

Strategisch bouwen

Citation for published version (APA):

Rutten, P. G. S. (1996). *Strategisch bouwen*. Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1996

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Strategisch Bouwen

INTREEREDE

Prof.ir. P.G.S. Rutten



Technische Universiteit Eindhoven

INTREEREDE

Uitgesproken op 31 mei 1996
aan de
Technische Universiteit Eindhoven

Prof.ir. P.G.S. Rutten

*Es ist nicht genug zu wissen, man muss auch anwenden;
Es ist nicht genug zu wollen, man muss auch tun.*

Goethe

Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en heren,

Deze rede is opgedragen aan
Marijke Reutelingsperger.

Inleiding

Bij de ambtsaanvaarding als hoogle-
raar Bouwfysica/Binnenmilieu sloot
ik een periode af van vijftien jaar rei-
zen, verblijf en advieswerk in het
buitenland. Ik vertoefde samen met
mijn gezin in die landen waar mijn
expertise op het gebied van klimaat-
beheersingssystemen het beste ten
nutte gebracht kon worden. De in-
houd van mijn rede zal dus getint
zijn door deze buitenlandse erva-
ring. Ik heb hiermee voor u, toe-
hoorders, een ontsnappingsroute
ingebouwd: daar waar mijn opmer-
kingen over de bouwwereld negatief
van aard zijn, hebben ze uiteraard
betrekking op buitenlandse praktij-
ken. Positieve daarentegen reflek-
teren natuurlijk de Nederlandse si-
tuatie. Maar u heeft ook de vrijheid
om de schoen aan te trekken die u
past.

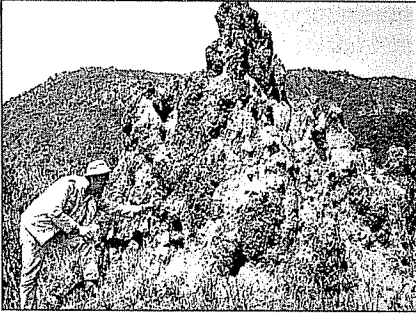
Ik wil u nu graag uitnodigen voor
een reis. Een reis in de tijd, het ver-
leden zowel als de toekomst, en na-
tuurlijk over de wereld. Het is een
studiereis naar de ontwerptechnie-
ken en -processen van de bouw-

meesters van het binnenmilieu.
Het binnenmilieu is de resultante
van een complexe interactie tussen
de mens, het bouwwerk en de na-
tuur. Tijdens onze reis zullen we
stap voor stap, en voor deze rede in
een sterk vereenvoudigde vorm,
een overzicht geven van de elemen-
ten die van belang zijn voor een
goed binnenmilieu-ontwerp. We
doen een poging om onze reis voort
te zetten in de toekomst en zo een
visie te vormen op maatschappe-
lijke, sociale en technologische ver-
anderingen die van belang kunnen
zijn voor het ontwerpen van nieuwe
of het renoveren van bestaande ge-
bouwen en met name kantoorge-
bouwen. We proberen ons aldus
een beeld te vormen van te ver-
wachten belangrijke ontwikkelingen
op ons vakgebied en hoe onderzoek
binnen mijn leerstoel daar een zin-
volle bijdrage aan kan leveren.

Dieren als bouwmeesters

Laten we nu onze reis beginnen met
de dieren: de grootste bouwmees-
ters op deze aarde.

In sommige gebieden in Afrika
wordt het landschap gedomineerd
door termietenheuvels die een
hoogte kunnen bereiken van zeven
meter. Onder de brandende tropi-
sche zon is leven in deze heuvels
alleen mogelijk omdat de massieve
konstruktie de grote schommelingen
in buitentemperatuur en warmte-
aanbod van de zon dempt.



Termietenheuvel

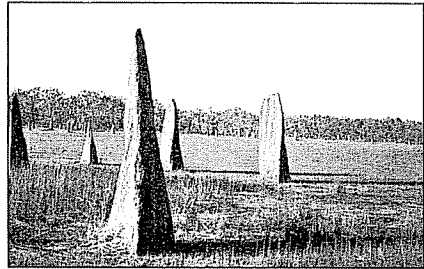
Termietensoorten hebben verscheidene ontwerpen ontwikkeld waarbij een of meer van de volgende factoren een rol spelen.

Op de eerste plaats kan het bouwwerk een grote massa hebben die het energieaanbod gedurende de dag kan opslaan om dan 's avonds weer af te staan aan de wat koudere buitenlucht en ook door warmte te stralen naar de heldere hemel.

Op de tweede plaats is bij eenzelfde massa de vorm van de structuur en met name de verhouding tussen buitenoppervlakte en volume, ook wel vormfactor genoemd, van belang. Omdat alleen over het buitenoppervlak warmte kan worden uitgewisseld, maar in het volume energie wordt opgeslagen, neemt de snelheid van opwarming en afkoeling van structuren af met een kleiner wordende vormfactor bij dezelfde totale massa van het bouwwerk. De dempende werking neemt daardoor toe.

Op de derde plaats, zoals bij uitstek de kompastermieten in het woestijnklimaat van Australië aantonen, ma-

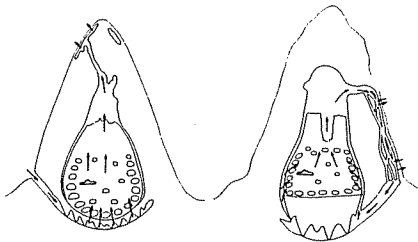
ken sommige termieten gebruik van vormgeving en oriëntatie als ontwerpprincipe. Deze is dusdanig dat met de zon op het hoogste punt de buitenoppervlakte van de heuvel die staat bloot gesteld aan de zon, minimaal is. Ze hebben daar een hoge langwerpige vorm voor gekozen waarvan de lange as exact noord-west wijst; vandaar hun naam. In de koude woestijnnachten hebben ze ook minimale uitstraling van warmte naar de heldere hemel.



Kompastermietenheuvels in Australië

In een termietenheuvel kunnen tot twee miljoen insecten leven. Ze leven, werken en ademen. Zonder zuurstoftoevoer zouden ze stikken. Toch lijkt de termietenheuvel op het eerste gezicht geheel gesloten naar de omgeving. Voor de zuurstoftoevoer zorgt echter een ingenieus natuurlijk ventilatiesysteem. De lucht in het hart van de heuvel wordt door de dieren en soms ook door een fermentatieproces opgewarmd en stijgt naar boven en wordt dan geleid door een fijnmazige structuur van luchtkanaaltjes die als long fun-

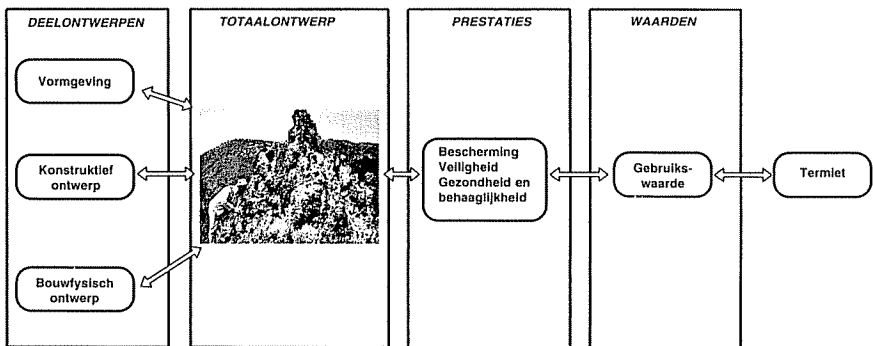
geert. De kanaaltjes liggen zo dicht bij het poreuze oppervlak dat warmte en zuurstof en kooldioxide uitgewisseld kunnen worden tussen binnen- en buitenmilieu. De lucht koelt af en vervangt, verrijkt met zuurstof, de opstijgende warme lucht. Dit systeem is gebaseerd op thermosiphonwerking. Andere termietensoorten bouwen heuvels met open verbindingen naar buiten, die een schoorsteeneffect veroorzaken.



Ventilatieprincipes van een termietenheuvel

De belangrijkste reden waarom de termieten een heuvel bouwen is om zich beschutting te verschaffen tegen het klimaat en bescherming voor predatoren zoals in Afrika de

aardvarkens. In de semantiek van de moderne bouwkunde wordt dit als volgt verwoord: de belangrijkste prestatie-eis is het verschaffen van *bescherming en beschutting*. De tweede prestatie-eis betreft het verschaffen van *veiligheid* van de constructie, die ook onder extreme weersomstandigheden een betrouwbaar onderkomen moet kunnen bieden aan de termieten. Het ontwerp is verder dusdanig dat het op een passieve wijze belangrijke aspecten voor de *gezondheid en behaaglijkheid* van de termieten, en met name de temperatuur en het zuurstofgehalte, binnen aanvaardbare grenzen houdt. Dit is de derde prestatie-eis voor het ontwerp van de termietenheuvel. Het vermogen van de termietenheuvel om in de tijd aan de drie prestatie-eisen (bescherming/beschutting, veiligheid en gezondheid/behaaglijkheid) te voldoen bepaalt de momentane *gebruikswaarde* voor de termiet van het bouwsel. Of het streefniveau voor de gebruikswaarde gehaald wordt, hangt



Overzicht van deelontwerpen en prestaties voor een termietenheuvel

af het totaalontwerp van de termie-
tenheuvel dat bestaat uit drie deel-
ontwerpen: *vormgeving* (dimensies,
proporties en orientatie), het
konstruktief ontwerp (materiaal-
keuze, massa) en *bouwfysisch ont-
werp* (natuurlijke ventilatiekanalen,
thermische eigenschappen van ma-
terialen). Bij de afstemming van
deze deelontwerpen op elkaar moet
de termiet compromissen sluiten.
Bijvoorbeeld grote ventilatiekanalen
bevorderen de luchtdoorstroming
zodat een groter koelend effect
wordt bereikt, maar kunnen de vei-
ligheid of bescherming die de heu-
vel moet bieden, aantasten. Dit vin-
den van compromissen tussen deel-
ontwerpen van een gebouw om een
optimale totaal-ontwerpoplossing te
vinden voor het gegeven pakket van
eisen, in de moderne bouw *integra-
tie* genaamd, vindt in de natuur
plaats over miljoenen jaren door na-
tuurlijke selectie van de beste bouw-
praktijken.

De mens als bouwmeester van het binnenmilieu

Dit geldt ook voor primitieve men-
sengemeenschappen. Van genera-
tie op generatie zijn de kennis van
zowel het ontwerpen als de bouw-
praktijken overgedragen en staps-
gewijs verbeterd. Zo zijn klimaat-
specifieke bouwstijlen ontwikkeld
die in harmonie met de natuur voor
deze mensen een door het jaar ac-
ceptabel onderkomen bieden.

Laten we onze studiereis maar eens
vervolgen in het warme en vochtige
klimaat van Queensland in noord-
oost Australië. Hier is van generatie
op generatie een type huis ontwik-
keld dat ook nu nog erg populair is:
de Queenslander. Het heeft een
punt-vormig dak dat redelijk geïso-
leerd is en aan alle vier de zijden
oversteekt om zo een veranda te
creëren rondom het huis die de be-
woners beschermt tegen direkte
zoninstraling en inslaande regen.
Het wordt gebouwd hoog boven het
maaiveld op palen zodat de wind
een verfrissende bries genereert
dwars door het huis. De dagelijkse
en ook jaarlijkse temperatuur-
variëaties zijn gering, waardoor het
temperatuur-stabiliserend effect van
grote bouwmassa's overbodig is.
Dit in tegenstelling tot de bouwwijze
in Saoedi-Arabië. In dit hete en
droge klimaat daalt de temperatuur
's nachts behoorlijk door nachtelijke
uitstraling naar de heldere hemel.
Een massieve bouwwijze vertraagt
de warmtestromen en dempt de
temperatuurschommeling. De bouw-
massa fungeert als een thermische
opslag die de nachtelijke koude
overhevelt naar de dag. Kleine
raamoppervlakken zorgen voor mi-
nimale warmtewinst door zoninstral-
ing en tijdens de nacht kunnen
deze ramen worden opengezet voor
ventilatie.
Deze bouwwerken worden geken-
merkt door het gebruik van natuur-
lijke materialen die op den duur
weer geheel opgenomen worden in

het milieu, dus is er sprake van volledig hergebruik van materialen. Bovendien is er, ook tijdens de gebruiksfase, nagenoeg geen enkel primair energiegebruik, dus toepassing van fossiele brandstoffen of daarvan afgeleide energiedragers zoals elektriciteit. Het bouwwerk trekt geen wissel op de toekomstige levensvatbaarheid van de wereld en is in het huidige jargon “duurzaam gebouwd”. Het vermogen om aan deze prestatie-eis te voldoen bepaalt de *ecologische waarde*, de waarde van een gebouw in zijn relatie tot het milieu.

Veel bouwwijzen zijn door de mensen generaties-lang geperfectioneerd, niet alleen naar gebruikswaarde en ecologische waarde maar ook naar *belevings- en kunst-waarde*, de waarde van een gebouw in zijn relatie tot de mens. Zoals we aan enkele voorbeelden hebben kunnen zien, ontspruit een bouwstijl uit het soort bouwmaterialen dat het land aanreikt, het klimaat en het ontwerpvernuft van mensen. De compromissen die gaandeweg gesloten en verfijnd zijn tussen aspecten van vormgeving, constructie en bouw fysica, vormen een uniek totaalontwerp van het gebouw in eerste instantie gericht op de gebruikswaarde van het gebouw in een bepaald klimaat. Maar parallel hieraan heeft de mens, wellicht onbewust, het ontwerp stapsgewijs geoptimaliseerd naar belevingswaarde. Ik citeer de architect Christopher Alexander (vrij vertaald): “...ieder

gebouw en iedere stad bestaat uit geometrische patronen in de ruimte en uit niets anders: ze zijn de atomen en de moleculen waarvan een stad of gebouw is gemaakt. Deze specifieke patronen kunnen dood zijn of levend, naarmate ze levend zijn laten ze innerlijke krachten los; maar als ze dood zijn houden ze ons gevangen in innerlijk conflict. Hoe meer levende patronen er zijn in een kamer, gebouw of stad des te meer komt het tot leven in zijn geheel, des te meer gloeit het en draagt het een eeuwig vuur in zich dat ook wel “kwaliteit zonder naam” genoemd kan worden.”



Queenslander: Quality without name.

“Er is een tijdloze manier van bouwen. De grote traditionele gebouwen uit het verleden, de dorpen en tenten en tempels waarin mensen zich thuis voelen, zijn altijd gemaakt door mensen die grote affiniteit hadden met deze manier van bouwen.

Het is onmogelijk uitzonderlijke gebouwen te maken, of uitzonderlijke steden, prachtige plekken, plekken waar je je thuis voelt en voelt dat je leeft zonder deze manier van bouwen te volgen" [1].

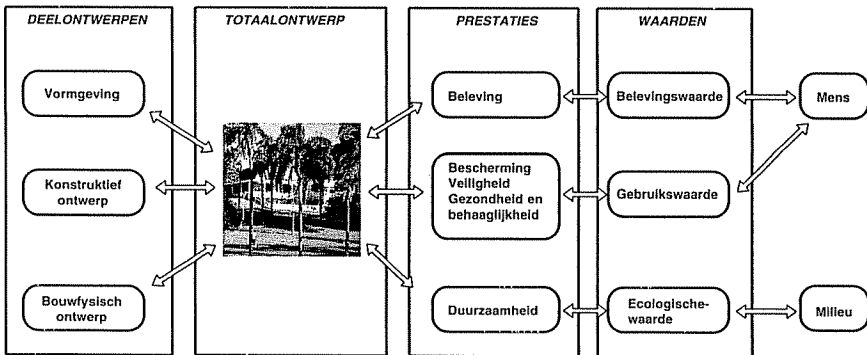
Deze tijdloze manier van bouwen hanteert geometrische patronen die ontstaan zijn analoog aan de geleidelijke vervolmaking van de gebruikswaarde, namelijk door het toetsen van ideeën aan de ervaring. Ik citeer weer Christopher Alexander: "We kunnen heel eenvoudig vaststellen of een patroon werkt door na te gaan of dit patroon onze omgeving tot leven brengt, of niet" [1]. Een nieuw ontwerp is dus een hypothese die getoetst wordt aan de praktijk. John Zeisel [2] noemt dit "Inquiry by design" of "Onderzoek door te ontwerpen". Deze directe terugkoppeling van gebruik naar toekomstig ontwerp is mogelijk geweest omdat ieder zijn eigen huis bouwde: ontwerper, bouwer, eigenaar en gebruiker waren dus een en dezelfde persoon. Zoals

we straks zullen zien vormt de ont koppeling van deze interesse- groepen een van de fundamentele barrières tot kwaliteitsverbetering in de huidige bouwpraktijk.

De introductie van installatie-technisch deelontwerp

De voorbeelden die ik tot nu toe gegeven heb van bouwwerken van dieren en mensen zijn gebaseerd op passief ontwerp. In de bouwkunde houdt dit in dat prestatie-eisen worden gehaald zonder toevoeging van primaire energie.

Laten we onze reis hervatten naar de oudheid. In een gematigd klimaat is het van oudsher gebruikelijk geweest een open vuur te stoken. Indien dit in een gebouw gebeurt, zien we dat een nieuw deelontwerp aan het bouwwerk wordt toegevoegd en wel het *installatietechnisch ontwerp*. In dit geval van de meest primitieve soort, namelijk het ter plaatse verbranden van brandstof in een vuur-



Overzicht van deelontwerpen en prestaties van een Queenslander

haard met een kanaal voor rookgassenafvoer om een lokaal microklimaat te scheppen voornamelijk op basis van stralingsenergie.

De Romeinen hebben dit verwarmingsprincipe vervolmaakt tot de eerste centrale verwarming voor hun patriciërswohnungen. De rookgassen van een centrale met hout gestookte haard worden onder of door openingen in een vloer geleid en centraal afgevoerd in rookkanalen. Het principe van dit welbekende hypocaustumsysteem lijkt op ons huidige vloerverwarmingssysteem. Niet alleen thermisch maar ook visueel comfort was een ontwerpparameter. Het was vooral Vitruvius [3] die in de Romeinse tijd al de grondslagen had vastgelegd van daglichtontwerp waarbij hij met name aandacht besteedde aan het belang van raamoriëntatie. Bij onvoldoende daglichttoetreding werd dit lichtniveau aangevuld met olielampen of kaarsen.

In de middeleeuwen zijn deze installatietechnische ontwerpen goeddeels in onbruik geraakt. Geconfronteerd met de onmogelijkheid om de gehele binnenruimte op temperatuur te brengen, door het grote volume en vooral ook de slechte isolatie en de grote warmtecapaciteit van massieve bouwmaterialen, werden in de huizen van de gegoeden lokale behaaglijke zones geschapen rondom open haarden. Stoelen met hoge rugleuningen zorgden voor een gereduceerde warmteuitstraling naar de koude ruimte achter. Met kolen

gestookte voetenbankjes losten resterende problemen met plaatselijke onbehaaglijkheid op. Deze gebouwen zijn een mooi voorbeeld van een ontwerpstrategie voor macro-microklimaat die ook in sommige moderne gebouwen wordt toegepast. Individueel regelbaar microklimaat met variërende binnenmilieu-omstandigheden in de rest van de ruimte bespaart, zoals we straks ook zullen zien, niet alleen energie maar zorgt ook voor variabiliteit van het binnenklimaat die door de mens als een stimulerende prikkel wordt ervaren.

Verlichting had tot die tijd plaatsgevonden door gebruik van daglicht, bijvoorbeeld door de toepassing van hoge ramen waarbij het daglicht tot diep in de ruimte kan doordringen. Prachtige voorbeelden van goed ontworpen daglichttoetreding zijn te vinden in de gotische en barokke kerken. Dagkanten in de massieve muren zorgden voor een geleidelijke overgang van hoge helderheden van het raam en de relatief donkere binnenmuur.

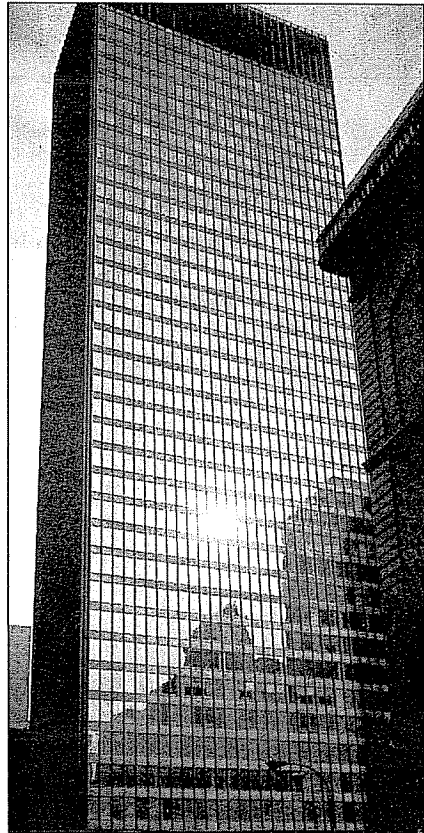
De industriële revolutie

We hervatten onze studiereis in de periode van de industriële revolutie en concentreren ons op kantoorgebouwen die het aanzien van onze wereld zo veranderd hebben. De voorlopers van het kantoorgebouw zoals we dat nu kennen, werden opgericht voor de regenten van de

zestiende eeuw zoals voor de Medici de Uffizi in Florence, gebouwd door Giorgio Vasari. Het eerste grote kantoorgebouw werd gebouwd door Frank Lloyd Wright aan het begin van deze eeuw, het bekende Larkingebouw dat ook het eerste volledig geklimatiseerde gebouw was in de wereld. Belangrijk voor de vormgeving van het gebouw werd nu ook het *inrichtingsontwerp* dat gebaseerd was op grote open ruimten waarin klerken eenvoudige administratieve werkzaamheden verrichtten onder het toezien van hun bazen. In feite had Wright een kantoorgebouw ontworpen als de evenknie van de toenmalige fabriek waaraan ook de nieuwe Tayloriaanse managementfilosofie ten grondslag lag. Aan het ontwerpen van een gebouw werd in feite nu, hoewel deze notie toen nog niet leefde onder de bedrijven, een nieuwe prestatie-eis toegevoegd, namelijk die van *produktieondersteuning* aan het gehuisveste bedrijf.

Vanaf dat eerste kantoorgebouw heeft de introductie van nieuwe technologieën het ontwerp van kantoorgebouwen drastisch veranderd. *Stalen frames* namen de dragende functie van de buitenmuren over, waardoor de gevel slechts een beschermende functie ging vervullen. Dit reduceerde de massa van de gevel.

Grote glasoppervlakten konden geproduceerd worden. Toepassing van veel glas in de gevel reduceerde de massa van de gevel verder.



Het Seagram kantoorgebouw (architect: Mies van de Rohe)

Door kunstverlichting kon de vertrekhoogte gereduceerd en de gebouwdiepte groter gemaakt worden. *Mechanische ventilatie* maakte het mogelijk om ook diepe gebouwen te ventileren en de gevel dicht te maken.

Liften namen de beperkingen weg betreffende gebouwhoogte.

Mechanische koeling en verwarming stelden de architect in staat grote

warintestromen door de gebouwschil en interne warmtebronnen te compenseren.

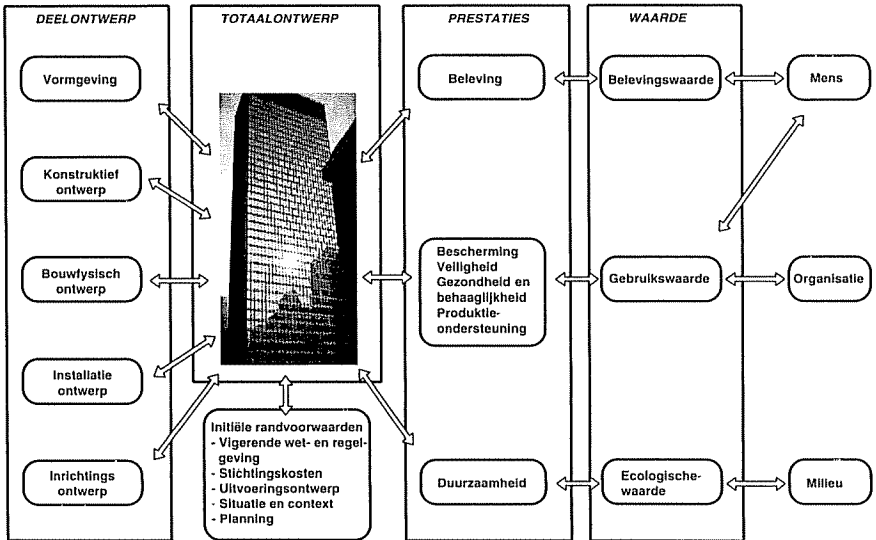
De introductie van installatietechnologie in gebouwen en met name ook kantoorgebouwen overhandigde aan de architect een vrijbrief voor ongeremde vormgeving. In de vermeende wetenschap dat ontwerpexcessen gecompenseerd zouden kunnen worden door de klimaatinstallaties voor verwarming, koeling en verlichting, werden de architecten eindelijk in staat gesteld de transparantie van het gebouw te verhogen door toepassing van veel glas. Dit, te zamen met de grote bouwhoogte die mogelijk werd door de toepassing van liften, heeft geleid tot de glazen blokkendoos, het architectonisch model van de twintigste eeuw, waarvan nu een verza-

meling in iedere zichzelf respecterende stad in de wereld te vinden is.

Naarmate de vraag naar kantoorgebouwen steeg werd het ontwerp vooral ook gestuurd door initiële randvoorwaarden waarvan de belangrijkste zijn:

- *vigerende wet en regelgeving*
- *het budget of de stichtingskosten*
- *uitvoerings- en bouwtechnieken*
- *situatie en context (land en lokatie)*
- *planning*

Veel kantoorgebouwen worden over de hele wereld hoofdzakelijk gebouwd met het oog op verschaffing van kantoorruimte met een zeker - wellicht kortstondig - imago, waarbij de voorgenoemde initiële randvoorwaarden het ontwerpproces



Overzicht van deelontwerpen en prestaties van een modern kantoorgebouw

meer sturen dan de eerdergenoemde prestatie-eisen die tijdens de levensduur van het gebouw van belang kunnen zijn en uiteindelijk de belevingswaarde, gebruikswaarde en de ecologische waarde van het kantoorgebouw in de tijd bepalen.

Het kantoorgebouw nu en in de toekomst

Op pagina 11 staat het overzicht van belangrijke elementen in het binnenmilieu-ontwerp dat we aan het begin van de reis beloofd hebben en verder nog op enkele punten zullen aanvullen.

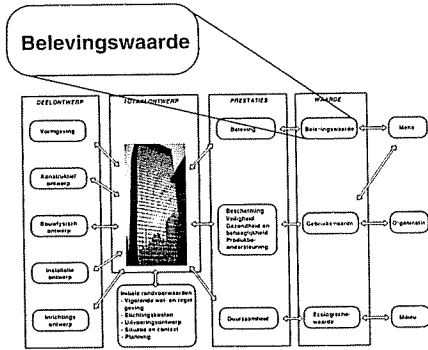
Wat valt ons nu op in dit overzicht? Op de eerste plaats dat het totaalontwerp het resultaat is van een samenvoeging van een groot aantal deelontwerpen. Deze deelontwerpen worden in tegenstelling tot het pre-industriële tijdperk aangereikt vanuit verschillende vakgebieden en disciplines: architecten, bouwfysici, installatieadviseurs, konstruktors, inrichtingadviseurs. En dit is nog maar een kleine greep uit de totale horde adviseurs die, naast uitvoerders, fabrikanten en leveranciers, bij een modern bouwproject betrokken zijn, hetgeen zo kenmerkend is voor de verzuiling in de bouw.

Op de tweede plaats valt op dat er een groot aantal prestatie-eisen zijn waaraan het gebouw moet voldoen. Geen enkele prestatie-eis kan bovendien gehaald worden op basis

van één enkele discipline of deelontwerp.

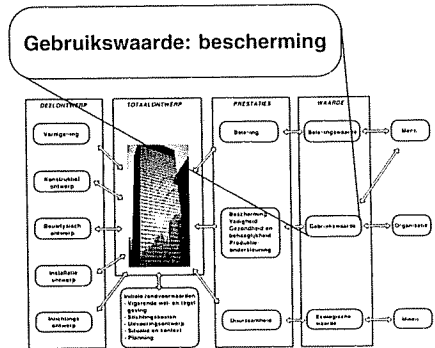
Dit is dan het spanningsveld waar gebouwonwerpers zich in bevinden: enerzijds de verzuiling in ontwerpdisciplines, anderzijds prestatie-eisen voor een gebouw die een transdisciplinaire aanpak vergen. We komen hier op onze reis nog op terug.

We gaan nu dit overzicht gebruiken als kader voor een analyse of evaluatie van de prestaties van een typisch kantoorgebouw uit de jaren tachtig. We gaan ook een blik in de toekomst werpen om een mogelijke trend in prestatie-eisen die aan gebouwen gesteld gaan worden vast te stellen en ook om ontwerp-oplossingsrichtingen voor deelontwerpen aan te duiden. Ik ga daarbij geen open deuren intrappen en zal een greep doen uit die zaken, die naar mijn mening bij het ontwerpen van gebouwen in het verleden te weinig aandacht hebben gekregen, die voor de toekomst van belang kunnen zijn en die essentieel zijn om een kwaliteitsslag in het produkt "kantoorgebouw" te maken.



Allereerst de belevingswaarde. Ik zal hier kort over zijn, want dit is niet mijn vakgebied. Maar een paar dingen heb ik op mijn hart. Internationale Stijl, ontsproten aan het Modernisme en het Bauhaus, is de architectuurbeweging die moderne kantoorgebouwen hun kenmerkende gestalte geeft. Modernistische gebouwen kunnen, ook op aandringen van opdrachtgevers, goedkoop maar prestigieus gebouwd worden. Iedereen wint, behalve de gebruiker van het gebouw. De aandacht is gericht op het scheppen van een extern imago van een gebouw en niet op de gebruikswaarde of anders gezegd: op het indruk maken op de voorbijgangers in plaats van de gebruikers. Als de ruimtewerking niet werkt, als de kille, onpersoonlijke, zakelijke ruimte een innerlijk conflict bij de gebruikers oproept dat bijdraagt aan klachten over het binnenmilieu: waar is dan het ontwerpteam? Al lang bezig met het volgende prestigieuze project. De terugkoppeling die zo vanzelfsprekend was bij

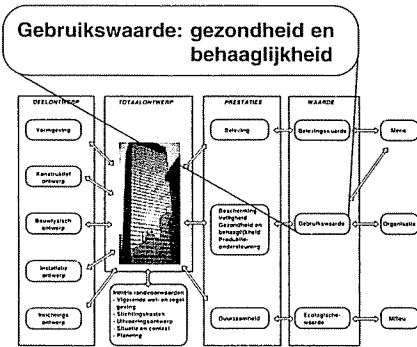
onze voorvaders, is geheel verdwenen. Architecten en hun ontwerpteam racen van de ene opdracht naar de andere. In een wereld die met een duizelingwekkend tempo verandert, wordt te weinig kennis opgebouwd vanuit de praktijkervaringen. Er is te weinig "Inquiry by design". Dit is een serieus probleem. We komen hier straks nog op terug wanneer ontwerpprocessen en adviesproducten aan de orde komen.



Sommige architecten hebben zo hun mening over prioriteiten in prestatie-eisen en nemen zelfs een primaire prestatie-eis als bescherming/beschutting licht op. Zo heeft een klant eens Frank Lloyd Wright, toch niet de eerste de beste, opgebeld met de mededeling dat als gevolg van een lekkend dak een gast aan tafel helemaal nat werd. Wright zou geantwoord hebben: "Vraag hem maar zijn stoel een eindje te verplaatsen". Lekken in het dak bleken een standaard gebruikersklacht in de huizen ontworpen door Wright, waar hij nogal oneerbiedig op rea-

geerde met: "Als het dak niet lekt, is de architect niet creatief genoeg geweest."

Als onze termieten dit hoorden, zouden ze zich voor ons schamen.



De belangrijkste ontwerpaspecten voor gezondheid en behaaglijkheid zijn, thermisch comfort, visueel comfort, luchtkwaliteit en geluidskwaliteit, waarvan ik hier de eerste drie aan de orde stel.

Thermisch comfort

Gebouwen worden bij voorkeur in de ontwerpfase getoetst op hun prestatie ten aanzien van gezondheid en behaaglijkheid en dus ook thermisch comfort. Om dit mogelijk te maken hebben wetenschappers als Gagge, Stolwijk en Fanger wetenschappelijke modellen ontwikkeld van het warmteuitwisselingsproces van de mens met zijn omgeving. Deze modellen zouden het mogelijk moeten maken om de thermische behaaglijkheid van het individu te voorspellen, afhankelijk van omgevingsfactoren zoals temperatuur, lucht-

snelheid, en mensafhankelijke factoren zoals het activiteitsniveau en de kledingweerstand.

De modellen die in de ontwerppraktijk echter worden toegepast richten zich niet op het individu maar op groepen mensen. Het zijn aggregaatmodellen die een uitspraak doen over het percentage mensen dat bepaalde binnenmilieu-condities als behaaglijk ervaart. Een binnenmilieu wordt dan als behaaglijk aangemerkt, indien een maximum percentage klagers niet wordt overschreden volgens het model. Dit is ook de basis van een Europese standaard voor comfort die op het model van Fanger gebaseerd is. Gesteund door deze theorie gingen ontwerpers zich niet richten op een ontwerp dat leidt tot "behaaglijkheid voor het individu" maar in plaats daarvan op "standaard binnenklimaat voor gebouwen" gebaseerd op de gemiddelde mens, waarbij dan de magische drempel van bijvoorbeeld tien procent klagers niet overschreden mag worden. De gemiddelde mens bestaat net zo min als de gemiddelde activiteit. Het is in veldonderzoek bijvoorbeeld gebleken dat het metabolisme van mensen tot veertig procent kan variëren bij eenzelfde activiteit [4]. Daarnaast is er een spreiding in kleding en activiteit. Dit heeft een invloed van twee tot drie graden op de optimale temperatuur voor behaaglijkheid. Afgezien van het feit dat activiteiten in een kantoor aanzienlijk kunnen wisselen, kun je dus niet van een

uniform metabolisme of warmteproductie van mensen spreken en dus ook niet van een optimale temperatuur voor het hele gebouw. *Middelen is niet toegestaan.* Daarom had de onvermijdelijke conclusie van het Fanger-onderzoek moeten zijn:

- 1. het mathematisch model kan randvoorwaarden aanreiken waaraan relevante fysische parameters in het gebouwwontwerp moeten voldoen;*
- 2. binnen deze randvoorwaarden moet de persoon de mogelijkheid hebben om individueel zijn comfort te regelen;*
- 3. veldonderzoek is noodzakelijk om resultaten uit laboratorium-onderzoek te testen. Dit geeft inzicht in het belang van niet stationaire omstandigheden en de invloed van werkelijke spreiding in de waarden van relevante parameters.*

Zelf heb ik mogen participeren in onderzoek waarbij deze benadering is gevolgd, met name in Zuid Afrika. Het viel ons hierbij niet alleen op dat het percentage klagers daalde tot minder dan één procent, maar ook dat de bandbreedte van acceptatie van temperaturen toeneemt in vergelijking met het model van Fanger indien mensen de mogelijkheid wordt geboden individueel het klimaat te regelen. Dit is in later onderzoek onder andere door Humphreys [4] bevestigd. Psychologisch onderzoek waarover in Nederland onder andere door Vroon [5] is

geschreven, heeft aangetoond dat de mogelijkheid tot individueel ingrijpen in zijn omgeving een basale vereiste is voor het welbevinden van de mens in een gebouw. Het onvermogen van ontwerpers van klimaatinstallaties om behaaglijkheid voor de mens te bewerkstelligen kan dus worden teruggevoerd naar een onvermogen van ontwerpers om individuele regeling per werkplek mogelijk te maken tegen acceptabele initiële kosten.

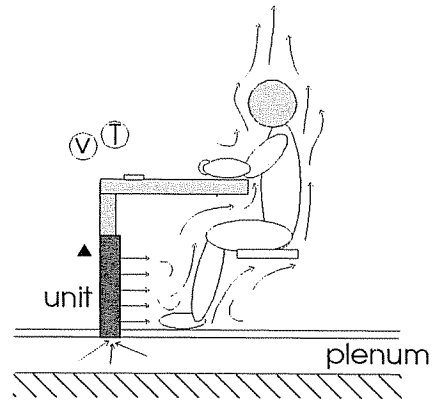
Zoals vaak in het leven wordt de weg naar de toekomst gebaad door geniale mensen die hun tijd vooruit zijn. Een van hen was wijlen Henk Spoormaker met wie ik het voorrecht had enkele jaren samen te werken in Zuid-Afrika. Eind jaren zeventig experimenteerde hij al met individuele regeling van het thermisch comfort. Zijn geesteskind, een in de verhoogde vloer geïntegreerd klimaatbeheersingsysteem, is toegepast in ongeveer vijfhonderdduizend vierkante meter kantoorgebouw in Zuid-Afrika. Iedere werkplek heeft zijn eigen regeling



Persoonlijke regeling van thermisch comfort

voor temperatuur en luchthoeveelheid en -snelheid [6].

Een ander voorbeeld van individuele regeling van de werkplek heb ik zelf ontwikkeld in Australië. Voor een grote 'dealing room' van een bank in Sydney is een luchtverdringingsinstallatie per werkplek ontworpen. De lucht stroomt met lage snelheid van onder het bureau naar de persoon die zo in verse en koelere lucht gebaad wordt. Het metabolisme van deze handelaren verschilt zeer sterk met name ook door stress en emoties en ze kunnen ieder individueel de temperatuur van de lucht regelen. Bij een recent bezoek aan deze bank bleek dit concept zo succesvol dat we besloten verder onderzoek naar dit principe onderdeel te maken van een lopend promotieonderzoek. De installatie wordt in onze klimaatkamer getest en berekeningen worden uitgevoerd met Computational Fluid Dynamics (CFD), geavanceerde programmatuur voor het berekenen van luchtstromingen. We hopen dat dit zal uitmonden in beter inzicht in het fysische proces, en in de beperkingen en de mogelijkheden van dit systeem ook voor standaard kantoorgebouwen. Het onderzoek naar en het ontwerpen van systemen voor individuele regeling van het binnenklimaat vormen een speerpuntactiviteit van mijn leerstoel.



Lucht verdringingsinstallatie per werkplek

Luchtkwaliteit

Een ander ontwerpaspect voor gezondheid en behaaglijkheid, de luchtkwaliteit, toont bij uitstek aan dat een transdisciplinaire ontwerp-aanpak nodig is om een streefprestatie-eis te behalen. De luchtkwaliteit zoals die door de mens ervaren wordt, is afhankelijk van chemische samenstelling van de lucht, biologische agentia en ook radioactieve deeltjes zoals die van nature voorkomen. Er bestaat evenwel nog geen theoretisch model dat de samenstelling van de lucht correleert aan de luchtkwaliteit zoals die door de mens wordt ervaren. De kwaliteit van de lucht als zodanig is dus niet te meten. Recente pogingen van Fanger [7] om de mens als meetapparaat te laten fungeren blijken nog niet succesvol. Zolang er nog geen goede theoretische onderbouwing is van de relatie tussen

gebouwoontwerp, omgeving, mens en luchtkwaliteit zullen we moeten roeien met de riemen die we hebben en varen op het kompas van de praktische ervaring opgedaan in gebouwen.

Naast het beperken van verontreinigingsbronnen zoals bouwmaterialen, goed onderhoud en transdisciplinaire ontwerpaanpak, krijgen nog twee aspecten over het algemeen te weinig aandacht, maar zijn naar mijn ervaring van groot belang om problemen met luchtkwaliteit te vermijden:

1. Maak lokale aanpassingen en inregelen eenvoudig.

Middelen is ook gebruikelijk voor het definiëren van de prestatie-eisen ten aanzien van verse luchttoevoer naar de ruimte. Door een sterke drang naar simplificatie wordt ook hier gemakshalve aangenomen dat de mensen gelijkmatig verdeeld zijn over het gebouw.

Dit is een aanname die het ontwerp van klimaatinstallaties drastisch vereenvoudigt maar het is natuurlijk geen reflectie van de werkelijkheid. Ontwerpers kunnen tegenwerpen dat het gebouw op basis van de werkelijke verdeling ontworpen had moeten worden. Het punt is echter dat je òf bij het oorspronkelijk ontwerp niet weet waar deze pieklasten zich bevinden òf, als je het al weet, kunnen ze morgen van plaats veranderen. Zoals we straks nog zullen zien, zijn kantoren erg dynamisch in hun indeling. Wat vandaag een vergaderkamer is met een pieklast

aan verse lucht kan morgen een kantoorvertrek zijn met een piekbelasting aan koeling. Bij het huidige "state of the art" ontwerp betekent dit veranderingen aanbrengen en de installatie geheel opnieuw inregelen, want iedere ingreep heeft repercussies voor de prestatie ergens anders in het gebouw.

Vaak gebeurt geen van beide, omdat het gewoon teveel rompslomp geeft of teveel geld kost hetgeen dan onvermijdelijk leidt tot slechte luchtkwaliteit.

Nodig zijn nieuwe systemen waar de verse luchthoeveelheid door simpele ingrepen lokaal aangepast kan worden zonder de noodzaak tot opnieuw inregelen van het hele systeem. Een voorbeeld van een dergelijk aanpasbaar en flexibel systeem is het Twin Duct Systeem dat ik in Australië ontworpen heb[8]. We zullen daar dadelijk verder op ingaan.

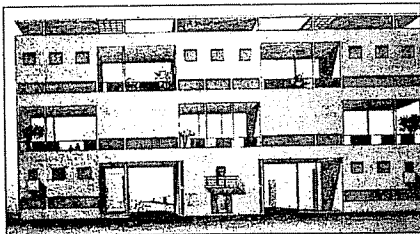
2. Individuele regeling

Recent onderzoek in het kader van het Europese Joule 2 programma heeft uitgewezen dat de beoordeling van de luchtkwaliteit door gebruikers van hetzelfde gebouw een wijde spreiding vertoont. "Indien de gevoeligheid van persoon tot persoon dusdanig varieert dan is individuele regeling een voor de hand liggende wijze om aan de persoonlijke eisen te voldoen", zo concludeert hun rapport [9].

Visueel comfort

Een laatste ontwerpaspect voor gezondheid en behaaglijkheid dat ik hier aan de orde wil stellen, is visueel comfort. Licht is voorwaarde om de wereld om ons heen waar te nemen. "Ik componeer met licht", zei Le Corbusier, een van de belangrijkste architecten van de twintigste eeuw. Zijn ontwerp voor de Chapel du Ronchamps is een kunstwerk in daglichttoetreding.

Hoewel kunstlicht beschikbaar was rond 1920, vormde daglichttoetreding een belangrijke schakel in zijn binnenmilieuontwerp. "Geïsoleerd van de natuurlijke omgeving sterft ieder organisme" stelde Le Corbusier [10]. In analogie met de bouw van longen waarin binnen een beperkt volume een heel grote uitwisselingsoppervlakte geschapen wordt door steeds fijner wordende vertakkingen van de tracheeën die uiteindelijk uitmonden in de alveolen, ontwierp hij zijn "maison d'Alvéoles" .



Maison d'Alvéoles

Maar over het algemeen leidde de introductie van kunstlicht in gebouwen tot een verwaarlozing en verar-

ming van het daglichtontwerp voor gebouwen en zelfs eenvoudige technieken om luminanties geleidelijk te laten verlopen, zoals dagkanten in ramen, raakten in de vergetelheid. Mede ook door het toepassen van zonwerende beglazing met een lage lichttransmissie werd het contact met de buitenwereld goeddeels verbroken. De dagelijkse lichtintensiteitwisseling die zo belangrijk is voor ons biologische ritme [11], werd vervangen door een monotone verlichtingssterkte.

Daglicht is echter niet alleen van belang voor ons welbevinden. Het is ook een bron van duurzame lichtenergie. Gebruik van daglicht kan te zamen met de regeling van kunstlicht leiden tot besparingen op primaire energie, hetgeen is aangevoerd in het promotiewerk van Van der Bruggen [12]. Een trend is daarom op gang gekomen om daglichtgebruik te vergroten en daar wilde ik een aantal voorbeelden van geven.

1. *Daglichtsystemen*

Daglichtsystemen beogen het daglichtaanbod aan de gevel dieper het vertrek in te sturen om zo een gelijkmatigere verdeling van het daglicht in de ruimte te verkrijgen en bij de mens de indruk te wekken van grotere daglichttoetreding. Voorbeelden hiervan zijn de lichtplank voor zonnige klimaten en de prisma's die ook in Duitsland zijn toegepast [13].

optimalisering in verband met bereikbaarheid voor de mens. Kortom, we zijn gevangen in een kolk van veranderingen op maatschappelijk, sociaal, economisch en bedrijfsorganisatorisch gebied.

Gegeven de aard van de veranderingprocessen en de spilfunctie die een modern kantoorgebouw daarin heeft, is het onwaarschijnlijk dat het ontwerp van nieuwe gebouwen of renovaties van bestaande gebouwen aan deze ontwikkelingen voorbij kunnen gaan. De financiële risico's voor de ondernemer, zij het de projektontwikkelaar of het gehuisveste bedrijf, zijn daarvoor te groot. En gegeven het nationale economische belang van kantoorgebouwen is een goed ontworpen kantorenbestand wezenlijk voor onze welvaart.

Al naar gelang het ontwerp kan het gebouw een remmende, neutrale of stimulerende en katalyserende rol vervullen voor de produktiviteit en creativiteit van de gehuisveste bedrijven. Er zijn belangrijke ontwikkelingen gaande op dit gebied.

Op de eerste plaats wordt een belangrijk nieuw deelontwerp toegevoegd aan het gebouwentwerp namelijk *communicatietechnologie*.

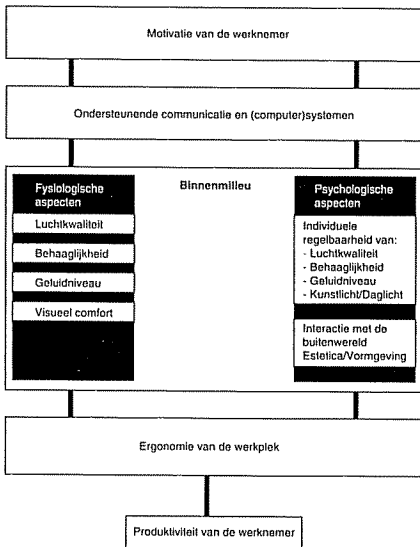
Op de tweede plaats ontstaan er geheel nieuwe inrichtingsconcepten die in wezen inspelen op de loskoppeling van werk en werkplek. Een virtuele werkplek kan met telematica bijna overal ter wereld gecreëerd worden. De mobiliteit en dus afwezigheid van kantoor zal

hierdoor toenemen. Het concept van wisselwerkplekken, waarbij werknemers samen een werkplek delen, zal hierop inhaken, de ruimtebehoeftes voor kantoren wellicht drastisch terugdringen en dus ook kosten besparen voor exploitatie. Het ontwerp van moderne kantoorgebouwen zal hierdoor behoorlijk veranderen. De nieuwe inrichtingsconcepten zijn erop gebaseerd de informele communicatie te bevorderen. Het kantoor wordt meer een ontmoetingsplaats met een bijna huiselijke sfeer. Zogenaamde cockpit kantoorjes van slechts enkele vierkante meters maken het mogelijk ongestoord te werken. Voorbeelden hiervan zijn er al in Finland, Engeland en ook in Nederland [15]. Voor het binnenmilieu-ontwerp is hierbij van belang dat de prestatie-eisen voor ieder van die ruimtes verschillend zijn. Dit te zamen met het feit dat de inrichting, gezien de veranderingintensiteit van het bedrijf, veranderbaar moet zijn, stelt speciale eisen aan onder andere de klimaatinstallaties. De meeste van de bestaande kantoren voldoen hier eenvoudig niet aan. We komen hier dadelijk op terug.

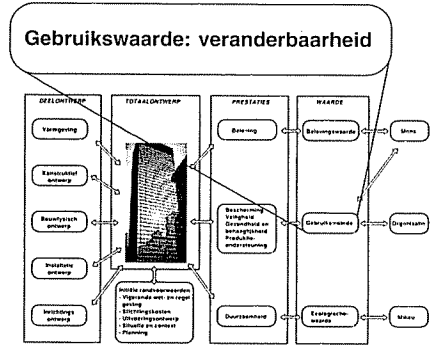
Op de derde plaats heeft onderzoek aangetoond dat de individuele regeling van het binnenklimaat een positieve invloed heeft op de produktiviteit van de werknemer [16] ten opzichte van een situatie waar geen individuele regeling aanwezig is.

Met salariskosten als de dominante budgetpost kan dit in een moderne

onderneming grote invloed hebben op de winstgevendheid. Het binnenmilieu en de regelbaarheid daarvan vormen een belangrijke schakel in de keten die leidt tot een hoge produktiviteit van de werknemer.



Binnenmilieu als essentiële schakel in de produktiviteitsketen



Het belang van veranderbaarheid voor gebruikers van kantoorgebouwen is reeds eerder ter sprake gekomen en we voeren haar hier nu in als een prestatie-eis die de gebruikswaarde van een kantoorgebouw medebepaalt.

De veranderbaarheid van een gebouw neemt toe naarmate veranderingen sneller, goedkoper en met groter hergebruik van materialen uitgevoerd kunnen worden. Voorbeelden van zulke veranderingen zijn, gerangschikt naar toenemend gewicht van ingreep:

- plaats van meubels;
- herindeling van kantoren;
- lokale prestatie van de installatie (relevante parameters zoals verse-lucht-toevoer);
- beschikbare ruimte (inkrimpen, uitbreiden);
- bestemming (kantoor naar appartementen).

De veranderingen die worden aangebracht, kunnen betrekking hebben op een of meer van de deelontwerpen waaruit een gebouw is

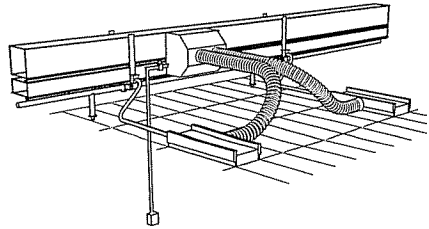
samengesteld, die ieder een eigen levensduur hebben.

Deelontwerp	Levensduur (jaren)	
	min	max
Communicatie	1	3
Inrichting		
meubels	3	10
ruimte-indeling	3	10
Installaties	7	20
Bouwfysisch (b. v. omhulling)	20	50
Konstruktie	30	300

Om de veranderbaarheid van installaties aan te duiden worden vaak de termen flexibiliteit en aanpasbaarheid gebruikt. Flexibiliteit geeft de veranderbaarheid in ruimtelijke zin weer en is belangrijk voor kantoorherindelingen. Aanpasbaarheid heeft betrekking op de veranderbaarheid in termen van prestaties, dus bijvoorbeeld lokale verse-luchttoevoer en koeling. Zowel flexibiliteit als aanpasbaarheid worden bij installaties positief beïnvloed door het volgen van een aantal ontwerpbeginselen:

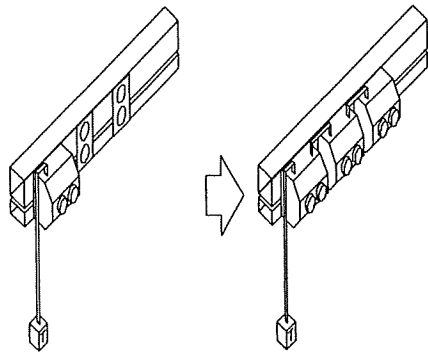
Coördinatie van systemen; gebouwssystemen moeten op logische wijze gecoördineerd worden zodat ze ieder een eenduidige zone innemen. Ruimtelijke verstrengeling bemoeilijkt aanpassing of vervanging van systemen die gezien de gedifferentieerde levensduur met een faseverschil uitgevoerd zullen worden. Dit

wordt in de literatuur ook wel "Design for disassembly" genoemd [17].



Logische coördinatie van installatiesystemen

Modulariteit; de vereiste capaciteit van apparatuur wordt incrementeel opgebouwd uit identieke modulen. Tezamen met additionele aansluiting voor toekomstige uitbreiding wordt het hierdoor mogelijk de capaciteit stapsgewijs aan te passen.



Modulariteit, vergroting van de capaciteit doortoevoeging van identieke modules

Klikverbindingen vergemakkelijken het weghalen en toevoegen van apparaten voor lokale capaciteitsaanpassingen;



Het "inklikken" van een module in het distributiesysteem

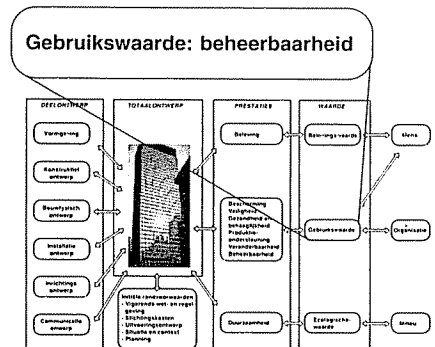
Automatische inregeling; vermogen van subsystemen om zichzelf automatisch in te regelen naar nieuwe prestatieniveaus na veranderingen in het systeem; dit is mogelijk door speciaal ontwerp van distributie- en afgiftesystemen.

Ruimtereservering in plafonds, schachten, technische ruimten.

Eenvoud; indien het ontwerp voor aanpasbaarheid complexe systemen vereist, leidt dit tot onbegrip bij het toekomstig gebouwmanagement en is de remedie erger dan de kwaal.

Veranderbaarheid blijkt niet tot hogere kosten te hoeven leiden. De illustraties tonen een klimaatinstallatie die ik in Australië ontworpen heb. Door fabricage van identieke apparaten in grote aantallen en door prefabricage in de fabriek (ook van kanaalwerk) werd de totale kostprijs

lager dan een systeem met een overigens gelijk prestatieprofiel. De veranderingsintensiteit bij moderne bedrijven is momenteel zo groot, dat over een periode van vijftig jaar meer dan tachtig procent van de kosten van een gebouw toe te schrijven zal zijn aan de veranderingen voor de inrichting en de installaties. De jaarlijkse kostenbesparingen die met flexibele en aanpasbare systemen zoals hier beschreven gehaald worden door besparing in tijd en materiaal, kunnen van dezelfde grootte zijn als de energie- en onderhoudskosten te zamen.

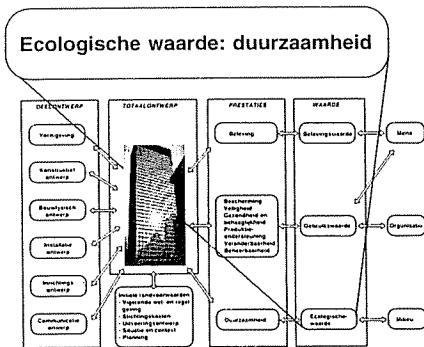


Een laatste, en nog niet genoemd, aspect dat de gebruikswaarde medebepaalt, is de beheerbaarheid. Naarmate het ontwerp van het gebouw een doelmatiger beheer mogelijk maakt, neemt de gebruikswaarde toe. Het gaat dan vooral over die werkzaamheden die de prestatie-eisen in de tijd in stand houden of aanpassen aan nieuwe eisen van de gebruiker zoals schoonmaken, onderhoud, regelen

en besturen van installatiesystemen. In de Engelse vakliteratuur wordt dit ook wel "Design for Manageability" genoemd [18]. Sleutelwoord is eenvoud van ontwerp of goede afstemming van ontwerp en de kwaliteiten op het toekomstig beheer. In het streven om een zo groot mogelijke energiebesparing te bereiken zijn in het verleden bijvoorbeeld veel gebouwen dusdanig complexe systemen geworden dat de "man-machine interface" een effectief beheer met de beschikbare middelen of mensen onmogelijk maakt. Het prestatieprofiel van het gebouw komt dan ver beneden de streefwaarde te liggen.

Energiegebruik

Op onze reis naar de toekomst zal onze filosofie met betrekking tot energiebewust ontwerpen geleidelijk veranderen. Terwijl vroeger de klimaatinstallaties werden gezien als een aanvulling achteraf om de slechte bouwfysische kwaliteiten te compenseren, zal in de toekomst het gebouw als geheel als een klimaatregelsysteem gezien worden. Beter begrip van de fysische processen in en om het gebouw en het gedrag van de mens zal het mogelijk maken om de techniek in de vorm van installaties steeds verder terug te dringen. De tegenstelling tussen deze ontwerpfilosofieën komen overeen met het verschil tussen een motorboot en een zeilboot. Praktisch ieder drijvend voorwerp kan veranderd worden in een stuurbaar schip met behulp van een buitenboordmotor. Een zeilboot daarentegen heeft geen motor nodig omdat hij zelf gebouwd is als een machine. De romp heeft minimale stromingsweerstand, de zeilen benutten de wind optimaal en zijn verstelbaar onder variërende windomstandigheden. De zeilers en passagiers zijn onderdeel van dit systeem door hun gewicht te verplaatsen en zo een dynamisch onderdeel te worden van het krachtenspel op de boot [10]. Het is een systeem waarin, zoals Stan Ackermans dit noemde: "de trits: werkend geheel, natuur, mens" harmonieus samenwerken [19]. De eigenschappen van de omhulling

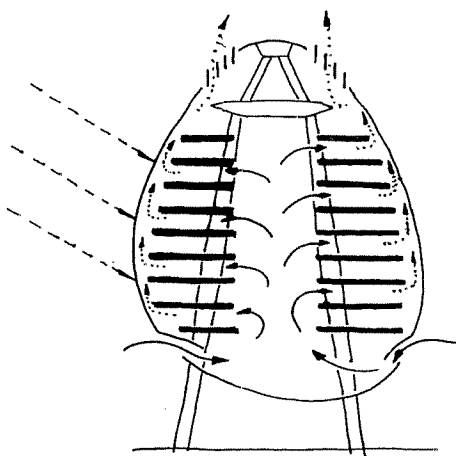


Zoals gezegd bepaalt het vermogen van een gebouw om aan de prestatie-eis duurzaamheid te voldoen de ecologische waarde in de relatie gebouw-milieu. Duurzaamheid omvat vele ontwerpaspecten zoals integraal ketenbeheer, waar ik hier nu niet op in kan gaan. We zullen hier alleen het energiegebruik tijdens de gebruiksfase onder de loep nemen.

zouden zich eigenlijk moeten kunnen aanpassen, analoog aan een kameleon, aan de momentane en geprojecteerde energie- en daglichtbehoefte van een gebouw. De gebouwomhulling is dan niet meer een starre barrière tussen buiten- en binnenmilieu, maar veeleer een medium dat haar eigenschappen dusdanig aanpast, dat de natuur optimaal de behoeften van het gebouw en de mens kan ondersteunen. Voorbeeld van de eerste schreden op dit pad zijn de ontwikkelingen op het gebied van elektrochrom glas dat de eigenschappen van lichttransmissie en zontoetreding verandert als een functie van een lage elektrische spanning die wordt aangelegd.

In dit kader vallen ook natuurlijke ventilatie en koeling, daglichtsystemen en het optimaliseren van daglicht/kunstlicht-regelstrategieën. Een andere trend wordt waarschijnlijk het creëren van een macro-microklimaat in gebouwen. De gebruikers krijgen in dit concept een individuele regeling voor het micro-klimaat rondom de werkplek waarbij in de rest van het gebouw dat het macro-klimaat vormt, de binnenmilieu-condities zich binnen zekere randvoorwaarden instellen op minimaal energiegebruik.

Door de omhulling te gebruiken voor het produceren van energie in zonnecollectoren, fotovoltaïsche cellen, of hybriden daarvan, komt de nul-energiegebruik-optie steeds dichterbij.



Voorbeeld van een experimenteel ontwerp van gebouw als klimaatinstallatie. "De mens als termiet".

Gebouwevaluatie

In wezen hebben we nu een voorbeeld van gebouwevaluatie laten zien. Systematisch wordt een gebouw of een ontwerp geanalyseerd naar zijn vermogen om aan specifieke prestatie-eisen van een bedrijf te voldoen. We zetten als het ware een stethoscoop op het gebouw en krijgen een indruk van zijn belevingswaarde, de gebruikswaarde en de ecologische waarde en maken positieve en negatieve factoren expliciet. Dit is dan belangrijke informatie in het beslissingsproces voor aankoop, huur of bouw.

Mijn leerstoel is zojuist een langetermijn onderzoek begonnen om dit gebouwevaluatieproces theoretisch en proefondervindelijk te onderbouwen. Op kennis gebaseerde systemen zullen ook hier een belangrijke

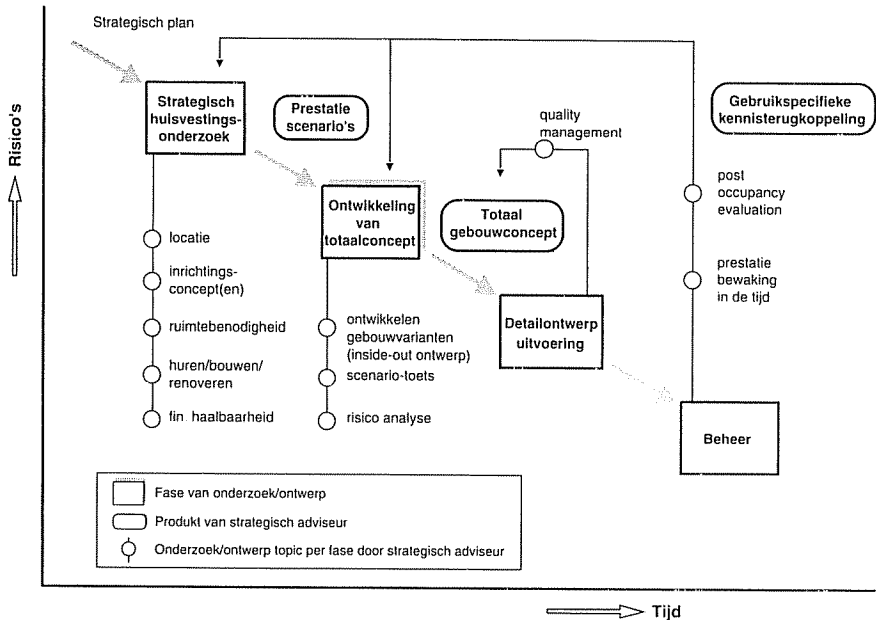
rol spelen in het sturen van de evaluatie, het opslaan van kennis opgedaan in evaluaties en het onmiddellijk ter beschikking stellen voor toekomstige evaluatie of ontwerp. De schakel tussen ontwerp en gebruik, wordt dan weer hersteld en er ontstaat een platform voor "continuous improvement" en innovatie. De terugkoppeling van gebruik naar ontwerp zal een aanzienlijke bijdrage leveren aan de wetenschappelijke onderbouwing van het prestatiegericht ontwerpen.

Strategisch bouwen

Hiermede is een einde gekomen aan de reis. De ontwikkelingen die voor het ontwerp van het binnenmilieu relevant zijn, zijn samengevat in bijgaande tabel. Het ontwerp van kantoorgebouwen maakt dus een periode door van grote veranderingen in ontwerp-

filosofie. Grote veranderingen betekenen hoge risico's. Strategisch ontwerpen van gebouwen is er nu op gericht om deze risico's voor de investeerder of huurder met betrekking tot vroegtijdige veroudering van de gebruikswaarde, ecologische waarde en belevingswaarde in een potentieel sterk veranderende maatschappij binnen aanvaardbare perken te houden. Belangrijke partijen zijn hierin de mens, het bedrijf en het milieu. Hoewel vroegtijdige veroudering ten gevolge van een te geringe belevingswaarde en ecologische waarde zeer wel mogelijk is, is toch de gebruikswaarde de spil waar het veelal om draait. Gebouwen van nog geen vijftien jaar oud zijn gedurende het laatste decennium afgebroken bijvoorbeeld omdat hun installaties niet voldeden aan de nieuwe prestatie-eisen voor koeling of ventilatie en de gebouwen te weinig ingebouwde aanpasbaarheid hadden.

	Verleden	Toekomst
Gebruikswaarde		
Gezondheid en behaaglijkheid	Klimaat voor gebouw	Behaaglijkheid voor de mens
Productieondersteuning	Onderdak	Strategisch produktiemiddel
Beheerbaarheid	Complex	Eenvoudig
Veranderbaarheid	Rigide	Veranderbaar
Belevingswaarde		
	Werkplaats	Ontmoetingsplaats
	Prestigieus	"Lean and fit"
	Zakelijk	Huiselijk
Ecologische waarde		
	Gebouw en klimaatinstallatie	Gebouw als klimaatinstallatie
Totaal ontwerp		
	Hoog/groot	Laag/klein
Initiële randvoorwaarde		
	Initiële kosten	Levenscyclus kosten
	Normen (kookboek)	Prestatie-scenario's



Diensten van strategische adviseurs aan toekomstige gebruiker gebouw

Een strategische ontwerpaanpak damt zulke risico's in door de volgende adviesproducten te leveren :

1. Het opstellen van prestatie-scenario's tijdens het huisvestingsonderzoek.

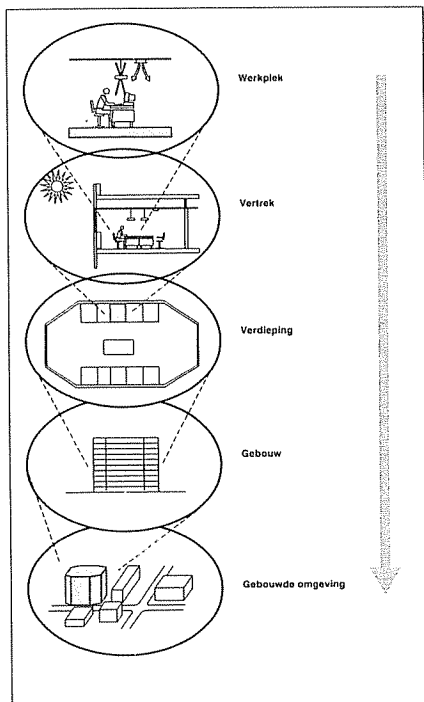
Met het strategische plan van de onderneming als uitgangspunt worden scenario's onderkend die verschillende wegen beschrijven die het gebouw en het bedrijf in de toekomst zou kunnen bewandelen. Deze worden vertaald in prestatie-scenario's waarin specifieke prestatie-eisen worden vastgelegd. Deze scenario's, die een spreiding in mogelijke prestatie-eisen in de tijd beschrijven, vormen de basis voor onderzoek naar lokatie, inrichtings-

concepten, ruimte-benodigheid en financiële haalbaarheid.

2. Ontwikkeling van een totaal concept.

Een eerste belangrijke ontwerp-activiteit is het ontwikkelen van gebouwvarianten op basis van *inside-out ontwerp*. Dit wil zeggen dat het gebouw ontworpen wordt vanuit de mens en zijn participatie in het primaire proces in het gebouw. Voor een kantoorgebouw wordt gestart met het genereren van ontwerpalternatieven voor de werplek en dan successievelijk het vertrek, de verdieping, het gebouw en de gebouwde omgeving. Het gebouw wordt dan als het ware om de mens, het bedrijf en zijn activiteiten

heen gewikkeld waarbij essentiële aspecten van de prestatiescenario's zoals, veranderbaarheid en productieondersteuning a priori ingebed worden. De prestatiescenario's sturen als het ware de creativiteit van het gehele ontwerpteam om geïntegreerde gebouwvarianten te ontwikkelen die een onzekere toekomst het hoofd kunnen bieden tegen zo laag mogelijke kosten.



Ontwerp van inside-out

Natuurlijk wordt dit ontwerpproces ook gekenmerkt door een transdisciplinaire aanpak van het ontwerpteam. Prestaties van het gebouw worden tijdens het ontwerp-

proces bewaakt vanuit een totaal gebouwconcept ,d.w.z. de prestatie als de resultante van de samenvoeging van ontwerpconcepten vanuit iedere relevante ontwerpdiscipline en bovendien bouwtechniek en uitvoering. Dit wordt tegenwoordig ook wel holistische participatie of "concurrent design" genoemd. In een *scenario toets* worden deze gebouwvarianten getoetst aan de prestatiescenario's.

Door middel van *risico-analyse* wordt het meest robuuste concept ontwerp geïdentificeerd. Het ontwerp dat de minste risico's in zich heeft in het licht van de prestatiescenario's, wordt voorgedragen aan de opdrachtgever.

3. Quality Management

Tijdens het detailontwerp en de uitvoering kunnen *Quality Management* diensten aangeboden worden.

4. Gebruikspecifieke kennis-terugkoppeling

Tijdens de gebruiksfase zorgt evaluatie ervoor dat *gebruikspecifieke kennis terugkoppeling* plaats vindt naar toekomstig ontwerp door middel van bewaking en signalering van de gebruikswaarde, belevingswaarde en ecologische waarde van het gebouw in de tijd.

In tegenstelling tot de traditionele advieswereld, waar de relatie klant/ adviseur tot stand komt op basis van bouwprojecten, kan ik me voorstellen dat er een relatie gebruiker/ strategisch adviseur zou kunnen ontstaan die voortduurt in de tijd on-

afhankelijk van specifieke bouw- of renovatieactiviteiten. De adviseur kan dan specialistische gebruiks-ervaring terugsluizen in de dagelijkse bedrijfsvoering en zo de deskundigheid van de facility manager aanvullen, met name ook in het technische vlak.

Zoals het diagram op pagina 27 aantoont, worden de grootste risico's gelopen in de aanvangsfase van het bouwproject. De traditionele advieswereld geeft echter te weinig aandacht aan deze fase waar toch de grootste korte- en lange-termijnkostenbesparingen voor een gebruiker behaald kunnen worden en de grondslag wordt gelegd voor het prestatieprofiel van het gebouw. Dit vindt zijn oorzaak in een te snel oplossingsgericht denken, dus te snel gaan naar de detailontwerp- en uitvoeringsfase, omdat daar de kernactiviteit van de traditionele advieswereld op gefocust is.

Strategisch bouwen beoogt dat de belevingswaarde, de gebruikswaarde en de ecologische waarde op een dusdanig niveau gehandhaafd kunnen blijven dat het bestaande gebouw tijdens de geplande levensduur in de vrije markt economisch kan concurreren met nieuwbouw.

Strategisch bouwen besteedt evenwichtig aandacht aan het totale pakket van eisen in tegenstelling tot "gezond bouwen, energiezuinig bouwen, of duurzaam bouwen" waar

toch van een bepaalde selecte focus sprake is. Strategisch bouwen brengt al deze stromingen onder één paraplu en voegt daar "handhaving van gebruikswaarde in een veranderende tijd" aan toe.

Het concept van strategisch ontwerpen van gebouwen kan alleen succesvol zijn indien:

1. De opdrachtgever en gebruiker het belang inzien van het gebouw in het primaire bedrijfsproces;
2. De aandacht van de opdrachtgever, de ontwerper en de uitvoering meer is gericht op de gebruiksfase van het gebouw en in mindere mate op het voor hen succesvol afronden van dat gedeelte van het project waar zij verantwoordelijk voor zijn. In Japan is dit dilemma opgelost door alle partijen gezamenlijk verantwoordelijk te laten zijn voor het economisch succes van het project.

Speerpunten van onderzoek

Samenvattend, kennen we binnen mijn leerstoel de volgende speerpunten van onderzoek:

1. *Op de eerste plaats, individualisering van het binnenklimaat; persoonlijke regeling van temperatuur, luchtkwaliteit en daglicht/kunstlicht;*
2. *Op de tweede plaats, de veranderbaarheid en in het bijzonder de flexibiliteit en aanpasbaarheid van installatiesystemen.*
3. *Op de derde plaats, het strategisch ontwerpen; "concurrent*

design" naar prestatiescenario's; het ontwikkelen van gereedschappen die het mogelijk maken om op een systematische wijze gebouwen te evalueren en de zo verworven kennis terug te koppelen naar toekomstige ontwerpen.

Bovendien zal met collega Leijendekkers worden samengewerkt op het gebied van energiegebruik in gebouwen en in het bijzonder het beheersen van energiestromen door de omhulling.

Samenwerking op deze gebieden wordt nagestreefd in internationaal verband met universiteiten en onderzoeksinstituten alsmede de overheid en het bedrijfsleven.

Dankwoord

Tot slot een dankwoord.

Hoewel je op iedere reis alle stappen zelf moet zetten, zijn vooral je reisgenoten bepalend waar je komt en hoever je komt. Ik wilde hier graag al mijn reisgenoten bedanken. De plaats ontbreekt om allen hier persoonlijk aan te spreken en dus richt ik me in het bijzonder tot hen die me ergens in het verleden een nieuwe landkaart in de hand drukten:

Hooggeleerde Vorenkamp, beste Joop,

Trefwoorden: vakmanschap, integriteit, persoonlijke warmte en vooral

humor. Joop en ook Swanie bedankt voor alles wat jullie de laatste twee-entwintig jaar voor mij en Marijke betekend hebben. Zelfs bij het opstellen van deze intreerede heb je me weer met beide benen op de Nederlandse bodem gezet.

Henk Spoormaker,

Een posthume dank aan mijn vroegere partner in Zuid Afrika. Henk Spoormaker heeft mij niet alleen de liefde voor het vakgebied bijgebracht maar vooral ook de drang naar innovatie, het nooit rusten bij het bekende en het exploreren van het onbekende.

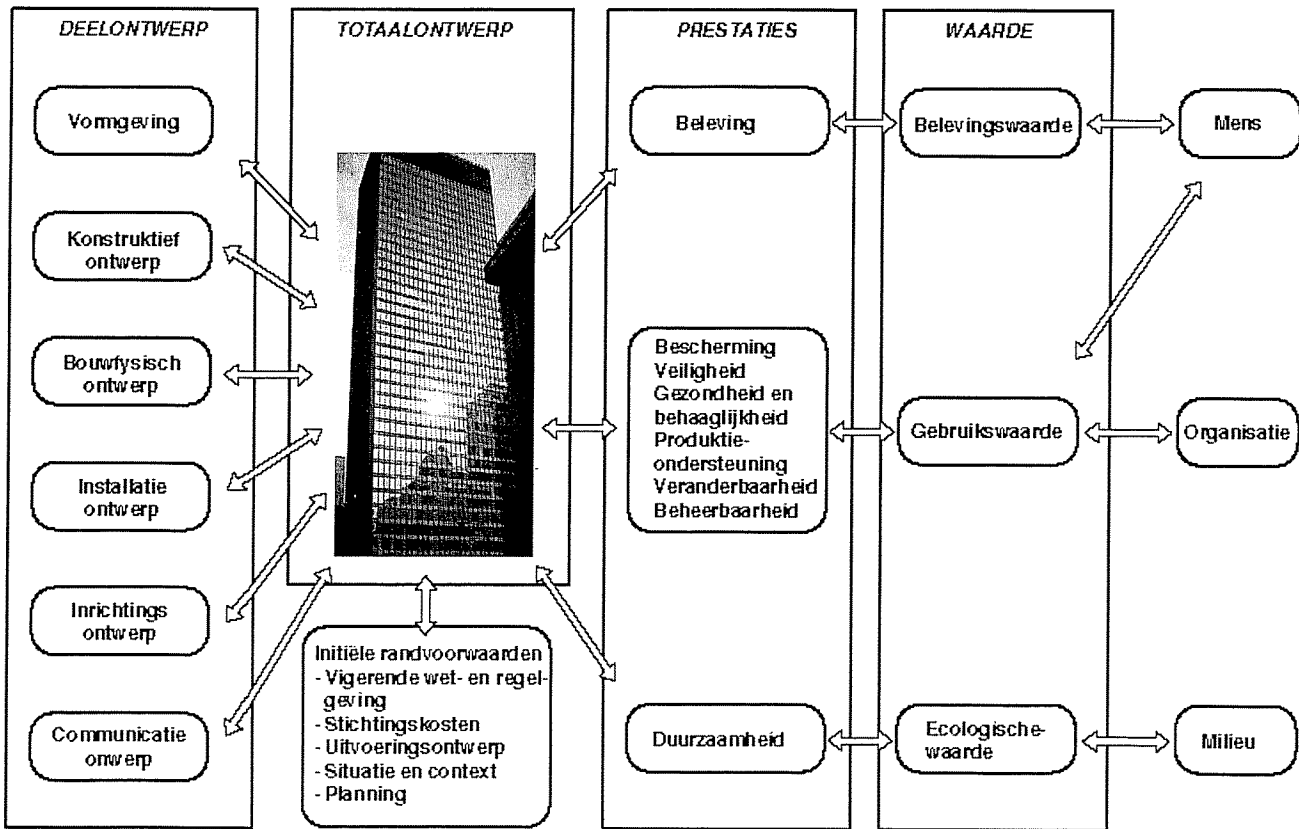
Mijn ouders,

Niemand had meer verdiend om van deze dag te genieten dan pap en mam. Maar helaas, het heeft niet zo mogen zijn. En toch ergens gniffelt mam nu op de haar zo bekende manier en glundert pap van trots.

Lieve Marijke, Stephan en Julian, of beter Dik, Tadie en Julpie,

Bedankt voor jullie vriendschap, liefde en relativerende steun door de jaren heen. Marijke, zelfs in de diepste dalen was je een prima reisgids op weg naar een volgende levensfase met een sterretje.

Ik heb gezegd.



Referenties

1. Alexander, C.: *"The timeless way of building"*, Oxford University Press, 1979.
2. Zeisel, J.: *"Inquiry by design"*, Cambridge University Press, 1995.
3. Morgan, M.H.: *"Vitruvius: the ten Books on Architecture"*, Dover, 1960.
4. Nicol, F., M. Humphreys, O. Sykes, S. Roaf: *"Standards for Thermal Comfort"*, Chapman&Hall, London, 1995.
5. Vroon, P.A.: *"Psychologische aspecten van ziekmakende gebouwen"*, Rijksuniversiteit Utrecht, juli 1990.
6. Spoomaker, H.J.: *"Centralised versus decentralised airconditioning system for office buildings"* IIR-frigair Conference Pretoria South Africa, 1986.
7. Fanger, P.O.: *"Introduction of the olf and decipol units to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors"*, Energy and Buildings, 12, 1988.
8. Rutten, P.G.S.: *"Underfloor air conditioning systems and Twin Duct variable volume systems evaluated against design criteria for modern offices"*, Paper presented at the International Publications Conference Federation Conference, Brisbane, September 1991.
9. Bluysen, P.M et al: *"European audit project to optimize indoor air quality and energy consumption in office buildings"*, Final report for Joule 2 programme, March 1995.
10. Rexroth, S.: *"Wohltemperierte Architektur"*, C.F.M Iler Verlag, 1995.
11. Begeman, S.H.A., van den Beld, G.J., Tenner, A.D.: *"Daylight, artificial light and people"*, Proceedings of the CIE 119-1995 Conference in Delhi: 148-151.
12. Bruggen van der, R.J.A.: *"Energy consumption for heating and cooling in relation to building design"*, proefschrift, Technische Universiteit Eindhoven, 1978.
13. Baker, N., A. Fanchiotti, K. Steemers: *"Daylighting in Architecture"*, James & James, 1993
14. Begeman, S.H.A., G.J. van den Beld, A.D.Tenner: *"Daylight, artificial light and people"*, IES conference Sydney Australië, November 1994.
15. *"Een studie naar nieuwe inrichtingsconcepten"*, symposium, TUE, 7 december 1995.
16. Preiser, W.F.E., J.C. Visher, E.T. White: *"Design intervention. Toward a more humane architecture"*, van Nostrand Reinhold, 1991.
17. Papanek, V. : *"The green imperative"*, Thames and Hudson, 1995.
18. Bordass, B., A.Leaman: *"Design for manageability"*, paper to IoAAS/National power conference, Buildings in the Age of Paradox, York, UK, 16-17 November 1995.
19. Ackermans, S.T.M.: *"Ontwerpen en leren ontwerpen"*, toespraak voorlichtingsdag IVO, Eindhoven TUE, 1995.



Paul Rutten werd in 1950 geboren te Arcen. Na het behalen van het Gymnasiumdiploma aan het Thomascollege te Venlo in 1969, studeerde hij aan de toenmalige Technische Hogeschool in Eindhoven werktuigbouwkunde waar hij in 1975 het diploma behaalde.

Van 1975 tot 1984 is hij werkzaam geweest bij Stork, aanvankelijk in de installatietechniek, daarna bij produktontwikkeling. In 1980 ging hij voor zijn werkgever naar Saoedi-Arabië, waar hij voornamelijk marketingfuncties bekleedde. In 1985 werd hij directeur van Spoomaker & Partners in Zuid-Afrika, een adviesbureau dat zich specialiseert in het ontwikkelen en ontwerpen van klimaatbeheersingssystemen van moderne kantoorgebouwen. Vanaf 1989 is hij werkzaam geweest bij Lincolne Scott in Australië, een internationaal adviesbureau op het gebied

van installatiesystemen in gebouwen, dat behalve de Australische markt ook het Verre Oosten en de Verenigde Staten bedient. In 1991 werd hij directeur bij dat bedrijf. In 1993 aanvaardde hij de aanstelling als voltijdshoogleraar Bouwfysica/Binnenmilieu, aan de Technische Universiteit Eindhoven en is vanaf februari 1994 werkzaam in die functie. Sinds 1995 is hij adviseur bij TNO-Bouw en geeft gastcolleges aan de Universiteit Twente.

Paul Rutten heeft verscheidene uitvindingen op zijn naam staan, zoals het 'Twin Duct Air-conditioning System' en het 'werkplekluchtverdringingsysteem'.

Hij heeft drie onderscheidingen ontvangen voor innovatief ontwerp van klimaatbeheersingssystemen in zowel Zuid-Afrika als Australië.

Vormgeving en druk:
Reproductie en Fotografie van de CTD
Technische Universiteit Eindhoven

Informatie:
Academische en Protocolaire Zaken
Telefoon (040-247)2250/4676

ISBN 90 386 0258 8