven worden uitgevoerd.

Inductieve conclusie

Architecten kunnen gunstige randvoorwaarden voor componentontwerpen creëren door potentieel ambitieuze professionals te zoeken als partners bij het productinnovatieproces en door de verschillende partijen te motiveren.

AL OF NIET AFSTAPPEN VAN EEN IDEE

Andere partijen kunnen de architect steunen een bepaald idee te gebruiken bij het componentontwerpen of helpen met het doorbreken van een impasse. Het architectenbureau in de Lignostone-case twijfelde eraan of Lignostone wel moest worden gebruikt, omdat het wellicht te duur zou worden. Er ontbrak immers nog zoveel technische kennis met betrekking tot de toepassing van het product in de bouw. De constructeur motiveerde het architectenbureau om het materiaal toch toe te passen in dit ontwerp. Omstandigheden die voor een verdere ontwikkeling van de Lignostone-componenten pleitten, waren: de goede relatie met de opdrachtgever, de innovatieve doelstelling van het museum, het relatief hoge, beschikbare budget en het feit dat er, gezien de sfeer die het architectenbureau wilde nastreven in het ontwerp en de specificaties waaraan de gevelstijl moest voldoen, eigenlijk geen alternatief was voor Lignostone.

Voor de vangrailcase gold dat het project helemaal in detail uitgewerkt bij de producent binnenkwam. Doordat de aanbesteding te duur bleek, ontstond er een impasse in het project. Doordat de R&D-afdeling van Van Dam met een suggestie voor een vereenvoudigd ontwerp kwam, kon de prijs naar beneden. Door het ontwerp aan te passen kon zo het project toch worden uitgevoerd.

Veranderingen kunnen aan de andere kant juist spanningen veroorzaken tussen de verschillende partijen. In de vloersysteemcase was er een intern conflict over het feit of er wel of niet mocht worden afgestapt van het oorspronkelijke idee. Afstappen van het oorspronkelijke idee om een compleet bouwsysteem te ontwikkelen, zou de relaties met het bedrijf van de idee-initiator kunnen schaden en de verleende subsidies in gevaar kunnen brengen.

Van Laarhoven [Lignostone-case] waarschuwde ervoor om in een laat stadium, als alle partijen uitgaan van een bepaalde hoedanigheid van het product, het ontwerp weer te veranderen. Dit zorgde namelijk voor veel irritatie en werkte in de hand dat bouwpartijen zich afwachtend gingen opstellen [Van Dam]. Architecten kunnen in een late fase in het bouwproject een nieuw en beter idee krijgen over het componentontwerp. Het is echter vaak beter om te wachten met de realisatie ervan tot een nieuw project, omdat met het

doorvoeren van het nieuwe idee de steun van de andere bouwpartners in gevaar kan komen. Zij hebben inmiddels immers ook geïnvesteerd in het proces en zullen niet alleen teleurgesteld zijn dat een investering voor niets blijkt, maar ook een afwachtende houding aannemen, of erger nog, dwars gaan liggen in het vervolgtraject.

Om kleine veranderingen mogelijk te maken, kan in overleg worden bepaald welke beslissingen in een later stadium kunnen worden genomen. Er kunnen afspraken worden gemaakt over wanneer welke beslissing genomen dient te zijn. Bij het toepassen van dergelijke tactieken moet rekening gehouden worden met de levertijd van de productiematerialen en de tijd die de producent nodig heeft voor de productie. Uiteraard moet ook rekening worden gehouden met de tijd die eventueel nog noodzakelijke engineering in beslag neemt. Daarmee wordt irritatie bij de producent of de aannemer voorkomen. Van irritatie was bijvoorbeeld sprake toen de architect de kleur van de panelen wilde veranderen bij het vliegveldproject in Hongkong. Om dit te voorkomen kunnen algemene afspraken gemaakt worden, zodat er wel een prijs kan worden gemaakt, maar dat bepaalde eisen nog niet geheel vastliggen. Met betrekking tot de kleur had afgesproken kunnen worden dat er een standaardkleur gebruikt zou worden. Wil de architect een andere standaardkleur, dan is die mogelijkheid aanwezig. Moet er een kleur worden aangebracht die niet standaard is, dan zullen de extra kosten vergoed moeten worden.

Inductieve conclusies

- Andere partijen betrokken bij het bouwproces kunnen de architect stimuleren het componentontwerpen door te zetten;
- Het veranderen van het productidee door architecten, zonder overleg met de betrokken producenten kan de relatie schaden en daarmee het productinnovatieproces. Afwijken van al gemaakte afspraken, zoals vaak in het bouwproces gebeurt, zet de samenwerking van partners onder druk. De architect heeft de mogelijkheid het verbeterde idee in een volgend bouwproject toe te passen.



Figuur 17-18 Het Architectenbureau de Ruiter ontwikkelde het gevelprincipe van project M1 in Nijmegen verder uit voor M2

10 AANBEVELINGEN VOOR COMPONENTONTWERPENDE ARCHITECTEN

Het componentontwerpen wordt beïnvloed door zaken in het productinnovatieproces zelf, en gewoonlijk ook door het bouwproces. Om de mogelijkheden voor het componentontwerpen te verruimen, zullen componentontwerpende architecten voor beide soorten processen strategieën en tactieken moeten bepalen. Een strategie is een visie op hoe een bepaald doel te bereiken is, uitgewerkt in een plan met een systematisch samenstel van handelingen die erop gericht zijn dit te bereiken. En een tactiek is een handeling die deel uitmaakt van een strategie. Het is een onderdeel in het plan om het ingebeelde einddoel te behalen.

In de praktijk zullen de strategieën en de gehanteerde tactieken voor sturing van het productinnovatieproces en het bouwproces door elkaar lopen. Dat is de reden waarom er in dit onderzoek geen onderscheid is aangebracht tussen deze twee niveaus, maar dat er is gekozen voor een onderverdeling volgens de categorieën van de beheersaspecten (zie hoofdstuk 3).

Er kan verder onderscheid gemaakt worden tussen strategieën en tactieken voor de inrichting en de sturing van het componentontwerpproces. De eerste groep van strategieën en tactieken is erop gericht om zo gunstig mogelijke randvoorwaarden te creëren voor het componentontwerpen. Zij hebben als doel dit proces, evenals het bouwproces waarbinnen dit moet plaatsvinden, zodanig in te richten dat er volop mogelijkheden aanwezig zijn voor het ontwerpen van nieuwe componenten. Tevens dienen zij ervoor om gunstige voorwaarden te creëren voor coöperatief gedrag van andere bouwpartners. Om de randvoorwaarden te kunnen sturen zullen architecten zo vroeg mogelijk, zelfs voor het verkrijgen van de bouwopdracht, na moeten denken over de te volgen strategie ten aanzien van het componentontwerpen.

De tweede groep van strategieën en tactieken heeft als doel het proces van componentontwerpen zo soepel mogelijk te laten verlopen door zo goed mogelijk gebruik te maken van de aanwezige hulpbronnen en door hindernissen te vermijden ofwel te over-

winnen. Door na te denken over waar hulpbronnen voor het componentontwerpen te vinden zijn, en hoe en wanneer zij het beste zijn aan te wenden, neemt de kans toe dat zij optimaal benut worden. Zodoende kunnen architecten componenten genereren die beter voldoen aan de eisen en wensen van henzelf en van hun opdrachtgevers, en kunnen vaker mogelijkheden tot productinnovatie worden benut.

Op vijf hieronder beschreven gebieden kunnen strategieën en tactieken ontwikkeld worden voor de regulering van componentontwerpprocessen. Deze vijf gebieden zijn:

- Het inwinnen van relevante informatie;
- Het stimuleren van componentontwerpen binnen het eigen architectenbureau;
- Het stimuleren van het ontstaan van kennis in de industrie op een zodanige wijze, dat ontwerpideeën die met de huidige stand van de techniek niet te realiseren zijn, in de toekomst wel gerealiseerd kunnen worden;
- De inrichting van het componentontwerpproces;
- De sturing van het productinnovatieproces tijdens het doorlopen ervan.

INWINNEN VAN RELEVANTE INFORMATIE

Gegevens over nieuwe materialen, bewerkings- en productietechnieken zijn een vorm van informatie. Kennis hiervan geeft de architect grotere vrijheid in het ontwerp. De ontwerper kan nu beter beoordelen wat wel en niet mogelijk is bij een bepaalde hoeveelheid te ontwerpen componenten qua productietechnieken, uitvoering en vormgeving. Dergelijke kennis helpt architecten bij het ontwerpen en is een bron van inspiratie. Over deze kennis hoeft de architect echter niet noodzakelijkerwijs zelf te beschikken. Ontwerpers kunnen anderen inschakelen om in deze kennis te voorzien. Belangrijk is wel dat de architect in kwestie kennis van anderen (industrie / adviseurs) op een constructieve manier kan integreren.

Het is nuttig om te weten waar deze kennis vandaan komt (zie hoofdstuk 9, § Informatie). Grofweg zijn deze informatiebronnen afkomstig uit de bouwindustrie, de toeleverende industrieën of branchevreemde industrieën. Er zijn verschillende tactieken om toegang te krijgen tot dergelijke informatie en het gebruik ervan te verbeteren:

- Het bezoeken van tentoonstellingen, beurzen en bedrijven van allerlei producenten;
- Het spreken met vakgenoten en andere partijen in de bouw over innovatieve oplossingen, zoals bij Boosting;
- Het inhuren of in dienst hebben van bouwproductontwikkelaars;
- Het betrekken van innovatieve partijen bij het bouwproces, zoals bijvoorbeeld constructeurs, bouwfysici of installateurs. Zij kunnen vernieuwende principes aandragen. Deze methode werkt het best als de betreffende partij ook de verantwoordelijkheid krijgt voor de uitvoering van zijn ideeën;
- Het bijhouden van nieuwe technische ontwikkelingen in vakliteratuur en overige media;

- Het onttrekken en gebruiken van principes of ideeën uit andere industrieën en gebouwen;
- Het structureren van de vergaarde informatie;
- Het kritisch onderzoeken van de aangedragen informatie en de eigen veronderstellingen;
- Het expliciteren van eigen kennis en ervaring voor andere bureaumedewerkers;
- Het brainstormen over verbeteringen in ontwerp en ontwerpprocessen;
- Het maken van variaties op bekende oplossingen;
- Trial and error.

Deze mogelijkheden staan niet op zichzelf, vaak worden combinaties gebruikt. Voorwaarde is dat de architect tijd neemt voor het volgen van ontwikkelingen, die als inspiratie kunnen dienen voor oplossingen of ideeën voor nieuwe componenten. Het is van belang dat de architect kan vertrouwen op de bron van deze nieuwe kennis. Het minste risico loopt de architect als de partij waarvan de informatie afkomstig is (deels) verantwoordelijk gemaakt wordt bij de uitvoering van dat aspect. Het onderhouden van contacten met producenten los van de bouwprojecten heeft voor architecten als voordeel dat zij veel beter op de hoogte raken en blijven van de nieuwe technische mogelijkheden. Bovendien geeft het inzicht in de interesses van de producent. Deze kennis kan van pas komen als er zich een gelegenheid voor componentontwerpen aandient.

Door ook een dialoog te voeren met collega-architecten over de manier waarop zij productinnovatieprocessen aanpakken en door de eigen vooronderstellingen zo veel mogelijk expliciet te maken, kan het eigen arsenaal aan mogelijkheden worden vergroot.

STRATEGIE VORMEN BINNEN HET BUREAU

Een architect-directeur van een architectenbureau kan twee fundamenteel verschillende houdingen hebben ten opzichte van de rol van zijn of haar medewerkers in het componentontwerpproces. De architect-directeur kan enerzijds zijn of haar positie binnen de hiërarchische structuur benadrukken en werknemers van het bureau louter inzetten voor het uitzoeken en uitwerken van de eigen ideeën (*top-down approach*). Anderzijds kan de architect-directeur wachten op oplossingen die (assistent)-ontwerpers aandragen (*bottom-up approach*). Er is ook een tussenvorm mogelijk waarbij de architect-directeur zich coöperatief opstelt en in samenwerking met projectleiders en (assistent)-ontwerpers ideeën ontwikkelt voor het ontwerp (*middle-up-down*). In het eerste geval is het ontwerp het product van de architect-directeur. In het tweede geval is er sprake van een werknemer met ondernemingszin. In het derde geval, waarbij de projectleider de coördinerende rol op zich neemt, is het ontwerp van het hele bureauteam. Het voordeel van deze derde vorm is dat veel meer ideeën, gezichtspunten en informatiebronnen voor het componentontwerpen worden benut.

De gewoontes en de cultuur op het architectenbureau zijn er mede verantwoordelijk voor of de individuele architect zich aan componentontwerpen waagt. Daarmee is innovatie op een architectenbureau mede afhankelijk van:

- De visie van de verantwoordelijke projectarchitect;
- De contacten die deze projectarchitect heeft voor en tijdens de periode dat hij of zij aan het project werkt;
- De wil en de kennis die deze projectarchitect heeft om iets nieuws tot stand te brengen;
- De randvoorwaarden van het project;
- De inventiviteit van de projectmedewerkers om de randvoorwaarden te beïnvloeden;
- De eisen en wensen van de opdrachtgever;
- De houding en medewerking van de eventueel betrokken bouwmanager;
- Of componentontwerpen usance is in de bureaucultuur;
- De technische en creatieve bagage van de productmedewerkers;
- Goede communicatie met andere bureauleden met soortgelijke ervaringen;
- Contacten met productinnoverende architecten of industrieel ontwerpers buiten het bureau.

Bij een architectenbureau waarvan het management overtuigd is van de voordelen en de noodzaak van productinnovatie, hoort naast een visie over wat men wil bereiken met componentontwerpen, een bureaustrategie met betrekking tot het inrichten van dergelijke processen. Er kan doelbewust een omgeving worden gecreëerd waarbij productinnovatie gestimuleerd wordt door het uitwisselen van informatie binnen een bureau over het ontwerpen van componenten en het uitbreiden van de beschikbare kennis. Een belangrijk onderdeel daarin is het uitwisselen van ervaringen. Als nieuwe bouwcomponenten deel uitmaken van de prestaties waarom het bureau door opdrachtgevers en de vakpers gewaardeerd wordt, zal dit uiteraard het componentontwerpen stimuleren. Indien componentontwerpen een realistische optie is binnen het bureau, zijn er mogelijkheden om het te bevorderen. De ontwikkeling van creatieve ideeën en impliciete kennis kan in een organisatie echter niet worden afgedwongen. Wel kan de bureaudirectie condities scheppen waarin het creatieve denken op het gebied van de bouwtechnische materialisatie meer kans krijgt. Het creatieve bouwtechnische / innovatieve klimaat kan worden bevorderd door:

- Het aantrekken van creatieve bouwtechnische medewerkers en 'anders denkenden' uit een andere generatie, ander vakgebied of cultuur zodat mensen met verschillende achtergronden en ideeën in dienst zijn;
- Het belonen van initiatief en creativiteit met betrekking tot bouwtechnische innovaties;
- Het stimuleren van contact met diverse specialisten;
- Het bijeenbrengen van professionals uit vakgebieden die elkaar normaal in hun werk zelden ontmoeten of die normaliter niet komen tot uitwisseling van informatie relevant voor het componentontwerpen;
- Het realiseren van evaluatie en terugkoppeling met betrekking tot het handelen en ontwerpen van het bureau;

- Het gezamenlijk zoeken naar mogelijkheden tot synergie met producenten van elementen en componenten;
- Het aanmoedigen van aan componentontwerpen gelieerde interesses en het aan elkaar doorgeven van externe ontwikkelingen in zowel architectuur als bouwtechnologie;
- En het stimuleren van informatie-uitwisseling door het lezen en schrijven van artikelen en het presenteren van resultaten op bijeenkomsten en het bijwonen ervan.

Een bedrijf of een bedrijfstak is voor kennisproductie afhankelijk van zijn werknemers. Er zijn verschillende strategieën te ontwikkelen om de kennis beter te verspreiden¹:

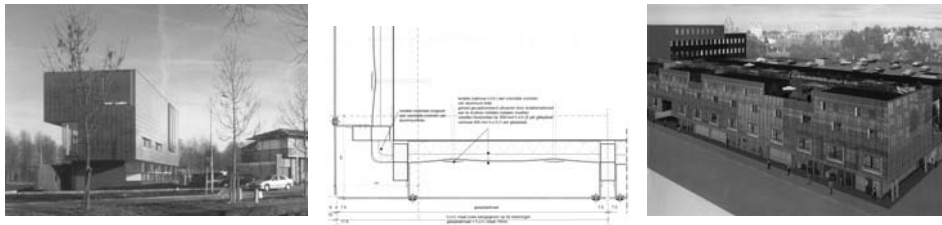
- Kennis delen door samen te werken in wisselende teams en projectgroepen;
- Persoonsgebonden kennis zoveel mogelijk expliciteren, uitdragen en vastleggen in documenten (handboeken, stappenschema's, ontwerptekeningen, projectevaluaties en dergelijke);
- Kennis institutionaliseren door inrichting van kennissystemen;
- Het creëren van materiële, sociale en vooral affectieve barrières waardoor kenniswerkers minder snel geneigd zijn het bedrijf of de branche te verlaten;
- Het uitwisselen van werknemers tussen afdelingen en bedrijven [Emmitt 1997, p. 185].

Binnen de bouw worden al deze strategieën toegepast. Als er echter naar de verspreiding van kennis gerelateerd aan projectafhankelijke producten wordt gekeken, wordt duidelijk dat de eerste en laatste strategie, de mondelinge overdracht, de belangrijkste manier is waarop de kennisuitwisseling in de bouw tot stand komt. Veranderende samenstellingen van de externe projectteams met mensen uit verschillende organisaties en uitwisseling van kennis door van baan wisselende werknemers blijken cruciaal voor de verspreiding van kennis met betrekking tot projectgebonden producten (zie ook hoofdstuk 11).

Tot de strategieën die componentontwerpen bevorderen, behoren ook maatregelen als het reserveren van budget binnen het bureau voor componentontwerpen. Volgens Booz, Allen en Hamilton [1982] investeren producerende bedrijven die het meeste succes boeken met innovatie op een constante basis in de ontwikkeling van nieuwe producten. Zij hebben een strategie voor het ontwikkelen van nieuwe producten die gekoppeld is aan het strategische bedrijfsplan en ze hebben het proces van productinnovatie geformaliseerd om dit te kunnen beheersen. Een dergelijk bedrijfsplan en investeringsbeleid kan architectenbureaus ook helpen bij het beschikbaar maken van bouwcomponenten die passen in de ontwerpfilosofie van het bureau.

In het bureau zou gebrainstormd kunnen worden over welke componenten wenselijk en / of essentieel zijn bij de vormgeving van de gewenste bureau-architectuur. Aan de hand daarvan kan uitgezocht worden hoe dergelijke componenten kunnen worden gerealiseerd. Daarbij zou het maken van een plan van aanpak horen waarin wordt bepaald wie, voor wat en wanneer, verantwoordelijk is. In dergelijke omstandigheden kunnen expli-

ciete doelen ontwikkeld worden voor een opeenvolging van bouwprojecten waarin een bepaald product steeds verder ontwikkeld wordt. Dit komt overeen met in de productontwikkelingsliteratuur gegeven aanbevelingen voor producenten. Daarin wordt benadrukt dat het belangrijk is dat het topmanagement duidelijk het gebied afbakt waarbinnen de productinnovatie moet plaatsvinden en op wat voor soort categorieën producten het bedrijf zich wil richten [Hamel & Prahalad 1994]. Het topmanagement zou volgens deze aanbevelingen criteria moeten formuleren voor het selecteren van nieuwe producten, zodat duidelijk is binnen de organisatie waaraan de plannen voor een nieuw product moeten voldoen. Een dergelijke afbakening kan van belang zijn voor zowel producenten als voor architectenbureaus waar componentontwerpen deel uitmaakt van de bureaustrategie.



Figuur 1-6 Productinnovatie van een gevel in opeenvolgende projecten door Meyer en Van Schooten: Amstelveens Vertaalburo, appartementencomplex De Steven en Multifunctioneel gebouw Beekpark.



Door het componentontwerpen zelf en de vormgeving van het proces vergaart het bureau steeds meer kennis en zelfvertrouwen. Deze tendens is ook waar te nemen bij de bureaus van Renzo Piano, Norman Foster, Nicolas Grimshaw, Michael Hopkins en Richard Rogers. Deze bureaus waren in de jaren tachtig bekend als de hightech bureaus, omdat ze koketteerden met het bereikte niveau van de techniek in de constructieve vormgeving. Inmiddels is de aandacht verruimd met andere aspecten zoals klimaatbeheersing, het terugdringen van het energiegebruik en duurzaam bouwen. Dit heeft tot gevolg dat het componentontwerpen in deze bureaus zich actief bezighoudt met de meeste, zo niet alle onderdelen van gebouwen en bouwwerken.

Ook minder bekende bureaus werken volgens dit idee. Architecten kunnen besluiten om

voor elk project een nieuw product te ontwerpen en te ontwikkelen en gaandeweg een groep van componenten te laten ontstaan waaruit gekozen kan worden bij toekomstige opdrachten: een bureaugebonden componentassortiment. Deze karakteristieke componenten sluiten dan precies aan bij de eisen en wensen van de architect en de manier waarop hij of zij bepaalde ontwerp oplossingen wenst te materialiseren.

STIMULEREN VAN KENNISONTWIKKELING IN DE BOUW

Architecten zijn verantwoordelijk voor de maakbaarheid van het door henzelf bedachte ontwerp. De opdrachtgever gaat ervan uit dat de door architecten gegenereerde gebouwontwerpen ook te realiseren zijn. Architecten zijn tevens de partij in het bouwproces met overzicht over het ontwerp en de daarachter liggende intenties. Daarmee zijn zij verantwoordelijk om ervoor te zorgen dat benodigde technische kennis beschikbaar is voor de door hen bedachte oplossingen. Het gevolg hiervan is dat als zij zaken zouden willen realiseren die technisch nog niet mogelijk zijn, zij er verantwoordelijk voor zijn dat de benodigde kennis voor het te realiseren project beschikbaar komt. Zij doen dit door producenten te motiveren om de technologie in de door hen voorziene richting aan te passen en te ontwikkelen, als er materialen of technieken moeten worden gebruikt die nog niet eerder op de voorgestelde wijze zijn toegepast. Dit kan gebeuren aan de hand van elkaar opeenvolgende projectgebonden componentontwerpprocessen, zoals in de vorige paragraaf reeds is vermeld. Indirect fungeert de architect daarmee als stimulator van de stand van de techniek in de bouwtechnologie.

Architecten die het belang zien van productinnovatie zouden dit kunnen tonen door elk bouwproject aan te pakken om nieuwe bouwcomponenten te ontwerpen. Hierbij kan geopereerd worden onder het motto van een eenproductregeling; het streven om bij elk bouwproject één nieuwe component te ontwerpen.

INRICHTEN VAN HET COMPONENTONTWERPPROCES

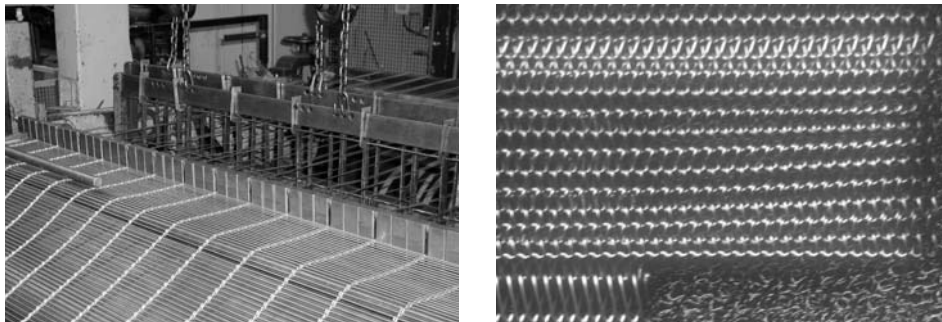
Het loont voor architecten de moeite om na te denken over de te volgen strategie ten aanzien van het inrichten van componentontwerpprocessen omdat hierdoor gunstige randvoorwaarden kunnen worden bewerkstelligd. Bij het inrichten van het componentontwerpproces zijn de volgende aspecten van belang:

a) De eigen houding te bepalen ten opzichte van het componentontwerpen. Door te filosoferen en te communiceren over componentontwerpen met collega's en vakgenoten kan blijken dat de eigen veronderstellingen moeten worden aangepast. Het bijstellen ervan creëert naar alle waarschijnlijkheid nieuwe mogelijkheden voor componentontwerpen.

b) De inrichting van het bouwproces verdient aandacht omdat hiermee randvoorwaarden voor het componentontwerpen worden vastgelegd. In de regel geldt dat naarmate architecten meer kennis en zeggenschap hebben in het bouwproces, zij meer mogelijkheden hebben om componenten te ontwerpen en de bijbehorende processen te

sturen (zie hoofdstuk 9). Bij de inrichting dient rekening gehouden te worden met de impact van de innovatie, de beschikbare tijd, de op het product van toepassing zijnde regelgeving en de attitude van de opdrachtgever.

c) Verder is de overweging tot koppeling of ont koppeling van het componentontwerp-proces en het bouwproces van belang (hoofdstuk 9). Ten eerste is er de mogelijkheid om de componenten te ontwerpen en ontwikkelen binnen de randvoorwaarden van het lopende bouwproces (geneste processen). Ook is het mogelijk de te ontwerpen componenten onafhankelijk van het aanbestedingsproces te ontwikkelen en via een directielevering deze componenten voor een bouwproject in te zetten (parallele processen). En tenslotte is het mogelijk om deze twee processen helemaal los te koppelen door samen met een producent een component te ontwerpen en ontwikkelen zonder daarvoor een concreet bouwproject op het oog te hebben. Deze vorm ligt voor de hand als er relatief veel tijd voor onderzoek nodig is. De architect neemt dan in feite een andere rol aan, namelijk die van industrieel ontwerper of bouwproductontwerper (gesepareerde processen). Bij componentontwerpen met een grote innovatie-impact zal relatief veel tijd nodig zijn voor het innovatieproces. Overwogen dient te worden of ruim voor de aanvang van het projectontwerp met het componentontwerpproces moet worden begonnen. In dit geval ligt het loskoppelen van de processen voor de hand.



Figuur 7-8 Voor de nieuwe parkeergarage van het AMC in Amsterdam van AA Architecten werd samen met Aldus een nieuw metaalgaas ontwikkeld

d) Het architectenbureau kan proberen intern alle benodigde technische kennis te verzamelen en zelf zoveel mogelijk het componentontwerpproces te sturen en te controleren. Daarnaast is er nog de mogelijkheid het componentontwerpen uit te besteden. De verantwoordelijkheden worden in dit geval uitbesteed aan bouwpartners of in productinnovatie gespecialiseerde bedrijven. Zo besteedt Foster Associates de verantwoordelijkheid voor te ontwikkelen bouwcomponenten uit aan het ingenieursbureau Ove Arup. In Nederland zijn er bedrijven, zoals Aldus en Robin Hood Productions, die het productinnovatieproces volledig van architecten kunnen overnemen. Een combinatie, deels uitbesteden en deels zelf doen of soms het componentontwerpen zelf doen en soms uitbesteden, is ook denkbaar. In alle gevallen blijft het noodzakelijk bewust na te denken over componentontwerpen. Ook in geval van uitbesteding moet immers bepaald worden welke componenten er ontwikkeld moeten worden, aan welke eisen deze componenten moeten

voldoen, in welke vorm dit moet gebeuren en aan wie dit het beste uitbesteed kan worden.

e) Tot slot helpt het om tijdens het projectgebonden productinnovatieproces een informatiestrategie te formuleren. Er zal geïnventariseerd moeten worden wat er aan kennis nodig is tijdens het proces; wie over welke kennis beschikt, wie ervoor verantwoordelijk is dat nog ontbrekende kennis geleverd wordt, wie in dit proces deze kennis nodig heeft en in welke vorm. Aan de hand hiervan kan worden bedacht hoe dit informatie-uitwisselingsproces het beste vorm kan krijgen.

STUREN VAN HET PRODUCTINNOVATIEPROCES

Na de tactieken voor het creëren van zo gunstig mogelijke randvoorwaarden, zijn er de tactieken die ingezet worden tijdens het doorlopen van het productinnovatie- en bouwproces. Bij het doorlopen van het productinnovatieproces is sturing nodig om de voortgang van het proces te bewaken. Sturing is dynamisch omdat er gereageerd moet worden op hindernissen en veranderende omstandigheden. Wanneer men bedacht is op mogelijke veranderingen kan de inrichting van het bouwproces ten gunste van productinnovatie aangepast worden. Als er bijvoorbeeld contactpersonen gewisseld worden tijdens het bouwproces schept dat een gelegenheid om zaken in productontwerp en organisatiestructuur te veranderen. De tactieken om productinnovatieprocessen zo goed mogelijk te laten verlopen tijdens de bouwopgave zijn in te delen in de volgende vijf aspecten: tijd, budget, kwaliteit, informatie / communicatie en attitude (zie hoofdstuk 9).

11 AANBEVELINGEN VOOR VERBETERING VAN DE RANDVOORWAARDEN

“The network...is interacted which means that nobody can change anything by himself; however, through succesful interaction anything is possible. Thus, in order to make changes others must be mobilized.” Håkan Håkansson [1987]

In het vorige hoofdstuk zijn aanbevelingen gegeven voor architecten die componenten willen ontwerpen. De randvoorwaarden waarbinnen zij dit doen kunnen echter ook verbeterd worden. Andere partijen in de bouw en de overheid kunnen hieraan bijdragen. In dit hoofdstuk wordt een aantal suggesties gegeven over hoe productinnovatie via het componentontwerpen door architecten gestimuleerd kan worden. Hiervoor bestaan op het niveau van de bedrijfstak drie mogelijkheden: het stimuleren van componentontwerpen door architecten, het verbeteren van de randvoorwaarden waarbinnen architecten met producenten samenwerken en het verbeteren van de informatie-uitwisseling.

STIMULEREN VAN PRODUCTINNOVATIE DOOR ARCHITECTEN

Gezien het incrementele karakter van productinnovatie in de bedrijfstak is *market pull* een belangrijke drijfveer voor vernieuwing (zie hoofdstuk 2). Componentontwerpende architecten zorgen voor een dergelijke *market pull*.

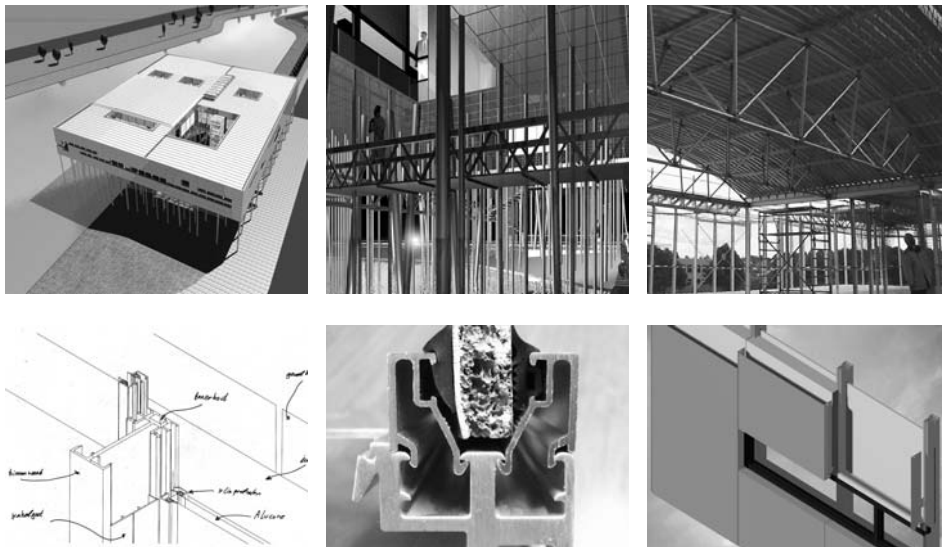
Als er een nieuw product ontstaat binnen het kader van een concreet bouwproject hebben alle betrokken partijen in meer of mindere mate invloed op dit productinnovatieproces (zie hoofdstuk 8). Dit betekent dat de partijen de randvoorwaarden waarbinnen architecten componenten ontwerpen, kunnen verbeteren en architecten zelfs kunnen stimuleren om hiertoe over te gaan. Een partij zal dit echter alleen doen als men de voordelen van dit componentontwerpen inziet. Niet alle partijen kunnen echter in dezelfde mate bijdragen aan het stimuleren van componentontwerpen door architecten. Buchanan en Huczynsky [1997] maken in dit verband het onderscheid tussen productiemacht, oftewel het vermogen om concreet iets bij te dragen, en hindermacht, oftewel slechts het vermogen om iets te verhinderen.

Hieronder wordt een aantal partijen uit het bouwproces met productiemacht besproken.

De partijen, die concreet kunnen bijdragen aan het versterken van de rol van architecten als *market puller*, zijn onder te verdelen in een groep bouwpartijen en een groep overige partijen. De eerste groep bestaat uit opdrachtgevers, producenten, bouwproductontwikkelaars, constructeurs en installatieadviseurs en bepaalde bouwbedrijven. De tweede groep bestaat uit de overheid en de samenstellers van de opleidingscurricula.

OPDRACHTGEVERS

Opdrachtgevers hebben de mogelijkheid om componentontwerpen door architecten te stimuleren. Veel opdrachtgevers vermijden echter liever innovatie en experimenten omdat dit in hun perceptie onbeheersbare kosten en overschrijding van opleveringsdata met zich meebrengt (zie hoofdstuk 8). Opdrachtgevers hebben echter ook zelf belang bij productinnovatie. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de groep opdrachtgevers niet homogeen is [Dullaart & Wichers Hoeth 1993]. (Semi)-overheidsorganisaties¹ bijvoorbeeld zijn er vaak juist op uit om innovatie in de bouw te stimuleren, omdat zij daarmee het beleid van de overheid uitvoeren. Een innovatief gebouw kan ook overeenkomen met de innovatieve doelstellingen van de organisatie zelf, zoals in het geval van het Teylers-museum. Een bedrijf kan met de bouw van een nieuw (hoofd)kantoor de innovatieve strategie van de eigen organisatie willen onderstrepen en daarom naar innovatie in het gebouwontwerp streven. Ook zijn er opdrachtgevers die met een gebouw voor hun eigen organisatie de mogelijkheden van een product of materiaal willen laten zien, zoals het Aluminium Centrum en A+ [vloersysteemcase]. Verder zijn er opdrachtgevers die erop gericht zijn om nieuwe architectonische stromingen een kans te geven, zoals het geval was bij de totstandkoming van het Rietveld / Schröder-huis.



Figuur 1-6 Voor het Aluminium Centrum van Architectenbureau Micha de Haas zijn nieuwe spanten en een nieuw gevelsysteem ontworpen en ontwikkeld

Er zijn ook opdrachtgevers die door het stellen van specifieke eisen het componentontwerpen stimuleren. Denk aan extra geluidsabsorberende eisen voor luchthaventerminals [sandwichpanelencase], veiligheid bij ambassades, trillingsvrije werkruimtes voor computers, flexibiliteit van de ruimtelijke indeling met het oog op veranderingen in een organisatie of stofvrije ruimtes voor de productie van chips. Dergelijke specifieke eisen zijn, vooral als zij ongebruikelijk zijn, niet op bevredigende wijze te realiseren met toepassing van standaard- en systeemproducten.



Figuur 7 Het Rietveld/Schröder-huis

Opdrachtgevers kunnen zodoende een direct belang hebben bij componentontwerpen als een manier om de prestaties van hun gebouw te vergroten.

Bij opdrachtgevers die niet bouwen voor eigen gebruik is er evenwel vaak minder ruimte voor specifieke eisen van de uiteindelijke gebruikers. Ten tijde van het gebouwontwerp is immers de gebruiker vaak nog niet bekend. Dergelijke opdrachtgevers zullen proberen te voldoen aan de algemene minimumeisen en wel zodanig dat er een gebruiker gevonden kan worden en dat er verdiend kan worden op de overdracht. Toch hebben deze opdrachtgevers belang bij componentontwerpen. Ten eerste wanneer zij veel gebouwen van hetzelfde type, bijvoorbeeld kantoren bouwen. Dit biedt de gelegenheid om de specifieke problemen die zich voordoen in deze gebouwen bij uitvoering, gebruik of onderhoud te verbeteren, zodat zij toekomstige klanten kwalitatief betere gebouwen kunnen aanbieden. Ten tweede kunnen zij proberen met behulp van componentontwerpende architecten in te spelen op bijzondere marktvragen door specifieke marketing concepten te ontwikkelen voor hun panden, bijvoorbeeld het aanbieden van hoog beveiligde bedrijfspanden.

Opdrachtgevers die regelmatig bouwen kunnen eveneens proberen de bouw- en faalkosten terug te dringen. Een vereiste hierbij is dat de ervaringen van gebruikers, ontwerpers en uitvoerders van de overgedragen gebouwen geëvalueerd worden. De resultaten van deze evaluatie kunnen, indien het geen eenmalige uitvoeringsfout betreft, worden vertaald in aanvullende eisen die verwerkt kunnen worden in toekomstige programma's van eisen. Aan de hand van dergelijke extra eisen kunnen bij een volgende bouwopgave componenten worden ontworpen die de gesignaleerde problemen oplossen.

Het ontwerpen van nieuwe bouwcomponenten is zodoende bij uitstek een manier om de kwaliteit van gebouwen te verhogen in termen van architectuur, gebruikerskwaliteit en bouwbaarheid van het integrale gebouw en zijn onderdelen. Omdat de componenten voor een concrete bouwopgave worden ontworpen, kunnen zij op de specifieke bouwopgave worden afgestemd. Dit biedt de gelegenheid om naast de kwaliteit van de onderdelen, ook de kwaliteit van het gebouw als geheel te verbeteren. Opdrachtgevers kunnen derhalve belang hebben bij componentontwerpen. Zij verkeren ook in een positie dat zij het componentontwerpen kunnen beïnvloeden. Zij hebben immers invloed op de vrijheid

van door hen ingehuurde architecten. Opdrachtgevers kunnen daarom helpen gunstige randvoorwaarden te creëren voor het componentontwerpen binnen de door hen gestelde bouwopgaven. Velen realiseren zich niet wat voor invloed het stellen van bepaalde randvoorwaarden op het componentontwerpen heeft (zie hoofdstuk 8). Zo worden de randvoorwaarden voor componentontwerpen geschaad bij de steeds kortere tijdslimieten voor het gebouwwontwerpen.² Deze tendens is begrijpelijk vanuit de wens de renteverliezen te beperken, maar men kan hier te ver in gaan, zodanig dat het eigen belang geschaad wordt. Er is een moment in de bouwtijdminimalisatie waarbij de beschikbare tijd voor voorbereiding en uitvoering te kort wordt voor het zoeken naar betere oplossingen, met als gevolg dat de gebruikelijkste oplossingen worden toegepast. Ook restricties in het bouwbudget kunnen architecten dwingen om naar nieuwe oplossingen te zoeken. Van restricties gaat immers de uitdaging uit om naar minder voor de hand liggende oplossingen te zoeken en de concepten die hieruit voortkomen vervolgens verder te ontwikkelen. Het gevaar is echter eveneens aanwezig dat het gevecht om de prijs het streven naar kwaliteit gaat overheersen, met als gevolg dat geen enkele vooruitgang in de prestaties van de ontwikkelde componenten kan worden geboekt. Ook hier is er dus een grens aan wat een ontwerpteam ervaart als ‘inspirerende uitdaging’.

Opdrachtgevers kunnen bijdragen aan het creëren van gunstige randvoorwaarden voor componentontwerpen door:

- Voldoende ontwerptijd te reserveren zodat er mogelijkheden zijn om nieuwe oplossingen te exploreren;
- Het opstellen van een bouwbudget dat is gekoppeld aan het programma van eisen [Van Heeswijk]. Dit geeft duidelijkheid over de financiële randvoorwaarden waarbinnen de architect moet opereren. Als de opdrachtgever zijn eisen in een later stadium bij wil stellen, zal het bouwbudget in overeenstemming moeten worden gebracht met deze nieuwe eisen;
- Een apart budget voor componentontwerpen ter beschikking te stellen;
- Het opstellen van een programma van eisen waarin de eisen van de opdrachtgever expliciet worden gemaakt. Met specifieke eisen ten aanzien van de bouwtijd, de bouwkosten, onderhoud of aangaande de uitstraling en / of de prestaties van het gebouw kan de opdrachtgever productinnovatie stimuleren;
- De architect en overige bouwpartners duidelijk te informeren over een innovatieve doelstelling;
- Bij de selectie van de te contracteren architecten en adviseurs de attitude van deze personen ten opzichte van innovatie als criterium te hanteren³;
- Niet te veel te bezuinigen op de inzet van adviseurs.

Opdrachtgevers zouden voorgelicht moeten worden over hun belang bij productinnovatie en over de rol die zij kunnen vervullen in het stimuleren ervan. Met dergelijke informatie kunnen zij een weloverwogen besluit nemen over de invulling van de randvoorwaarden die componentontwerpen beïnvloeden. Bij het voorlichten moet onderscheid gemaakt worden tussen de eenmalige en professionele opdrachtgever. Professionele opdrachtgevers bouwen regelmatig, niet-professionele opdrachtgevers bouwen

eenmalig.

Er zijn niet veel manieren om eenmalige opdrachtgevers te informeren over componentontwerpen, behalve door dergelijke informatie te koppelen aan het voorlichtingsmateriaal dat de BNA verstrekt om hen te helpen bij de keuze van een architect.⁴

Voor professionele opdrachtgevers zijn er meer mogelijkheden. Gezien hun invloed op de gebouwde omgeving is het belang ook groter om deze groep van professionele klanten te informeren over de potentiële kwalitatieve winsten die te behalen zijn als de architect meer innovatief-technische oplossingsruimte heeft. In publicaties kunnen deze opdrachtgevers overtuigd worden van de voordelen van componentontwerpende architecten door aandacht te besteden aan de voordelen voor opdrachtgevers. Laatstgenoemden zouden ook beloond kunnen worden voor goed of uitdagend opdrachtgeverschap bij het stimuleren van componentontwerpen (denk aan de BNA-piramide⁵). Opdrachtgevers die het belang zien van productinnovatie zouden in elk nieuw gebouw de toepassing van tenminste één nieuw bouwproduct (standaard, systeem of component) moeten bewerkstelligen. De zogenaamde ‘éénproductsregeling’ die dient om de cultuur rond productinnovatie in de bouw te verbeteren en de kwaliteit te verhogen alsmede producten te laten ontstaan die beter aansluiten bij de eisen en wensen van opdrachtgevers. Het toenemende besef onder opdrachtgevers / gebruikers van het belang van de exploitatiekosten van gebouwen [Krumm 1999] en de continue veranderingen in organisaties [Brouwer e.a. 2000] zullen opdrachtgevers inspireren om bij de opdrachtverlening extra eisen te stellen om de bruikbaarheid van het gebouw voor een lange periode veilig te stellen.

CONSTRUCTIEVE, BOUWFYSISCHE EN INSTALLATIEADVISEURS

Constructeurs, bouwfysici en installatieadviseurs hebben eveneens belang bij kennis van hun invloed op productinnovatie. In deze groep professionals is een tweedeling waar te nemen tussen degenen die enthousiast innovatieve stappen zetten en architecten op nieuwe mogelijkheden wijzen en degenen die slechts datgene uitwerken waarvoor zij zijn ingehuurd.

Adviseurs hebben specialistische kennis over mogelijke oplossingen die waardevol is voor zowel architecten als producenten. Hoe waardevol deze bijdrage is, hangt af van de toegevoegde waarde van de deeloplossing aan het totale gebouwwontwerp. Voorbeelden van toegevoegde waarde zijn: verhoging van het comfortniveau, verbetering van de esthetiek of de functionaliteit, verlaging van de bouwkosten en besparing op materiaal en toekomstige onderhoudskosten. Belangrijk voor adviseurs is dat architecten én opdrachtgevers doordrongen zijn van de betekenis die hun bijdrage kan hebben. Omdat honoraria voor adviseurs continu onder druk staan in een poging de bouwkosten te beheersen, hebben adviseurs er belang bij om opdrachtgevers en architecten te wijzen op de voordelen van het inzetten van hun expertise. Ook kunnen adviseurs proberen om architecten te overtuigen een deel van de verantwoordelijkheid aan hen over te dragen. Alvorens het overdragen van ontwerpverantwoordelijkheden mogelijk wordt, zal een bedrijf eerst vakmanschap, inventiviteit en interesse voor innovaties moeten tonen. Eigen initiatief van adviseurs voor innovaties vraagt om een relatie met de architect die zich uitstrekt over meerdere projecten.

PRODUCENTEN

De bijdrage van producenten aan componentontwerpen ligt voor de hand; zij bieden kennis van materialen, productie- en bewerkingstechnieken en beschikken over de productiemiddelen die nodig zijn voor het realiseren van de componentideeën. Producenten hebben er zelf belang bij sterk betrokken te zijn bij het componentontwerpen. Voor producenten vormen componenten ontworpen door architecten een bron van ideeën voor de afgeleide, secundaire productontwikkeling van nieuwe standaard- en systeemproducten.



Figuur 8-9 Producenten kunnen besluiten speciale producten als standaardproducten aan te bieden, zoals VEBO deed met de kolommen van het Bureau voor Harmonische Architectuur

Dit is in het belang van producenten omdat met nieuwe producten gewoonlijk hogere winstmarges behaald kunnen worden [Kotler 1994]. Een projectgebonden component kan een eerste stap zijn naar een nieuw productsysteem of standaardproduct. Daarbij zal het niet altijd mogelijk zijn om de wensen van beide partijen (producent en architect) te combineren, maar het biedt wel mogelijkheden voor ontwikkeling van de eigen kennis terwijl er gewerkt wordt aan een opdracht. Voor de architect is dat een gebouw, voor de producent een leverorder voor een onderdeel van een gebouw. De architect kan met de kennis van de producent het productidee verbeteren. Tevens heeft een architect de samenwerking met een producerend bedrijf nodig om het productidee te verwezenlijken. Op zijn beurt kan de producent profiteren van het advies van een professional uit de beroepsgroep die grotendeels bepaalt welke producten er gebruikt worden om een gebouw tot stand te brengen [Emmitt 1997]. Een producent kan een nieuw product ontwikkelen en tegelijkertijd winst maken respectievelijk zijn aanloopverliezen beperken omdat de productontwikkelingskosten geheel of gedeeltelijk in het betreffende project vergoed worden. Daar komt bij dat de producent een voorbeeldtoepassing heeft van het nieuwe product (of een vroege versie daarvan) die risicogevoelens bij andere klanten en bij de afdeling voorcalculatie kan wegnemen.

Het verdient aanbeveling om marktinvloed op productontwikkeling op een structurele manier te organiseren. Producenten hebben een flink aantal manieren tot hun beschikking om de vraagkant van de markt te betrekken bij het genereren van ideeën voor de ontwikkeling van standaard- en systeemproducten:

- *Application laboratories* [Von Hippel 1988]
Producenten bieden aan klanten die bestaande producten op een nieuwe manier willen toepassen of die nieuwe ideeën willen verwezenlijken gratis of tegen een laag tarief onderzoeksfaciliteiten aan. Fokker Space Aviation in Leiden biedt een dergelijke service voor uitvinders. In de bouw stelt Ubbink zich bijvoorbeeld open voor vindingen⁶;
- *Custom-product groups* [Von Hippel 1988]
Deze groep maakt projectgebonden producten op verzoek van klanten. In de bouw zijn hier genoeg voorbeelden van te vinden. Er zijn ook bedrijven, zoals Van Dam en Octatube, die zich hier vrijwel helemaal op richten. Dergelijke bedrijven kunnen bewust gebruik maken van projectgebonden producten om tot nieuwe systeem- en standaardproducten te komen [Octatube];
- *User groups* [Von Hippel 1988]
In deze groep worden (veeleisende) klanten samengebracht om ideeën en informatie uit te wisselen. In de bouw zijn de bedrijvenbezoeken in het kader van Boosting hiervan een goed voorbeeld. Producenten kunnen ook een bouwproductontwikkelaar inhuren die een workshop organiseert voor het bedrijf met een groep van architecten [Aldus];
- *Interne feedback*
Het bedrijf krijgt via vertegenwoordigers en de binnendienst ideeën en aanbevelingen van klanten aangereikt. Door te zorgen dat deze waardevolle feedback terecht komt bij de verantwoordelijken voor productontwikkeling kan van deze waardevolle informatie gebruik worden gemaakt.

Als een producent afhankelijk is van zelfuitgevoerd onderzoek voor de ontwikkeling van nieuwe producten, dan heeft het zin om er een eigen R&D-afdeling op na te houden [Von Hippel 1988, p. 8-9]. Als gebruikers of toeleveranciers gewoonlijk de bron zijn van innovatie dan kan een dergelijke afdeling contraproductief werken. Werknemers van een R&D-afdeling zijn er volgens Von Hippel veelal op ingesteld om zelf met ideeën te komen voor productontwikkeling. Van hen kan niet verwacht worden dat zij interesse hebben om op basis van ontwerpen van anderen producten te ontwikkelen. Een engineeringafdeling is dan meer op zijn plaats.⁷ Belangrijk is daarom te weten uit welke bronnen innovaties in het bedrijf afkomstig zijn, zodat de organisatie van nieuwe productontwikkelingsprocessen hierop kan worden afgestemd:

"New sources of innovation demand new management tools as well as new organization. Marketing research methods traditionally used to seek out and analyze user needs must be modified if they are to be effective for seeking out prototype products users may have developed. Similarly, tools for analyzing and possibly shifting the functional sources of innovation are not in firms' current management inventory and must be developed." [Von Hippel 1988]

Binnen de groep producenten kan eveneens onderscheid gemaakt worden tussen degenen die een bijdrage leveren aan productinnovatie en zij die dat niet doen. Het is echter ook belangrijk onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van gericht-

heid van producerende bedrijven: *licence giver*, *licence taker*, *technology jobber* of consultant [Van Gunsteren 1992]. Producenten in de bouw zijn voornamelijk *licence takers* of *technology jobbers*. De jobber is gericht op orders voor verschillende soorten producten in relatief kleine series. Het inpassen van de productie van een speciale component zal voor een *jobber* dan ook weinig problemen opleveren. Voor een *licence taker* die gericht is op de productie van grote series massaproducten ligt dit anders. De productie van een kleine serie componenten betekent een drastische ingreep in het productieproces. Omdat het beter bij het karakter van het bedrijf past, zijn producenten betrokken bij incidentele projectgebonden productinnovatie meestal *jobbers*.

Dat de consument steeds mondiger wordt, is een trend die ook in de bouw zichtbaar is geworden. Denk aan de opkomst van het consumentgericht bouwen en de groei van de doe-het-zelf markt. Het is voor producenten zeer lucratief om in te spelen op de eisen en wensen van de uiteindelijke gebruiker van een gebouw. Dat producenten hierin willen investeren, wordt duidelijk als de winstmarges op keukens en badkamers bekeken worden. In het bouwproces ligt de winstmarge tussen 2 en 5%, terwijl in de ketens die zich direct op de consument richten, winstmarges van 35% worden gehaald [Cuperus]. Partijen in het bouwproces worden echter nog steeds voornamelijk geselecteerd op prijs, in plaats van op kwaliteit. Met het huidige prestatiebestek is het in principe wel mogelijk geworden om naast prijs ook op kwaliteit te concurreren.

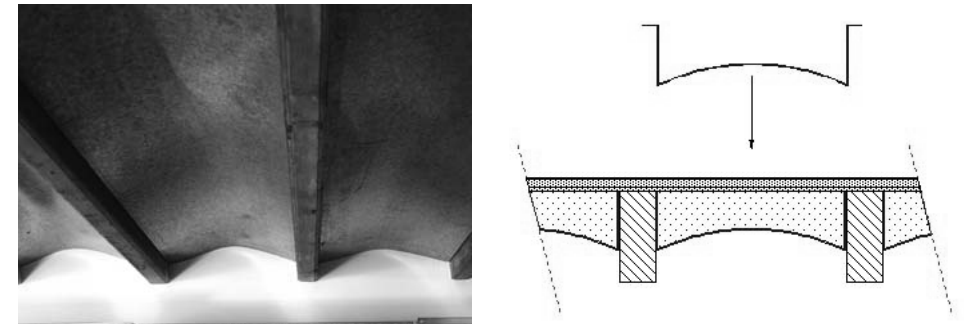
Er zijn in gebouwonwerpen delen waar extra geld voor wordt uitgetrokken, naast delen die prijstechnisch zo efficiënt mogelijk worden vormgegeven. Dat maakt duidelijk dat bouwproducten in twee groepen kunnen worden ingedeeld: de groep van bouwproducten die gezichtsbepalend voor het gebouw is en de groep van ondersteunende producten die hieraan ondergeschikt is, en bijgevolg ook relatief goedkoop moet zijn. Op de gezichtsbepalende delen is door producenten veelal de meeste winst te behalen. Voor architecten is het ontwerpen van deze componenten het meest de moeite waard. Toch kunnen zij ervoor kiezen juist de ondersteunende onderdelen te ontwerpen, als er geen standaardoplossing door producenten wordt geboden. De ontwikkeling van producten met de grootste gemene deler heeft prioriteit bij *licence-taker* producenten, wat logischerwijs de ondersteunende producten zullen zijn. Bij de ontwikkeling hiervan kunnen architecten worden betrokken. Voor gezichtsbepalende producten zal de inbreng van architecten echter belangrijker zijn. De producent moet bij deze producten oppassen voor het *first-of-the-block-effect*. De eerste toepasser van het nieuwe product wordt erkend. De tweede is een navolger, die het risico loopt te worden aangemerkt als na-aper, waarna er geen derde toepasser meer zal volgen. Hoe snel deze 'aftakeling' verloopt is afhankelijk van het aanzien dat de componentontwerpde architect geniet binnen de beroepsgroep. Dit effect treedt vooral op als de architect erop staat dat zijn naam verbonden blijft aan het samen met de producent ontwikkelde product. Voor de disseminatie van innovatie is een onthechting van de creatieve ontwerper met de ontworpen component gewenst. De producent doet er daarom beter aan een dergelijk product niet te dupliceren, maar een nieuw productsysteem op te zetten waarin parameters overblijven die door architecten die overwegen een soortgelijk product toe te passen in zijn te vullen. Het is beter om een open productsysteem of componentsysteem te ontwikkelen dat ontdaan is van een vormtaal die typerend is voor één enkele architect. Het systeem houdt wellicht nog een

aantal nieuwigheden in petto, omdat men het productidee nog niet tot in alle facetten heeft kunnen onderzoeken en ontwikkelen in het kader van het initiële projectgebonden productinnovatieproces.

De producent kan ten slotte zijn expertise te gelde maken door te opereren als adviseur. Dit geeft onder andere opdrachtgevers en bouwteams de mogelijkheid om in geval van problemen bij de uitvoering, een producerend bedrijf in te huren voor advies. Omdat dit bedrijf betaald wordt voor zijn expertise hoeft de uitwisseling van informatie geen probleem te zijn.⁸

BOUWPRODUCTONTWIKKELAARS

Bouwproductontwikkelaars hebben een direct belang bij productinnovatie. Zij verdienen er immers hun brood mee. Naast hun rol als ontwikkelaar hebben zij een voorlichtende functie voor architecten als het gaat om productinnovatie. Bij acquisitie zullen zij potentiële klanten voorlichten over de voordelen van productinnovatie. Zij maken door hun werk producenten en architecten beter bewust van de mogelijkheden tot innovatie. Eveneens kunnen zij producenten en architecten bewustmaken van de mogelijkheden die interactie met de andere bouwpartijen geeft. Bouwproductontwikkelaars hebben zodoende een rol als intermediair (zie verder § Verbeteren van de informatie-uitwisseling in de bouw).



Figuur 10-11 Aldus, een bureau voor bouwinnovatie, ontwikkelde de Flexvloer voor Studio Hastra waarin stalen platen als verloren bekisting worden gebruikt

BOUWBEDRIJVEN

Bouwbedrijven die via turnkey, projectontwikkeling voor eigen risico of *general contracting* gebouwen realiseren, kunnen eveneens baat hebben bij componentontwerpde architecten. Het is voor hen immers van belang gebouwen op te leveren waar de klanten tevreden over zijn.

Voor dergelijke bouwbedrijven loont componentontwerpen vooral als zij geregeld bouwen in een bepaald marktsegment. In dit geval is het zinvol om de ervaringen van de klant met voorgaande projecten te evalueren zodat duidelijk wordt waar zich in deze gebouwen structureel problemen voordoen. Op twee manieren kan vervolgens naar oplossingen worden gezocht: los van de projecten of gekoppeld aan een volgende relevante bouwopgave. Het bouwbedrijf kan er, los van een concrete bouwopgave, voor

kiezen deze vraag voor te leggen aan een producent als het bouwbedrijf een duidelijke oplossingsrichting ziet. Aan de hand van deze oplossingsrichting kan een producent worden geselecteerd. De producent zal willen weten hoeveel producten de bouwonderneming denkt af te nemen. Aan de hand hiervan wordt bepaald welke productie- en bewerkingstechnieken in aanmerking komen en zal de producent tevens bepalen of de opdracht lonend voor is het bedrijf. Als moeilijk aan te geven is hoeveel producten de bouwonderneming per jaar denkt nodig te hebben, of als een oplossingsrichting niet direct voor de hand ligt, verdient het de voorkeur om binnen het kader van een concrete bouwopgave naar een oplossing te zoeken. Het probleempunt wordt vertaald in een eis en opgenomen in het programma van eisen dat vervolgens wordt voorgelegd aan de gebouwonwerper. De oplossing van het probleem wordt daarmee uitbesteed aan een componentontwerpende architect. De architect moet daarvoor wel de ruimte krijgen in het ontwerpproces.

OVERHEID

De overheid stimuleert innovatie in de bouw maar laat kansen om componentontwerpen te stimuleren voorsnog onbenut. Ten eerste kan dit worden gedaan door er een beloning aan te koppelen. Dit kan bijvoorbeeld door subsidies te verstrekken aan projecten waarin architecten componenten ontwerpen. Ten tweede zou de overheid⁹, via de Stichting Bouwkwiteit en de Harmonisatie Commissie Bouw¹⁰, moeten toetsen wat het effect is op productinnovatie van regelgeving voor bouwproducten. Voor standaard- en systeemproducten loont het om een bepaalde kwaliteit te kunnen garanderen. Maar beperkingen die hierdoor optreden ten opzichte van projectgebonden producten vormen een obstakel om tot verdere kwaliteitsverbetering te komen. Dit zou opgelost kunnen worden door voor projectgebonden productinnovatie een uitzondering op de regels te maken. Tevens kan de overheid helpen de informatie-uitwisseling ten bate van het componentontwerpen te stimuleren. Dit sluit aan bij de voornemens van het ministerie van Economische Zaken om het kennisklimaat in Nederland te verbeteren ten bate van innovatie in het bedrijfsleven [EZ 2000]. De bijdrage die de overheid zou kunnen leveren aan het kennisklimaat in de bouw om productinnovatie te stimuleren wordt nader uitgewerkt in de laatste paragraaf van dit hoofdstuk: Verbeteren van de informatie-uitwisseling in de bouw.

Tot slot kan de overheid behulpzaam zijn bij de emancipatie van de groep gebruikers. In de woningbouw bijvoorbeeld, is het over het algemeen niet de gebruiker die de bouwopdracht verstrekt. Een derde partij zorgt ervoor dat het programma van eisen wordt opgesteld. De keuzevrijheid van de woonconsument is in dit geval beperkt tot het aanbod van concrete ontwerpen.¹¹ Passend binnen het gedachtegoed van het Wilde Wonen streeft de overheid na om ervoor te zorgen dat er meer bouwkevels beschikbaar komen.¹² Hierdoor moet een grote groep woonconsumenten in de gelegenheid worden gesteld zelf een huis te bouwen. Dit zorgt ervoor dat deze groep gebruikers op een directe wijze het ontwerp van hun eigen woningen kunnen sturen. Indirect beïnvloeden zij daarmee de markt van bouwproducten. Bouwondernemingen spelen hier al op in of treffen voorbereidingen om in te spelen op dit consumentgericht bouwen.

SAMENSTELLERS VAN OPLEIDINGSCURRICULA

Door de momenteel in opkomst zijnde flexibele industriële productie zullen de mogelijkheden voor componentontwerpen verruimen, maar zullen opdrachtgevers en gebruikers ook verlangen dat bouwwerken minutieus afgestemd worden op hun specifieke - en veranderende - behoeften. Architecten hebben er daarom belang bij op de hoogte te zijn van de voordelen van het componentontwerpen, omdat dit voor hen een instrument kan zijn waarmee zij dit kunnen realiseren. Een aanzienlijke stimulans voor het componentontwerpen is om er tijdens de architectenopleiding aandacht aan te besteden. Hamels onderzoek [1990] toonde aan hoe belangrijk het is om dergelijke kennis bij de opleiding mee te geven. Daar worden de aspecten verankerd die de architect later in de ontwerp-praktijk zal overwegen. Toekomstige architecten zouden tijdens hun studie kennis moeten maken met de drie schaalniveaus van hun vakgebied (zie hoofdstuk 7), aangezien het ontwerpen op deze niveaus eigen kenmerken heeft. Dit betekent dat zij naast het gebouwniveau en de stedenbouw onderwezen dienen te worden in het componentontwerpen.

De volgende aspecten verdienen hierbij aandacht. Ten eerste het maken van een ontwerp voor een projectgebonden component. Hiervoor zijn globaal inzicht in materiaal-eigenschappen en bewerkings- en productietechnieken nodig, waar tijdens de voorbereiding op het componentontwerpen aandacht aan gegeven zal moeten worden. Het verwerven van diepgaande technische kennis over de technologische mogelijkheden is minder belangrijk, omdat deze kennis continu aan verandering onderhevig is en anderszins uit gesprekken met specialisten steeds weer *up to date* kan worden gemaakt. Wel moet worden geleerd waar deze kennis gevonden kan worden en moet men leren om samen te werken met partijen die wel over deze kennis beschikken. Eveneens moet men leren tactisch om te gaan met partijen waarvan medewerking voor de totstandkoming van het product binnen het bouwproces noodzakelijk is (zie hoofdstuk 8). Dit zou heel goed kunnen in de vorm van *games* zoals die nu al worden toegepast binnen het onderwijs [Habraken & Gross 1987]. Op deze manier kan het onderhandelingsproces zoals dat tijdens projectgebonden productinnovatie in de praktijk plaatsvindt geoefend worden. Bij het leren samenwerken dient aandacht te worden besteed aan de verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden van de verschillende partijen. Door te laten zien hoe architecten in de praktijk met componentontwerpen bezig zijn, welke redenen hieraan ten grondslag liggen en welke middelen zij hiervoor gebruiken, wordt voor studenten duidelijk hoe componentontwerpen als instrument ingezet kan worden bij het gebouwonwerp. Door het effect van componentontwerpen op het productaanbod van de bouwindustrie te laten zien, worden deze toekomstige architecten zich bewust van hun rol als initiator van productinnovatie.

Tevens zou toekomstige architecten een reflecterende attitude moeten worden bijgebracht ten aanzien van hun eigen ontwerpmethoden. Daardoor kunnen zij continu de eigen ontwerpprocessen verbeteren, wat zijn weerslag zal hebben op de resultaten. Opleidingscurricula zijn logischerwijze gebaseerd op de praktijk-eisen uit het recente verleden. Er is immers tijd voor nodig om veranderingen in de praktijk te constateren en te integreren in het onderwijs. Curricula lopen daarom per definitie achter bij de eisen die gesteld worden in een snel veranderende omgeving. Een dergelijke, reflecterende

attitude zorgt er ook voor dat er eenvoudig op de veranderingen in bouwproces en regelgeving, die zij als praktiserend professional zullen tegenkomen, ingespeeld kan worden. Ten aanzien van de relevantie van de kennis, de kunde en het inzicht die professionals over het algemeen meekrijgen tijdens de opleiding heeft Schön het volgende gezegd:

“On the whole, ...professional knowledge is mismatched to the changing character of the situations of practice – the complexity, uncertainty, instability, uniqueness, and value conflicts which are increasingly perceived as central to the world of practice.” [Schön 1983, p. 14]

Als studenten tijdens de opleiding niet wordt bijgebracht dat zij zich continu moeten aanpassen aan veranderingen, zullen zij daar niet op ingesteld zijn en er ook minder goed op kunnen anticiperen. Professionals zullen daarom niet alleen kennis tot zich moeten nemen tijdens hun werkzame periode. Zij moeten eveneens in staat zijn te inventariseren waar hun kennis lacunes vertoont, kunnen constateren waar die aanvulling behoeft en zij zullen in staat moeten zijn deze kennis te integreren in het eigen handelen:

“...architects will have to function in radically new ways as a consequence of the introduction of new building technologies, new patterns of real estate and land development, and new technologies of information processing in design. As the tasks change, so will the demands for usable knowledge, and the patterns of task and knowledge are inherently unstable.” [Dean of Harvard in Schön 1983, p. 15]

Tot slot zou in het kader van de *éducation permanente* componentontwerpen onderwerp kunnen zijn van post-academische cursussen of symposia om reeds praktiserende architecten op de hoogte te brengen van de mogelijkheden en om de onderlinge kennisuitwisseling te stimuleren.

VERBETEREN VAN DE RANDVOORWAARDEN VOOR SAMENWERKING

Er is een aantal mogelijkheden om de samenwerking tussen producenten en architecten ten aanzien van componentontwerpen te verbeteren. De koppeling van ontwerp en uitvoering bij een bouwproject kan met name verbeterd worden in het voorbereidingstraject vóór de aanbesteding (zie hoofdstuk 8). Voor producenten is dit een risicovolle periode; zij investeren in ontwikkeling terwijl zij niet zeker weten of zij voor dit werk een vergoeding zullen krijgen. Dit werkt een terughoudende attitude in de hand die afbreuk doet aan het productinnovatieproces. Opdrachtgevers, architecten en aannemers zijn er daarom bij gebaat samen met producenten naar een betere samenwerkingsvorm te zoeken.

In het ontwikkelingsproces van projectgebonden componenten zal in een vroeg stadium besloten moeten worden of de producent betaald krijgt voor zijn ontwikkelingsinspanningen in de vorm van een vooropdracht. Dit is een acceptabele mogelijkheid voor de producent omdat er betaald wordt voor werk dat wellicht wordt uitgevoerd door collega's, indien het bedrijf zelf niet wordt gehonoreerd met de opdracht na een meervoudige aanbesteding. Het onderstreept tevens de serieuze bedoelingen van de architect en dient het belang van de opdrachtgever voor een kwalitatief hoogstaand ontwerp tegen een

gunstige prijs. De producent is er immers niet zeker van dat hij de opdracht voor de uitvoering zal krijgen en zal daarom geneigd zijn een scherpe prijs te berekenen. In deze situatie kunnen de principeoplossingen doorgesproken worden met professionals die geen deel uitmaken van het bouwteam, omdat het minder belangrijk wordt voorkennis over het project geheim te houden voor concurrerende producenten. Doordat de sfeer van geheimhouding verdwijnt, kan de kwaliteit van het product door inschakelen van expertise van derden toenemen. In het aanbestedingsstadium is er voor iedereen een mogelijkheid om met een betere prijs te komen. Dit gaat echter niet op als de producent een monopoliepositie inneemt.¹³ Een dergelijke positie kan de medewerking, de kwaliteit en de prijs nadelig beïnvloeden.

Als de producent, die een deel van zijn eigen kennis en inzicht weggeeft, niet betaald wordt voor zijn werk vóór de aanbesteding dan moet hij op een andere manier beloond worden. De garantie moet dan bijvoorbeeld worden geboden dat hij het product te zijner tijd ook mag leveren. Er zijn mogelijkheden om door middel van omschrijvingen in het bestek de kansen van de producent te verbeteren. Deze optie is niet wenselijk vanuit het standpunt van de producent, omdat er geen garanties zijn dat hij het werk ook krijgt. Zeker onder het regime van het Bouwbesluit sinds 1992, waarin nadrukkelijk de aanbieders het recht wordt gegeven een kwalitatief equivalent aan te bieden. Sinds de invoering van het Bouwbesluit is voorschrijven in het bestek geen voorrecht meer, eerder een nadeel omdat aannemers altijd op zoek gaan naar alternatieven. Aannemers zullen op zoek gaan naar concurrerende aanbieders, en zijn zeer inventief in het vinden daarvan.

Een tweede acceptabele mogelijkheid voor de producent is om de nieuwe producten buiten het aanbestedingsproces te houden door er met de opdrachtgever een apart budget voor te reserveren. Het productinnovatieproces vindt in dit geval vóór of parallel aan het aanbestedingsproces plaats en de componenten worden toegeleverd in de vorm van een directielevering, waarbij de aannemer geen alternatieven mag voorstellen. De aannemer ontvangt hiervoor een vooraf overeengekomen vergoeding voor bouwmanagement. Hij is in dit geval niet verantwoordelijk of aansprakelijk voor de nieuwe componenten.

VERBETEREN VAN DE INFORMATIE-UITWISSELING IN DE BOUW

Als er informatie over productinnovaties wordt verspreid¹⁴, is de kans groter dat er afgeleide producten ontstaan die toegepast zullen worden in toekomstige bouwprojecten. Als de verschillende bouwpartners op de hoogte zijn van de specifieke oplossingen kunnen zij er immers gebruik van maken bij andere bouwprojecten. Verspreiding van kennis over ontwikkelde componenten geeft aanleiding tot andere productinnovaties (zie hoofdstuk 3). De toegankelijkheid van informatie is daarom een belangrijke factor bij het stimuleren van productinnovatie.

Naast de uitwisseling van algemene informatie is ook de uitwisseling van projectgerelateerde informatie van belang. Ze zijn beide belangrijk bij het ontwikkelen van de bouwtechnologie. Met bouwtechnologie wordt hier bedoeld het geheel aan kennis en inzicht met betrekking tot materialen, productietechnieken en bewerkingswijzen dat ontstaat als resultaat van het handelen van professionals in de bouwwereld.

KENMERKEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

Informatie-uitwisseling tussen producent en architect heeft verschillende kenmerken al naargelang het soort product. Bij het zoeken naar informatie over standaardproducten door architecten spelen de volgende zaken een rol:

- Tijd: het beschikbaar zijn van de technische informatie op het moment dat de architect die nodig heeft;
- Kosten: is het toepassen van het product haalbaar binnen het budget?;
- Inpasbaarheid: kan het product technisch en visueel acceptabel in het geheel worden ingepast?;
- Risico: architecten willen graag weten welk risico zij lopen in termen van verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid bij het toepassen van bepaalde producten.

Met betrekking tot speciale producten spelen andere zaken een rol bij de keuze die de architect maakt voor een bepaalde producent:

- Bereidheid tot experimenteren;
- Engineering: de producent zal moeten beschikken over relevante kennis en productietechnieken;
- Kosten: Wat gaan de te ontwikkelen producten kosten?

Over nieuwe producten speciaal ontwikkeld voor toepassing in een bepaald gebouw wordt zelden informatie doorgegeven aan andere partijen in de bouw (zie hoofdstuk 8). Als niemand er direct belang bij heeft dat de ontwikkeling van een projectgebonden product bekend wordt, zal projectgerelateerde kennis met betrekking tot speciale producten niet overgaan in algemene kennis. De formele kanalen die gebruikt worden om informatie over standaardproducten te verspreiden, blijken niet goed te werken als het gaat om kennis gekoppeld aan projectgebonden producten. Hierdoor worden de wisselende samenwerkingsverbanden en informele contacten cruciaal in het verspreiden van projectgebonden informatie over de bedrijfstak. De wisselende projectteams hebben daarom zowel een positieve als een negatieve kant. Aan de ene kant moet voor elk project weer een vorm van informatie-uitwisseling worden gevonden en moeten mensen op elkaar ingespeeld raken. Van deze kennis kan na afloop niet worden geprofiteerd in een volgend bouwproject. Aan de andere kant wordt door deze wisselende contacten gelegenheid geboden om informatie over innovatie te verspreiden. Informatie wordt verspreid doordat bouwpartijen die bij de ontwikkeling van het product betrokken waren in nieuwe bouwformaties terecht komen met een volgend bouwproject. Eén van de partners die getuige was van of betrokken was bij de ontwikkeling van een oplossing voor een bepaald probleem, kan via de mondelinge overlevering anderen informeren bij een soortgelijk probleem in een volgend project. De projectgebonden kennis die deze projectpartij heeft opgedaan kan eveneens als basis dienen voor de oplossing van een heel ander probleem. De ad-hoccommunicatie in de bouw over kennis gerelateerd aan projectgebonden producten kan de volgende vormen aannemen:

- De architect (of andere bouwpartner) verwijst de partijen betrokken bij een nieuw bouwproject naar een productinnovatie die hij of zij gezien heeft in een gebouw;
- Een voormalige projectpartner (architect of andere bouwpartner) betrokken bij productinnovatie in een vorig project informeert de partijen die bij een nieuw project betrokken zijn;
- Een voormalige projectpartner betrokken bij een project met productinnovatie informeert medewerker(s) van een onderwijsinstelling of geeft een lezing, waardoor informatie via studenten in de toekomst bij andere bouwpartners terechtkomt als de studenten daar gaan werken;
- Een voormalige projectpartner betrokken bij een innovatief project kan ook zelf van werkgever veranderen en nieuwe collega's en andere partijen informeren;
- Een architect (of andere bouwpartner) kan andere partijen informeren over hetgeen hij of zij gezien heeft in een publicatie;
- Een projectpartner betrokken bij productinnovatie kan via een lezing of een publicatie hierover andere partijen informeren die deze kennis weer kunnen gebruiken in andere projecten.

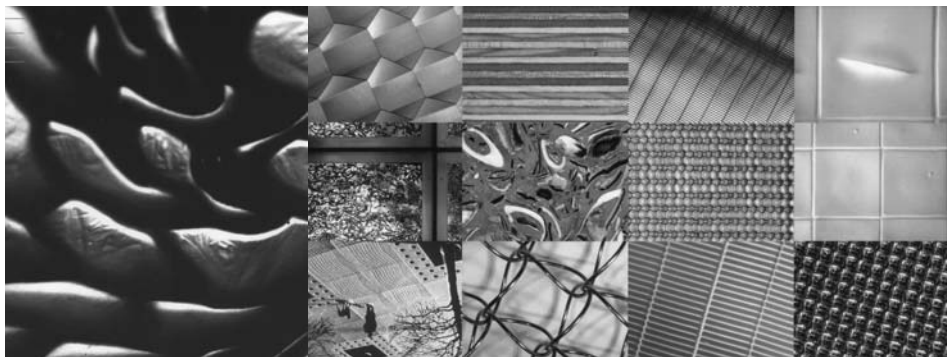
Een architect die de component in een voorgaand project heeft ontworpen of de component heeft toegepast gezien in een gebouw, kan ook eisen dat soortgelijke producten in een gebouw van hem of haar worden toegepast. Het werk van een architect kan een voorbeeld worden voor anderen, wat kan resulteren in een trend. Verschillende producenten zullen hier dan op inhaken door dit product ook op te nemen in hun assortiment.

Het gevolg van deze ad-hocspreiding is wel dat informatie over productinnovatie vaak niet de personen in de bouw bereikt die op dat moment hier iets aan hebben. Deze informatiestroom is dus verre van optimaal. Als deze informatie beter toegankelijk kan worden gemaakt, zou de verspreidingsnelheid van innovatiekennis verbeteren waarmee de toepassing en verbeteringen van deze innovaties door anderen versneld kunnen worden.

INFORMATIESPECIALIST

Bij het stimuleren van innovatie in de bouw moet onderscheid gemaakt worden tussen projectgerelateerde en algemene informatie. Architecten gebruiken de algemene informatie in het ontwikkelingsproces voor speciale producten als opstap voor het vinden van producenten. Naast het putten uit eigen ervaring worden voor dit doel vakliteratuur, de NBD en productfolders gebruikt. Deze documentatie is daarvoor eigenlijk niet toereikend. Voor het stimuleren van de ontwikkeling van speciale producten door architecten zou aanvullende informatie verstrekt moeten worden. Er is daarom behoefte aan een intermediair tussen architecten en producenten. In Nederland zijn er bedrijven ontstaan die een dergelijke rol vervullen. Bedrijven zoals Robin Hood Productions, Materia en Aldus die de ontwikkeling van speciale producten op zich nemen. In feite structureren deze nieuwe bedrijven de informatiestromen en illustreren ze de behoefte aan bemiddeling tussen producenten en architecten. Een informatiespecialist in de vorm van een persoon heeft als voordeel dat de architect de mogelijkheid heeft door te vragen op de verstrekte informatie.

De hierboven genoemde bedrijven bereiken echter maar een kleine groep architecten, namelijk degenen die toch al overtuigd waren van de noodzaak van componentontwerpen. Om productinnovatie op grote schaal te stimuleren zou relevante informatie breder toegankelijk gemaakt moeten worden.



Figuur 12 Materia geeft architecten advies over allerlei materialen

SUGGESTIES VOOR VERBETERING VAN INFORMATIE-UITWISSELING

Met behulp van de huidige ICT kan een algemeen toegankelijke database worden opgezet ten behoeve van informatieverbreiding. Een database is bij uitstek een manier om algemene informatie op een gestructureerde manier aan te bieden en onderling met elkaar vergeleken kunnen worden qua prestatie en esthetiek. Door projectgerelateerde informatie te verzamelen over speciale producten en (specialistische) kennis van verschillende producenten te inventariseren en deze algemeen toegankelijk te maken, wordt deze omgezet in algemene informatie. Voordeel van een dergelijke database voor architecten is dat deze altijd beschikbaar is.

Het doel van deze database is niet het geven van een algemeen waardeoordeel: 'dit product of deze producent is beter dan die andere', maar het voor de architect en andere bestekschrijvers duidelijk op een rij zetten van de onderlinge verschillen, zodat een beter gefundeerde keuze gemaakt kan worden. Voor de huidige standaard- en systeemproducten wordt per aspect aangegeven wat de prestaties zijn, die idealiter door een onafhankelijke instantie zijn getest. Door deze te vergelijken met het programma van eisen heeft de architect in een oogopslag alle producten die in aanmerking komen naast elkaar. De architect geeft als gebruiker van de database vervolgens zelf een waardeoordeel aan de gevonden producten. Aan de hand van de geconstateerde lacunes kan de architect besluiten of het noodzakelijk is voor het betreffende project tot componentontwerpen over te gaan.

De instantie die een dergelijke database zou opzetten en onderhouden, zou eveneens de verschillende reeds gerealiseerde projecten met speciale componenten moeten inventariseren. Daarbij zou informatie verschaft moeten worden over de betrokken partijen aangevuld met een korte weergave van het ontwikkelde product. Idealiter zou er verder een overzicht beschikbaar moeten komen van de productiefaciliteiten van de verschillende op de bouw gerichte producenten en een indicatie van hun technische kennis.

Een dergelijke database heeft ook voordelen voor producenten. Zij kunnen gemakkelijker nieuwe producten introduceren, omdat klanten af kunnen gaan op het oordeel van een onafhankelijke instantie. Dit verkleint de kans dat klanten op elkaar wachten met toepassing van het nieuwe product omdat niemand de eerste wil zijn gezien de onbekende risico's. Een ander voordeel voor producenten is dat uit de database af te leiden is waar een eventueel gat in de markt zit, waar zij met een nieuw of aangepast product op in kunnen spelen.

Naast architecten hebben de volgende partijen belang bij een dergelijke database: opdrachtgevers, gebruikers, eigenaren, financiers, aannemers en adviseurs. Al deze partijen zouden hun krachten kunnen bundelen en daarmee een duidelijker gezicht kunnen tonen aan de aanbodkant. De organisatie die de opzet en het onderhoud van deze database voor zijn rekening neemt, zou ook als een katalysator kunnen fungeren in het inventariseren en structureren van vragen uit de markt. De vraagkant van de markt in de bouw is op het moment diffuus en ongeorganiseerd. De consumentenorganisaties hebben inmiddels hun bestaansrecht bewezen in dit opzicht. Ook in een *business-to-business market* is het voordelig voor klanten om zich te organiseren.

OVERHEID

De overheid zou om innovatie in de bouw te stimuleren een rol kunnen vervullen als subsidieverlener bij het opzetten van een dergelijke database. In Nederland intervenueert de overheid vaker in de bouw door bijvoorbeeld subsidie te verlenen aan projecten waarin duurzaam bouwen voorop staat en door het formuleren van nieuwe regelgeving. Voor elk nieuw thema is er echter weer een nieuwe interventie nodig. Als de vragende partijen in de bouw zich organiseren zouden de wensen van de vraagkant van de markt beter geïnventariseerd kunnen worden, en kan pressie worden uitgeoefend op de aanbieders. Hierdoor kan het aantal productinnovaties toenemen, zonder dat daar verder ingrijpen van de overheid voor nodig is.

REEDS AANWEZIGE KENNIS

In de bouw is de informatie voor een dergelijke database voor een deel reeds voorhanden. De NBD heeft een schat aan waardevolle informatie over standaardproducten opgebouwd, verzameld door onafhankelijke redacteurs.¹⁵

Projectgerelateerde informatie gekoppeld aan componentontwerpen is in Nederland bij Boosting aanwezig. Boosting verzamelt nu al informatie met betrekking tot innovaties in de bouw, ook op het gebied van projectgerelateerde productinnovatie. De organisatie betreft de meeste informatie over innovatieve projecten via het informele netwerk van het bestuur en leden. Sommige projecten worden opgespoord via publicaties van bijvoorbeeld het ministerie van Economische Zaken. Door contact te leggen met de betrokken innovatieve architecten, producenten en andere partijen, en deze uit te nodigen voor bijeenkomsten, wordt informatie over deze projecten verspreid onder de aanwezige Boosting-leden en enkele gasten. De informatie over deze projecten wordt samengevat in een nieuwsbrief die een wat groter publiek bereikt. Om innovatie te stimuleren biedt Boosting haar leden de mogelijkheid van een link op haar webpagina en biedt zij diensten aan voor leden die een webpagina willen beginnen. De informatie die produ-

centen geven op hun site is echter over het algemeen oppervlakkig en niet erg relevant voor architecten en andere bestekschrijvers. Over het algemeen bevat deze site alleen informatie over bedrijfsresultaten, beschikbare standaardproducten en hoe de producent bereikt kan worden. Details, speciale producten ontwikkeld voor specifieke bouwopgaven en kennisgebieden waar de producent zich op richt, blijven veelal achterwege. De informatie die Boosting verzamelt voor haar bijeenkomsten is daarentegen wel interessant voor innovatieve architecten. Maar slechts een klein aantal architectenbureaus is lid en niet alle leden vinden tijd om naar de bijeenkomsten te komen. Het zou een verbetering zijn als de door Boosting verzamelde informatie toegankelijk gemaakt werd via internet. Het is daarom ook de bedoeling om de informatie uit de nieuwsbrief binnenkort op internet te zetten.

De NBD en Boosting zouden kunnen samenwerken in het totstandbrengen en onderhouden van een dergelijke database. Boosting beschikt reeds over de juiste contacten en doelstelling om projectgerelateerde informatie over productinnovatie te verzamelen. Alleen ontbreekt het hen momenteel aan financiële middelen om een dergelijke database te realiseren. De NBD beschikt over informatie en contacten met betrekking tot standaard- en systeemproducten. Wat ontbreekt is de mogelijkheid om op een snelle manier een vergelijking tussen de productprestaties te maken. De informatie van beide organisaties zou elkaar aan kunnen vullen, ook lacunes zouden redelijk eenvoudig aangevuld kunnen worden. Het verzamelen van projectgerelateerde en algemene informatie van belang voor componentontwerpen zou echter ook door een nog op te richten onafhankelijke organisatie vervuld kunnen worden.

DE INFOBOOSTER: DE INFORMATIEDATABASE

Informatie van standaard- en speciale producten wordt verzameld en gestructureerd in deze database. De prestaties van de producten worden zodanig weergegeven dat zij onderling vergelijkbaar zijn.

Verhalen over de totstandkoming van speciale producten, projectgerelateerde informatie over productinnovatieprocessen en technische mogelijkheden worden toegankelijk gemaakt om te inspireren tot innovatie. Hierbij moeten duidelijk de betrokken partijen worden vermeld, evenals een indicatie van het soort van projectgebonden productinnovatie waarbij deze partijen verder betrokken bij zouden willen raken.

Het reservoir met informatie over standaard- en systeemproducten kan vergelijkbaar worden gemaakt door stap voor stap een vergelijkbare cluster van producten te analyseren. De benodigde informatie kan worden verkregen door contact op te nemen met producenten op basis van bestaande (collecties) van productinformatie. Als er geen officiële rapporten over de productprestaties beschikbaar zijn, zullen aanvullende testen moeten worden uitgevoerd. Door de betrokken producenten te interviewen, kan meteen een overzicht worden gemaakt van kennisgebieden waar zij zich op richten.

De database met de resultaten zou toegankelijk gemaakt moeten worden via de *website* van de info boosterorganisatie. Een *search engine* zou toegang tot deze database moeten geven via het soort materiaal, product en de namen van de participanten (producent, architect, aannemer, constructeur, etc.). Gekoppeld aan deze database zou een *comment room* opgezet kunnen worden waar de *specifiers* opmerkingen over de

resultaten kunnen maken. Architecten en andere *specifiers* kunnen hier dan ook hun ervaringen met bestaande producten rapporteren, en ze kunnen hier vragen stellen. Ook klachten over producten kunnen hier kenbaar worden gemaakt.

Door specifieke onderdelen van projectgerelateerde informatie om te zetten in algemene informatie en door deze algemene informatie te structureren zou een dergelijke database innovatie in de bouw kunnen stimuleren. Het zou een waardevolle bron van informatie zijn voor alle *specifiers*.

HET BELANG VAN EEN ONAFHANKELIJKE ORGANISATIE

Charles Rogers [1998] heeft de geschiedenis beschreven van de bouwdocumentatie in het Verenigd Koninkrijk. Ondanks vele pogingen is men er niet in geslaagd om een bestand op te bouwen waar zowel producenten als architecten tevreden over zijn. Oorzaak hiervan is volgens Rogers een belangenverschil. Producenten zien de informatie als een teaser die ervoor zorgt dat geïnteresseerden contact leggen met het bedrijf. Architecten zien het als informatiebron en willen graag direct beschikken over de informatie die zij nodig hebben voor hun ontwerp. Deze belangentegenstelling maakt het noodzakelijk dat een onafhankelijke partij deze informatie verzamelt en structureert.

Inherent aan de cultuur van de bouwindustrie is tevens dat producerende bedrijven zoveel mogelijk proberen zelfopgedane informatie af te schermen van de concurrentie. Het doorbreken en veranderen van deze opstelling is geen gemakkelijke opgave, aangezien culturele aspecten [Schein 1992] en belangenverschillen zich moeilijk laten veranderen. Dat een meer open houding ten aanzien van de uitwisseling van informatie gerelateerd aan incrementele innovatie, in een industrie wel degelijk mogelijk is, is te zien in de ruimtevaart. Von Hippel beschrijft de situatie waarin tussen ingenieurs met dezelfde professionele interesses een netwerk ontstaat waarin kennis op een informele manier wordt uitgewisseld [Von Hippel 1988]. Hierdoor kan kennis worden uitgewisseld tussen bedrijven die al dan niet directe concurrenten van elkaar zijn. Von Hippel vond in zijn onderzoek dat informele kennishandel in bepaalde industrieën, zoals de ruimtevaart, veel voorkomt terwijl dit in andere juist achterwege blijft, zoals bijvoorbeeld in de poedermetallurgie-industrie. Een ruimtevaartenieur verklaarde gedurende het onderzoek dat onder normale omstandigheden knowhow vrij wordt uitgewisseld. Alleen als er een belangrijk contract van de overheid verkregen moet worden, wordt kennis die mogelijk een voordeel voor de andere partij oplevert achtergehouden. Deze situatie verandert weer als het contract gesloten is. In een situatie waarin gelijksoortige bedrijven andere markten bedienen is informatie-uitwisseling interessant, zonder dat men ervoor op zijn hoede hoeft te zijn dat de concurrentiepositie van de tegenpartij verbetert ten koste van het eigen bedrijf. Maar ook voor directe concurrenten kan er sprake zijn van een win-win situatie:

"in general, informal know-how exchange between rival and noncompeting firms is the most effective form of co-operative R&D when (1) the needed know-how exists in the hands of some member of the trading network, when (2) the know-how is proprietary only by virtue of its secrecy, and when (3) the value of a particular traded module is too small to justify an explicit negotiated agreement to sell, licence, or exchange." [Von Hippel 1988]

Als de doorgegeven informatie alleen weglekt, zonder dat er informatie terugkomt, dan hebben innovatoren geen probleem, mits concurrenten niet sneller leren. Zij lopen dan immers toch voor op de rest. Het verstrekken van informatie kan er voor zorgen dat er waardevolle informatie terugkomt. Dit betekent dat het bedrijf weer beter kan profiteren van de technische knowhow [Von Hippel 1988]. Deze uitwisseling van informatie zorgt er eveneens voor dat de ontwikkelingen in een bepaald vakgebied sneller kunnen verlopen, omdat de benodigde kennis voor een bepaalde toepassing eerder bij elkaar kan komen.

Er kan niet verwacht worden dat een dergelijke verandering spontaan optreedt in de bouw. Het is daarom noodzakelijk dat een onafhankelijke organisatie hier de taak van breekijzer op zich neemt. Deze organisatie kan deze rol vervullen door informatie over projectgebonden producten te verzamelen en te structureren. Het doel is hier niet om alle kennis aanwezig bij innoverende architecten en producenten te verzamelen. Dit is logisch gezien zelfs een onmogelijkheid omdat een deel van deze kennis impliciet is en voor een deel niet te expliciteren is omdat het vaardigheden en attitude betreft. Het gaat erom dat de gestructureerde informatie voldoende aanknopingspunten biedt die men als handvat kan gebruiken voor componentontwerpen door architecten of productinnovatie door andere partijen. Door de bij het innovatieproces betrokken partijen en personen te vermelden, is het voor partijen die iets met deze informatie willen duidelijk wie zij moeten inschakelen om relevante ontbrekende informatie te achterhalen.

Door de informatie te verzamelen, te structureren en toegankelijk te maken kan deze organisatie een opening forceren in de gesloten communicatiecultuur. Een deel van deze informatie is nu namelijk al te vinden voor de geduldig en nijver zoekende persoon. Veel architecten hebben deze tijd echter niet, of hebben niet de drive om de benodigde energie hierin te investeren. Doordat deze informatie nu op een presenteerblaadje wordt aangeboden, toegesneden op de informatievrage van de architect, wordt een belangrijke hindernis voor het componentontwerpen weggenomen. Als producenten merken dat het bekend worden van deze projectgerelateerde informatie niet betekent dat zij werk verliezen aan de concurrent, maar dat het extra werk genereert in de vorm van extra advieswerk en productie-orders, zullen zij ook minder huiverig worden om dergelijke informatie openbaar te maken.¹⁶

12 CONCLUDERENDE OPMERKINGEN

In dit laatste hoofdstuk wordt geëvalueerd in hoeverre de in dit onderzoek gestelde hoofdvragen zijn beantwoord. Er wordt beschreven wat origineel is aan dit onderzoek en wat de wetenschappelijke en maatschappelijke bijdragen zijn. Tot slot worden enkele aanbevelingen voor verder onderzoek gedaan.

REFLECTIE OP DE ONDERZOEKSDOELSTELLINGEN

In dit onderzoek werd antwoord gezocht op de volgende drie hoofdvragen:

In hoeverre kan de rol van architecten beschreven worden in componentontwerpprocessen in de bouw? (descriptief).

Doel van deze vraag was het verkrijgen van inzicht in de rol van architecten in processen van productinnovatie in de bouw op componentniveau. Dit werd bereikt door te beschrijven wat de argumenten zijn die architecten gebruiken om nieuwe componenten te ontwerpen, door de rollen die zij in dit proces innemen te beschrijven en door productinnovaties op initiatief van architecten te typeren (hoofdstuk 7). Het componentontwerpen werd verder beschreven door te inventariseren hoe architecten componenten ontwerpen aan de hand van de controle-aspecten die van belang worden geacht in projectmanagement (hoofdstuk 9).

Welke strategieën en hulpmiddelen kunnen er op basis van de beschrijvingen hierboven gegeven worden voor de invulling en sturing van componentontwerpprocessen? (prescriptief).

Het doel behelsde een raamwerk te scheppen voor de opzet van een persoonlijke ontwerpmethodologie voor architecten met betrekking tot componentontwerpen. Door te beschrijven hoe architecten componenten ontwerpen aan de hand van de controle-aspecten van projectmanagement (hoofdstuk 9) en door, in de aanbevelingen voor architecten, te ontrafelen op welke fronten architecten het componentontwerpen zelf positief kunnen beïnvloeden (hoofdstuk 10), is antwoord gegeven op deze vraag.

Hoe kan componentontwerpen door architecten gestimuleerd worden? (prescriptief).

Het doel van deze vraag was het geven van aanbevelingen voor het stimuleren van het componentontwerpen door architecten. Eerst werden hiervoor de knelpunten voor het componentontwerpen geïnterpreteerd (hoofdstuk 8). Door op basis van de onderzoeksresultaten uit het casestudy-onderzoek en het aanvullende onderzoek aanbevelingen te geven voor architecten die componenten ontwerpen (hoofdstuk 10) en aanbevelingen te geven hoe de randvoorwaarden van het componentontwerpen verbeterd kunnen worden (hoofdstuk 11), is antwoord gegeven op deze laatste vraag.

ORIGINALITEIT VAN HET ONDERZOEK

Projectdoelstellingen kunnen volgens onderzoeksmethodoloog Piet Verschuren¹ onderverdeeld worden in zes categorieën. Hij maakt onderscheid tussen het verbeteren van bestaande modellen (verbeterproblemen) en het construeren van nieuwe modellen (constructieproblemen). Verder maakt hij onderscheid naar praktijk, theorie en methodologie.

	Praktijk	Theorie	Methodologie
Verbeterproblemen	PI -model verbeteren	generaliseerbare kennis en inzicht over PI-processen verbeteren	methoden voor sturing en inrichting PI-processen verbeteren
Constructieproblemen	nieuw PI-model opzetten	nieuwe kennis en inzicht	nieuwe methode voor sturing en inrichting PI-processen ontwikkelen

Tabel 1 Soorten projectdoelstellingen [gebaseerd op Verschuren] (PI = productinnovatie)

Ten aanzien van het eerste doel van dit onderzoek, het beschrijven van componentontwerpen, werd volgens de verschillende soorten projectdoelstellingen van Verschuren een nieuwe theorie ontwikkeld. Onderzoek naar productinnovatie in het algemeen, en productinnovatie in de bouw in het bijzonder, geschiedt gewoonlijk vanuit het perspectief van producenten. Ook na de belangwekkende studie van Von Hippel naar de invloed van klanten op innovaties in de machinebouw en diverse studies naar het belang van *demand pull* bij productinnovaties, wordt in onderzoeken naar productinnovatie in het algemeen, en in de bouw in het bijzonder, nog steeds het perspectief van producerende partijen gekozen; hetzij producenten, hetzij aannemers.² Wel is er vanuit dit producentenperspectief steeds meer aandacht voor de synergie die bereikt kan worden met *co-develop-*

ment van toeleveranciers, klanten en kennisinstituten. In dit onderzoek is voor het eerst het perspectief van een klant gekozen op de bouwproductenmarkt; namelijk de componentontwerpende architect die een producent een concrete vraag voorlegt voor een innovatief projectgerelateerd product. Op het gebied van productinnovatie in de bouw was nog geen onderzoek uitgevoerd vanuit het *Consumer-Active Paradigm*.

Ten aanzien van het tweede doel, strategieën voor sturing van componentontwerpen, werd een nieuwe methode ontwikkeld voor de sturing van processen voor de totstandkoming van projectgebonden componenten. De methodologie voor architecten die componenten willen ontwerpen, wordt in een bijzondere vorm aangeboden. Er wordt geen model opgelegd dat architecten stap voor stap dienen op te volgen zoals gebruikelijk is vanuit het perspectief van de *glass box* (zie hoofdstuk 4). De ontwerper wordt beschouwd als een individu dat zelf over zijn handelen nadenkt, als een zelforganiserend systeem. Door te inventariseren hoe componentontwerpende architecten omgaan met de controle-aspecten bekend uit het projectmanagement, wordt duidelijk wat de mogelijkheden voor sturing zijn (hoofdstuk 9). Tevens wordt aangegeven welke zaken de individuele architect kan beïnvloeden om de randvoorwaarden voor het componentontwerpen te verbeteren (hoofdstuk 10). Hierdoor is een raamwerk ontstaan waarmee architecten kunnen reflecteren op processen van componentontwerpen. Onderdelen hieruit kunnen door architecten naar believen worden geïntegreerd in de eigen werkmethode. Hiermee beschikken zij over een instrument om op een doordachte wijze componentontwerpprocessen in te richten en te sturen.

En ten aanzien van het derde doel, aanbevelingen voor het stimuleren van componentontwerpen, is een nieuw model specifiek voor het stimuleren van componentontwerpen in de bouw geformuleerd. Doordat bij het formuleren van de aanbevelingen vanuit een ander dan gebruikelijk perspectief, het *Consumer-Active Paradigm*, naar manieren is gezocht om productie-innovatie te stimuleren, kon er tot nieuwe aanbevelingen worden gekomen. Door het *Consumer-Active Paradigm* te hanteren zijn de mogelijkheden voor het stimuleren van productinnovatie in de bouw verruimd.

WETENSCHAPPELIJKE BIJDRAGE

Ten eerste voegt dit onderzoek een nieuwe loot toe aan de boom van de *New Product Development* theorie. Deze nieuwe theorie voegt een beschrijving toe van het ontwerpen van bouwcomponenten door architecten, met als doel het omschrijven van hun rollen, argumenten en het geven van een typering van deze vorm van productinnovatie (hoofdstuk 7). Tevens wordt beschreven hoe architecten omgaan met de controle-aspecten om deze processen effectief te laten verlopen (hoofdstuk 9). En tot slot wordt het informatieverloop over door architecten ontworpen componenten beschreven (hoofdstuk 11).

Ten tweede wordt door de resultaten van dit onderzoek onderstreept dat niet alle algemene theoretische concepten direct overplaatsbaar zijn naar andere industrieën. Deze concepten moeten eerst specifiek gemaakt worden voor de context, alvorens zij toegepast kunnen worden. In innovatie- en productontwikkelingsliteratuur wordt er over

het algemeen van uitgegaan dat de ontwikkelde modellen gebaseerd op onderzoek in specifieke bedrijfstakken algemeen gelden voor andere industrieën [Cooper 1979, Bolwijn & Kumpe 1991, etc.]. Er zijn echter onderzoekers die erop wijzen dat productinnovatieprocessen specifiek zijn voor een bepaalde industrietak, technologie en innovatiesoort [Paffen & Janszen 1994]. Urban en Hauser [1993] onderscheiden de volgende verschillen waaraan het productinnovatieproces moet worden aangepast: grootte van het innoverende bedrijf, producttype³ en verschillen in bedrijfstrategie. Op basis van de resultaten van dit onderzoek met betrekking tot typering van projectgebonden productinnovatie door architecten, kan nog een categorie worden toegevoegd (hoofdstuk 7, § Typering van architecten als productinnovator) namelijk de categorie initiator. De geconstateerde verschillen tussen producenten en architecten maken het zinvol om hierin onderscheid te maken.

Tot slot kan er op basis van de onderzoeksresultaten van dit onderzoek worden gepleit voor een verandering in vergelijkende innovatiestudies. Momenteel worden vergelijkingen van bedrijfstakken op basis van het *Manufacturer-Active Paradigm* uitgevoerd; een *MAP rating*. Bij R&D-metingen wordt nu alleen gekeken naar standaard- en systeemproducten. Het gehele spectrum van standaard- en systeemproducten en projectgebonden componenten zou echter bekeken moeten worden. Nu wordt alleen de vernieuwing op het vlak van standaardisering van de industrietak gemeten. Dat is geen constructieve positie in een tijd dat flexibilisering van de productie en *customization* steeds belangrijker worden. Daarom wordt het tijd om ook bij dergelijke metingen de aandacht veel meer te richten op projectgebonden componenten. Om tussen de industrieën een eerlijke vergelijking mogelijk te maken moet een *CAP rating* worden geïntroduceerd die het aantal speciale producten meet. Bij een vergelijking met een *CAP rating* en een *MAP rating*, wordt het volledige spectrum van producten meegenomen. Hieruit is tevens een indicatie voor *market pull* in de betreffende industrie af te lezen.

MAATSCHAPPELIJKE BIJDRAGE

Dit onderzoek draagt bij aan de bewustwording van de rol van architecten in productinnovatieprocessen door architecten, opdrachtgevers, producenten en beleidsmakers. Het biedt voor architecten aanknopingspunten voor het formuleren van strategieën voor de invulling van de rol als componentontwerper. Architecten hebben er belang bij kennis met betrekking tot componentontwerpen te bezitten. Zij kunnen hierdoor beter inspelen op veranderende eisen en wensen voor bouwopgaven van opdrachtgevers of veranderende regelgeving en economische omstandigheden. Tevens kunnen zij hiermee hun eigen ontwerpvisie versterken.

Opdrachtgevers en gebruikers van gebouwen hebben belang bij dit onderzoek, omdat hiermee duidelijk wordt dat architecten door middel van componentontwerpen specifieke eisen en wensen met betrekking tot gebouwen kunnen realiseren. Voor deze groep wordt zodoende duidelijk waarom componentontwerpen in hun belang kan zijn en wat opdrachtgevers kunnen doen om de randvoorwaarden voor componentontwerpende architecten te verbeteren.

Producenten hebben belang bij dit onderzoek omdat het inzicht geeft in de beweegredenen van hun klanten met betrekking tot speciale componenten. Kennis hierover kan helpen bij het succesvol inspelen op eisen en wensen van architecten als klant. Architecten kunnen tevens een belangrijke bron zijn voor kansrijke ideeën voor nieuwe standaard- en systeemproducten. Zij zijn creatief, hebben overzicht over het bouwen en hebben een belangrijke zeggenschap bij de keuze voor bouwproducten.

Beleidsmakers die productinnovatie in de bouw willen stimuleren, vinden in dit onderzoek aanknopingspunten voor het stimuleren van de ontwikkeling van speciale bouwcomponenten. Hierdoor ontstaat een bron van ideeën voor het ontstaan van innovatieve standaard- en systeemproducten.

De resultaten van dit onderzoek kunnen op twee manieren worden toegepast. Ten eerste kunnen de resultaten worden gebruikt door architecten die componenten willen ontwerpen. Op grond van in dit onderzoek ontwikkelde theorie over het componentontwerpen en het verspreiden van daaraan gerelateerde informatie zijn aanbevelingen geformuleerd om projectgebonden productinnovatie op initiatief van architecten te stimuleren. Dit kan gedaan worden door (toekomstige) architecten bewust te maken van de meerwaarde van componentontwerpen en de mogelijkheden die zij hebben tot productinnovatie. Tevens is het belangrijk hen te informeren over mogelijke hulpbronnen, de beperkende randvoorwaarden en de strategieën die zij kunnen gebruiken. Als zij hiervan op de hoogte zijn, zullen meer architecten componenten gaan ontwerpen in relatie tot hun architectonische ontwerpen en zullen zij in staat zijn een strategie te bepalen hoe zij dit het beste kunnen realiseren, met als resultaat dat zij componenten kunnen ontwerpen die beter voldoen aan de eigen eisen en wensen en die van opdrachtgevers.

Ten tweede kunnen de resultaten van dit onderzoek worden gebruikt bij het bepalen van stimulerende maatregelen voor projectgebonden productinnovatie op initiatief van architecten. Componentontwerpen is te stimuleren door bouwpartners te overtuigen van hun belang bij nieuwe projectgebonden componenten, door het bouwproces hier beter op in te richten en door de informatievoorziening omtrent projectgebonden producten te stimuleren.

AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Om het CAP paradigma verder te verstevigen aan de vraagkant binnen de bouw zou er onderzoek gedaan kunnen worden naar de rol van opdrachtgevers en de diverse adviseurs in de bouw. In ditzelfde netwerkperspectief ontbreekt ook nog inzicht in de rol van toeleveranciers van bouwproducenten. Er is bekend dat met name voor standaard- en systeemproducten toeleveranciers een belangrijke rol spelen [Pries 1995], maar een precieze omschrijving van deze rol ontbreekt nog. Ook op het gebied van de interactie tussen de verschillende partijen onderling in productinnovatieprocessen zijn nog veel mogelijkheden voor onderzoek. Vooral waardevol is onderzoek naar manieren waarop bouworganisatieprocessen te verbeteren zijn, zodat de mogelijkheden voor productinnovatie toenemen.

In andere industrieën zijn er eveneens volop mogelijkheden om de rollen van partijen

aan de vraagkant van de markt te onderzoeken vanuit het CAP paradigma, evenals de interactie tussen de verschillende partijen. Dit gebied is op het werk van enkele pioniers na⁴ nog onontgonnen gebied.

Ten slotte is het van belang dat er een vergelijking tussen de verschillende bedrijfstakken op basis van CAP *ratings* wordt gemaakt. Om tot een goede vergelijking te kunnen komen tussen bedrijfstakken zou het percentage innovatieve projectgebonden producten evenals het percentage innovatieve projectgebonden producten moeten worden bepaald. Zoals eerder beschreven worden bedrijfstakken nu vergeleken op basis van geldbedragen besteed aan onderzoek voor innovatieve systeem- en standaardproducten of aantallen van deze producten. Dit heeft een eigenaardige consequentie: met de huidige ICT is immers een industrie denkbaar die voor klanten alle producten op maat maakt. In principe wordt dan aan elke klant een nieuw en uniek product geleverd. Omdat in dat geval geen sprake is van standaard- of systeemproducten, zouden in deze bedrijfstak geen standaard- of systeemproducten worden aangetroffen. Met als gevolg dat deze geïndividualiseerde (*customized*) bedrijfstak als zeer conservatief uit de studie tevoorschijn zou komen. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de huidige manier van vergelijken geen eerlijke vergelijking maakt tussen de innovatieve inspanningen van de verschillende bedrijfstakken. Dit benadeelt in het bijzonder de positie van de bouw. Een studie naar aantallen ontwikkelde projectgebonden producten zou kunnen uitwijzen of dit terecht is.

VOETNOTEN

HOOFDSTUK 1

¹ De Nederlandse industrie is, vanuit het oogpunt van kostenvermindering [Kumpe 1998], in zijn totaliteit sterk gericht op procesinnovaties [Jacobs 1996]. Als gevolg hiervan wordt in een flink aantal landen meer toegevoegde waarde per inwoner gegenereerd dan in Nederland. Japan en Duitsland zijn daarbij koplopers en genereren beide tweeëneenhalf maal zoveel toegevoegde waarde per inwoner [Koutstaal & Louter 1995]. Om deze achterstand in te lopen en niet verder achterop te raken wordt er in Nederland voor gepleit extra te investeren in productinnovatie en het genereren van de daarvoor benodigde kennis [Jacobs 1996].

² Een referentie zonder jaartal verwijst naar uitspraken gedaan in het kader van een interview of een voordracht (zie appendix)

HOOFDSTUK 2

¹ Zie bijvoorbeeld de inventarisatie gemaakt door B.J.G. van der Kooij [1991]; een lijst van 76 definities. Zie voor verschillende manieren waarop de term innovatie wordt gebruikt Rowe en Boice [1974].

² Het onderscheid tussen theorieën waar naar gehandeld wordt en theorieën volgens welke men zegt te handelen zoals beschreven door Jacobs e.a., wordt door Argyris en Schön het verschil tussen theories-in-use en espoused theories genoemd [Argyris & Schön 1978, p. 11].

³ De in dit onderzoek gehanteerde definitie voor ontwerpen komt overeen met de conceptuele opvatting van het begrip van Eekhout [1997, p. 63]. Voor een definitie van ontwerpen, ontwikkelen en onderzoeken zie begrippenlijst.

⁴ Krijger [1991], Utterback e.a. [1979], Myers & Marquis [1969], Carter & Williams [1957], Sherwin & Isenson [1967], Baker e.a. [1967], Langrish e.a. [1972] en Battelle [1973].

⁵ Hierbij dient men duidelijk onderscheid te maken tussen de gebouwenmarkt, waar de opdrachtgever de vragende partij is en de architect de aanbieder van het gebouwontwerp, en de bouwproductenmarkt, waar de producenten aanbieder zijn en architecten, aannemers, opdrachtgevers en doe-het-zelvers de vragende partijen.

⁶ De woning- en utiliteitsbouw.

HOOFDSTUK 3

¹ Cartesiaans verwijst naar Descartes, die wordt gezien als de eerste Rationalist nadat de Westerse filosofie eeuwenlang door de kerk en religie was gedomineerd. Het rationalisme beschouwt de rede als belangrijkste bron van kennis en rechtvaardiging. Wiskundige axioma's, die het uitgangspunt dienden te vormen voor andere wetenschappen, vormen in deze stroming dé bron van apriori-kennis.

² Zie bijvoorbeeld de kritiek van Broadbent [1977] over *La Mémé* van Lucien Kroll.

³ Monografieën van architecten die ingaan op het ontwerpproces en / of productinnovatie kunnen in dezelfde categorie worden ondergebracht.

⁴ [Urban & Hauser 1993, Bruce & Biemans 1995, Hollins & Pugh 1990, Clark & Wheelwright 1994, Buijs & Valkenburg 1996, etc.]

⁵ Foxall & Tierny [1984] noemen deze uitbreiding van Von Hippels CAP1 paradigma, CAP2. In het vervolg wordt met CAP paradigma zowel CAP1 als CAP2 bedoeld.

⁶ Gebaseerd op de categorisering van innovatiemodellen van M.A. Saren [1984], aangepast door de auteur.

⁷ Het formuleren van een hybridemodel door prescriptieve en descriptieve aanpak te combineren is ook een mogelijkheid. Zie bijvoorbeeld Nigel Cross [1996].

HOOFDSTUK 4

¹ In dit verband is het handig drie situaties te onderscheiden zoals Hennes de Ridder (199 p. 132) doet. Hij onderscheidt drie klassieke informatietoestanden: zekerheid, conditionele onzekerheid en onzekerheid.

² Zoals de RIBA in het Verenigd Koninkrijk en de BNA in Nederland [BNA, 1998].

³ De theorie van de gestaltpsychologie kan model staan voor de manier waarop een ontwerper zijn opgave benadert. [Oostra 1996]

⁴ Het is sowieso aan te bevelen om bij innovatie niet op zoek te gaan naar alle beschikbare informatie, maar alleen relevante informatie bijeen te brengen [Van Gunsteren 1988].

⁵ Van de *direct mail* wordt 80-99% meteen weggegooid door architecten [Emmitt 1997].

⁶ Ook wel *jobbers* genoemd [Van Gunsteren 1992].

⁷ Onderlijning van de auteur.

⁸ Bij de cursus *Ontwerpmethodologie* van Onderzoeksschool Bouw in 1996.

HOOFDSTUK 5

¹ Inductie is het afleiden van een algemeen geldende regel uit waarnemingen. Voorbeeld: oratie van Van Gunsteren [1982]

² Deductie is het afleiden van een specifieke situatie uit een algemeen geldende regel.

³ Tijdens lezing in het kader van de NOBO-cursus 'Onderzoeksmethodologie' 1994-1995.

⁴ Geïnspireerd door lezing van Van Gils tijdens de NOBO-cursus 'Onderzoeksmethodologie' 1994-1995.

⁵ Samenwerkingsverband bij Boosting: Archipel Ontwerpers, Barcol Air, Corsmit Raadgevend Ingenieursbureau, Hiensch Engineering, Krupé-Bomatex en Post Ter Avest Architecten.

⁶ Boosting is een vereniging van Nederlandse architecten en producenten die innovatie in de bouw een warm hart toedragen.

⁷ 'Research en technologieontwikkeling in de bouw' PATO-cursus, postacademische cursus in 1997.

⁸ Dit komt overeen met de bevindingen in de studie van Kleinknecht e.a. [1992] waarin werd vastgesteld dat 70% van de in Nederland geïntroduceerde innovaties door de industrie en dienstverlening afkomstig is uit het buitenland.

⁹ De categorieën van oplopende complexiteit zijn afkomstig van Verschuren e.a. [1995].

¹⁰ Met behulp van vragen gebaseerd op Schön [1983] en Crozier & Friedberg [1980], zie bijlagen.

HOOFDSTUK 6

¹ Database met publicaties over bouwkundige projecten.

² ISB staat voor Innovatief Systeem van Bouwen.

HOOFDSTUK 7

¹ Er zijn allerlei technieken ontwikkeld waardoor men los kan komen van voor de handliggende denkpatronen [De Bono 1970, Osborn 1953, Gordon 1961, Prince 1970, Nyström 1979, Amabile 1996]. Deze worden ook gebruikt door architecten, maar zijn niet noodzakelijkerwijs opgenomen in hun ontwerpmethoden.

² Zoals bijvoorbeeld Aldo Rossi, Richard Meyer, Hendrik Berlage, Arne Jacobsen en Gerrit Rietveld. Illusterend voor het ontwerpen op verschillende terreinen is eveneens de titel van Bakema's boek en televisieserie *Van Stoel tot Stad* [1964].

³ Rogers [1995] introduceerde de term *re-invention* voor innovaties die op een andere manier worden gebruikt dan oorspronkelijk was bedoeld. Als een product op een andere manier toegepast wordt dan gebruikelijk kunnen garanties vervallen [Cecil 1986] en kunnen er problemen ontstaan met de verzekering.

⁴ Zie productinnovaties van Prof. Ir. J. Kristinsson [1997].

⁵ Een voorbeeld van een *virtuous loop* [Janszen 2000].

⁶ Zoals in het ontwerp voor het ziekenhuis van Harderwijk van Peter Gerssen.

⁷ Zie Emmitt [1997]: de aannemer en de klant hebben grote invloed op het al dan niet toepassen van nieuwe producten afkomstig van producenten die voorgeschreven worden door de architect.

HOOFDSTUK 8

¹ Uit andere industrieën is bekend dat ongeveer 75% van de fabricagekosten worden bepaald door het product-ontwerp [De Sitter 1994, Womack e.a. 1990].

² In de auto-industrie heeft een dergelijke prikkel tot indrukwekkende resultaten geleid [Womack e.a. 1990].

³ Zeer illusterend werkt het door Reddy [1979] geïntroduceerde *toolmakers paradigm*.

⁴ Zie bijvoorbeeld de discussie of geschiedenis wel gezien kan worden als wetenschap.

⁵ Het lijkt erop dat hier een verschil is tussen *espoused theories* en *theories in use* [Argyris & Schön 1978] bij architecten. Mackinder [1980, p. 12] stelt dat praktiserende architecten onderscheid maken tussen het ontwerp-proces en het proces waarin de bouwproducten geselecteerd worden. Zij vinden dat de selectie van bouwproducten onderdeel is van het ontwerpproces. David Leatherbarrow [1993, p. 145] stelt dat het detailleren en het uitzoeken van producten in architectenbureaus echter meestal niet wordt gedaan door de projectarchitect maar wordt overgelaten aan wat hij noemt *architectural technicians*. Dit zijn meestal architecten die net klaar zijn met hun opleiding.

⁶ Kan tevens duiden op miscommunicatie, maar dat is in dit geval minder aannemelijk omdat het verschillende kernen achter elkaar gebeurde.

⁷ Dit instituut biedt bescherming aan kopers tegen het failliet gaan van de bouwonderneming, bemiddelt in geschillen tussen koper en bouwonderneming, en stelt zich garant voor het herstel van ernstige gebreken aan de woning die zich openbaren na de oplevering wanneer een bouwer niet aan zijn verplichtingen voldoet.

⁸ In de bouw worden vijf verschillende kwaliteitsverklaringen gebruikt: het attest, het productcertificaat, het attest-met-productcertificaat, het procescertificaat en het kwaliteitssysteemcertificaat [Coppens 1998].

⁹ Deze richtlijn geldt niet alleen voor ministeries, rijksdiensten, provincies, waterschappen en gemeenten, maar bijvoorbeeld ook voor universiteiten, onderzoeksinstellingen en instellingen in de gezondheidszorg. De richtlijn

geldt ook voor instellingen en opdrachten die de overheid (mede-)financieert, (mede-)beheert of waarvan zij het bestuur benoemd [BNA 2001]. Voor projectontwikkeling en gecombineerde opdrachten voor ontwerp en uitvoering geldt in het algemeen de Richtlijn Werken.

¹⁰ De ECU is niet geheel gelijkwaardig met de Euro. De landen die deel uitmaken van de ECU participeren namelijk niet allemaal in de Euro.

¹¹ Er is een fundamenteel verschil tussen risico en onzekerheid. Het risico van een handeling is de waarschijnlijkheid dat als gevolg van deze actie een ongewild resultaat wordt bereikt. Risico is daarmee kwantificeerbaar. Bij onzekerheid daarentegen kan er geen analyse van de risico's en de voordelen van een bepaalde actie worden gegeven [Schön 1967].

¹² Als er geen afspraken worden gemaakt over aansprakelijkheid, is iedere partij verantwoordelijk voor zijn eigen inbreng in het proces. Als de architect het ontwerp verzorgt is hij of zij daarbij ook aansprakelijk voor de ideeën die door anderen ingebracht zijn. De architect kan ook aansprakelijk worden gehouden voor de inbreng van door hem of haar ingehuurd adviseurs.

HOOFDSTUK 9

¹ Met als gevaar dat men op het architectenbureau te lang zelf probeert een goede oplossing voor ontwerpproblemen te vinden, zodat de tijd voor overleg met producenten en andere adviseurs onder druk komt te staan.

² Het eisenpakket van opdrachtgever en architect vallen niet per se samen. De prioriteiten van de architect en de opdrachtgever liggen anders. Dit wordt ondersteunt door de bevindingen van de producent in de vangrailcase. Rijkswaterstaat stelde bijvoorbeeld strenge eisen aan de reflectie van het materiaal in verband met de verkeersveiligheid, terwijl dat voor de architect minder van belang was.

³ Zie citaat Hertzberger hoofdstuk 8 § Onwetendheid over componentontwerpen.

⁴ Om verwarring te voorkomen: de verwijzing [Van Heeswijk 1993] verwijst naar een publicatie van Harry van Heeswijk, terwijl de verwijzing [Van Heeswijk] verwijst naar het architectenbureau van Hans van Heeswijk.

HOOFDSTUK 10

¹ Geïnspireerd door de strategieën die bedrijven kunnen gebruiken om hun afhankelijkheid van kenniswerkers te reduceren zoals onderscheiden door Weggeman [1997, p. 145].

HOOFDSTUK 11

¹ De Rijksgebouwendienst fungeert tegenwoordig als adviseur van overheidsorganisaties in plaats van als opdrachtgever, maar heeft als zodanig wel een sterke invloed op deze groep van opdrachtgevers.

² Enige tijdsrestrictie kan helpen het ontwerp te verbeteren, doordat het projectteam continu gericht blijft op het plan.

³ Opdrachtgevers, zoals woningbouwverenigingen, hebben vaak banden met een groep vaste adviseurs. Deze adviseurs zijn over het algemeen gespecialiseerd in onderhoud en duurzaamheid van bestaande gebouwen. Zij kunnen behulpzaam zijn bij het aangeven van knelpunten in bestaande gebouwen, als duurzaamheid als verbeterpunt in de nieuwe bouwopgave wordt opgenomen. Vaak beschikken zij echter niet over relevante kennis voor het componentontwerpen. Hiervoor zullen daarom andere adviseurs moeten worden aangetrokken [Van Heeswijk].

⁴ Te denken valt aan voorlichting via brochures of andere publicaties en via de site www.architectenkeuze.nl. Deze site is een initiatief van ArchiNed, de architectuursite van Nederland in samenwerking met de BNA.

⁵ Prijs voor goed opdrachtgeverschap.

⁶ Ubbink werkt een idee alleen verder uit als het bedrijf zelf mogelijkheden ziet voor innovatie. De uitvinder heeft daarbij de keuze om het idee door Ubbink te laten afkopen of om het ontwikkelingstraject mee te doorlopen. De

voorkeur van Ubbink gaat uit naar afkoping [Ubbink].

⁷ De klantgerichte benadering heeft sinds 1988 breed ingang gevonden in het bedrijfsleven. Bij producenten van bouwproducten is de noodzaak om een dergelijke benadering te implementeren, door de grote vraag, echter achtergebleven.

⁸ Onderzoek heeft uitgewezen dat het combineren van verschillende identiteiten in de bedrijfsstrategie problemen oplevert [Van Gunsteren 1992, p. 33], het verdient daarom aanbeveling de adviesfunctie te verzelfstandigen ten opzichte van de productiefunctie.

⁹ Dit valt onder de verantwoordelijkheid van de ministeries van VROM en Economische Zaken.

¹⁰ De Harmonisatie Commissie Bouw stelt de spelregels op voor certificatie en attestatie in de bouwsector en treedt als zodanig op als coördinatiecommissie van de Raad voor Accreditatie in de bouw. Deze raad houdt toezicht op de certificatie-instellingen.

¹¹ Uitgezonderd de enkele zelfbouwer en een enkel initiatief van groepen gebruikers die gezamenlijk een project realiseren en de daarvoor benodigde instanties en bouwpartijen overtuigen.

¹² Eind jaren negentig werd slechts 13% van alle woningen door bewoners zelf gebouwd. De overheid streeft ernaar om dit percentage in 2005 verhoogd te hebben tot 30%.

¹³ In dat geval is de producent er zeker van dat men de ontwikkelde producten mag gaan leveren.

¹⁴ En, indien van toepassing, de rechten van de betrokken projectarchitect gewaarborgd zijn.

¹⁵ Marc Maurer [2000] pleit in zijn promotie-onderzoek voor een database voor standaard- en systeemp producten waarin tevens alle productiehandelingen worden weergegeven. Dit stimuleert inderdaad architectural innovation, maar laat nieuwe, technische mogelijkheden bij producenten onbenut. Ook het zeer breed opgezette Europese project CONNET, richt zich op (gerecyclede) standaard- en systeemp producten [www.CONNET.org].

¹⁶ Zo schrijft Eekhout regelmatig boeken over zijn inzichten van bewezen begrippen. Deze boeken bevatten voor velen nieuwe informatie, ondanks het feit dat veel hiervan openbaar is door middel van octrooien.

HOOFDSTUK 12

¹ NOBO-cursus onderzoeksmethodologie 1995.

² Eekhout 1997, Lichtenberg 1996, Pries 1995, Bremer 1991, SBR 1985, Vulperhorst 1995, etc.

³ Zij onderscheiden de volgende producttypes: *packaged goods*, *consumer durable*, *industrial product*, *high-tech-nology product* en *service* [Urban & Hauser 1993, p. 634].

⁴ Von Hippel 1976, 1978, 1982, 1988, Foxall & Thiery 1984, Foxall & Johnston 1987.

BEGRIPPENLIJST

Actor = een afgevaardigde van een bouwpartij.

Architect = een professional die, zelfstandig opererend of in bureauverband, gebouwen en bouwwerken ontwerpt en de realisering ervan begeleidt.

Architectonische productinnovatie = bij deze innovatie is geen sprake van een nieuwe techniek, maar van bestaande technische concepten die op een nieuwe manier bij elkaar worden gebracht in een innovatief product.

Bouw = een verzameling van bedrijven met onderlinge relaties, die voor meer dan 50% van hun omzet afhankelijk is van het produceren van producten en/of verlenen van diensten die een bijdrage vormen aan de gebouwde omgeving.

Bouwpartij = één van de organisaties die bij de totstandkoming van een bouwwerk betrokken kunnen zijn.

Bouwproces = het proces waarin een nieuw bouwwerk ontstaat of een bestaand bouwwerk wordt uitgebreid.

Bouwproduct = een fysiek bouwtechnisch voorwerp dat kan worden vastgehouden of aangeraakt en dat door menselijk handelen zijn huidige vorm heeft gekregen.

Componenten = in een fabriek geproduceerde, geassembleerde en bewerkte, uit elementen en subcomponenten bestaande gebouwonderdelen die zover in elkaar zijn gezet als het transport het toelaat. Op de bouwplaats vindt montage en installatie plaats. Bewerking of afwerking van deze producten is op de bouwplaats niet meer nodig.

Componentontwerpen = het samenstel van activiteiten aangaande het initiëren, het bedenken en het ontwerpen van een nieuwe, innovatieve of vernieuwde bouwcomponent voor een specifiek bouwproject door een architect of andere ontwerper opererend aan de vraagkant van de bouwproductenmarkt. Activiteiten aangaande het uitwerken, testen, verbeteren en het in overeenstemming brengen van het ontwerp met de productiefaciliteiten kan naar believen zelf worden gedaan of worden uitbesteed. Tevens moet(en) er (een) producent(en) worden gevonden die over de benodigde productiefaciliteiten beschikken.

Elementen = de eenvoudigste producten die specifiek zijn voor de bouw, maar op de bouwplaats nog afwerking behoeven.

Engineering = het zodanig verfijnen van een productidee dat het geproduceerd en toegepast kan worden.

Gebouwde omgeving = gebouwen en infrastructurele bouwwerken.

Incrementele innovatie = innovatie met een kleine impact die erop gericht is een bestaande technologie te verbeteren.

Innovatie = het eerste gebruik van iets nieuws, waarvan iemand de bruikbaarheid ziet en bereid is voor te betalen.

Innovatie-impact = de invloed van innovatie op de huidige technologie en wetenschappelijke theorie.

Marginale innovatie = innovatie die weinig of geen verandering van technologie vereist en waarbij de wetenschappelijke theorie niet hoeft te worden aangepast.

Materialen = de materie die door de industrie in een aantal tussenstadia wordt omgezet in producten specifiek voor de bouw.

Onderzoeken = het uitvoeren en coördineren van een aantal samenhangende activiteiten met als doel het verkrijgen van inzicht in bepaalde problemen, voorwerpen en/of verschijnselen.

Ontwerpen = het vanaf de opgave uitvoeren en coördineren van een aantal samenhangende activiteiten die als doel hebben het maken van een voorstelling van het uiterlijk, de samenstelling en/of het functioneren van een nog niet gerealiseerd product.

Ontwerpmethode = een methode, werkwijze of aanpak voor een (deel van de) ontwerp-opgave.

Ontwerpmethodiek = een verzameling van samenhangende ontwerpmethoden, gebruikt door een persoon of groep.

Ontwerpmethodologie = de wetenschap van de methoden die bij het ontwerpen worden of kunnen worden toegepast.

Ontwikkelen = het uitvoeren en coördineren van een aantal samenhangende activiteiten met als doel aanpassing van het ontwerp aan materiaalkenmerken, bewerkings- en productiefaciliteiten, werkwijzen van de productie en montage. Het genereren van een productidee kan deel uitmaken van deze activiteit.

Proces = een traject waarin door middel van een samenstel van activiteiten een bepaald doel wordt bereikt. In geval van een productinnovatieproces een nieuw product.

Producerende partijen = aannemers, bouwbedrijven en producenten van bouwproducten.

Productinnovatie = het ontwerpen, ontwikkelen en de engineering van een nog niet bestaand product. Alle bouwpartijen kunnen initiatiefnemer zijn.

Productontwikkeling = het samenstel van activiteiten aangaande het initiëren, bedenken, uitwerken, testen, verbeteren, (proef)produceren en monitoren van een nieuw, innovatief of vernieuwd product door een producerende partij.

Productvernieuwing = het geheel van activiteiten gericht op het voortbrengen van producten die nieuw zijn voor de betreffende organisatie.

Projectgebonden product = een product dat wordt ontworpen en ontwikkeld voor een specifieke bouwopgave.

Radicale innovatie = innovatie die vraagt om aanpassing van de technologie en de wetenschappelijke theorie. Een innovatie met een grote impact zoals de introductie van een nieuw materiaal.

Standaardproduct = een product dat wordt geproduceerd zonder bemoeienis van de klant. Alle producten zijn identiek, alhoewel de producent een aantal varianten in het assortiment kan opnemen die bijvoorbeeld verschillen in afmetingen en kleur. De producent heeft in het productontwikkelingsproces reeds vastgelegd wat de precieze eisen zijn waaraan het betreffende product moet voldoen. Het is een logistieke keuze om deze producten op voorraad te produceren of daarmee te wachten tot het verkrijgen van een order.

Strategie = een visie op hoe een bepaald doel te bereiken is, uitgewerkt in een plan met een systematisch samenstel van handelingen die erop gericht zijn dit te bereiken.

APPENDIX

Speciaal product = een compleet nieuw product dat moet worden ontworpen en ontwikkeld voor een specifieke bouwopgave wanneer een producent van een klant een vraag krijgt die hij niet kan oplossen met een bestaand product uit zijn assortiment.

Systeemproduct = de essentiële oplossingen zijn ontworpen, maar componenten die voldoen aan de gestelde eisen zijn niet direct te produceren omdat essentiële parameters door de klant moeten worden gekozen. Te denken valt aan de lengte die het product moet hebben of de krachten die het moet kunnen opnemen en daardoor de doorsnede van het product bepalen.

Tactiek = een handeling die deel uitmaakt van een strategie. Het is een onderdeel in het plan om het ingebeelde einddoel te behalen.

Vernieuwing = het geheel van activiteiten gericht op het voortbrengen van producten, het invoeren van productiewijzen dan wel het bedienen van markten, die, afzonderlijk of in combinatie, nieuw zijn voor de betreffende organisatie.

LITERATUURONDERZOEK

THEMA'S IN INNOVATIELITERATUUR

	individu	team	bedrijf	bedrijfskolom	subsector	sector	maatschappij	wereld		
het cyclische verloop van het proces	x	x	x	x					procesbeschrijving	PROCES
de verschillende activiteiten	x	x	x	x						
momenten van evaluatie	x	x	x	x						
relaties tussen de verschillende activiteiten	x	x	x	x						
het convergerende-divergerende karakter	x	x	x	x						
de verschillende tussenprodukten	x	x	x	x					tussen- produkten	
invloed van externe factoren	x	x	x	x	x	x	x		externe factoren	
het transformatieproces			x	x	x	x	x	x	transformatieproces	
bronnen voor nieuwe innovaties	x	x	x	x					bronnen voor ideeën	
idee genererende technieken	x	x							technieken	
evaluatietechnieken	x	x	x							
karakterisering innovatie in de bouw						x			de bouw	
algemene trends						x	x	x	algemene trends	
response- model	x	x	x	x	x	x	x	x	acceptatieproces	PSYCHOLOGISCH
personen en rollen		x	x	x	x	x	x	x	interactie van personen	
belangen en machtsstrijd		x	x	x	x	x	x	x		
soorten innovatie			x	x	x	x	x	x	soorten innovatie	
cultureel -antropologisch model			x	x	x	x	x	x	psychologisch	
sociologisch model			x	x	x	x	x	x		
diffusie			x	x	x	x	x	x		
geografisch model					x	x	x	x		
het denkproces	x								denkproces	
economische modellen						x	x	x	economisch proces	ECONOMIE
de verschillende departementen			x						bedrijfs niveau	BEDRIJF
relaties tussen de verschillende afdelingen			x							
parallele activiteiten van de afdelingen			x	x						
algemeen management			x							
het managen van het proces		x	x							
organisatievormen		x	x	x						
tactieken ter behoud van de voorsprong			x	x						
levenscyclus van een produkt									produktniveau	PRODUCT
waarom een produkt faalt of niet										

DE VARIABLEN UIT DE LITERATUURSTUDIE

Naast de algemene vragen naar een concreet voorbeeld van een (typisch) ontwerp-proces dat recentelijk heeft plaatsgevonden, een ontwerp-probleem dat de laatste maand gespeeld heeft en hoe men dat heeft aangepakt en verschillende situaties waarin tot productinnovatie moet worden gekomen, zijn er drie categorieën waaruit variabelen voor interviews werden gehaald:

Ten eerste, modellen over productinnovatieprocessen uit de literatuur. De factoren die direct van belang zijn voor dit proces (binnen het bedrijf) zijn:

- Geld;
- Tijd;
- Kennis en kunde;
- Informatiestromen;
- Initiator;
- Wordt personeel gestimuleerd in uiten van ideeën?;
- Welke taken zijn er te onderscheiden?;
- Wat voor functieomschrijvingen horen daarbij?;
- Welke afdelingen zijn bij productinnovatie betrokken?;
- Welke fases onderscheidt men?;
- Wordt het product getest? (functionele eigenschappen en klantenrespons d.m.v. prototypes of simulatie);
- Beslissingsmomenten;
- Organisatievorm intern: verantwoordelijkheden;
- Samenwerkingsvormen extern: verantwoordelijkheden;
- Kwaliteit;
- Gebruik van technieken en methoden (kwaliteit, creativiteit, etc.);
- Managementbeleid

Ten tweede, een uit literatuurgegevens opgezet systeemmodel voor de omgevingsfactoren die invloed uitoefenen op het productinnovatieproces. De volgende omgevingsfactoren buiten het bedrijf zijn onderscheiden:

- Vraag van de markt;
- Bereikbaarheid van de markt;
- Concurrentie;
- Wet- en regelgeving;
- Aanwezige technologie (actief volgen van/meedenken over *state-of-the-art* technologie);
- Grondstoffen;
- Hoog- of laagconjunctuur.

En ten derde een model hoe geleerd wordt van voorgaande processen: een reflectieve cyclus.

VERKENNEND ONDERZOEK

ALGEMENE VRAGENLIJST RESPONDENTEN BUITEN DE BOUW

Definiëring van begrippen

- Hoe zou u productontwikkeling beschrijven?
- En hoe innovatie?
- Hanteren jullie bepaalde definities ten opzichte van ontwerpen en ontwikkelen?

Organisatie van productontwikkeling

- Wordt er in het algemeen gewerkt volgens een bepaald model?
- Hoe ziet dat eruit?
- Is er een relatie tussen het gekozen model voor de productontwikkeling en de bedrijfsstrategie?
- Als er gewerkt wordt volgens een bepaald model, zijn de mensen die het werk uitvoeren zich bewust van het feit dat er volgens een bepaald model gewerkt wordt?
- Hebben werknemers invloed op dit model?
- Zijn er verschillende procedures voor de productontwikkeling van verschillende soorten producten?
- Hoe worden de verschillende beheersaspecten (tijd, geld, kwaliteit, informatie, organisatie) gecontroleerd?
- Wat is de verhouding van de investeringen van productverbetering ten opzichte van de ontwikkeling van nieuwe producten (bedrijf, sector)?
- Hoe groot zijn de ontwikkelingskosten voor een nieuw product binnen deze sector (globaal, voorbeeld)?
- Hoe lang duurt het proces van eerste ideevorming tot het op de markt brengen van het nieuwe product?
- Wordt er tijdens het ontwerp-proces gebruik gemaakt van prototypes of computer-simulaties?
- Is er veel onderlinge concurrentie tussen de verschillende bedrijven?
- Wat is de invloed van concurrentie op het productontwikkelingsproces?
- Hanteren jullie bepaalde methodes om complexe problemen op te lossen?
- Wat zijn de verschillende disciplines die normaliter bij het productontwikkelingsproces betrokken worden (algemeen, voorbeeld)?
- Hanteren jullie bepaalde methodes om de coördinatie tussen de verschillende betrokken disciplines te regelen?
- Is er sprake van co-makership? (toeleveranciers en fabrikant werken samen).

De stand van zaken

- Wat zijn volgens u de vooruitstrevende bedrijven op uw vakgebied?
- Wat is zo vooruitstrevend aan hun aanpak?
- Wat zijn volgens u conventionele manieren van productontwikkeling?
- Wat is daar goed/slecht aan?

- Worden er partners (universiteiten, adviesbureaus klanten, concurrenten) gezocht bij het ontwerpen van nieuwe producten?

Met betrekking tot het product

- Hoeveel worden er van een bepaald product geproduceerd?
- Wat is de duur van de levenscyclus van een product?
- Wat voor problemen komen jullie tegen bij het ontwerpen en ontwikkelen van een product?
- Komt het product terug voor reparatie/renovatie?
- Waarin zijn nieuwe producten over het algemeen 'nieuw' t.o.v. de oude producten (vormgeving, techniek, productieproces, ontwikkelingsproces)?
- Zijn er specifieke wensen van een grote groep klanten, zoals de vraag naar unieke of goedkope producten?
- In hoeverre is het product al achterhaald als het op de markt komt?

Omgeving

- Wat zijn de regels van de overheid waar jullie rekening mee moeten houden?
- Heeft de branche nog extra eigen regels?
- Wie zijn de klanten?
- Wat is de invloed van de klanten op het productontwikkelingsproces?
- Is een gebruiksaanwijzing bij het product noodzakelijk?
- Wordt het product op gebruikersvriendelijkheid getest?
- Wordt er een milieu-effectenrapportage gemaakt?
- Is de conjunctuur van invloed op het aantal nieuwe initiatieven van productontwikkeling?
- In hoeverre zijn technische kwaliteitseisen van invloed op de productontwikkeling?

Vragen over de relatie tussen het ontwikkelen van een component en het totaalproduct

- Wordt een component verwerkt in verschillende totaalproducten?
- Wordt het product in subproducten ontworpen en dan in elkaar gezet of wordt het als een geheel gezien?
- Hoe wordt de ontwikkeling van een component afgestemd op het totale productontwerp?

Slotvragen

- Welke personen zou u aanbevelen om over dit onderwerp verder te praten?
- Zou u een boek kunnen aanbevelen over de productontwikkeling binnen uw vak?

VRAGEN AAN DE VERSCHILLENDE ACTOREN BINNEN DE BOUW

Algemene vragen aan alle partijen

- Hoe denken jullie over de samenwerking tussen de verschillende actoren binnen

de bouw?

- Wat zou u hieraan het liefst willen veranderen?
- Hoe zou u productontwikkeling beschrijven?
- En hoe innovatie?
- Hanteren jullie bepaalde definities ten opzichte van ontwerpen en ontwikkelen?
- Hoe worden de verschillende beheersaspecten (tijd, geld, kwaliteit, informatie, organisatie) gecontroleerd?
- Welke personen zou u aanbevelen om over dit onderwerp verder te praten?

Vragen specifiek voor opdrachtgevers

- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Zouden jullie bereid zijn om als eerste een nieuw product toe te passen in één van jullie projecten?

Vragen specifiek voor projectontwikkelaars

- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Nemen jullie wel eens initiatief voor productinnovatie?
- Waar letten jullie op bij het gebruik van producten die jullie nog niet eerder gebruikt hebben?
- Zouden jullie bereid zijn om als eerste een nieuw product toe te passen in één van jullie projecten?
- Wordt jullie wel gevraagd om mee te werken aan de ontwikkeling van nieuwe bouwmaterialen?

Vragen specifiek voor productontwikkelaars

- Wat is jullie achtergrond?
- Wat voor instrumenten (computer, pen en papier, prototypes, maquette) gebruiken jullie bij de productinnovatie?
- Wat is daarvan de invloed op het ontwerp?
- Wat zijn de gedachten achter een ontwerp (vormidee, gebruik van een bepaalde techniek, een maatschappelijk uitgangspunt)?
- Wordt het ontwerp getest?
- Wat is de invloed van opdrachtgever / toekomstige gebruikers?
- Hoe kiezen jullie een fabrikant om mee samen te werken?
- Bij welke partij ligt de verantwoordelijkheid voor het eindproduct?
- Heeft dit invloed op het ontwerp?
- In hoeverre kan overleg met een fabrikant / opdrachtgever het ontwerp veranderen?
- In welk stadium wordt de fabrikant hierbij betrokken?
- Als er wordt samengewerkt met een fabrikant, komt het initiatief dan van jullie of van de fabrikant?
- Onderscheiden jullie fases in het proces van eerste ideevorming tot en met de concretisering van het ontwerp?
- Hoe pakt u het ontwerp aan; van klein naar groot of van groot naar klein?

- Onderscheiden jullie verschillende soorten producten?
- Zit er een verschil in het ontwerpen van deze onderscheiden producten?
- Wat voor problemen komen jullie tegen bij het ontwerpen en ontwikkelen van een product?

Vragen specifiek voor producenten

Zelfde als onder 'Vragen aan deskundigen buiten de bouw (bètakarakter)'

Vragen specifiek voor onderaannemers

- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Nemen jullie wel eens initiatief voor het ontwikkelen van nieuwe producten?
- Waar letten jullie op bij het gebruik van producten die jullie nog niet eerder gebruikt hebben?
- Zouden jullie bereid zijn om als eerste een nieuw product toe te passen in één van jullie projecten?
- Wordt jullie wel gevraagd om mee te werken aan de ontwikkeling van nieuwe bouwmaterialen?

Vragen specifiek voor aannemers

- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Nemen jullie wel eens initiatief voor het ontwikkelen van nieuwe producten?
- Waar letten jullie op bij het gebruik van producten die jullie nog niet eerder gebruikt hebben?
- Zouden jullie bereid zijn om als eerste een nieuw product toe te passen in één van jullie projecten?
- Wordt jullie wel gevraagd om mee te werken aan de ontwikkeling van nieuwe bouwmaterialen?

Vragen specifiek voor architecten

- In wat voor gevallen besluit u een speciaal product in uw gebouw te verwerken?
- Hoe kiest u een fabrikant voor een speciaal product uit? (prijs, vertrouwen, technische kennis).
- Is het ontwerpen van een gebouw wel of niet verschillend van het ontwerpen van een component?
- Hoe pakt u het ontwerp aan; van klein naar groot of van groot naar klein?
- Wat voor problemen komen jullie tegen bij het ontwerpen van een gebouw?
- Wat voor problemen komen jullie tegen bij het ontwerpen en ontwikkelen van een product?

Vragen specifiek voor adviseurs:

- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Nemen jullie wel eens initiatief voor het ontwerpen en ontwikkelen van nieuwe producten?
- Waar letten jullie op bij het gebruik van producten die jullie nog niet eerder gebruikt

hebben?

- Zouden jullie bereid zijn om als eerste een nieuw product toe te passen in één van jullie projecten?
- Wordt jullie wel gevraagd om mee te werken aan de ontwikkeling van nieuwe bouwmaterialen?

Vragen specifiek voor beleidsmedewerkers:

- Wordt er geprobeerd de ontwikkeling van nieuwe producten in de bouw te stimuleren?
- Zo ja, hoe?
- Ontvangen jullie klachten over bepaalde producten of werkomstandigheden?
- Geven jullie wel eens feedback aan fabrikanten over bepaalde bouwmaterialen?
- Nemen jullie wel eens initiatief voor productinnovatie?
- Wordt jullie wel gevraagd om mee te werken aan de ontwikkeling van nieuwe bouwmaterialen?

CASESTUDY-ONDERZOEK

LIGNOSTONE-CASE

- Twee mondelinge interviews met Henk van Laarhoven van architectenbureau Hubert-Jan Henket, op 7 februari en 25 maart 1997;
- Een schriftelijke enquête;
- Twee tijdschriftartikelen;
- Documentatieboek over industrieel ontwerpen;
- Het boek *Booosting in bedrijf* [Groenendijk e.a. 1992];
- Prijsvraagboek Teylers-museum;
- Projecttekeningen.

SANDWICHPANELENCASE

- Voordracht van de heer D. Groeneveld (Managing director);
- Paper uitgereikt bij Booosting over prestatie-eisen;
- Interview met Hugo Groeneveld junior;
- Interview met de heer D. Groeneveld (Managing director);
- Interviews met vier werknemers van verschillende afdelingen: Paul Goudswaard (R&D), Jaap Kooyman (budgettering), Petra Dronk (verkoop binnendienst) en Olaf Buijs (buitendienst);
- Inzicht bedrijfsdocumentatie;
- Twee bedrijfsbezoeken;
- Tijdschriftartikelen en andere publicaties;
- A'4-tje met globale projectbeschrijving van Hongkong Airport.

KROMMELIGGERCASE

- Voordracht directeur; de heer Bennen 8-1-97 cursus 'Research en Technologie-

- ontwikkeling in de Bouw’;
- Interview met de heer Milenkovic;
- Bedrijfsbezoek;
- Tijdschriftartikelen;

VANGRAILCASE

- Voordracht van de heer D. Groeneveld (Managing director);
- Paper uitgereikt bij Boosting over prestatie-eisen;
- Interview met Hugo Groeneveld;
- Interview met de heer D. Groeneveld (Managing director);
- Interviews met vier werknemers van verschillende afdelingen Paul Goudswaard (R&D), Jaap Kooyman (budgettering), Petra Dronk (verkoop binnendienst) en Olaf Buijs (buitendienst);
- Inzicht bedrijfsdocumentatie;
- Twee bedrijfsbezoeken;
- Rapport *Van Weven naar Breien* van Rijkswaterstaat;
- Publicaties.

VLOERSYSTEEMCASE

- Negen interviews met Arno Pronk;
- Informele gesprekken met Jos Lichtenberg;
- Voordrachten Jos Lichtenberg;
- Folders ISB & nieuwe vloer;
- Foto’s proefvloeren in nieuw kantoor;
- Tekeningen uit het productinnovatietraject;
- Aanwezig bij een beproeving;
- Bijdrages voor Boosting-blaadje;
- Artikelen in *Bouwen met Staal, Architectuur & Bouwen*.

AANVULLEND ONDERZOEK

Product-ontwikkelaars	Bedrijf	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Kennis
Dhr. Louwe	TNO Bouw		x	
Harm Boomsma	Flex Development	x	x	
Erwin Deibel	Robin Hood Productions	x		
Atto Hastra	Aldus	x	x	
Peter de Winter	TNO Bouw	x	x	
Peter Hoste	TNO productontwikkeling	x		x

Architecten	Bedrijf	Archi-tectuur	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Joanne de Jager				x		
Francis Duffy	DEGW	x		x		
Herman Hertzberger		x				
Fons Verheijen	Verheijen Verkoren De Haan	x			x	
Kees van der Hoeven		x				x
Winy Maas	MVRDV	x				
Henk Döll	Mecanoo				x	
Dhr. Van Tilburg			x			
Carel Weber				x		
T. Krueger & M. Novak		x		x		
Kas Oosterhuis		x	x	x		
Moshé Zwarts	Zwarts & Jansma		x	x		
Michiel Cohen	Cepezed	x	x		x	
Jan Brouwer	XX	x	x		x	
Paul Kalkhoven	Foster Associates	x	x	x		
Jouke Post	XX		x			
Jan Westra			x	x		
David Alsop	Hopkins & Partners	x				
Lief Ostman			x			
Dhr. Ingenhoven	Ingenhoven, Overdiek & Partners			x	x	x
Bernard Tsumi		x		x		
Wiek Röling				x		
M.A. Kievitsbosch	Ahold		x		x	
Peter Gerssen		x	x	x	x	x
Reinald Top	Zwarts & Jansma					x
Julliette Haenen	Meyer & Van Schooten					x
Jan Benthem	Benthem & Crouwel	x			x	
Edith Girard		x				
Coen Kamstra		x	x		x	

Aannemers	Bedrijf	Ontwerpen in het algemeen	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Frits Scheublin	HBG			x		
Ir. Van de Pot	HBG			x		
Frens Pries	ABN Amstelland			x		
Jos ten Biesen			x	x		
Silvester Slavenburg	SBB				x	x
Wim Zandbergen	Ballast Nedam	x		x	x	

Producenten	Bedrijf	Ontwerpen in het algemeen	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Age van Randen	Matura		x	x		
Mick Eekhout	Octatube	(x architectuur)	x		x	
M. Meeuwissen	de Meeuw	x			x	
N. Beyer	Hoogovens	x	x			
A. Goedée	SNS	x	x			
Dhr. Sistermans	De Boo / EspritHuis		x	x	x	
Dhr. Velsink	Betonson	x	x			
Martin Jansen	Philips	x				
Bedrijfsbezoek	Ubbink		x	x		x
Hans Ververs	Zoontjes Beton		x			x
Bert v.d. Linden	Schelde-bouw		x	x	x	x
Dirk Groeneveld	Van Dam		x	x	x	
Keith Blanshard	Yorkon			x		
Dhr. Reinen	Hoogovens		x			
Bedrijfsbezoek	Fokker	x				
Patrick le Quement	Renault	x				
Barbara van Gelder	Octatube		x			

Constructeurs	Bedrijf	Architectuur	Ontwerpen in het algemeen	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Arie Krijgsman	ABT		x		x	x	
Lout v.d. Hoeven				x	x	x	
Jacques Berenbak	HBG		x	x	x		
Hennis de Ridder	HBG		x				
Wim den Anel	Gemeentewerken Rotterdam		x				
Dhr. Holleman	VGB		x				
Jan v.d. Windt	Zonneveld					x	
Rob Nijse	ABT	x		x			x
Jan de Wit	Dycore Verwo			x			
Harry van Heeswijk	General Contractors					x	

Project-ontwikkelaars	Bedrijf	Architectuur	Product-innovatie	Bouw-proces	Kennis
Mariet Schoenmakers	MAB	x			x
Mathilde Schipperheijn			x	x	

Opdrachtgevers	Bedrijf	Architectuur	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Kennis
Adam Cohen	CHDR				x
Dhr. van der Hoefer	Aluminium Centrum	x	x	x	x
W. Pullen	RGD			x	

Academici	Architectuur	Ontwerpen in het algemeen	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Steen Olsen (Denmark)				x		
Hideki Kobayahi (Japan)				x		
Nils Larsson (Canada)				x		
Ulpu Tiuri (Finland)				x		
Ype Cuperus				x		
Rob Geraerds				x		
Jan van de Woord					x	
Mackenzie Owen						x
Norbert Roozenberg	x		x			
Taeke de Jong	x					
Leon Deben (stadssocioloog)					x	
Chris Gorse (UK)					x	x
Mike Bates					x	
Steward Jones (UK)					x	
Alan McGowan (UK)		x		x		
Felix Janszen			x			
Joseph Press (VS)	x				x	x
Dhr. Voûte		x				
Dhr. Tzonis						x
P.P. van Loon					x	x
John Heintz					x	x
Anthony Holness (UK)	x				x	
W.J. Mitchell (VS)					x	
Kurt Foster (CH)			x			
Marc Angélli (CH)	x					
Dhr. Bock	x					x
John Bale				x		
Stephen Emmitt (UK)						x
Malcolm Bell & Robert Lowe				x		
Michael van Tooren (vliegtuigbouw)		x				
Klaas v.d. Werff (werktuigbouw)		x			x	
Dhr. Aalberts (scheepsbouw)		x				
Dhr. Kruisinga			x			

Consultants	Bedrijf	Architectuur	Product-innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw-proces	Kennis
Richards Moseley (Open Building)				x		
Marcel Kastein (zelfbouwers)				x		
Dhr. Lucardie	Arthur Anderson					x
Mathieu Weggeman	Twijnstra Gudde					x
Lout v.d. Hoeven	DHV IAB		x	x	x	
William Porter		x	x			x
Peter Noppe (telecommunicatie)						x
Cees Duijvestein	BOOM					x
Taeke de Jong		x				
Wim Rust	Fakton			x		

Overheid	Bedrijf	Archi- tectuur	Product- innovatie	Innovatie in de bouw	Bouw- proces	Kennis
Mariën Broekhuizen	RGD	x	x	x	x	x
P.M. op den Brouw	EZ			x		

Overigen	Bedrijf / Instituut	Ontwer- pen in het algemeen	Product- innovatie	Innovatie in de bouw	Kennis
Dhr. Saris	FOM				x
John Tackara	Doors of Perception			x	
Jaap Bloem	tijdschrift Informatie				x

THEORIEVORMING

THEMA'S	CASE STUDY'S				
	Ligno- stone	Sandwich- panelen	Kromme ligger	Vangrail	Vloer- systeem
BOUWPROCES					
Certificering	x	x			
Verkrijgen van de opdracht		x		x	
PRODUCTINNOVATIE					
Aansprakelijkheid	x	x		x	
Aantal geproduceerde elementen	x			x	
Alternatieven	x		x	x	x
Bereidwilligheid opdrachtgever	x				
Beslissingsnemer	x		x		
Coördinatie tussen disciplines	x	x		x	x
Doel proefstuk	x			x	x
Duur productinnovatieproces	x	x		x	x
Eisen	x	x	x	x	x
Evaluatie	x	x	x	x	x
Evaluatiecriteria	x			x	
Fasen	x	x		x	x
Hindernissen	x		x	x	x
Gebruiksaanwijzing	x	x		x	
Initiatief	x	x	x	x	x
Klimaat architectenbureau	x				
Kosten productinnovatie	x	x		x	x
Levensduur	x				
Markt				x	x
Motivatie productinnovatie	x			x	x
Motivatie voor samenwerking	x	x		x	x
Organisatie productinnovatie					x
Omgevingsinvloeden		x			x
Plannen			x		x
Productinnovatie in de bouw (algemene opmerkingen)	x	x			x
Prijs per element	x		x		
Problemen productinnovatieproces	x	x		x	x
Processturing	x	x	x	x	
Rol van de architect		x			x
Testen proefelementen	x	x		x	x

THEMA'S	CASE STUDY'S				
	Ligno- stone	Sandwich- panelen	Kromme ligger	Vangrail	Vloer- systeem
INFORMATIEVERSPREIDING					
Advies aan producenten / klanten	x	x			
Bron idee	x	x	x	x	x
Contributie aan het ontwerp door	x			x	x
Diffusie extern	x				x
Hulpmiddelen in communicatie klant	x				
Infobronnen voor idee-ontwikkeling	x	x		x	x
Innovatie noodzakelijk	x				
Overleg intern	x	x		x	x
Overleg extern m.b.t. productinnovatie	x	x	x	x	x
Tijd tot gebruik idee	x				
Vergroten bekendheid bedrijf		x			

VERBINDINGSVRAGEN VOOR THEMA-ANALYSE

Voor architecten is gekeken naar:

- Argumenten voor vernieuwing;
- Voorkeuren / gewoonten;
- Vrijheden van de architect: vervangbaarheid, kennis, steun van anderen en aanpak;
- Middelen en waarvoor in te zetten;
- Beperkingen, macht van anderen over jou ('hindernissen');
- relaties; welke zijn dominant over anderen;
- wie onderhandelt met wie;
- wederzijdse aanpassing of machtsverhoudingen;
- afhankelijkheid.
- Bij wat voor soorten games is de architect betrokken, alle andere *games* beïnvloeden productinnovatie-*game*;
- Wie controleert welke bron van onzekerheid?
- Strategieën om beperkingen te versoepelen of te omzeilen, (sturing van PI-processen en manieren van aanpak).

Per actor is gekeken naar:

- Frame [Schön];
- Strategie [Crozier];
- Capaciteit [Crozier];
- Mate van onzekerheid (wordt bepaald door wie welke resources beïnvloedt) [Crozier];
- Het spel en de regels [Crozier].

REFERENTIES

VERIFIEREND ONDERZOEK

De nieuwe theorie werd ter verificatie voorgelegd aan de volgende personen:

- Dick de Gunst junior (Van Heeswijk Architecten);
- Atto Hastra (Aldus Bouwinnovatie);
- Juliëtte Top-Haenen (Meyer & Van Schooten Architecten);
- John Habraken (emeritaat MIT);
- Ab Trotz (oud-medewerker architectenbureau OD205, emeritaat TU Delft);
- Moshé Zwarts (Zwarts & Jansma Architecten);
- Dieter Besch (architect, oud-medewerker TU Delft);
- Ype Couperus (onderzoeksmedewerker Bouwtechnologie TU Delft);
- Lex van Gunsteren (oud-hoogleraar innovatiemanagement Erasmus en TU Delft);
- Irene Lammers (bedrijfskundige en onderzoeksmedewerkster TUE).

- Abernathy, William J. (1978). *The Productivity Dilemma*, John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, Verenigde Staten.
- Akin, Ömar (1984). 'An Exploration of the Design Process', in *Developments in Design Methodology*, redactie Nigel Cross, John Wiley & Sons, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Alexander, Christopher (1968). *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Amabile, Teresa M. (1996). *Creativity in Context*, update van 'The Social Psychology of Creativity', Westview Press, Boulder, Colorado, Verenigde Staten.
- Andreasen Lars E., Coriat, Benjamin, Hertog, Friso den & Kaplinsky, R. (1995). *Europe's next Step: Organisational Innovation, Competition and Employment*, Frank Cass & Company, Ilford, Essex, Verenigd Koninkrijk.
- Argyris, Chris & Schön, Donald A. (1978). *Organizational Learning: A Theory Of Action Perspective*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Asimow, Morris (1962). *Introduction to Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Austin, J.L. (1975). *How to do Things with Words: The William James Lectures Delivered at Harvard University in 1955*, 2e druk, Clarendon Press, Oxford, 1e druk in 1962.
- Bakema, J.B. (1964). *Van stoel tot stad: een verhaal over mensen en ruimte*, De Haan, Zeist.
- Baker, N. R., Siegman, J. & Rubenstein, A.H. (1967). 'The effects of perceived needs and means on the generation of ideas for industrial research and development projects': in *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Baker, Michael. J. & McTavish, Ronald (1976). *Product Policy and Management*, The Macmillan Press, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Battelle Memorial Institute (1973). 'Key factors and events in the innovative process', *Research Management*, July.
- Baudet, H. (1986). *Een vertrouwde wereld, 100 jaar innovatie in Nederland*, Bert Bakker, Amsterdam.
- Beeren, W.A.L. , J. van Geest, A. de Groot, A. de Molen, A.Y. Smit, C.J Stoop jr. & Ineke Trion-Beijerinck (1981). *Jean Prouvé: constructeur*, museum Bomans-van Beuningen Rotterdam.
- Bendeler, Guusje e.a. (1998). *Nat en droog: Nederland met andere ogen bekeken: Rijkswaterstaat 200 jaar*,

- Architectura en Natura, Amsterdam.
- Bennis, Waren (1994). *De manager als koorddanser*, vertaling van 'An Invented Life', Contact, Amsterdam.
- Biemans, Wim G. (1992). *Managing Innovation within Networks*, Routledge, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Biemans, Wilhelmus Gerardus (1989). *Developing Innovations within Networks: with an Application to the Dutch Medical Equipment Industry*, dissertatie, Eindhoven.
- BNA (2001). *Architecten 2001*, uitgave Bond van Nederlandse Architecten, Amsterdam.
- BNA (1998). *Standaardvoorwaarden 1997: Rechtsverhouding opdrachtgever-architect*, uitgave Bond van Nederlandse Architecten, Amsterdam.
- Bolwijn, P.T. & Kumpe, T. (1991). *Marktgericht ondernemen: management van continuïteit en vernieuwing*, Van Gorcum, Assen.
- Bonebakker, M, Flapper, H.A.J., Hofkes, K. & Tol, A. van (1997). *Jellema Hogere Bouwkunde: 1 Bouwnijverheid*, Spruyt, Van Mantgem & De Does B.V., Leiden.
- Bono, Edward de (1970). *The Use of Lateral Thinking*, Cape, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Boosting (1998). *10 jaar Boosting*, Boosting, Rotterdam.
- Booz, Allen & Hamilton (1982). *New Product Management for the 1980's*, Booz, Allen & Hamilton, New York, Verenigde Staten.
- Botter, Constant H. & Wynstra, J.Y.F. (red.) (1996). *Betere productinnovatie met inkoop: ... levert winst op*, Kluwer Bedrijfswetenschappen, Deventer.
- Bouwmeester, H., Elsinga, M. & Priemus, H. (1997). *De klant in beeld: marktperspectieven voor woningbouwcorporaties*, Nationale Woningraad, Almere.
- Bowley, Marian (1966). *The British Building Industry: four Studies in Response and Resistance to Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Verenigd Koninkrijk.
- Bremer, W. (1991). *Techniek, nieuwe materialen en arbeid in de bouwnijverheid*, EIB, Amsterdam.
- Broadbent, Geoffrey (1977). 'Neuere Entwicklungen in der Entwurforschung', *Bauwelt*, jaargang 1977, december nr 47/48 deel 68, vertaald in 'De ontwikkeling van ontwerpmethoden' in het boek Architectuurfragmenten: *Typologie, Stijl en Ontwerpmethoden* Leen van Duin & Henk Engel (red.), Publicatieburo Bouwkunde, Delft.
- Brouwer, Jan, Couperus, Ype, Hänninen, Marianne, den Hartog, Peter, Kapteijns, Joop & Sackman, Ruud (2000). *Systeem in de bouwtechniek*, ongepubliceerde conceptversie TU Delft.
- Brown, Lawrence A. (1981). *Innovation Diffusion: a New Perspective*, Methuen, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Bruce, Margaret & Biemans, Wim G. (1995). *Product Development: Meeting the Challenge of the Design-Marketing Interface*, John Wiley & Sons, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Buchanan & Huczynsky (1997). *Organizational Behaviour, an Introductory Text*, Hertfordshire, Verenigd Koninkrijk.
- Zoals te vinden in: J.A. de Bruijn & E.F. ten Heuvelhof (1995) *Management in Netwerken*, Lemma, Utrecht.
- Buijs, Jan & Valkenburg, Rianne (1996). *Integrale productontwikkeling*, Lemma, Utrecht.
- Bijker, Wiebe (1995). *Democratisering van de technologische cultuur*, inauguratierede Universiteit van Maastricht.
- Cassell, Catherine & Symon, Gillian (1994) *Qualitative Methods in Organizational Research: a Practical Guide*, Sage, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Carter, C.F. & Williams, B.R. (1957). *Industry and Technical Progress: Factors Governing the Speed of Application of Science*, Oxford University Press, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Cecil, Ray (1986). *Professional Liability*, 2e druk, Architectural Press, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Clark, Kim B. & Wheelwright, Steven C. (1994). *The Product Development Challenge: Competing through Speed, Quality, and Creativity*, 1e druk 1975, Harvard Business School Press, Boston, Verenigde Staten.
- Crozier, Michel & Friedberg, Erhard (1980). *Actors and Systems: Politics of Collective Action*, vertaling van: 'L'acteur et le système', University of Chicago Press, Chicago, Verenigde Staten.
- Collins, James & Porras, Jerry (1994) *Built to Last: Succesful Habits of Visionary Companies*, Harper Business Press, New York, Verenigde Staten.
- Coppens, E.G.C. (1998). 'Kwaliteitsverklaringen voor de bouw', in *Vademecum voor Architecten*, redactie T. Arends, Samson, Alphen aan de Rijn.
- Cooper, Robert G. (1979). 'Identifying Industrial New Product Success: Project NewPod', *Industrial Marketing Management*, deel 8, pp. 124-135.
- Cooper, Robert G. (1990). 'Stage Gate Systems: A New Tool for Managing New Products', *Business Horizons*, deel 33, nr. 3 mei/juni, pp. 44-54.
- Cooper, Robert G. (1998). *Product Leadership: Creating and Launching Superior New Products*, Perseus Books, Reading, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Cross, Nigel, Christiaans, Henri & Dorst, Kees (1996). *Analysing Design Activity*, congresverslag Delft Workshop on Research in Design Thinking II, Wiley, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Cross, Nigel (1989). *Engineering Design Methods*, John Wiley & Sons, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1998). *Creativiteit: Over flow, schepping en ontdekking*, Uitgeverij Boom, Meppel. Origineel uitgegeven als 'Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention', HarperCollins Publishers 1996.
- Cuperus, Ype (2000). 'Stadium Australia goed voor goud: flexibel concept vormt basis van winnend ontwerp', *Cement* nr. 4, juni deel 52, pp. 22-26.
- Darke, Jane (1984). 'The primary generator and the design process' in Nigel Cross (red.) *Developments in Design Methodology*, oorspronkelijk verschenen in 1979.
- Darke, Jane (1978). 'The primary generator and the design process' in W.E. Rogers & W.H. Ittelson (red.) *New directions in environmental design research*, proceedings of EDRA 9, pp. 325-337, EDRA, Washington, Verenigde Staten
- Davidson, Colin H. (red.) (1998). *Information in the Building Industry: Problems and Solutions*, (<http://www.cibat.qc.ca/ff/va/ffpubdex.htm>).
- Delhoofen, Piet (1994). *Handboek ontwerpen: voor innovatie, communicatie en analyse bij het ontwerpen van producten*, Stam Techniek, Houten.
- Deming, W.E. (1982). *Quality, Productivity, and Competitive Position*, M.I.T., Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Dhondt, S., de Haan, F., Verbruggen, V., Kraan, K. & Wiezer, N. (2000). *Arbeidsradar bouwkundig ingenieurs bij architectenbureaus*, TNO-rapport R2000102/3090101, TNO Arbeid, Hoofddorp.
- Dijk, Hans van (1995). 'Over stagnatie en vernieuwing: Beschouwing bij een selectie' in *Architectuur in Nederland: Jaarboek 1994-1995* Ruud Brouwers, Hans van Dijk, Hans Ibelings en Ton Verstegen (red.), pp. 138-152, NAi Uitgevers, Rotterdam.
- Donker, Peter (1999). *Structuring Communication in the Architectural Forum for On-Line Design*, dissertatie TUD BK, Delft.
- Dorst, Kees (1997). *Describing Design*, dissertatie TUD IO, Delft.
- Dosi, Giovanni (1982). 'Technological paradigms and technological trajectories', *Research Policy*, deel 11, pp. 147-162.
- Drucker, Peter (1993). *Post Capitalist Society*, Harper Business, New York, Verenigde Staten.
- Duffy, Francis & Powell, Kenneth (1997). *The New Office*, Coran Octopus, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Dullaart, W.L.C. & Wichers Hoeth, A.W. (1993). *Opdrachtgevers in beeld*, Stichting Bouwresearch, Rotterdam.

- Construction Products Directive 89/106/EEC (CPD).
- EEG Richtlijnen voor productinnovatie nummer 85, 86 en 35.
- Eekhout, Mick (1997). *POPO: Of ontwerpmethoden voor bouwproducten en bouwcomponenten*, Delft University Press, Delft.
- Mick Eekhout (1996). *Bouwcomponenten: Methodologie en procesorganisatie van productontwikkeling*, ongepubliceerd rapport, TU Delft
- Elkington, John (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Emmitt, Stephen (1997). *The Diffusion of Innovations in the Building Industry*, ongepubliceerde dissertatie, University of Manchester, Manchester, Verenigd Koninkrijk.
- EZ (2000). *Ruimte voor industriële vernieuwing: Agenda voor het industrie- en dienstenbeleid*, Uitgave van het ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- EZ (1999). *Nota ruimtelijk economisch beleid: dynamiek in netwerken*, ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Fauconnier, G. (1986). *Algemene communicatietheorie: een overzicht van de wetenschappelijke theorieën over communicatie*, Nijhoff, Leiden, eerder verschenen in 1981 bij Het Spectrum in Utrecht.
- Foster, S. (1987). *Innovation: the Attacker's Advantage*, Pan Books, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Foxall, Gordon R. & Goldsmith, Ronald E. (1994). *Consumer Psychology for Marketing*, Routledge, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Foxall, G.R. & Johnston, B. (1987). 'Strategies of User-Initiated Product Innovation' *Technovation*, Deel 6, pp.77-102.
- Foxall, G.R. & Tierney, J.D. (1984). 'From CAP1 to CAP2: User Initiated Product Innovation from the User's Point of View', *Management Decision*, deel 22, nr. 5, pp. 3-15.
- Freeman, C. & Perez, Charlotta (1988). 'Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour', hoofdstuk 3, pp. 38-66 in *Technical Change and Economic Theory* (red.) Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg & Luc Soete, Pinter Publishers, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Gann, David M. (2000). *Building Innovation: Complex Constructs in a Changing World*, Thomas Telford, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Gieryn, T. (1978). 'Problem retention and problem change in science', *Sociological Inquiry*, nr. 48.
- Glaser, Barney G. & Strauss, Anselm L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*, Aldine Publishing Company, Chicago, Verenigde Staten.
- Gordon, W.J.J. (1961). *Synectics: The Development of Creative Capacity*, Harper & Brothers, New York, Verenigde Staten.
- Gorse, Christopher A. & Emmitt, Stephen (1998). 'Information exchange between the architect and contractor', in conference proceedings: Emmitt, Stephen (red.) *Detail Design in Architecture 2*, pp. 182-195, Centre for the Built Environment, Leeds Metropolitan University, Leeds, Verenigd Koninkrijk.
- Gössel, Peter & Gabriele Leuthäuser (1991). *Architectuur van de 20e eeuw*, Taschen /Librero, Keulen.
- Goodman, N. (1978). *Ways of Worldmaking*, Hackett Publishing Company, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Graaf, Jan de (1998). 'Populariteit restauratieambacht verdient flinke impuls, ook van RDMZ', *Van Monumentaal Belang*, <http://www.monumenten Zorg.nl/actueel/nieuwsbrief/98-4/nieuws2.html>.
- Granstrand & Fernlund (1978). 'Co-ordination of Multinational R&D: A Swedish Casestudy', *R&D Management*, deel 9, nr. 1.
- Groenendijk, Paul & Vollaard, Piet (1992). *Boosting in bedrijf: 35 profielen van ontwerpers, ontwikkelaars en ondernemers in de bouw*, Uitgeverij 010, Rotterdam.
- Groot, A.D. de. (1946). *Het denken van den schaker: Een experimenteel-psychologische studie*, dissertatie, Amsterdam.
- Gunsteren, Lex A. van & Loon, Peter Paul van (2000). *Open Design: A Collaborative Approach to Architecture*, Eburon, Delft.
- Gunsteren, Lex A. van (1992). *Management of Industrial R&D: A Viewpoint from Practice*, Eburon, Delft.
- Gunsteren, Lex A. van (1988). 'Information Technology, a Managerial Perspective'. In *New Technology as Organizational Innovation* door J.M. Pennings & A. Buitendam, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Gunsteren, Lex A. van (1982.) *Wat doen we met technologie?: Een pleidooi voor de inductieve benadering*, Van Gorcum, Assen.
- Habraken, John N., Mark D.Gross, James Anderson, Nabeel Hamdi, John Dale, Sergio Pelleroni, Ellen Saslaw, Ming-Hung Wang (1987). *Concept design games: book 1, developing & book 2, playing*, rapporten van Department of Architecture, M.I.T., Massachusetts.
- Håkansson, Håkan (1987). *Industrial Technology Development: A Network Approach*, Croom Helm, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Hamel, Gary & Prahalad C.K. (1994). *Competing for the Future*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Hamel, Ronald (1990). *Over het denken van de architect: een cognitief psychologische beschrijving van het ontwerpproces bij architecten*, AHA Books, Amsterdam.
- Hansen, F. (1965). *Konstruktionssystematik*, VEB-Verlag Technik, Berlijn, Duitsland.
- Hansen, F. (1974). *Konstruktionswissenschaft*, Hanser, München, Wenen.
- Hartley, Jean F. (1994). 'Case Studies in Organizational Research' in *Qualitative Methods in Organisational Research: a Practical Guide*, Catherine Cassell & Gillian Symon red. pp. 208-229, Sage, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Harvey, Roger C. & Ashworth, Allan (1997). *The Construction Industry of Great Britain*, Laxton's, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Heath, Tom (1993). 'Creativity in Architecture', in *Companion to Contemporary Architectural Thought*, red. Ben Farmer & Hentie Louw, Routledge, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Heeswijk, Harry van (1993). 'Tussen inteelt en kruisbestuiving', in het symposium boek *De optimale inzet van bouwproducten in het bouwproces*, red. Mick Eekhout, Vakgroep Bouwtechnologie, Leerstoel Produktontwikkeling, Faculteit der Bouwkunde, TU Delft, Delft.
- Heintz, John Linke (1999). *Coordinating Collaborative Building Design*, dissertatie TU Delft, Faculteit der Bouwkunde, Delft.
- Henderson, Rebecca M. & Clark, Kim B. (1990). 'Architectural Innovation: the Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms', *Administrative Science Quarterly*, deel 35, nr 1, pp. 9-30.
- Hertog, Friso den & Sluijs, Ed van (1995). *Onderzoek in organisaties: een methodologische reisgids*, Van Gorcum, Assen.
- Hertog, Friso den en Edward Huizinga (1997). *De kennisfactor: concurreren als kennisonderneming*, Kluwer Bedrijfsinformatie, Deventer.
- Hertzberger, Herman (1999). *De ruimte van de architect : lessen in architectuur 2*, Uitgeverij 010, Rotterdam. Vertaald uitgekomen in 2000 als: 'Space and the Architect: Lessons in Architecture 2'.

- Hertzberger, Herman (1992). 'Denken architecten of tekenen ze maar...?', *De Omslag* nr. 9, vertaald uit het Engels: 'Do architects have any idea of what they draw' in *Berlage-cahier* 1, Studio 1990/1992, 010 Publishers, Rotterdam.
- Hippel, Eric von (1988). *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, New York, Verenigde Staten.
- Hippel, Eric von (1982). 'Appropriability of Innovation Benefit as a Predictor of the Source of Innovation', *Research Policy*, deel 11, nr. 2, pp. 95-115.
- Hippel, Eric von (1978). 'A Customer-Active Paradigm for Industrial Product Idea Generation', *Research Policy*, deel 7, nr. 3, pp. 240-266.
- Hippel, Eric von (1976). 'The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process', *Research Policy*, deel 5, nr.3, pp. 212-239.
- Hollins, Bill & Pugh, Stuart (1990). *Successful Product Design*, Butterworths, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Horgen, Turid H., Joroff, Michael L., Porter, William L. & Schön, Donald A. (1999). *Excellence by Design: Transforming Workplace and Work Practice*, Wiley & Sons, New York, Verenigde Staten.
- Hough, Richard (1996). 'Intuition in Engineering Design', in *Arups on Engineering* red. David Dunster, Ernst & Sohn, Berlijn, Duitsland.
- Hubbard, Bill Jr. (1995). *A Theory for Practice: Architecture in Three Discourses*, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Ibelings, Hans red. (2000). *Het kunstmatige landschap*, 010 uitgevers, Rotterdam.
- Jacobs, Dany, Kuipers, J. & Roes, B. (1992). *De economische kracht van de bouw: Noodzaak van een culturele trendbreuk*, TNO-Beleidsstudies Den Haag Stichting Maatschappij en Onderneming (SMO).
- Jacobs, Dany & Man, Ard-Pieter de (1995). *Clusters en concurrentiekracht: Naar een nieuwe praktijk in het Nederlandse bedrijfsleven?*, Samson Bedrijfsinformatie BV, Alphen a/d Rijn.
- Jacobs, Dany (1996). *Het kennisoffensief: Slim concurreren in de kenniseconomie*, Samson Bedrijfsinformatie, Alphen a/d Rijn.
- Janszen, Felix (2000). *The Age of Innovation: Making Business Creativity a Competence, not a Coincidence*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Jencks, Charles (2000). 'Jencks's Theory of Evolution: an Overview of Twentieth-Century Architecture', *Architectural Review*, nr. 7, pp. 76-79.
- Jencks, Charles (1995). *The Architecture of the Jumping Universe: a Polemic: how Complexity Science is Changing Architecture and Culture*, Academy, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Jeng, Hoang-Ell (1995). *A Dialogical Model for Participatory Design: a Computational Approach to Group Planning*, Publikatiebureau Bouwkunde, Delft.
- Jones, Christopher (1970). *Design Methods: Seeds of Human Futures*, John Wiley & Sons Ltd., Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Jong, Annelise de (1998). 'Participatory Approach for Developments in Installation Work', in Peter Vink, Ernst A.P. Koningsveld, Steven Dhondt (red.) *Human Factors in Organisational Design and Management VI*, Elsevier, Amsterdam.
- Jong, Annelise de (2000). 'The Adoption of Technological Innovations for Glaziers', *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, Amsterdam.
- Jong, Taeke de (1992). *Kleine methodologie voor ontwerpend onderzoek*, Boom, Meppel.
- Juran, Joseph M. (1992). *Kwaliteitsmanagement: plannen, besturen, verbeteren, vertaling van Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook*, 1989, Kluwer, Deventer.
- Kanter, Rosabeth Moss (1983). *The Change Masters: Innovations and Entrepreneurship in the American Corporation*, Touchstone, New York, Verenigde Staten.
- Kendall, Stephen (1990). *Control of Parts*, ongepubliceerde PhD-dissertatie MIT.
- Kerkdijk, Herman (1996). 'Licht klassiek: nieuwbouw Teylers Museum van Hubert-Jan Henket', *Archis* mei, nr. 5.
- Kets de Vries, Manfred (2000). *Struggling with the Demon: Essays on Individual and Organizational Irrationality*, Psychosocial Press, Madison, Connecticut, Verenigde Staten. Vertaald als: 'Worstelen met de demon: over emoties, irrationaliteit en onbewuste processen in mens en organisatie', Uitgeverij Nieuwezijds, Amsterdam.
- Kleinknecht, Alfred H. (1999). *Measuring Product and Service Innovation: An Assessment of Alternative Indicators*, RIBES Rotterdam Institute for Business Economic Studies, rapportnummer 9925, Erasmus Universiteit, Rotterdam.
- Kleinknecht, Alfred H., Reijnen, Jeroen O.N. & Smits, Wendy (1992). *Een innovatie-output meting voor Nederland: De methode en eerste resultaten*, ministerie van Economische Zaken (BTE nr.21), Den Haag.
- Kleinknecht, Alfred H., Reijnen, Jeroen O.N. & Verweij, J. J. (1990). *Innovatie in de Nederlandse Industrie en Dienstverlening: een enquête-onderzoek*, ministerie van Economische Zaken (BTE nr. 6), Den Haag.
- Koller, Rudolf (1979). *Konstruktionsmethode für den Maschinen-, Geräte- und Apparatebau*, Springer-Verlag, Berlijn Duitsland, 2e druk, 1e druk 1976.
- Kooij, B.J.G. van der (1991). 'Innovatie gedefinieerd: een analyse en een voorstel', rapport TUE/BDK/33 in reader *Innovatie I*, red. door J.D. van der Meer voor de post-hogere opleiding van innovatieconsulent TU Twente.
- Kotler, Philip (1994). *Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Koutstaal, Michael & Louter, Peter (1995). 'Measuring Economic Performance' in *The Dutch Diamond? The Usefulness of Porter in Analyzing Small Countries*, red. Paul Bijl, Otto Nuys, Garant, Leuven, België.
- Krick, E.V. (1969). *Introduction to Engineering and Engineering Design*, Wiley, New York, Verenigde Staten.
- Krijger, C.C. (1991). *Samenwerken aan innovatie: Een onderzoek naar de samenwerking tussen commercie en ontwikkeling bij productinnovatie*, dissertatie TU Eindhoven, Eindhoven.
- Kristinsson, Jón, Dobbeltstein, Andy van den, Kristinsson, Riet & Timmeren, Arjan van (1997). *Inleiding integraal ontwerpen*, 2e druk, Bouwkunde TU Delft.
- Krone, Kathleen J., Jablin, Fredric M., Putnam, Linda L. (1987). 'Communication Theory and Organizational Communication: Multiple Perspectives', pp. 18-40 in *Handbook of Organizational Communication: an Interdisciplinary Perspective*, red. F.M. Jablin, L.L. Putnam, K.H. Roberts & L.W. Porter, Sage Publications, Newbury Park, California, Verenigde Staten.
- Kroonenberg, H.H. van den & Siers, F.J. (1992). *Methodisch ontwerpen: ontwerpmethoden, voorbeelden, cases en oefeningen*, Educaboek, Culemborg.
- Krumm, Peter Johannes Marcus Maria (1999). *Corporate Real Estate Management in Multinational Corporations: A Comparative Analysis of Dutch Corporations*, Arko Publishers, Nieuwegein.
- Kumpe, T (1998). 'Technologische en organisatorische vernieuwing gaan hand in hand', *Economisch Statistische Berichten* (ESB) nr. 4179, 83e jaargang, 3 december 1998.
- Langrish, J., Gibbons, M., Evans, W.G & Jevons, F.R. (1972). *Wealth from Knowledge*, Macmillan Press, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Lantham, M (1994). *Constructing the Team*, HMSO, CM2250, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Lawson, Bryan (1994). *Design in Mind*, Butterworth Architecture, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Lawson, Bryan (1990). *How Designers Think: The Design Process Demystified*, 2e druk, Butterworth, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Lawson, Bryan R. (1979). 'Cognitive Strategies in Architectural Design', *Ergonomics*, deel 22, nr. 1 januari, pp. 59-68.

- Leatherbarrow, David (1993). *The Roots of Architectural Invention: Site, Enclosure, Materials*, Cambridge University Press, Cambridge, Verenigd Koninkrijk.
- Lichtenberg, Jos (1996). *Productontwikkeling voor de bouwmarkt: de 10 belangrijkste succesfactoren*, Stichting Bouwresearch, rapportnr. 384 B.996.
- Little, Arthur. D. (1996). *A Technology Map for Dutch Business: An Executive Summary*, rapport van Arthur D. Little International Inc., referentienr. 51500, Rotterdam.
- Loon, Peter Paul van (1998). *Interorganisational Design: A New Approach to Team Design in Architecture and Urban Planning*, dissertatie, Publicatiebureau Bouwkunde, Delft.
- Louwe, J.B.M. (1997). 'Overzicht van vraag en aanbod van onderzoek en technologieontwikkeling in de bouw', cursushandboek *Research en technologieontwikkeling in de bouw*, Stichting Postacademisch Onderwijs Civiele Techniek TU Delft, Delft.
- Lundgren, A. (1991). *Technological Innovation and Industrial Revolution: The Emergence of Industrial Networks*, dissertatie, Stockholm School of Economics, Stockholm, Zweden.
- Mackinder, Margaret (1980). *The Selection and Specification of Building Materials and Components*, Research paper 17, University of York, Institute of Advanced Architectural Studies, York, Verenigd Koninkrijk.
- Markus, T. A. (1969). 'The Role of Building Performance Measurement and Appraisal in Design Method', in *Design Methods in Architecture* door G. Broadbent & A. Ward (red.), Lund Humphries, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Matousek, R. (1963). *Engineering Design*, Blackie & Son, Glasgow, Verenigd Koninkrijk.
- Maurer, Marc & Prins, Matthijs (2000). 'Managing Building Technology Information in a Postmodern Way', ongepubliceerde paper, TU Eindhoven, Eindhoven.
- Maver, Thomas W. (1970). 'Appraisal in the Design Process', in G. T. Moore (red.) *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- McDermott, Gaye (1998). 'CSIRO Infobuild: Providing an Information Service to the Construction Industry', in: Davidson, Colin, H. (red.) *Information in the Building Industry: Problems and Solutions*. (<http://www.cibat.qc.ca/itf/va/itpubdex.htm>).
- Meijer, Sijrk (1999). *De gordiaanse knoop van organisatie- en veiligheidscultuur*, dissertatie TU Eindhoven, Eindhoven.
- Menheere, Bas (1993). 'De bouwmarkt in deelmarkten gezien vanuit de opdrachtgevers naar productmakers', hoofdstuk 2 in het symposiumboek van 19 mei *De optimale inzet van bouwproducten in het bouwproces van de Vakgroep Bouwtechnologie, Leerstoel Productontwikkeling*, Faculteit der Bouwkunde, TU Delft, red. prof. dr. ir. Mick Eekhout.
- Miles, Matthew B. & Huberman, Michael A. (1984). *Qualitative Data Analysis: a Sourcebook of New Methods*, Sage Publications, Newbury Park, California, Verenigde Staten.
- Mintzberg, Henry (1979). *The Structuring of Organizations: a synthesis of the research*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Mintzberg, Henry (1991). 'The Innovative Organization' in *The Strategy Process: Concepts, Contexts, Cases*, pp. 731-746, 2e druk door Henry Mintzberg & James B. Quinn, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Mirani, Norbert (1996). 'Een goede beslissing', uit *Psychologie* nr. 3 maart.
- Mitchell, W.J. (1995). *City of Bits: Space, Place and the Infobahn*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Maldonado (1976). 'Typology and Design Method', *Arena* deel 83, juni.
- Myers, S. & Marquis, D.G. (1969). *Successful Industrial Innovations*, National Science Foundation, NSF-69-17. Washington D.C., Verenigde Staten.
- Nelson, Richard R. & Winter, Sidney G. (1977). 'In Search of Useful Theory of Innovation', *Research Policy*, deel 6, pp. 36-76.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Nielen, G.C.J.F. (1969). *Informatiesystemen en het besturen van ondernemingen*, Samson, Alphen a/d Rijn.
- Nonaka, Ikujiro & Hirota Takeuchi (1995). *De kenniscreërende onderneming: Hoe Japanse bedrijven innovatieprocessen in gang zetten*, vertaling van The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation door Th. H. J. Tromp, Scriptum Management, Schiedam.
- Noordhuis, Marcel & Ebbers, Haico (1998). *Toekomstscenario's Bouwbedrijf: Gevolgen voor de strategie en tactiek van de onderneming*, RRBouw of Stichting Research Rationalisatie Bouw, Zoetermeer.
- Nyström, H. (1979). *Creativity and Innovation*, Wiley, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Oerlemans, L. A. G. (1996). *De ingebedde onderneming: innoveren in industriële netwerken*, Tilburg University Press, Tilburg.
- Oostra, Mieke (2000). 'Stimulating Innovation by Making Project-Related Information Available on the Internet', *Construction Information Technology 2000*, Reykjavik, IJsland.
- Oostra, Mieke (1998). 'Initiatives for Product Development in the Building Industry: The Architect as Product Innovator', conference proceedings: Emmitt, Stephen (red.) *Detail Design in Architecture 2*, pp 35-44, Centre for the Built Environment, Leeds Metropolitan University, Leeds, Verenigd Koninkrijk.
- Oostra, Mieke (1996). *Productontwikkeling van bouwcomponenten*, ongepubliceerd rapport TU Delft, Delft.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied Imagination*, Scribner's, New York, Verenigde Staten.
- Page, J.K. (1963). 'Review of the Papers Presented at the Conference', in J. Christopher Jones & D.G. Thornley (red.) *Conference on Design Methods: Papers Presented at the Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications*, pp. 205-215, Pergamon Press, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Paffen, Tom J. & Janszen, Felix (1994). 'Management of Architectures and the Role of Standardisation in the Telecommunications Innovations Process', paper conference proceedings EIASM deel 2.
- Pass, Christopher, Lowes, Bryan, Pendleton, Andrew & Chadwick, Leslie (1995). *Collins Dictionary of Business*, 2e druk, HarperCollins Publishers, Glasgow, Verenigd Koninkrijk.
- Pavitt, Keith (1984). 'Sectorial Patterns of Technological Change: Towards a Toxonomy and a Theory', *Research Policy*, deel 13, pp. 343-373.
- Pawley, Martin (1990). *Theory and Design in the Second Machine Age*, Basil Blackwell Ltd., Oxford, Verenigd Koninkrijk en Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Perls, F. (1986). *Gestaltbenadering - gestalt in actie: illustratieve teksten van sessies*: 3e druk, De Toorts, Haarlem.
- Polano, Sergio (1988). *Hendrik Petrus Berlage: Het complete werk*, Atrium, Alphen a/d Rijn.
- Popper, Karl. R. (1972). *The Logic of Scientific Discovery*, 6e druk, Hutchinson, Londen, Verenigd Koninkrijk. Vertaald uit het Duits: *Logik der Forschung*, Wenen, Oostenrijk, 1934.
- Porter, M.E. (1985). *Competitive Advantage*, Free Press, New York, Verenigde Staten.
- Porter, Michael E. (1991). 'Competitive Strategy in Fragmented Industries' in *The Strategy Process: Concepts, Contexts, Cases*, pp. 746-758, 2e druk door Henry Mintzberg & James B. Quinn, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Porter, Michael E. (1998). 'Clusters and the New Economics of Competition' *Harvard Business Review*, nr. november/december.
- Prakke, Frits (1974). *The Management of the R&D Interface and its Effect on Successful Technical Innovation in*

- Large Industrial Organizations, ongepubliceerde dissertatie MIT.
- Price, Cedric (1980). 'Au-delà du High-Tech' in l'Architecture d'Aujourd'hui, nr. 212 december.
- Pries, Frens (1995). *Innovatie in de bouwnijverheid*, dissertatie, Erasmus Universiteit, Eburon, Delft.
- Prince, G. (1970). *The Practice of Creativity*, Harper & Row, New York, Verenigde Staten.
- Ragin, Charles C. (1994). *Constructing Social Research: The Unity and Diversity of Method*, Pine Forge Press, Thousand Oaks, California, Verenigde Staten.
- Reddy M.J. (1979). 'The Conduit Metaphor: A Case of Frame Conflict in Our Language about Language', in *Metaphor and Thought*, red. Andrew Ortony red., pp. 164-201, Cambridge University Press, Cambridge, Verenigd Koninkrijk.
- RIBA (1965). *Architectural Practice and Management Handbook*, RIBA publications, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Reynolds, R.A. (1993). *Computing for Architects*, 2e druk, Butterworth-Heinemann, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Ridder, Hennes de (1996). 'Ontwerpmethodologie in de Civiele Techniek' in cursusbundel *Ontwerpmethodologie* Mick Eekhout red., Onderzoekschool Bouw, Delft.
- Rittel, Horst W.J. (1984). 'Second-Generation Design Methods' in Nigel Cross red. *Developments in Design Methodology*, John Wiley & Sons, Chichester, Verenigd Koninkrijk.
- Rittel, H.W.J. & Webber, M.M. (1973). 'Dilemmas in a General Theory of Planning', in *Policy Sciences* deel 4, pp. 155-169.
- Robbins, Stephen P. (1996). *Organizational Behavior: Concepts, Controversies, Applications*, 7e druk, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Verenigde Staten.
- Roberts, Edward B (1977). 'Generating Effective Corporate Innovation', *Technology Review*, oktober/november nr., pp. 26-33.
- Rodenacker, Wolf G. (1984). *Methodisches Konstruieren*, 3e druk, 1e druk in 1976, Springer, Berlijn, Duitsland.
- Rogers, Charles (1998). 'Building Products, Trade Literature and Standardization: the British Experience', in Davidson, Colin H. (red.), *Information in the Building Industry: Problems and Solutions*, (<http://www.cibat.qc.ca/it/va/ifpubdex.htm>).
- Rogers, Everett M. (1995). *Diffusion of Innovations*, 4e druk., the Free Press, New York, Verenigde Staten.
- Rogers Everett M. (1983). *Diffusion of Innovations*, 3e druk, the Free Press New York, Verenigde Staten.
- Rogers, Everett M. & Shoemaker, F.F. (1971). *Diffusion of innovations: a cross-cultural approach*, 2e druk, Free Press, New York, Verenigde Staten.
- Rogers, Everett M (1962). *Diffusion of Innovations*, the Free Press of Glencoe, New York, Verenigde Staten.
- Roobeek, A.J.M. (1987). *De rol van technologie in de economische theorievorming*, Scheltema Holkema Vermeulen, Amsterdam.
- N.F.M. Roozenburg & Eekels, J. (1991). *Productontwerpen, structuur en methoden*, Uitgeverij Lemma, Utrecht.
- Roth, Karlheinz (1982). *Konstruieren mit Konstruktionskatalogen: Systematisierung und zweckmassige Aufbereitung technischer Sachverhalte für das methodische Konstruieren*, Springer-Verlag, Berlijn, Duitsland.
- Rowe, P.G. (1987). *Design Thinking*, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Rowe, Lloyd A. & Boice, William B. (1974). 'Organizational Innovation: Current Research and Evolving Concepts' *Public Administration Review*, nr. 34, pp. 284-293.
- Saren, M.A. (1984). 'A Classification and Review of Models of the Intra-Firm Innovation Process', *R&D Management*, deel 14 nr. 1, pp. 11-24.
- SBR (1985). *Handboek voor innovaties in de bouwonderneming: richtlijnen voor het middelgrote bedrijf*, Stichting Bouwresearch, (SBR-publicatie 122), Rotterdam.
- SBR (1993). *Bouworganisatievormen in Nederland*, Stichting Bouwresearch, (SBR-publicatie 286) 2e druk, Rotterdam.
- Schein, Edgar H. (1992). *Organizational Culture and Leadership*, Jossey-Bass Inc. Publishers, San Francisco, Verenigde Staten.
- Schön, Donald A. (1988). 'Designing: Rules, types and worlds', *Design Studies* deel 19, nr. 3 (3 juli 1988) pp. 181-190.
- Schön, Donald A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Basic Books, Verenigde Staten.
- Schön, Donald A. (1971). *Beyond the Stable State*, Norton Company, New York, Verenigde Staten.
- Schön, Donald A. (1967). *Technology and Change: The New Heraclitus*, Delacorte Press, New York, Verenigde Staten.
- Searle, J. R. (1979). *Expression and Meaning: Studies in the Theory of Speech Acts*, Cambridge University Press, Cambridge, Verenigd Koninkrijk.
- Sebestyén, Gy, Clark, F.R.S, Louwe, J.B.M. & Lemer, A.C. (1992). *Measurement and Evaluation of Construction Research*, CIB report, publication 147.
- Senge, Peter M (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, Doubleday Books, New York, Verenigde Staten.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, Verenigde Staten.
- Shaw, George Bernard (1911). *Man and Superman: A Comedy and a Philosophy*, Constable, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Sherwin, C.W. & Isenson, R. S. (1967). 'Project hindsight: a Defence Department Study of the Utility of Research', *Science*, juni.
- Simon, Herbert A. (1945). *Administrative Behavior*, Macmillan, New York, Verenigde Staten.
- Simon, Herbert A. (1984). 'The Structure of Ill-Structured Problems', in *Developments in Design Methodology*, red. Nigel Cross, John Wiley & Sons, Chichester, Verenigd Koninkrijk. Oorspronkelijk verschenen in *Artificial Intelligence* 1973, deel 4, pp. 181-200.
- Sitter, Ulbo de (1994). *Synergetisch produceren: Human Resource Mobilisation in de productie: een inleiding in de structuurbouw*, Van Gorcum, Assen.
- Solaguren-Beascoa, Lisbet Balslv Jørgensen, Bard Hendrksen & Erik Møller (1991). *Arne Jacobsen*, Santa & Cole, Barcelona.
- Souder, William E. (1987). *Managing new product innovations*, Heath, Lexington, Massachusetts, Verenigde Staten.
- Stone, P.A. (1983). *Building Economy: Design, Production and Organisation: a Synoptic View*, 3e druk. 1e druk 1966, Pergamon Press, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
- Sullivan, Lawrence P. (1986). 'Quality Function Deployment: A System to Assure that Customer Needs Drive the Product Design and Production Process', *Quality Progress*, pp. 39-50, juni.
- Swanborn, P.G. (1996). *Casestudy's: Wat, wanneer en hoe?*, Boom, Meppel.
- Termaat, Gijsbert & Vries, Tjerk de (1996). *Voor miljarden aan nieuwe grote projecten: Dreigend tekort personeel bouw*, <http://www.dds.nl/~dirkjers/nzl/nzln6/n66/n611161a.html>.
- Thunnissen, R.A.M. (1994). 'Producten- en Diensten aansprakelijkheid in de bouw', in *Vademecum voor Architecten*, redactie T. Arends, Samson, Alphen a/d Rijn.
- Toffler, Alvin (1981). *The Third Wave*, Pan Books, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Toffler, Alvin (1990). *Powershift: Knowledge, Wealth and Violence at the Edge of the 21st Century*, Bantam Press, Verenigd Koninkrijk.

FOTOVERANTWOORDING

-
- Tongeren, H. van (1996). *Hart noodzakelijk: over innovatie ontwerperwijs*, intreedere TU Twente.
- Tissink, Ad (1999). 'Bouwers blijken zeer innovatief', *Cobouw*, 12 maart 1999.
- Twiss, B. C. (1980). *Managing Technological Innovation*, 2e druk, Longman, Londen, Verenigd Koninkrijk.
- Urban, Glen L. & Hauser, John R. (1993). *Design and Marketing of New Products*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey, Verenigde Staten.
- Utterback & Hill (1979). *Technological Innovation for a Dynamic Economy*, Pergamon Press, New York, Verenigde Staten.
- Valkenburg, Rianne C. (2000). *The Reflective Practice in Product Design Teams*, dissertatie, Faculteit Industrieel Ontwerpen, TU Delft.
- VDI-2221 (1985). *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*, VDI-Verlag Düsseldorf, Duitsland.
- VDI-2222 (1973). *Konstruktionsmethodik Blatt I. Konzipieren technischer Produkte*, VDI-Verlag Düsseldorf, Duitsland.
- VDI-2225 (1969). *Technisch-wirtschaftliches Konstruieren*, VDI-Verlag Düsseldorf, Duitsland.
- Verschuren, Piet & Doorewaard, Hans (1995). *Het ontwerpen van een onderzoek*, Lemma, Utrecht.
- Vulperhorst (1995). *Innovatief onderschap in de bouw*, Stichting Research Rationalisatie Bouw, RRBouw-rapport nr. 83, Zoetermeer.
- Waldrop, M. Mitchell (1994). *Complexity: the Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, Penguin Books, Londen, Verenigd Koninkrijk, 1e druk in 1992.
- Weggeman, Mathieu (1997). *Kennismanagement: Inrichting en besturing van kennisintensieve organisaties*, Scriptum Management, Schiedam.
- Westra, Jan (1998). *Ontwerpen en vervaardigen: Niet-bouwplaatsgebonden producten en hun onderlinge relatie*, collegedictaat 7T210, TU Eindhoven, Eindhoven.
- Wittgenstein, L.J.J. (1963). *Philosophische Untersuchungen / Philosophical Investigations*, tweetalige editie vertaald in het Engels door G.E.M. Anscombe, 2e druk, Blackwell & Mott, Oxford, 1e druk 1953.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*, Macmillan Publishing Company, New York, Verenigde Staten.
- Wijnen, Gert, Renes, Willem & Storm, Peter (1988). *Projectmatig werken*, Het Spectrum/Marka, Utrecht.
- Wynstra, Finn (1998). *Purchasing Involvement in Product Development*, dissertatie ECIS, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- Yin, Robert K. (1989). *Case Study Research: Design and Methods*, Sage Publications, Newbury Park, California, Verenigde Staten.
- Zumthor, Peter (1998). *Architektur Denken*, Verlag Lars Müller, Baden, Zwitserland.

HOOFDSTUK 1

- Figuur 1 - foto uit [Beeren e.a 1981 p.21]
- Figuur 2 - foto van de auteur
- Figuur 3 - foto uit *I'Arca* (2000/148)
- Figuur 4 - foto van de auteur
- Figuur 5 - foto van de auteur
- Figuur 6 - foto van de auteur

HOOFDSTUK 3

- Figuur 1 - foto van de auteur
- Figuur 2 - foto van Octatube
- Figuur 3 - foto van Octatube
- Figuur 4 - foto van Octatube
- Figuur 15 - foto van Ype Cuperus van OBOM

HOOFDSTUK 4

- Figuur 4 - foto van Hein de Bouter van Architectenbureau Hertzberger
- Figuur 5 - foto van Johan van der Keuken van Architectenbureau Hertzberger

HOOFDSTUK 6

- Figuur 1 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 2 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 3 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 4 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 5 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 6 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket

- Figuur 7 - foto van de auteur
- Figuur 8 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 9 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 10 - foto van Architectenbureau Hubert-Jan Henket
- Figuur 11 - foto van Air Photo International uit *World Architecture* (1998/68)
- Figuur 12 - foto van Foster Associates
- Figuur 13 - foto van Foster Associates
- Figuur 14 - foto van Van Dam
- Figuur 15 - foto van Van Dam
- Figuur 16 - foto van Van Dam
- Figuur 17 - foto uit *Cement* (1994/9)
- Figuur 18 - foto uit *Bau und Fertigteil-Technik* (1994/1)
- Figuur 19 - foto uit *Bau und Fertigteil-Technik* (1994/1)
- Figuur 20 - foto van Eppo Notenboom uit *Cement* (1994/9)
- Figuur 21 - foto van BetonPrisma, Bob de Ruiter uit *Cement* (1994/9)
- Figuur 22 - foto uit *Cement* (1994/ 9)
- Figuur 23 - foto van Architectenbureau Zwarts & Jansma
- Figuur 24 - foto van Van Dam
- Figuur 25 - foto van Van Dam
- Figuur 26 - foto van Van Dam
- Figuur 27 - foto van Van Dam
- Figuur 28 - foto van Architectenbureau Zwarts & Jansma
- Figuur 29 - foto van A+
- Figuur 30 - foto uit ISB-folder
- Figuur 31 - foto uit ISB-folder
- Figuur 32 - foto uit ISB-folder
- Figuur 33 - foto uit ISB-folder
- Figuur 34 - foto van auteur
- Figuur 35 - foto van A+
- Figuur 36 - foto van auteur
- Figuur 37 - foto van auteur
- Figuur 38 - foto van auteur
- Figuur 39 - foto van A+

HOOFDSTUK 7

- Figuur 1 - foto uit *Cement* (1994/7/8)
- Figuur 2 - foto uit *Cement* (1994/7/8)
- Figuur 3 - foto van auteur
- Figuur 4 - foto van auteur
- Figuur 5 - foto uit *Architecture Today* (1997/82) p.21
- Figuur 6 - foto uit *Architecture Today* (1997/82) p.17
- Figuur 7 - foto van Aitor Ortiz uit *Architecture Today* (1997/82) p.21
- Figuur 8 - foto uit [Polano 1988]
- Figuur 9 - foto uit [Solaguren-Beascoa e.a. 1991]

- Figuur 10 - foto uit [Solaguren-Beascoa e.a. 1991]
- Figuur 11 - foto van Architectenbureau Alberts & van Huut
- Figuur 12 - foto van Benthem Crouwel
- Figuur 13 - foto van Benthem Crouwel
- Figuur 14 - foto van Benthem Crouwel
- Figuur 15 - foto uit *Cement* (1994/2)
- Figuur 16 - foto uit *Cement* (1994/2)
- Figuur 17 - foto van Herman H. van Dooren van Rau & partners
- Figuur 18 - foto van Herman H. van Dooren van Rau & partners
- Figuur 19 - foto van Rau & partners
- Figuur 20 - foto van XX architecten
- Figuur 21 - foto van XX architecten
- Figuur 22 - foto van auteur

HOOFDSTUK 8

- Figuur 1 - foto van MVRD uit Ibelings [2000]
- Figuur 2 - foto van Robin Hood Productions
- Figuur 4 - foto van www.Booosting.nl
- Figuur 5 - foto van www.Booosting.nl
- Figuur 6 - foto van Architectenbureau Rudy Uytenhaak
- Figuur 7 - foto van Architectenbureau Rudy Uytenhaak
- Figuur 8 - foto van auteur
- Figuur 9 - foto van auteur
- Figuur 10 - foto van auteur
- Figuur 11 - foto van auteur
- Figuur 12 - foto van Architectenbureau Zwarts & Jansma
- Figuur 13 - foto van Architectenbureau Zwarts & Jansma

HOOFDSTUK 9

- Figuur 1 - foto van auteur
- Figuur 2 - foto van auteur
- Figuur 3 - foto van auteur
- Figuur 4 - foto van auteur
- Figuur 5 - foto van Bureau voor Harmonische Architectuur
- Figuur 6 - foto van auteur
- Figuur 7 - foto van auteur
- Figuur 8 - foto van de site van NOX
- Figuur 9 - foto van Oosterhuis.nl
- Figuur 10 - foto van Oosterhuis.nl
- Figuur 11 - foto van auteur
- Figuur 12 - foto van Cepezed
- Figuur 13 - foto van Cepezed
- Figuur 14 - foto van Hans van Heeswijk Architecten
- Figuur 15 - foto van Hans van Heeswijk Architecten

SUMMARY

- Figuur 16 - foto van Hans van Heeswijk Architecten
- Figuur 17 - foto van de Ruiter Architecten
- Figuur 18 - foto van de Ruiter Architecten

HOOFDSTUK 10

- Figuur 1 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 2 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 3 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 4 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 5 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 6 - foto van Meyer & van Schooten Architecten
- Figuur 7 - foto van Aldus
- Figuur 8 - foto van Aldus

HOOFDSTUK 11

- Figuur 1 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 2 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 3 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 4 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 5 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 6 - foto van Architectenbureau Micha de Haas
- Figuur 7 - foto van Frank den Oudsten uit Gössel, Peter & Gabriele Leuthäuser (1991)
- Figuur 8 - foto van Bureau voor Harmonische Architectuur
- Figuur 9 - foto van Bureau voor Harmonische Architectuur
- Figuur 10 - foto van Aldus
- Figuur 11 - foto van Aldus
- Figuur 12 - foto's van Materia

The demands imposed on building designs are increasing. Regulations in the field of the environment, working conditions and safety, are becoming more severe, while at the same time clients and users are imposing extra demands of their own. All this makes product innovation essential, since existing building products will not in all cases be able to meet these newly imposed requirements.

Many innovations in building take place in the context of building assignments. Generally the time available for the design work is decreasing, so is the time available for project-related innovation. Meanwhile teams are used more frequently as a way of ensuring that all necessary aspects are incorporated in the design, which again increases the complexity of the design process. This makes it essential to organise design processes, including the related product innovation processes, in an efficient manner. It is also desirable to have a better understanding of the methods used throughout these processes. This kind of know-how should make it possible to handle complex assignments more quickly and professionally, and should also increase the possibilities for achieving specific, well conceived building components by which the quality of buildings can be improved.

The subject of this research, the contribution of architects to the design and development of new building products, will be referred to as component design.

Answers were sought to the following main research questions:

- To what extent can roles of architects in processes of building component design be described? (Descriptive)
- What strategies and resources can be suggested, on basis of these descriptions, for the set up and management of processes of component design? (Prescriptive)
- How can component design by architects be encouraged? (Prescriptive)

THEORETICAL CONCEPTS

Building is often seen as a branch of industry in which there is little innovation. Suppliers are seen as responsible for the main part of these few innovations. In general the public is more aware of the involvement of producers in innovation than of the contribution made by architects or advisors. Producers of standard and system products have an interest in using different media to make these innovations widely known. Architects have a greater interest in concentrating on their buildings as a whole, rather than on specific components, given the nature of their commissions. Consequently, the components they initiate receive little public exposure. This reinforces the image of the producer as innovator, or in the words of Von Hippel, 'the manufacturer-as-innovator bias'. Here originates the idea that 'technology push', innovations based on new developments in technology, dominate in the construction industry. This does not match with the opinion expressed in innovation literature, which assumes that a successful marginal innovation requires a proper balance between 'technology push' and 'market pull'. In the case of market pull, new products are brought to the market on the request of clients. This research proves that market pull is indeed exercised by architects in the construction industry.

In this research architects are considered as representing the interests of clients and building users in the building product market, together with their own interests as architects. Architects act therefore partly as intermediaries in translating clients' requirements and wishes into specifications to be met by building products. In communicating these specifications to producers, they make it possible to generate buildings of higher quality, measured in terms of practical value, cultural value and future value. Looked at in this way, architects represent the demand side of the building product market. Architects are also in a position to present their own wishes to the industry, and hence can contribute to an assortment of building products better suited to their own views on design. Architects therefore provide a trigger for building innovation by specifying the kind of building products they want.

RESEARCH METHODS

The present research can be characterised as 'retroductive' [Ragin 1994], i.e. making use of a strategy which combines an inductive approach, in which observations are made and used to derive a generally valid rule, with a deductive approach, in which specific conclusions are derived from generally valid rules. Deduction will also serve to determine to what extent a generally valid rule applies to a specific field of research. The advantage of the inductive approach is that it leaves room for achieving new understanding, which in turn can lead to the formulation of new theory. The retroductive approach combines the two. This research therefore considers to what extent ideas drawn from literature on innovation are valid for the construction industry, and constructs a new theory of component design based on the findings of empirical research.

The first phase consisted of an extensive study of the literature on innovation theory and design methods. In the next phase product innovation processes were analysed. To do

this an inventory was made of different kinds of product innovations by producers. Reconstruction of the various product development processes showed that there are often architects involved. This contradicted findings recorded in the literature on the construction industry, in which architects play no part in these processes. Due to the inductive approach the research could benefit from this insight. It was decided to focus the rest of the research on the role of architects in these processes. In the third phase five case studies were investigated, each involving architects: an façade incorporating Lignostone columns, sandwich panels calling for a high level of soundproofing, a prefabricated curved beam, a specially designed crash barrier and a new flooring system. The results of the analysis of these cases were used to construct the basis of a new theory on component design.

To increase the general validity of the newly formulated theory, additional information was gathered by holding extra interviews and collecting observations from architects, product developers and others who could find themselves involved with product-innovating architects. Finally the theory which emerged from these findings was tested by submitting it to a number of experts.

RESULTS AND RECOMMENDATIONS

To answer the first research question, which asked for a description of the role of architects in product innovation, an analysis was carried out of the tasks undertaken by architects in such processes. From this analysis the following list was derived of the roles adopted by architects in processes of product innovation: idea generator, initiator, designer, developer, product champion, process controller, building component coordinator and producer (chapter 7).

A comparison was made between component-designing architects and innovating producers (chapter 7). It appeared that the position of architects in building processes allows for a broader perspective, since they are operating on the level of the building instead of on the level of a single building product, which can offer the following possibilities:

- the choice between different technologies or materials or both;
- the integration of functions, technologies and / or materials, since architects are not restricted by boundaries of the different disciplines;
- the use of knowledge, techniques and materials, which are in use outside the construction industry;
- the search for new solutions in a situation of open-mindedness, due to the fact that architects are not always well informed of the technical possibilities;
- and fitting in the physical, cultural and social context of the conceived solution due to their training and focus.

Finally processes of component design were described with particular reference to the control aspects considered important in project management literature (chapter 9). The

following factors were considered to be important while setting up and controlling processes, i.e. time, budget, quality, information, communication, organisation and attitude. These factors were considered in the analysis of the various approaches taken by different architects.

During the analysis it turned out that architects use a variety of different arguments to justify the design of new components. The following seven were mentioned: performance, aesthetic, integration, realisation, economic, idealistic and commercial arguments (chapter 7).

The prescriptive nature of the other two research questions means that the results are more in the nature of recommendations. The answer to the second question provides advice for architects wishing to design components. The answer to the third question provides recommendations on how to devise measures to encourage architects to take the initiative in project-related product innovation. These recommendations are briefly discussed below.

The aim of the second question was to identify those strategies which can be applied to the set up and management of component design processes. The first step was to make an inventory of the special difficulties which arise in component design (chapter 8). In summary, those difficulties were: failure to see component design as a possible job for an architect, the disparity of design on different levels of scale, the problem of integrating component design into the building process, finding time and budget, finding the correct information, conflicting interests and the risks involved in component design. A description of each of these difficulties is followed by an indication of whether the present situation can be improved or whether the problems are structural and therefore insoluble.

The results of the case studies and the additional research were also used to determine ways in which architects may themselves be able to influence component design (chapter 10). Factors arising at two levels are of importance here, because component design is often part of a building project: the process of product innovation and the building process. To increase the opportunities for component design, component-designing architects will need to devise strategies and tactics for both kinds of process. A strategy is a view on how a particular goal is to be achieved, which has been developed into a plan containing a systematic combination of operations designed to achieve this end. A tactic is an operation which forms part of a strategy, a component in the plan to achieve the envisaged final aim. In practice the strategies and tactics used to manage the process of product innovation and the building process are intertwined. A further distinction can be made between strategies and tactics used for the set up and management of component design. The first group of strategies and tactics are directed at creating the most favourable conditions for component design. They aim to set up this design process, and the building process within which it takes place, in such a way as to provide ample opportunities for the design of new components. At the same time they need to create favourable conditions for co-operative behaviour on the part of the other participants in the building process. For it to be possible to control these conditions, architects will need to start thinking about the component design strategy as early as possible, even before the commission has been obtained. The second group of strategies and tactics are

directed at ensuring that the process of component design runs as smoothly as possible, by making the best possible use of all available sources of help and by avoiding or overcoming obstacles. Thinking about where sources of help are to be found, and how and when they can best be applied, will increase the chance that they are used to their best advantage. This will enable architects to create components which satisfy their requirements and desires and those of their clients. There are five areas in which strategies and tactics can be developed for controlling the process of component design. To devise strategies to handle each of the different areas listed below, will make it possible for architects to increase the possibilities for component design:

- collecting information which can come in handy during component design;
- stimulating component design within one's own architectural firm;
- stimulating the development of know-how in the industry in such a way that design ideas which are impossible to realise in the present state of technology will be possible in the future;
- setting up the component design process: devising a plan for the product innovation process;
- and guiding the process of product innovation while it is in progress.

To answer the third research question, investigation was done into how component design can be stimulated by third parties. Suggestions are given as to how product innovation can be improved by letting architects carry out component design (chapter 11): (a) by making the various parties involved in building aware of the interest they have in component design by architects, (b) by improving the conditions in which producers and architects co-operate, and (c) by improving the supply of information. If a new product comes into being in the context of a actual building project, everyone involved will influence the product innovation process to some extent (see chapter 8). This means that all these people are capable of improving the conditions within which architects design components and can even stimulate architects to start this kind of work. But of course no one will ever do anything of the sort, unless he or she appreciates the advantages of component design. A good deal of work is necessary to make the various people involved aware of involvement of architects in product innovation. Not everyone can contribute to the same extent to the encouragement of component design by architects however. In this connection Buchanan & Huczynsky [1997] make a distinction between 'productive power', the power to make some practical contribution, and 'disruptive power', the power to make things difficult. A number of actors, involved in the building process, with productive power are described. These people, all capable of making a practical contribution to stimulate product innovation through component designing architects, can be divided into people directly involved in building processes and others. The first group consists of clients, producers, developers of building products, structural engineers, advisors on installations, and contractors. The second group consists of people within government or concerned in compiling training curricula.

There are a number of possible ways of improving co-operation between producers and architects to the benefit of component design. In particular, the link between design and

execution in a building project can be improved during the design and engineering stages, before the production and building realisation contracts are finally placed (see chapter 8). This is a risky period for producers, who have to invest in preparatory development at a time when they are unsure about whether they will ever be paid for their efforts. This encourages an unresponsive attitude, which is detrimental to the process of product innovation. Clients, architects, producers and contractors would all benefit from finding ways to improve the organisation of the building process in a way that enables co-operation.

There is also much to improve in the field of the supply of information. Apart from improving the accessibility of information that is generally available, the exchange of project-related information needs to be facilitated. Both of these are beneficial to the development of building technology, by which is meant the collection of knowledge and understanding related to materials, production and processing techniques available in the construction industry. If product innovations are properly communicated the chance will increase that derivative products will be devised for use in future building projects. Chances will improve that the various people involved in the construction industry will be aware of specific solutions and therefore be able to make use of them. Distribution of information about components that have already been developed will encourage further product innovation (see chapter 3). The accessibility of information is therefore an important factor in stimulating product innovation.

CONCLUSION

To answer the first research question, which calls for a description of component design, a new theory was developed in accordance with the various types of project objectives as defined by Verschuren. Research into product development in general and product innovation in the building industry in particular is generally restricted to the viewpoint of the producers and contractors. Even after the appearance of Von Hippel's interesting study of the influence of clients on innovation [1988] and various studies on the importance of demand pull for product innovation, research into product development in general and in the building industry in particular still prefers to take the viewpoint of those responsible for production: producers or contractors. It is true of course that the manufacturers viewpoint can be broadened by paying increasing attention to the synergy that can be achieved by co-development involving suppliers, clients and research institutions. This research is the first to take the viewpoint of the client in the building product market, or more specifically the component-designing architect who presents a producer with concrete requirements for an innovative project-related product. It is the first research to be held in the field of product innovation in the building industry which employs the Consumer Active Paradigm (CAP), which gives the client an active role in initiating innovations.

To answer the second research question, which calls for strategies to set up and manage component design, a new method was designed. The methodology for architects wishing to design components is presented in a special form. No step by step model is

laid down for architects to follow, as is usual in the 'glass box' approach (see chapter 4). The designer is seen as an individual who thinks about his own actions, and behaves like a self-organising system. With the preparation of an inventory of how component-designing architects deal with control aspects from project management became clear what the different management possibilities are (chapter 9). In addition an indication was given of the factors which can be influenced by individual architects to improve the conditions for component design (chapter 10). In this way a framework is created within which architects can reflect on the processes involved in component design, relevant parts of the results of this evaluation can be integrated into their own working methods. This approach will assist in setting up and managing component design processes in a properly thought-out way.

In answer to the third research question, which asks for recommendations on how to encourage component design, a new model was formulated specifically for the encouragement of component design in the construction industry. The fact that the study took the unusual CAP viewpoint, made it possible to come up with new recommendations. The use of CAP makes it possible to extend the possibilities to stimulate product innovation in the building industry.

This research adds something new to 'New Product Development (NPD) theory', and at the same time provides a description of the design of building components by architects and a description of the course taken by information on those components. The research also emphasises the point that not all general theoretical concepts are directly applicable to other industries. Various researchers have already pointed out that product development processes are specific to a particular branch of industry, technology and type of innovation. On the basis of the results of this research another category, the category of type initiator, can be added to the typification of product innovations. The established differences between producers and architects makes this a sensible distinction. Finally the results of the research justify a plea for a change in comparative innovation studies. Currently different branches of industry are compared on the basis of the Manufacturer Active Paradigm (MAP), where the producer is considered to be the one who takes the initiative in all innovation. The result of the comparison is a MAP rating. The only things looked at when measuring R&D in this manner, are standard and system products, though one should really examine the whole spectrum of standard, system and special project-related products. Today only standardised innovations are measured, which is hardly constructive nowadays when increasing importance is being given to flexibility of production and 'customisation'. It is therefore time for such measurements to pay more attention to project-related components. A CAP rating needs to be introduced, measuring the number of special products and so making it possible to make a fair comparison between one industry and another. A comparison involving both a CAP and a MAP rating would cover the complete spectrum of products, and would also make it possible to indicate the level of market pull in the industry concerned.

RECOMMENDATIONS FOR FURTHER RESEARCH

To reinforce the CAP paradigm within the building industry, it is recommended to conduct research into the roles played in industry by clients and the various types of advisors in the building process. From a network perspective there is also still a lack of understanding of the role of suppliers. It is known that suppliers play an important role in the field of standard and system products [Pries, 1995], but a precise description of the roles played by them within these processes is still lacking.

There are also still many possibilities for research in the field of interaction between the various parties involved in processes of product innovation. Research would be particularly valuable into ways in which processes of building organisation might be improved in such a way as to increase the possibility of product innovation.

Other industries also offer ample opportunities for research based on the CAP paradigm into the roles played by and the interaction between those on the demand side of the market. Apart from the work of a few pioneers [Von Hippel 1976, 1978, 1982, 1988, Foxall & Thierry 1984, Foxall & Johnston 1987], this remains virgin territory.

As a final point, it is important that a comparison be made between different branches of industry on the basis of their CAP ratings. For this to be done properly it would be necessary to establish the percentage of innovative project-related products and the percentage of innovative products that are not project related. Currently different branches of industry are compared on the basis of the size of their expenditure on research into innovative system and standard products or the number of those products. This has a peculiar consequence: in the present state of information and communication technology it is after all conceivable that an industry might provide its clients nothing but tailor-made products. Such an industry would in principle deliver every client a product that is new and unique. Therefore there would be no standard or system products, so this industry being 100% customised, would score very badly in any innovation study. The conclusion to be drawn from this is that the current method of comparison fails to provide a fair measure of the innovative efforts of the various branches of industry. The building industry in particular suffers from this method of measurement. A study of the number of project-related product developments should be able to show whether this is correct.

The results of this research make a contribution to innovation in the building industry by focussing on the role of the architect. Architects are given a clearer idea of the possibilities that exist for component design. Increasing the general awareness of these matters amongst the various people involved in the building process should lead to a better understanding of architects involved in component design. At the same time newly gained knowledge will enable other methods to be found to encourage innovation in the building industry. The prevailing view that suppliers are the people who initiate product innovation means that possibilities for demand-led innovation continue to be under-utilised. This publication provides tools which will help architects and others involved to change this.

Mieke Oostra werd op 27 maart 1968, een warme lentedag, geboren in Veldhoven. In 1986 behaalde zij haar vwo-diploma aan het Sint Joris College in Eindhoven. Van 1986 tot de zomer van 1987 studeerde zij Biologie aan de Universiteit van Amsterdam en Medische Biologie aan de Universiteit van Utrecht. In september 1987 begon zij met haar studie Bouwkunde aan de Technische Universiteit in Delft. Tijdens deze studie verbleef zij in 1990 een jaar aan de *Ecole d'Architecture* van de *Université de Genève*. In April 1994 legde zij het doctoraal examen af in Delft met als afstudeerrichting ontwerpprocessen, functioneel ontwerpen en toegepaste informatica. Het afstudeerproject betrof een stedenbouwkundig ontwerp voor de herinrichting van het Tolbrugkwartier in Den Bosch en, als onderdeel hiervan, een architectonisch ontwerp voor de openbare bibliotheek. Datzelfde jaar aanvaardde zij een aanstelling als Tweejarige Assistent In Opleiding (TWAIO) aan dezelfde universiteit. Deze aanstelling werd later omgezet in die van Promovenda. Zij presenteerde haar werk op een achttal internationale congressen in Nederland, België, het Verenigd Koninkrijk en IJsland. Naast haar werk als promovenda had zij tal van nevenactiviteiten. Zij deed ondersteunend onderzoek voor *The Barlett School of Graduate Studies, University College London*, naar de kostenconsequenties van het gebruik van innovatieve bouwproducten en nieuwe organisatievormen van het bouwproces zoals gebruikt door enkele Nederlandse architectenbureaus. Zij was bestuurslid van de AIO-raad, secretaris van de Bewonersvereniging van de Bagijnhof en had zitting in de Bibliotheekcommissie van de TU Delft, dat het College van Bestuur adviseert. Van 1996 tot 1999 was zij eveneens werkzaam als freelance vormgever van brochures en logo's. In maart 2001 was zij *Housing Future Institute Fellow (HFI-Fellow)* aan het *College of Architecture and Planning* van *Ball State University* in Muncie, Indiana, Verenigde Staten. Sinds mei 2001 is zij werkzaam als senior beleidsmedewerker productontwikkeling bij Slavenburg's Bouwbedrijven.