

## Constructief ontwerpen

**Citation for published version (APA):**

Huisman, W. J. J. (1968). *Constructief ontwerpen*. Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1968

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# CONSTRUCTIEF ONTWERPEN

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN  
HET AMBT VAN HOOGLEERAAR IN HET  
CONSTRUCTIEF ONTWERPEN AAN DE AFDELING  
DER BOUWKUNDE VAN DE TECHNISCHE HOGESCHOOL  
TE EINDHOVEN OP VRIJDAG 29 NOVEMBER 1968

DOOR

IR. W. HUISMAN

*Mijne Heren Curatoren,  
Mijnheer de Secretaris van deze hogeschool,  
Mijne Heren Hoogleraren en Lectoren,  
Dames en Heren van de wetenschappelijke, de technische en de administratieve  
staf,  
Dames en Heren studenten,  
en voorts gij allen die door Uw aanwezigheid blijkt geeft van Uw belangstelling,*

*Dames en Heren,*

Het constructief ontwerpen wordt als vak gedoceerd aan deze hogeschool. De toevoeging constructief duidt erop dat er ook andere vormen en methoden van ontwerpen bestaan. Ik wil proberen hierover enkele gedachten te ontwikkelen, en zal dit doen met het ontwerpen van gebouwen als achtergrond.

De gestalte van een bouwwerk ontstaat in het spanningsveld tussen een aantal wensen en verlangens aan de ene kant en een aantal mogelijkheden, zowel technische als financiële, aan de andere kant. Spanningen tussen verlangens en mogelijkheden zijn er sinds Adam en Eva van de appel der kennis hebben gegeten, altijd geweest. Het lijkt wel of deze spanning in onze Westerse wereld met het toenemen van de technische kennis steeds groter wordt. Dit is ook geen wonder. De zeer snelle technologische vooruitgang brengt ons én grotere welvaart én ongekende mogelijkheden en verandert ons levenspatroon met grote snelheid. Steeds gedachtelozer gaan wij om met apparatuur die gisteren niet bestond en die morgen verouderd zal zijn. Steeds minder geven wij ons rekenschap van de geweldige inspanningen die er nodig zijn geweest om deze apparatuur te kunnen vervaardigen. Het is zelfs onmogelijk ons hiervan rekenschap te geven, omdat ons de nodige vakkennis ontbreekt.

Door de verdieping van onze kennis ontstaat in elk vakgebied steeds meer een eigen taal, waarin begrippen en grondbeginselen van het vak verwerkt zijn en die daardoor alleen voor vakgenoten toegankelijk is. Wel stelt de techniek ons in staat een verbinding tot stand te brengen

met elke specialist in elk deel van de wereld, maar die verbinding is nutteloos als we elkaars taal niet verstaan.

Zo hebben wij steeds meer de neiging te geloven dat, natuurlijk buiten ons eigen vakgebied, vrijwel alles mogelijk is, en vergeten we vaak ons af te vragen welke offers voor die mogelijkheden gebracht moeten worden.

Ook als wij ons bepalen tot het beperkte gebied van het ontwerpen van een gebouw, wordt het steeds moeilijker een overzicht te krijgen van de reële mogelijkheden die er zijn om aan de verlangens tegemoet te komen. Een mogelijkheid is reël als de te brengen offers in evenwicht zijn met de sterkte van het verlangen. Het zal u duidelijk zijn dat de grootte van een offer en de intensiteit van een verlangen niet altijd in dezelfde rekeneenheid zijn uit te drukken. Zo zal het moeilijk zijn een verlangen naar schoonheid of monumentaliteit van een gebouw exact in geld te waarderen.

De oude, vrij statische ambachtelijke kennis van het bouwen is overspoeld door een stroom van informatie, voortgebracht door een snelle technische ontwikkeling. Deze technische ontwikkeling vindt plaats in een steeds groter wordend aantal vakgebieden, ieder met zijn eigen specialisten. Hierdoor is de rol van de bouwmeester, die vroeger alle bij het bouwen voorkomende vakgebieden kon beheersen, sterk aan verandering onderhevig.

Voor de bouwmeester, tegenwoordig meestal architect genoemd, is de samenwerking met een groeiend aantal specialisten als mede-ontwerpers noodzakelijk. Dit is historisch gezien vooral voor de architect geen geringe opgave. Hij bedreef zijn kunstzinnig ambacht in een ivoren toren. Nu moet hij samen met een aantal andere ontwerpers een weg zoeken in een snel veranderende wereld.

Elk van de ontwerpers beïnvloedt met zijn werk het hele gebouw, geen van hen kan een besluit nemen zonder daarmee invloed op het terrein van de andere ontwerpers uit te oefenen.

De kwaliteit van een ontwerp is dan ook zeer sterk afhankelijk van de goede samenwerking tussen de vele ontwerpers.

Deze samenwerking met zijn problemen vormt het hoofdthema van mijn verhaal.

Eerst wil ik met behulp van een voorbeeld laten zien hoe sterk de onderlinge beïnvloeding van de verschillende ontwerpers is. Ik ga uit van een specialisme, waarin ikzelf het beste thuis ben: het constructief ontwerpen, het ontwerpen van de draagconstructie van een gebouw.

Zo'n draagconstructie bestaat meestal uit muren, kolommen, balken en platen. De constructie dient ervoor de belastingen te dragen die ontstaan door het eigen gewicht van het gebouw, door de zich in het gebouw bevindende personen en goederen, door sneeuw, wind enz. en voert de zo ontstane krachten via de fundering naar de aarde af. Welke andere ontwerpers oefenen nu invloed uit op de draagconstructie?

In de eerste plaats de belangrijkste ontwerper, de architect. Hij is de man die in hoofdlijnen het gebouw ontwerpt, de vorm en de indeling bepaalt. Hij moet van een gebouw meer maken dan een doelmatige vertaling van een programma van eisen.

Welnu de vorm en de indeling van een gebouw hebben een nauwe samenhang met de vorm en het ritme van de draagconstructie.

Als de vorm en de indeling worden vastgelegd zonder overleg met de constructief ontwerper, verandert de taak van deze ontwerper in die van een rekenaar, die alleen heeft na te gaan of de zo reeds vastgelegde constructies kunnen voldoen aan de door de overheid gestelde eisen van veiligheid. Een werkelijke eenheid van een gebouw met zijn draagstructuur is op deze wijze zelden te bereiken. Bovendien worden er zo een groot aantal besluiten genomen die bepalend zijn voor de draagconstructie, zonder dat de gevolgen, bijvoorbeeld op het gebied van kosten en snelheid van uitvoering, gewogen kunnen zijn.

De architect ontwerpt ook de buiten- en binnenwanden van het gebouw. Het gewicht van de wanden, dat natuurlijk directe invloed heeft op de draagconstructie, heeft echter ook nog een indirecte invloed. Deze indirecte invloed wordt veroorzaakt door de relatie die bestaat tussen het klimaat in het gebouw en de samenstelling van buiten- en binnenwanden. Het klimaat in een gebouw wordt namelijk sterk beïnvloed door het isolerend vermogen van de gevels tegen koude, warmte en zonbestraling. Behalve de mate van isolatie is ook het warmte accumulerende vermogen van buiten- en binnenwanden van belang. Dit accumulerend vermogen stelt de wanden in staat temperatuurschommelingen, bijvoorbeeld ontstaan door zonbestraling, sterk te nivelleren. Zo hebben de wanden een grote invloed op het klimaat in het gebouw en daarmee op de installaties die voor de klimaatregeling dienen. Nu vereisen ventilatie en koeling grote kanalen en schachten om de benodigde hoeveelheden lucht te transporteren. Deze kanalen en schachten hebben uiteraard weer een aanzienlijke invloed op de vorm van de draagconstructie.

Een voor de hand liggende plaats voor de kanalen is langs de buiten-gevel boven de ramen, een route waarbij de kolommen en vaak ook de balken worden doorsneden, een technisch onmogelijke oplossing. Worden de kanalen binnen langs de kolommen en onder de balken gelegd, dan ontstaat een groot verlies aan hoogte. Dit kan bij de meestal voorgeschreven bouwhoogte vaak het verlies van een bouwlaag betekenen. Daarom is het noodzakelijk een gemeenschappelijk patroon voor het skelet en de kanalen te vinden, in nauwe samenwerking met de ontwerper van de installaties voor de klimaatregeling. Uit het voorafgaande zult u begrijpen dat de hoeveelheid glas die wordt toegepast in de gevels en de doelmatigheid van de gekozen zonwering een grote invloed op het klimaat in een gebouw hebben. Een lichte vliesgevel met veel glas en met een binnen-zonwering zal zeer hoge eisen stellen aan de klimaatregeling van het gebouw, en drukt daarmee zijn stempel op de vorm van de draagconstructie. De glanzende glazen vliesgevel is voor velen een begerenswaardig bezit. De toepassing is alleen verantwoord als er voldoende middelen zijn om met de hoge kosten van dit type gevel, ook nog de gevolgen van het geloof in de wonderen van de koeltechniek te kunnen bekostigen. De niet door luifels en overstekken beschermde glasgevels worden dan ook steeds minder toegepast.

Een volgende medewerker is de akoestische adviseur. Hij kan door het bekleden van betonnen vloeren en plafonds met zachte isolerende materialen de nivellerende werking die de massa van de beton op de temperatuurschommelingen binnen het gebouw uitoefent, sterk beperken en daarmee het klimaat en dus de draagconstructie beïnvloeden.

Ook de ontwerper van de verlichtingsinstallatie oefent een grote invloed op het klimaat van het gebouw uit. De tegenwoordig aanbevolen hoge verlichtingniveaus vragen om installaties die veel warmte in het gebouw brengen. De gebruikers van een gebouw zullen de verlichtingsinstallatie meer gebruiken, naarmate de geïnstalleerde verlichtingssterkte groter is. Zo zullen bij een in gebruik zijnde zonwering, die behalve de warmtestraling van de zon ook een deel van het zonlicht onderschept, vrijwel steeds de lampen branden. De gelijktijdigheid van de warmtebelasting door de zonbestraling en door de verlichting stelt hoge eisen aan de koelinstallatie. Er bestaat een streven de warmte van de lichtbronnen uit de armaturen af te zuigen teneinde deze warmte zoveel mogelijk buiten de werkruimte te houden. Dit vraagt een geïntegreerd ontwerp van verlichting en

klimaatregeling die dan weer gezamenlijk de draagconstructie beïnvloeden.

Uit de industrie is het serie-effect, bijvoorbeeld bij het produceren van auto's, allang bekend. Behalve in de woningbouw worden zelden volkomen gelijke series van gebouwen tot stand gebracht, terwijl bij de woningbouw het aantal gelijke eenheden, vergeleken bij de aantallen die voorkomen bij het produceren van auto's of televisietoestellen, gering is.

Bij het bouwen zal het profijt van het serie-effect dan ook verkregen moeten worden door het bouwwerk op te delen in een zo groot mogelijk aantal repeterende produktie-eenheden.

Door het zorgvuldig op elkaar afstemmen van de werkzaamheden die de verschillende ploegen arbeiders binnen zo'n produktie-eenheid moeten verrichten, kan voor elke ploeg een aaneensluitende serie van gelijke handelingen ontstaan. Een grote besparing op het aantal arbeidsuren wordt hierdoor mogelijk.

Het zal u duidelijk zijn dat elke niet zorgvuldig overwogen afwijking van het bestaande ritme van de draagconstructie en ook elke afwijking van eerder voorkomende details, de stroom van gelijksoortige handelingen kan onderbreken, en daarmee de bouwkosten zeer aanzienlijk kan doen stijgen. De doorbrekingen van de draagconstructie, die nodig zijn voor trappen en liften, moeten dan ook goed doordacht worden aangebracht.

Geen van de specialisten die aan het gebouw medewerken, kan een besluit nemen zonder daarmee invloed op het terrein van de andere specialisten uit te oefenen.

De veronderstelling dat die andere specialisten, met hun ongekende technische hulpmiddelen die beïnvloeding wel zullen kunnen opvangen, kan juist zijn; of de consequenties daarvan aanvaardbaar zijn, moet steeds zorgvuldig worden afgewogen.

De mate waarin de specialisten samenwerken is dan ook van zeer grote invloed op de kwaliteit en de prijs van het bouwwerk als geheel. Maar het gaat hierbij om een samenwerking van specialisten die ieder een ander vakgebied hebben, en die binnen dat vakgebied ieder een eigen taal spreken.

U zult zich met mij afvragen hoe de zo noodzakelijke communicatie tussen de specialisten mogelijk is. Het verhaal van de bouw van de toren van Babel is een verhaal van deze tijd.

De specialist geraakt al in tijdnood als hij zich ertoe beperkt de stroom van publikaties over zijn vak zelfs maar door te kijken. Hoe kan hij dan nog tijd vinden om zich te verdiepen in andere moeilijk toegankelijke gebieden? De specialisten dreigen steeds meer binnen het eigen vakgebied te worden opgesloten.

Om de communicatiemoeilijkheden te ontlopen wordt daarom de samenwerking vaak beperkt. Elke specialist bepaalt zich dan tot het eigen vakgebied en aanvaardt de gegevens van de andere specialisten als vaststaande besluiten. Alleen als er technisch geen oplossing is, zoekt hij contact met een ander. Dit lijkt een heel goede methode, hij suggereert elke specialist dat hij binnen het eigen gebied de grootst mogelijke vrijheid heeft. De moeilijkheden worden echter alleen maar verschoven. Steeds weer zal blijken dat een besluit, genomen in het ene vakgebied, een al vroeger genomen besluit in een ander vakgebied te niet doet. Zo zal het vrijwel onmogelijk zijn in een ontworpen draagconstructie een goed bemeten ruimte te vinden voor de kanalen van een in een later stadium ontwikkelde klimaatregeling. Zo kan er dus nooit een harmonisch en uitgebalanceerd bouwwerk ontstaan. Om tot een optimaal resultaat te komen zijn we gedwongen de inspraak of beter de medezeggenschap van alle ontwerpers in het gehele ontwerp te vragen. Het begrip medezeggenschap moet natuurlijk zinvol gehanteerd worden. Elke specialist blijft verantwoordelijk voor zijn eigen gebied, maar aanvaardt daarnaast zijn verantwoordelijkheid voor de harmonie van het geheel, voor zover hij daarop vanuit zijn vakgebied invloed heeft.

Wij moeten een open oog hebben voor de gevaren die zich hier voordoen en die Frank Loyd Wright karakteriseert met zijn opmerking „A camel is a horse designed by a comity”.

De vraag naar medezeggenschap beperkt zich niet tot de ontwerpers van gebouwen. Dit verschijnsel is een van de boeiende facetten van deze tijd. Medezeggenschap vraagt veel van de deelnemers, niet alleen een oordeel, maar ook een voor alle betrokkenen begrijpelijke motivering van dat oordeel. Zij vraagt van de vakman een bezinning op de achtergronden van zijn vak, om zo een motivering te kunnen geven die niet slechts berust op de door routine ingesleten denkpatronen en formules. Een niet geringe opgave, die overigens, vooral voor de specialist zelf zeer verhelderend kan werken.

Gevraagd wordt het eigen vak te openen voor anderen. Dit zullen we pas kunnen doen na een zekere weerstand te hebben overwonnen.



Het lijkt geen toeval dat een arts zijn recepten onleesbaar schrijft. Het spel van de medicijnman speelt hierbij zeker een rol. En bij hoevelen is niet de neiging te bespeuren het eigen vakgebied te hullen in een soort mystieke nevel om zo inmenging van buitenaf tegen te gaan en de ontoreikendheid van de vakkennis te verbergen? Als we dieper in een bepaald vakgebied doordringen zien we beter hoeveel we nog niet weten.

Behalve het spreken over het eigen vak is er de moeilijker opgave: het luisteren naar en het zich openstellen voor de andere specialisten, het zich de moeite geven door te dringen in de andere vakgebieden. Vaak nu blijken de in overleg genomen besluiten de partners te stimuleren om met begrip voor de problemen in de andere vakgebieden de beste oplossing te zoeken, de oplossing die voor het geheel optimaal is.

Het offer van eigen vrijheid dat bij een dergelijke besluitvorming wordt gebracht, blijkt achteraf meestal ruimschoots gecompenseerd te worden door de steungevende informatie die bij verdere uitwerking van de plannen gegeven wordt, een informatie die de plaats inneemt van de vaak ondoorzichtige beperkingen, opgelegd door de achteraf bij het project betrokken adviseur.

Ik heb een architect eens horen zeggen: „Over mooi en lelijk kan je eindeloos praten, maar als een constructeur zegt „dit kan niet want zo stort het gebouw in”, dan is het gesprek afgelopen, dan krijgt hij zijn zin”. Maar ik geloof dat dit veto nooit gebruikt zal worden na een zinvol gezamenlijk zoeken naar de harmonie van vorm en constructie.

Gelukkig hebben alle vakgebieden die bij de bouw betrokken zijn een technische achtergrond; daardoor hebben hun vaktalen een gemeenschappelijke basis, zodat men elkaars taal snel kan leren verstaan. Dit voordeel hoeft niet te gelden voor de medespeler in het bouwproces die we nog niet genoemd hebben: de opdrachtgever. Zijn taak is niet te benijden, hij heeft de meeste taalmoeilijkheden, draagt uiteindelijk de verantwoordelijkheid voor het gehele project, en moet alles betalen. Daarbij komt nog dat de opdrachtgever gewoonlijk al een veeleisende dagtaak heeft, zodat de van hem gevraagde bijdrage in het bouwproces een zware belasting betekent, tenzij hij tijdig maatregelen neemt, waardoor hijzelf of zijn vertegenwoordiger de nodige tijd binnen de bestaande dagtaak ter beschikking krijgt.

Het is de taak van de opdrachtgever vast te stellen aan welke eisen

voldaan moet worden, welk bedrag uitgegeven mag worden en hoeveel tijd er beschikbaar is. Het zal u duidelijk zijn, dat het programma van eisen – hoe goed ook vastgesteld vóór met het ontwerp wordt begonnen – zich gedurende de ontwerperperiode zal wijzigen; het zal zich aanpassen aan het voortdurend beter wordend inzicht in de mogelijkheden om aan de eisen tegemoet te komen en in de offers die gebracht moeten worden. Gedurende het hele ontwerpproces blijft het de taak van de opdrachtgever na te gaan of de door de ontwerpers voorgestelde oplossingen het voor hem optimale compromis tussen wensen en mogelijkheden is. Om dit te kunnen beoordelen is begrip nodig voor de achtergronden van de geboden oplossing en is inzicht nodig in de mogelijke varianten.

Het is voor de opdrachtgever nog moeilijker dan voor de ontwerpers om met behulp van tekeningen, omschrijvingen en soms een model op verkleinde schaal, zich een duidelijk beeld te vormen van het gebodene. Het bezoeken en bekijken van reeds bestaande met het te ontwerpen project vergelijkbare gebouwen kan zeer verhelderend werken, maar is geen afdoende oplossing. De ontwerpers zullen, levend in een volgend ogenblik, na opgedane ervaring en met nieuw verworven kennis zelden of nooit een bestaand, dus een oud ontwerp nog als optimaal zien.

Zo blijft dus de communicatie via taal en tekeningen tussen de ontwerpers onderling en tussen de opdrachtgever en de ontwerpers van het grootste belang; we hebben nu eenmaal geen betere middelen. De mogelijkheden tot misverstanden zijn groot, zoals we dagelijks om ons heen kunnen zien.

De problemen die zich thans voordoen bij de bouw van de opera in Sydney zijn een duidelijk en op veilige afstand gelegen voorbeeld van wat de gevolgen van een slechte communicatie kunnen zijn.

Het ontwerp is bij een prijsvraag gekozen uit meer dan 200 inzendingen. In de grote zaal zou plaats zijn voor 3.000 – 3.500 toeschouwers; de geraamde bouwsom bedroeg 7,5 miljoen dollar.

Pas nadat tot de uitvoering van het ontwerp was besloten, is contact gezocht met een constructief ontwerper. Na vele studies bleken de in het ontwerp vastgelegde vormen constructief onuitvoerbaar te zijn en werden ingrijpende wijzigingen aanvaard. De onderbouw was toen al gereed en moest voor een deel weer gesloopt worden. Hoewel het gebouw nog niet gereed is, worden de bouwkosten nu geraamd op 60 miljoen dollar, terwijl de grote zaal niet meer dan 1.800 zitplaatsen kan bevatten.

Bij creatief werk, zoals het ontwerpen van gebouwen of van onderdelen van gebouwen, speelt de intuïtie een grote rol. Daarbij komt nog dat het ontwerpproces, ook als een ingewikkelde theoretische weg wordt gevolgd, zich voor een deel voltrekt langs onbewuste in de loop der jaren ingesleten denkpatronen. Het is daarom niet eenvoudig achteraf een juiste motivering voor de gekozen oplossing te vinden.

Afstand nemen, de verkregen resultaten rustig beschouwen, werkt zeer verhelderend. Het zal dan – zij het vaak niet zonder moeite – vrijwel altijd mogelijk zijn op eenvoudige wijze na te gaan of de gevonden oplossing goed of ongeveer goed is en nog belangrijker, welke van de mogelijke varianten de beste is. Maar heeft de specialist daarvoor nog gelegenheid?

Ik schetste u de tijdnood waarin hij geraakt als hij de stroom van publikaties over zijn vakgebied wil volgen. Waar moet hij de tijd en de rust vandaan halen om te filosoferen over de achtergronden en de samenhang van de vele aangeboden kennis?

Gelukkig is 'tijd hebben' een relatief begrip. We hebben steeds tijd voor wat we werkelijk belangrijk vinden. De waarde van het zoeken naar eenvoudige beschouwingen is zo groot dat elke specialist hier tijd voor zal moeten vinden. Verdieping van vakkennis is immers belangrijker dan vermeerdering. Bovendien kan eenvoudig helder inzicht de weg openen naar gesprekken tussen niet-vakgenoten, waarbij dan ook een hoger niveau bereikt zou kunnen worden door de inbreng vanuit de verschillende gebieden.

Het voeren van deze onderlinge gesprekken is niet alleen nodig bij het ontwerpen van gebouwen, maar overal in onze samenleving. Zo is het leiden van een bedrijf, en ook van een land, onmogelijk als de vele, door deskundigen gegeven adviezen geen duidelijke achtergrondinformatie bieden.

Goede samenwerking in de bouwwereld is waarschijnlijk zo'n groot probleem, omdat de overgang van het ambachtelijk bouwen naar de meer industriële produktiemethoden pas in de laatste jaren tot ontwikkeling begint te komen.

Elk gebouw is, industrieel gezien, een prototype. Voor de ontwikkelingskosten is niet meer beschikbaar dan 10 à 15 pct. van de bouwsom. Dit uit de historie stammend percentage werkt sterk remmend op de ontwikkeling. Daarbij komt nog dat het prototype niet door de fabrikant, maar door de gebruiker wordt beproefd,

en een goed functioneren voor een tijd van 25-50 jaar verwacht wordt. De gebruiker, die vaak maar éénmaal bouwt, heeft geen belang bij experimenten waarvan hij het risico draagt, terwijl anderen die na hem bouwen de eventuele vruchten plukken. Nieuwe materialen en nieuwe bouwmethoden kunnen onder deze omstandigheden alleen met grote voorzichtigheid worden toegepast. De zo nodige research komt dan ook, ondanks de goede wil van velen, nog maar moeizaam op gang.

Wij bouwers kijken daarom met afgunst naar de proefbaan van de autofabrikanten.

Niet alleen voor ons hele cultuurpatroon, maar ook voor de specialist zelf is een meer open contact tussen de vele vakgebieden zelfs een morele noodzaak. De zich steeds dieper ingravende specialist loopt gevaar te worden als een al dan niet heilige koe, die zich gewillig laat melken, zonder besef van de met onverkoopbare roomboter gevulde koelhuizen. Daarbij komt dan nog dat vele specialisten wel mochten willen dat hun produkten even zacht en ongevaarlijk waren als die roomboter.

Na deze wat mank gaande vergelijking wil ik me terugtrekken op het gebied van de constructief ontwerper. Het ontwerpen en berekenen van een draagconstructie gaan hand in hand. De ontwerper schetst een oplossing, berekent globaal of de oplossing mogelijk is, verbetert zijn denkbeelden, vindt varianten, rekt nog wat en komt zo tot één of meer oplossingen. Deze oplossingen worden nauwkeuriger berekend en zo getest op hun sterkte en stijfheid.

Het berekenen verhoogt wel het inzicht bij het ontwerpen, maar blijft een hulpmiddel om te zien of de oplossing mogelijk is. Een motivering of de beste oplossing gekozen is, geeft de berekening niet, al kan men via de omweg van een kostenbepaling wel verschillende varianten wat hun prijs betreft vergelijken. En juist de motivering is voor het gesprek met de mede-ontwerpers van het grootste belang.

Voor het berekenen van een draagconstructie zijn regels en methoden bekend, die thuishoren in de technische mechanica, een voor niet-vakgenoten ontoegankelijk gebied.

Nu is het mogelijk ook voor het ontwerpen van draagconstructies regels op te stellen. Deze regels berusten op beschouwingen van uitkomsten verkregen door berekeningen. Ook al is de op de technische mechanica berustende ondergrond vaak moeilijk toegankelijk,

de beschouwingen zelf kunnen ook voor niet-vakgenoten zeer verhelderend werken.

Ik zal u enkele voorbeelden geven.

Er is een regel dat bij het afvoeren van krachten, net als bij het vervoeren van goederen, de kortst mogelijke weg de goedkoopste is. Maak dus geen nodeloze omwegen. Laten we nu een de laatste tijd regelmatig toegepaste bouwwijze, het hanggebouw, aan deze regel testen.

De draagconstructie van een hanggebouw bestaat uit een betonnen kern, waarop een overstekend dak bevestigd is. Aan de rand van dit dak zijn hangende stijlen bevestigd. De vloeren van het gebouw dragen op de kern en op de hangende stijlen. Om de hangconstructie van het gebouw voor iedereen zichtbaar te maken ontbreken één of twee van de onderste bouwlagen.

We volgen nu het verloop van de krachten die de vloeren op de hangstijlen uitoefenen. Deze krachten lopen door de hangstijlen naar boven naar het dak, dan door het dak naar de kern, en vervolgens door de kern via de fundering naar de aarde. Een langere weg is nauwelijks mogelijk.

Onze regel dat de kortste weg de goedkoopste is, toont zonder ingewikkelde en ondoorzichtige berekeningen en kostenbegrotingen aan, dat de draagconstructie van een hanggebouw een dure constructie is.

Hiermee is alleen één nadeel van het hanggebouw genoemd.

De toepassing van dit soort gebouwen kan doelmatig zijn als de te verwachten voordelen, bijvoorbeeld grotere publiciteit tengevolge van de ongewone vorm van het gebouw, zijn afgewogen tegen de hogere bouwkosten.

Een ander voorbeeld is te vinden in de constructie van de grote betonnen tafels die soms dienen als bindend element tussen een belangrijk gebouw en de aarde.

Architectonisch vraagt de tafel om grote kolomafstanden, die groter zijn dan de kolomafstanden van het op de tafel geplaatste skelet. De krachten die de kolommen van het skelet op de tafel uitoefenen, worden via het tafelblad naar de poten onder de tafel afgevoerd; een lange en kostbare omweg.

De *Unité d'habitation* van Le Corbusier in Marseille is hier een duidelijk voorbeeld van. De hier toegepaste tafel is, zoals uit bovenstaande beschouwing te verwachten was, geen organische eenheid met het op de tafel staande gebouw, het is meer een skulptuur.

Enkele jaren later bouwde Le Corbusier een tweede *Unité d'habitation*, ditmaal in Nantes. Ook hier staat het gebouw los van de grond, maar de verticale wanden van de raatvormige draagconstructie van de woningen lopen allemaal door tot op de aarde.

Door nu onder de tafel afwisselend een wand aan de buitenkant goed zichtbaar te laten doorlopen, en dan een wand terug te laten vallen, dus minder zichtbaar te maken, is een ritme verkregen dat visueel past bij de grote schaal van de tafel. Hier is een schone harmonie tussen gebouw en tafel bereikt, en tevens een rechtstreeks afvloeien van de krachten naar de aarde. Het is jammer dat er van deze prachtige oplossing blijkbaar minder inspiratie uitgaat dan van de meer kunstmatige oplossing in Marseille.

Een ingenieur praat moeilijk zonder potlood en papier. Daarom zal ik nu niet trachten het begrip momentenvlak, een grafische voorstelling van de op een constructie werkende buigende momenten, te verklaren. De grootte van het momentenvlak is in belangrijke mate bepalend voor de economie van een constructie. Van de Zeelandbrug over de Oosterschelde bedraagt het oppervlak van het momentenvlak de helft van dat van de Moerdijkbrug, die ongeveer even grote overspanningen heeft. De materiaaleconomie van de prachtige Zeelandbrug is hiermee voor een groot deel verklaard.

Het is wel interessant te weten dat de in 1890 geopende brug over de Firth of Forth in Schotland weer een gunstiger momentenvlak heeft dan de Zeelandbrug. Natuurlijk spelen er naast het momentenvlak vele andere factoren een rol bij het ontwerp.

Bij het ontwerpen kunnen regels gebruikt worden, ze kunnen nooit de intuïtie en het onderbewuste rijpen van problemen vervangen. Wel kunnen de ontwerpregels ertoe bijdragen om de gevonden oplossingen snel te beoordelen en geven ze een weg aan bij de motivering van de als beste gekozen variant, een motivering die nodig is voor het gesprek met de mede-ontwerpers uit de andere vakgebieden. Er kan zo een stroom van informatie ontstaan tussen de vakgebieden onderling. Alleen als er een werkelijk gesprek mogelijk is tussen alle ontwerpers onderling, en tussen de opdrachtgever en de ontwerpers, alleen dan kan er worden gesproken van werkelijk constructief ontwerpen, – dat wil letterlijk zeggen – samen bouwend ontwerpen!

*Dames en heren,*

In mijn slotwoord wil ik *Hare Majesteit de Koningin* mijn eerbiedige dank betuigen voor mijn benoeming tot gewoon hoogleraar aan deze Hogeschool.

*Mijne Heren Curatoren,*

U hebt mij willen voordragen voor deze benoeming en mij daarbij toegestaan mijn vak ook praktisch te blijven beoefenen. Ik ben u hiervoor zeer erkentelijk, en ik besef dat het nu mijn taak is dit contact met de praktijk op vruchtbare wijze in het onderwijs te verwerken.

Dit samengaan van praktijk en onderwijs is mede mogelijk door de bereidheid van mijn collega's en medewerkers van ons bureau in Amsterdam een deel van mijn taak over te nemen. Voor uw toewijding en ijver wil ik ook u danken.

*Mijne Heren leden van de Senaat,*

Ik beschouw het als een voorrecht in uw midden te worden opgenomen. De grote hulpvaardigheid die ik van u mag ondervinden, stel ik op hoge prijs.

*Waarde Habraken, waarde Duyster,*

De samenwerking met u beiden is vanaf het eerste uur zo inspirerend en verkwikkend geweest dat de moeilijkheden ontstaan door het leven in twee werelden, er ruimschoots door zijn gecompenseerd.

*Dames en Heren medewerkers van de afdeling der Bouwkunde,*

Het stichten van een nieuwe afdeling is een boeiend avontuur. Uw enthousiasme en uw toewijding maken het een vreugde dit avontuur met u te mogen delen.

*Waarde Langhout,*

Uw fijne kameraadschap en uw grote kennis zijn bepalend geweest voor mijn ontplooiing als raadgevend ingenieur. Het is mij een vreugde u hiervoor vanaf deze plaats te kunnen danken.

*Dames en Heren studenten,*

U kunt binnen de afdeling der Bouwkunde volgens uw aard en uw aanleg uit verschillende studierichtingen kiezen. Ik hoop dat u, mede door de gemeenschappelijke basis van de studie, zult uitgroeien tot ingenieurs die niet alleen hun specialisme beheersen, maar die ook de wil en het vermogen hebben naar andere specialisten te luisteren om zo tot een werkelijke constructieve samenwerking te kunnen komen.

Ik heb gezegd.