

Bouwen voor de gemeenschap

Citation for published version (APA):

Kamerling, J. W. (1969). *Bouwen voor de gemeenschap*. Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1969

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.

BOUWEN VOOR DE GEMEENSCHAP

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN
HET AMBT VAN GEWOON HOOGLERAAR IN HET
CONSTRUCTIEF ONTWERPEN AAN DE AFDELING
DER BOUWKUNDE VAN DE TECHNISCHE HOGESCHOOL
TE EINDHOVEN OP VRIJDAG 2 MEI 1969

DOOR

IR. J. W. KAMERLING

*Mijne Heren Curatoren,
Mijnheer de Rector Magnificus,
Mijne Heren leden van de Senaat,
Heren lectoren, Docenten en medewerkers van de technische hogeschool,
Dames en Heren studenten,
en voorts gij allen die door Uw aanwezigheid blijkt geeft van
Uw belangstelling.*

Zeer gewaardeerde toeboorders,

Het rendement van het onderwijs is helaas lager dan men graag zou zien; toch blijven allerlei feiten en begrippen waar men later in zijn leven weinig mee in aanraking komt, in het geheugen hangen. Ieder herinnert zich onmiddellijk enkele jaartallen, of rijtjes moeilijke of bijzondere woorden. Zo is mij altijd het door Montesquieu geformuleerde principe van de scheiding van de drie staatsmachten bijgebleven. De drie staatsmachten: de wetgevende, de uitvoerende en de rechterlijke macht moeten geheel onafhankelijk van elkaar kunnen werken om misbruiken te voorkomen. Machtsmisbruiken waarvan in het door Lodewijk XIV absoluut geregeerde Frankrijk voorbeelden te over waren.

U zal zich afvragen wat dit voor de staatsinrichting zo belangrijke principe met de bouwwereld te maken heeft. De bouwnijverheid is uiteraard geen staatsmacht, alhoewel een regering ten val kwam over de vraag of enkele duizenden woningen meer of minder gebouwd zouden kunnen worden; alhoewel met een omzet in 1968 van 8 miljard gulden per jaar en inclusief de weg- en waterbouwkundige werken zelfs 10,6 miljard de bouwnijverheid een belangrijke plaats in onze economie inneemt. Een omzet die volgens de publicatie van Drs. A. Balk „De financiering van de gemeentelijke bouwproductie” voor 60% direct of indirect door de overheid plaatsvindt.

De theorie van de drie staatsmachten is echter gebaseerd op een veel algemener principe, dat we praktisch bij iedere handeling kunnen terugvinden.

Als wij de woorden wet, uitvoering en rechtspraak vervangen door bijvoorbeeld taakomschrijving, uitvoering en controle krijgen ze een veel algemenere betekenis. Van het woord wet kunnen we zelfs een

hele reeks synoniemen opstellen, bijvoorbeeld wet, voorschrift, richtlijn, taakomschrijving, instructie, waarvan de betekenis steeds ruimer wordt. We kunnen nu bij iedere doelgerichte handeling deze drie fasen onderscheiden.

Bij het onderwijs zal bijvoorbeeld de docent een opgave verstrekken, de leerling zal hem uitvoeren, waarna weer de leraar het resultaat zal controleren (al of niet objectief).

Iedere medewerker heeft een taak; aan het principe doet het niets af of een taakomschrijving is opgesteld of dat maar wordt aangenomen, dat hij zijn taak wel weet. Hij voert deze taak uit en vervolgens wordt nagegaan of hij deze taak naar behoren heeft vervuld. Hoe deze controle plaatsvindt is hier weer niet ter zake. Hoewel kan worden opgemerkt, dat iedere medewerker recht heeft op controle, waarbij dan het woord controle meer moet worden gezien in de betekenis van waarden.

Bij deze voorbeelden zien we duidelijk het onderscheid in de drie fasen. In hoeverre deze ook door verschillende personen moeten worden uitgevoerd hangt geheel af van de omstandigheden. Bij het onderwijs zullen opgave en controle tot de taak van de leraar behoren en de uitwerking tot die van de leerling. Bij het voorbeeld van de medewerker zien we aan de ene zijde de taakomschrijving en de controle of waardering en aan de andere zijde de taakuitvoering.

Bij beide voorbeelden: drie fasen maar twee partijen. Bij de bouw kunnen we dezelfde principes terugvinden, waarbij nog onderscheid gemaakt kan worden tussen de ontwerp- en de uitvoeringsfase.

In het ontwerpstadium zien we dan als wetgevende fase de opstelling van het programma van eisen, met als uitvoering het ontwerp door de architect en als controlerende fase de toetsing van het ontwerp aan het programma van eisen door de opdrachtgever.

In het uitvoerende stadium krijgen we achtereenvolgens bestek opgesteld door de architect, uitvoering door de aannemer, controle door de opzichter samen met de architect.

In principe dus weer twee partijen bij het ontwerp, opdrachtgever/architect; bij de uitvoering, architect/aannemer.

De particuliere opdrachtgever zal zelf of met behulp van een deskundige het programma van eisen opstellen. Daar hij zelf voor de financiering van zijn gebouw moet zorgen, zal hij streven naar een voor hem aanvaardbare oplossing.

Bij de overheid is de situatie ingewikkelder, vooral als opdrachtgever en architectenbureau beide in dienst zijn van de overheid. Beide

hebben hun eigen verantwoordelijkheid tegenover die overheid. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld verschillen in inzicht ontstaan over het programma van eisen, over de situatie van de geldmiddelen die voor de bouw minstens noodzakelijk zijn, en over het niveau van afwerking. Vele bouwopdrachten zullen betrekking hebben op typische overheidstaken, waarbij tussen de kosten van het gebouw en van de daarin plaatsvindende dienstverlening geen direct verband gelegd kan worden.

Tussen de kosten van een school en het rendement van het onderwijs dat op die school gegeven wordt, bestaat nu eenmaal geen relatie. Daarnaast bestaan overheidsbedrijven waar de prijs van het product wel beïnvloed wordt door de bouwkosten, waarbij de opdrachtgever er dus direct belang bij heeft, dat naar de meest economische oplossing wordt gestreefd.

Nu hoort men wel de stelregel verkondigen: „voor de gemeenschap is het beste niet goed genoeg”.

Ondanks of dank zij de toenemende welvaart nemen de behoeften sneller toe dan de geldmiddelen. Het afwegen van de urgentie van de verschillende verlangens wordt steeds moeilijker. De eenvoudigste oplossing om zo veel mogelijk wensen te vervullen is te trachten de investeringen zo laag mogelijk te houden, dat wil zeggen zo goedkoop mogelijk te bouwen. Nu is het goedkoopste gebouw nog niet het meest economische.

De kosten van het gebouw worden bepaald door het programma van eisen, het ontwerp en de afwerking. Het *programma van eisen*, want als men overbodig of onnodig hoge eisen stelt, krijgt men een inefficiënt en duur gebouw. *Het ontwerp*, namelijk in hoeverre het een efficiënte vertaling is van het programma van eisen en *de afwerking*, daar een dure of een goedkope afwerking kan worden gekozen. Het is duidelijk dat bij de overheid het controleren en afwegen van wat kan en wat niet kan, beter niet door de belanghebbenden te weten de opdrachtgever en de architect kan plaatsvinden, maar door een onafhankelijk bureau. In Amsterdam moet bijvoorbeeld bij de opstelling van het programma van eisen door de opdrachtgever het bureau organisatie en efficiëncy worden ingeschakeld, welk bureau steeds meer de verdere bouw begeleidt.

Voor de gemeentelijke bouwobjecten, waarbij de financiering geheel of gedeeltelijk door het Rijk plaatsvindt, is de controle bijzonder goed gewaarborgd.

Voor universitaire gebouwen zien we bijvoorbeeld achtereenvolgens: dat het door de universiteit opgestelde programma van eisen door Rijksinstanties wordt gecontroleerd en goedgekeurd,

dat een toetsing van het schetsontwerp aan het programma van eisen plaatsvindt en dat de begroting wordt gecontroleerd, waarna de bestedingsstukken met begroting nog eens opnieuw ter controle moeten worden ingezonden. We zien bij de overheid vooral in het laatste geval een zeer duidelijke scheiding tussen opdrachtgever, architectenbureau en controlerende instantie.

Van deze drie partijen wordt de taak van de opdrachtgever meestal onderschat en die van de controlerende instanties maar weinig gewaardeerd; controleren is nu eenmaal een moeilijke en ondankbare taak.

De opdrachtgever is meer dan alleen de man die voor de financiering zorgt en het programma van eisen opstelt. Als hij zijn taak goed verstaat, inspireert hij het bouwteam en bepaalt in hoge mate het niveau waarop gewerkt wordt. Daarenboven heeft hij in het programma van eisen zijn inzichten over het gebruik van het gebouw vastgelegd, die voor de gebruikswaarde en de toekomstwaarde essentieel zijn.

Het is zeer belangrijk, dat hij bouwervaring heeft, hetgeen nog niet wil zeggen dat bouwkundigen, zowel architecten als constructeurs voor deze taak in de eerste plaats bijzonder geschikt zijn. Zij zullen namelijk door hun ervaring vaak de neiging hebben op de stoel van de architect te gaan zitten, hetgeen niet ten goede komt aan de sfeer in het bouwteam. Van de creatieve taak van de architect komt dan weinig terecht en als hij niet oppast, wordt hij de marionet van de opdrachtgever die alleen verantwoordelijk is voor de tekortkomingen. Ondanks het feit dat bij de overheid de opdrachtgever niet zelf zijn architect uitzoekt en deze dus niet van het begin af de vertrouwenspositie inneemt die zo kenmerkend is voor de verhouding particuliere opdrachtgever-architect, zijn dit toch uitzonderingen die de regel, dat een zeer goede verstandhouding kan worden opgebouwd, bevestigen. De beste ervaringen heb ik altijd gehad met ingenieurs van andere studierichtingen, zoals werktuigbouwkundigen en electrotechnici, die door hun bedrijfservaring begrip hebben voor prijzen, tijdschema's en die bijvoorbeeld het belang ervan inzien om zo te bouwen dat de onderhoudskosten zo veel mogelijk beperkt blijven.

Zoals reeds werd opgemerkt, wordt vaak als enig criterium de investering gehanteerd. Uiteraard moet men over het geld kunnen beschikken om te kunnen bouwen. Maar de jaarlijkse lasten mag men hierbij toch niet uit het oog verliezen. Deze lasten zijn naast die voor rente en afschrijving, de kosten voor onderhoud, voor het schoon-

houden, voor verwarming, voor verlichting en voor verzekeringspremies.

Onderhoud wordt een steeds belangrijker post, ook nationaal economisch gezien. Naast de jaarlijkse investering voor nieuwbouw, wordt nog eens $\frac{1}{3}$ hiervan voor onderhoudswerken uitgegeven. Zeer globaal kan gesteld worden dat van de aannemingsom bij nieuwbouw $\frac{1}{3}$ uit lonen en $\frac{2}{3}$ uit materiaalkosten bestaat. Bij onderhoud is dit net andersom namelijk $\frac{2}{3}$ lonen en $\frac{1}{3}$ materiaalkosten. Hieruit volgt dat zeer globaal $\frac{1}{3}$ van het aantal bouwvakarbeiders in het onderhoud werkzaam is. Het gevaar bestaat dus dat de verhoging van de arbeidsproductiviteit in de nieuwbouw weer geheel teniet wordt gedaan, als niet voldoende op de kwaliteit wordt gelet.

Door de steeds hogere eisen die we aan de behaaglijkheid stellen, nemen de kosten van verwarming en verlichting steeds meer toe. De schoonmaakkosten, die voor een groot deel uit lonen bestaan, nemen echter nog veel sneller toe. In sommige gevallen bedragen de schoonmaakkosten reeds een veelvoud van de verwarmingskosten. Het zal dus niet alleen steeds meer de moeite waard zijn, maar steeds meer noodzakelijk zijn, reeds in het ontwerp hiermede rekening te houden.

De verzekeringspremie's dekken de risico's van calamiteiten, zoals brand, explosies, overbelastingen, stormschade. De kans dat deze plaats vinden, is veel groter dan uit de gebruikelijke verzekeringspremies volgt. Daar de schade meestal beperkt blijft, kan de premie vrij laag blijven. Echter vormt de kans op calamiteiten juist een probleem, dat steeds meer in de belangstelling komt. Ik zal hier nog op terugkomen.

Daarnaast zijn er nog de kosten, die indirect uit het bouwen voortvloeien. Ik denk hierbij aan de kosten voor het aan- en afvoeren van de producten bij een bedrijf, of niet te vergeten de reis- en parkeer- kosten van de werknemers. Bij een modern kantoor hoort een parkeerterrein, met minstens hetzelfde oppervlak als het werkvloeroppervlak in het kantoor, of met andere woorden naast een modern kantoorgebouw moet nog een even groot gebouw verrijzen voor het parkeren van de auto's.

Pas als men naast de investering al deze kosten in zijn beschouwing betreft, kan men de werkelijke economische waarde bepalen. Daarnaast zou men voor een verantwoorde beslissing nog de gebruikswaarde, de toekomstwaarde en de ontwerpwaarde moeten waarderen. Zolang men de bouwkosten van twee verschillende gebouwen niet beter kan vergelijken dan aan de hand van m^3 prijzen zal dat nog wel

een vrome wens blijven. Vergelijkingen op basis van de m^3 prijs zijn volslagen waardeloos. Men weet zelfs niet of ieder hieronder hetzelfde verstaat.

De m^3 prijs wordt sterk beïnvloed door de verdiepinghoogte. Als men de verdiepinghoogte van een gebouw vergroot, stijgen de bouwkosten niet evenredig; de m^3 prijs zal dus dalen.

Men kan dit eenvoudig inzien aan de hand van een kubus. Vergroot men alle afmetingen, dan neemt de inhoud met de 3e macht toe, maar het oppervlak kwadratisch. Daar de kosten bepaald worden door het oppervlak, zal de m^3 prijs dalen.

Een betere vergelijking zou men al verkrijgen door de m^3 prijzen te nemen, dus door de kosten uit te drukken in het vloeroppervlak. Nu kunnen nog verschillen ontstaan, daar grote onverdeelde vloeroppervlakken goedkoper zullen zijn dan die met veel scheidingswanden. Toiletruimten behoren hierdoor per m^2 meestal tot de duurste gedeelten van het gebouw. Verder is de verhouding nuttige m^3 s tot het totale vloeroppervlak van belang. Hoe efficiënter het ontwerp is, hoe gunstiger deze verhouding wordt. De definitie die men van het nuttige vloeroppervlak geeft, is hierbij weer van essentieel belang. Een andere bron van grote kostenverschillen wordt gevormd door de verhouding vloeroppervlak/geveloppervlak. Op eenvoudige wijze kan men hiervan een indruk krijgen door de omtrek van de plattegrond te vergelijken met het oppervlak dat omsloten wordt.

Daar de gevel tot de duurste onderdelen van het gebouw behoort, en daarbij nog grote invloed heeft op de onderhouds- en verwarmingskosten, zal een gebouw met de kleinste omtrek bij hetzelfde vloeroppervlak het gunstigst zijn.

Verder is de tijd waarin gebouwd wordt bijzonder belangrijk. De bouwkosten stijgen regelmatig, zodat men de prijzen naar dezelfde peildatum zal moeten herleiden. Dan moet men nagaan of men met bestedingssommen of met afgerekende bedragen te maken heeft. Verder moet men weten wat er allemaal in de opgegeven prijs zit. Belangrijke verschillen ontstaan omdat de één vloerbedekkingen, verlichtingsarmaturen, voorbereidingskosten, renteverlies hierin opneemt en de andere weer niet. Verder bestaan er grote regionale prijsverschillen en niet te vergeten die ten gevolge van kwaliteitsverschillen.

Voor de beoordelende instanties een ware doolhof, waar men alleen uit kan komen als men landelijk op dezelfde wijze de gebouwen uittrekt en de begrotingen opzet, in het algemeen systematischer gaat werken en gaat vergelijken.

Op dit gebied is reeds op dit ogenblik bijzonder veel mogelijk. Daar de overheid $\frac{2}{3}$ van de bouwnijverheid op de een of andere wijze financiert of controleert, zou het op haar weg liggen hiervoor coördinerend op te treden.

Officieel moeten overheidsbouwwerken openbaar aanbesteed worden. Bij een openbare aanbesteding zou iedere aannemer een faire kans hebben om aan te tonen dat hij door zijn vakbekwaamheid en organisatievermogen het werk goedkoper kan uitvoeren dan zijn collega's. Voor de opdrachtgever zal dit tevens een economisch voordeel opleveren. In werkelijkheid schrijven een groot aantal ongelijkwaardige bedrijven in. De kosten van een besteding zijn hoog en deze worden uiteindelijk weer op de directie verhaald. In zeer korte tijd moet de inschrijver het werk uittrekken, bij onderaannemers prijs opvragen, een werkschema maken en de beste uitvoeringsmethode bedenken. De kans dat hierbij fouten gemaakt worden is groot. Door voorbesprekingen trachten de aannemers zich tegen te grote risico's te wapenen en de bestedingskosten te dekken.

Voor een directie is het niet gunstig als een aannemer te laag inschrijft. Om zijn verlies te beperken zal deze dan zoveel mogelijk gebruik maken van onderaannemers, waarbij hij hoofdzakelijk op de prijs zal letten, en de kwaliteitscontrole alleen aan de directie zal overlaten.

Een onderaannemer kan o.a. dán de laagste prijs opgeven, als hij het werk zo gunstig mogelijk in zijn werkbezetting kan inpassen en in zijn eigen tempo, ongehinderd door andere onderaannemers, kan uitvoeren. Hierdoor ontstaan grote wachttijden tussen de verschillende werkzaamheden, waardoor de opleveringstermijn royaal wordt overschreden. Zelfs de meest stringente boetebepalingen hierop, hebben maar weinig effect, daar als de coördinatie eenmaal in de war gestuurd is, aan de hierdoor ontstane vertraging steeds weer motieven voor nieuwe overschrijdingen van het werkschema kunnen worden ontleend.

Een te lage prijs gaat meestal ten koste van de kwaliteit en de opleveringstijd. Bovendien zal van iedere tekortkoming in het bestek gebruik gemaakt worden om bijrekeningen in te dienen. Door de romantische maar verouderde wijze van aanbesteden toe te passen komt men gewoonlijk duurder uit, dan door de aannemer vroegtijdig in het bouwteam op te nemen.

Om het wantrouwen tegen deze wijze van werken zoveel mogelijk weg te nemen moet een goede procedure worden afgesproken. Hierbij kan de aannemer zich vrijwaren tegen de verdenking dat hij van de gelegenheid gebruik wil maken om woekerwinsten te behalen door een zogenaamd accountantsbeding toe te staan. Dit houdt in dat even-

tuele winst volgens een bepaalde sleutel tussen de aannemer en de opdrachtgever verdeeld wordt. Ter controle legt de aannemer zijn boeken open voor een door de principaal aan te wijzen accountant.

Bij een besteding lopen de inschrijvingsbedragen meestal ver uiteen. Dit wordt over het algemeen geheel aan verschil in inzicht en vakbekwaamheid van de aannemers toegeschreven. Toch spelen hierin factoren mee die door de directie beïnvloed kunnen worden.

De CUR-Commissie E1 „Economie van betonconstructies” heeft getracht na te gaan, wat de invloed van verschillende ontwerp- en uitvoeringsvariaties op de bouwkosten is. Hiertoe is een zo efficiënt mogelijk kantoorgebouw opgezet. Vervolgens zijn in het ontwerp allerlei wijzigingen aangebracht, die de regelmaat verstoren. Voor deze variaties is berekend hoeveel het skelet hierdoor duurder zal worden. Van het efficiënte ontwerp zijn daarnaast verschillende uitvoeringsmethoden met elkaar vergeleken.

Een betonnen vloer van een gebouw wordt meestal niet in zijn geheel in één dag gestort. Op de plaatsen waar het storten onderbroken wordt, ontstaat een aansluiting van verharde en van verse beton, een zogenaamde stortvoeg, die een zwakke plaats in de vloer vormt. De keuze van de plaats en van het aantal stortvoegen is dus van belang voor de kwaliteit van het werk. De directie zal trachten de aannemer de vloer met zo weinig mogelijk onderbrekingen te laten uitvoeren. Nu blijkt dat voor een efficiënte uitvoering het gebouw zodanig in uitvoeringseenheden moet worden verdeeld, dat een continu bouwproces ontstaat. Hierbij is het dus van essentieel belang op welke plaats de stortvoegen mogen worden aangebracht.

Uiteindelijk bleek het verschil tussen de oplossingen waarbij het ingenieurs- en architectenbureau minder efficiënt werkt circa 15% van de kosten uit te maken, terwijl de variatie in de uitvoeringskosten eveneens 15% was.

Nu worden stortnaden pas lang na de besteding in overleg met de opzichter vastgesteld. Dat wil dus zeggen dat de aannemer bij de besteding niet weet of hij de meest economische werkwijze zal mogen volgen, hetgeen dus een verschil van 15% op de prijs kan uitmaken. Hieruit blijkt dat het even belangrijk is om een efficiënt ontwerp te maken als om dit ontwerp efficiënt uit te voeren, en hoe belangrijk het is dat voor de besteding in gezamenlijk overleg de wijze van uitvoering wordt vastgesteld.

Een ander kostenaspect wordt gevormd door de kwaliteitsbeoordeling. Bij een strenge beoordeling is de kans dat bepaalde materialen afgekeurd of wat erger is bepaalde uitgevoerde onderdelen over-

gemaakt moeten worden, groter dan bij een minder strenge beoordeling. Afkeuren kost geld. Om die afkeurkans te verkleinen moet zorgvuldiger, hetgeen over het algemeen betekent duurder, gewerkt worden. Kwaliteitsnormen betreffen de kwaliteit van de materialen en van de verwerking; bij het laatste is de maatvoering van groot belang. Het spreekwoord zegt: „met passen en meten wordt de meeste tijd gesleten”. Wat die tijd betreft is deze zegswijze wel juist, maar de volgorde „passen en meten” is echter absoluut verkeerd. Als men eerst gaat passen, merkt dat het niet klopt en dan gaat meten om te kijken waar de fout zit, volgt men een verkeerde werkwijze.

In principe moet eerst worden gemeten en daarna gepast, waarbij het passen eigenlijk overbodig moet zijn, want dat betekent een verstoring van het productieproces.

Op de bouw wordt veel gemeten, opdat het gebouw de juiste afmetingen krijgt en de onderdelen op de juiste plaats komen. Nu zijn hierbij juist de maatafwijkingen bijzonder belangrijk. We moeten weten hoe nauwkeurig gemeten en hoe nauwkeurig gewerkt wordt. Voor de maatafwijking moet een norm gesteld worden. We moeten de toelaatbare maatafwijking weten. Meestal wordt gesproken over de tolerantie. Een veel mooier woord zou zijn verdraagzaamheid, omdat hier veel direkter uit volgt waarom het zo belangrijk is om die maatafwijkingen te weten.

Bij een traditioneel gebouwde woning met houten kozijnen in gemetselde muren kunnen maatafwijkingen gemakkelijk opgevangen worden. Een dergelijke constructie is zeer verdraagzaam. Wordt een gebouw uit in de fabriek vervaardigde onderdelen samengesteld, dan is de mogelijkheid om maatfouten op te vangen veel kleiner. Betonnen en stalen elementen kunnen niet meer pas gemaakt worden, zij moeten direkt passen. Maatafwijkingen kunnen alleen in de aansluitingen opgevangen worden. Deze constructie is veel minder verdraagzaam.

Naarmate nauwkeuriger en zorgvuldiger gewerkt moet worden, zullen de kosten toenemen. Bijvoorbeeld in een gewapend betonskelet worden de kolommen in een houten bekisting gestort. Het hout trekt en werkt, zodat hierdoor al gauw een maatafwijking van een 1/2 cm zal ontstaan. De timmerman werkt met een duimstok, waarop aan de zijkant gedrukt staat „alleen voor huishoudelijk gebruik”, hetgeen wil zeggen, dat de duimstok niet geijkt is en daarom niet mag worden gebruikt voor het meten van koopwaren.

Voor het meten van de afstanden tussen de kolommen wordt een meetlint gebruikt; als het een goed lint is, geeft het de juiste maat bij een bepaalde temperatuur, en als het lint met een bepaalde kracht

wordt gestrekt. Hierdoor ontstaan maatverschillen. De kolom zal hierdoor niet precies op de juiste plaats staan. Een en ander resulteert in een mogelijke maatafwijking, stel dat deze maximaal 1 cm zal bedragen.

Nu wordt over de toelaatbare maatafwijking in de bestekken niets voorgeschreven. Er wordt dus geen norm gehanteerd. Stel dat we hieraan een eind willen maken en de tolerantie gaan vaststellen. Aangezien we bijzonder goed werk willen leveren, stellen we de tolerantie op 1 mm.

Wat gebeurt er nu. De aannemer zal om deze nauwkeurigheid te halen geen houten bekisting meer durven toepassen, maar overgaan op stalen mallen. Deze zullen met de uiterste zorg gesteld en afgestempeld moeten worden, opdat bij het storten van het beton geen enkele verplaatsing kan ontstaan. De kosten van de kolom zullen hierdoor veel hoger worden.

De tolerantie moet zo ruim mogelijk worden vastgesteld als technisch aanvaardbaar is, opdat de kosten niet nodeloos hoog worden.

Bij het opvoeren van de kwaliteitseisen geldt zeer sterk de economische wet van de afnemende meeropbrengsten, of met andere woorden: „perfectie is duur”.

In de bouw kan niet absoluut nauwkeurig gewerkt worden. Vele maatafwijkingen zijn volmaakt onbelangrijk. Alleen waar de afwijkingen de stabiliteit van het gebouw kunnen beïnvloeden, tot stelmoeilijkheden aanleiding kunnen geven of waar de afwijkingen zichtbaar kunnen worden, moet nauwkeurig gemeten worden. Waardoor het steeds belangrijker wordt dat hierbij vaste normen worden gehanteerd. Zolang deze niet bestaan, moet de aannemer uit zijn ervaring de kwaliteitsbeoordeling van de directie in zijn prijs verdisconteren. Een strengere directie zal duurder bouwen dan een meer verdraagzame.

Voor het overheidsingenieurs- en architectenbureau vormt de continuïteit van de werkbezetting een groot probleem.

De personeelsbezetting kan moeilijk aangepast worden aan het werk, daar ambtenaren praktisch niet ontslagen kunnen worden. De capaciteit van het bureau zou dus op een lage omzet moeten worden ingesteld. Helaas zijn de verschillen in de jaaromzet zo groot, dat dit niet te verwezenlijken is.

Theoretisch is het mogelijk objecten, die voorlopig nog niet gebouwd mogen worden, maar waarvoor reeds een programma van eisen is opgesteld, uit te werken. In de praktijk blijkt dit echter niet erg efficiënt te zijn. Als het werk niet onmiddellijk in uitvoering wordt

genomen, daalt de produktie van de tekenaar. Het werk wordt als stopwerk gebruikt, de tekenaars worden vaak uit hun werk gehaald voor spoedkarweitjes. Bovendien wordt in een dergelijk werk veel gewijzigd. Als het na het uitwerken nog enkele jaren duurt voor het plan uitgevoerd mag worden, blijkt als men het weer ter hand neemt, dat de inzichten inmiddels belangrijk gewijzigd zijn. Nieuwe technische ontwikkelingen maken aanpassingen noodzakelijk. Het resultaat is dat het hele werk onmiddellijk, of wat nog duurder is, bij stukjes en beetjes in de prullemand verdwijnt.

Een bureau kan alleen economisch werken als de continuïteit gewaarborgd is.

De voorbereidingskosten hebben neiging sterker te stijgen dan de bouwkosten. De voorbereiding wordt relatief duurder. De voorbereidingskosten bedragen ongeveer 10% van de bouwsom en zij bestaan grotendeels uit salarissen.

De loonpost op het werk is globaal $\frac{1}{3}$ van de aanneemsom, zodat $\frac{1}{3}$ van de loonsom van het werk nog eens op het bureau moet worden verwerkt. De voorbereiding is zeer arbeidsintensief.

Het wordt dus steeds noodzakelijker ook bij de voorbereiding arbeidsbesparende werkmethoden te ontwikkelen. De eenvoudigste methode om dit te bereiken is het toepassen van herhalingsbouw. Ieder gebouw is een prototype, dat geheel opnieuw ontworpen en uitgewerkt wordt. Daar het een prototype is, kleven er allerlei tekortkomingen aan, die pas bij de bouw of bij het gebruik naar voren komen. Bij een herhaling zal men trachten het ontwerp te verbeteren. Nu blijken reeds betrekkelijk ondergeschikte wijzigingen zo'n invloed op het hele tekenwerk te hebben, dat van de besparing maar weinig overblijft en het zelfs kan voorkomen, dat de voorbereidingskosten hoger worden. Ieder gebouw komt nu eenmaal op een andere plaats te staan, waardoor de oorspronkelijke opzet beïnvloed wordt. De hoogteligging is anders, de fundering moet meestal geheel herzien worden. De welstandscommissie stelt zijn eisen; wat goedgekeurd wordt op de ene plaats, vindt daarom nog geen genade op een andere.

Bij seriebouw is de besparing op de voorbereidingskosten iets groter, daar de fouten ook konsekvent herhaald worden.

Dames en heren, uit deze beschouwing moet U niet de conclusie trekken dat herhalingsbouw waardeloos is. Juist door herhalingsbouw krijgt men betere gebouwen. Alleen is pas na enkele herhalingen werkelijk sprake van besparing op de voorbereidingskosten. De mogelijkheden tot herhaling zijn helaas niet erg groot. Door een geheel nieuwe aanpak van de voorbereiding, waarbij gebruikt gemaakt wordt van

grotere standaardisatie en van coderingssystemen, die de toepassing van computers bij de voorbereiding mogelijk maken, kan op den duur een arbeidsbesparing bereikt worden bij elk plan.

Bij de voorbereiding van bouwwerken is een goede samenwerking tussen architect en ingenieur noodzakelijk. Om de samenwerking te bevorderen gaat men er steeds meer toe over architecten en ingenieurs in één bureau te laten werken. De communicatie wordt hierdoor eenvoudiger, maar hiermede zijn niet automatisch alle problemen opgelost.

Nu het ambachtelijke in het bouwen langzaam maar zeker verdrongen wordt door meer industriële werkmethoden, is een steeds rationeler benadering van het ontwerp noodzakelijk. De architect loopt hierbij het gevaar teruggedrongen te worden tot een vormgevingsspecialist. De taak van de ingenieur daarentegen wordt steeds meer uitgebreid o.a. met die van voorbereidings- en uitvoeringsorganisator. Maar tegelijkertijd is zijn taak als constructeur steeds meer verschaald. De scheiding tussen architect en ingenieur bestaat nog niet zo lang. We kunnen deze scheiding net zo nauwkeurig dateren als bij de geschiedenis de indeling in tijdvakken bijvoorbeeld 1492, Columbus ontdekt Amerika, begin van de nieuwe tijd. Zo kunnen we stellen, 1792 oprichting van de école polytechnique te Parijs, scheiding tussen kunst en techniek.

De oprichting van de école polytechnique werd namelijk gevolgd door die van de école des beaux arts, waardoor dus twee volledig op zichzelf staande opleidingen voor ingenieurs en architecten ontstonden. Dit voorbeeld werd in alle Europese landen gevolgd.

Gaan we verder terug in de geschiedenis, dan bestaat er geen scheiding tussen vormgeving en techniek. Bij de grootste prestatie van de Westerse architectuur – de gotische kathedraal – was de bouwmeester architect en constructeur tegelijk.

Het is frappant, dat dit hoogtepunt der bouwkunst eenvoudig ontwikkeld is uit het verlangen de brandveiligheid van deze voor de toenmalige gemeenschap zo uiterst belangrijke bouwwerken te vergroten.

Om dit te bereiken ging men er namelijk toe over onder de houten kap een gemetseld gewelf aan te brengen. Gewelven in welke vorm ook oefenen horizontale krachten op hun ondersteuning uit. Krachten die door het gewicht van deze gewelven zo groot zijn, dat de bouwmeesters al hun vindingrijkheid nodig hadden om hun gebouwen voldoende stabiliteit te geven. Daar voor een eenvoudige trekstang in hun conceptie geen plaats was, zijn de indrukwekkende en tegelijk

speelse combinaties van luchtbogen en steunberen ontwikkeld. Hadden zij het onderwijs aan de afdeling Bouwkunde in Eindhoven in het constructief ontwerpen kunnen volgen, dan zouden zij geweten hebben dat voor het opnemen van krachten de kortste weg de goedkoopste is, en dan zouden zij de moeizame omweg via de luchtbogen en steunberen naar de fundering vermeden hebben en dan zouden wij deze formidabele kunstwerken gemist hebben. Aangezien ook wel gewelven met trekstangen zijn uitgevoerd, mogen we gelukkig veronderstellen dat bouwmeester en gemeenschap deze visie bewust hebben laten prevaleren boven meer materialistische overwegingen. De bouwmeester stond in die tijd in hoog aanzien. Hij genoot allerlei voorrechten, zoals gratis huisvesting, hem werden bontjassen geschonken en wat de hedendaagse architect meer zal aanspreken, hij genoot vrijstelling van belasting.

Alhoewel de kosten van de moderne brandpreventie-maatregelen veel lager zijn, worden hiertegen toch zeer veel bezwaren gemaakt. Bezwaren die waarschijnlijk zouden verstommen, als van de moderne eisen dezelfde inspiratie of uitdaging zou uitgaan als van de middeleeuwse maatregelen.

De middeleeuwse bouwmeester moest zijn constructie geheel empirisch ontwikkelen. Ieder bouwwerk was een extrapolatie op het vorige. Daarmede werden de risico's steeds groter tot zelfs instortingen volgden. Hoe degelijk en betrouwbaar deze bouwwerken er uit zien, de instortveiligheid wisselt van geval tot geval sterk. Een gewelf slaapt nooit, de horizontale spatkracht is altijd aanwezig. Deze kracht wacht zijn kans af om zelfs na eeuwen, als door zettingen het evenwicht verstoord wordt, de standzekerheid van het gebouw in gevaar te brengen.

Een groot aantal kathedralen is weer verdwenen, maar de prestatie van de middeleeuwse bouwmeesters is hierdoor niet minder indrukwekkend. Vooral niet als wij deze vergelijken met het ingenieursbouwwerk bij uitnemendheid, de hangbrug.

Van de 120 hangbruggen, die tussen 1800 en 1900 werden gebouwd, is circa 1/7 deel ingestort, van de 55 die tussen 1900 en 1940 werden gebouwd zijn 7 bezweken of dreigden te bezwijken, zoals uit een studie van A. Pugsley „The safety of bridges” blijkt.

Als bij samenwerking van architecten en ingenieurs de architect zich vooral zou laten leiden door de middeleeuwse voorbeelden, de ingenieur door de 19e eeuwse hangbruggen, moet gevreesd worden dat binnenkort geen gebouw meer gebouwd zal worden, dat blijft staan.

Het moderne kantoorgebouw heeft echter een grote overmaat aan

veiligheid, mits uitgevoerd als monolietconstructie, hoewel het door de toepassing van steeds grotere hoeveelheden glas in de gevels een steeds fragieler indruk maakt. Het heeft een groot inkassingsvermogen, waardoor het onder oorlogsomstandigheden vaak onverwachte mogelijkheden als vestingwerk bood, of waardoor het katastrofen als aardbevingen of windhozen kon doorstaan.

Een overmaat aan veiligheid waarop, door zonder meer over te gaan op de toepassing van statisch bepaalde constructies zoals bij prefabgebouwen vaak gebruikelijk is, soms op ontoelaatbare wijze roofofbouw wordt gepleegd. Hetgeen onlangs nog duidelijk is gebleken bij de instorting van een flatgebouw in Londen. Het ontwikkelen van rekenmethoden, waarbij het gebouw als totaliteit wordt gezien, en waarbij gestreefd wordt naar een zo redelijk mogelijke en voor alle onderdelen zo gelijk mogelijke instortkans of veiligheid, zal een belangrijke taak voor de toekomst zijn.

Om terug te komen op de *école des beaux arts*, hier werd de architectuur te midden van de schilderkunst - beeldhouwkunst onderwezen in een gedachtensfeer, waardoor zij geheel vervreemde van het dagelijks leven. Reeds spoedig gingen tegen deze ontwikkelingen stemmen op, zoals van Henri Labrouste, die een eigen opleiding stichtte, waarover hij in 1830 het volgende schreef:

„Ik werk als een paard en - wat moeilijker is - ik zorg er voor dat mijn leerlingen werken. Ik heb verschillende studieroosters opgesteld, teneinde de beginnelingen in iets nuttigs te oefenen: ik wil hen met zeer eenvoudige middelen laten leren componeren. Van het begin aan dienen zij de richting van hun werk te zien, zodat zij de delen kunnen rangschikken naar de belangrijkheid, welke hun redelijkerwijze toekomt.

Vervolgens leg ik hun uit, dat soliditeit in hoger mate van de wijze afhangt waarop de materialen worden samengesteld, dan van hun massa en zodra zij de eerste beginselen der constructie onder de knie hebben - zeg ik hun, dat zij uit de constructie zelf een schone vorm moeten ontwikkelen die tegelijk verantwoord en expressief is. Ik herhaal vaak tegenover hen, dat de kunsten de macht bezitten alles tot schoonheid te verheffen, maar ik sta er op, dat zij beseffen, dat in de bouwkunst de vorm steeds bij de functie moet passen waarvoor het bouwwerk is bestemd.

Tenslotte ben ik blij, dat ik mij te midden van deze jonge makers bevind; zij zijn opletend, vol goede wil en vast besloten op de weg voort te gaan, die zij tezamen hebben ingeslagen”.

In de architectuur werd in die tijd de kunst om de kunst bedreven. Zo sprak men van edele materialen, zoals hout en natuursteen, geschikt om de onedele materialen als beton en staal aan het gezicht te onttrekken.

Alleen ingenieurs pasten in hun constructies beton en staal onverhuld toe en gingen bij hun ontwerpen van de functie uit.

In 1901 schreef Henri van de Velde:

„De buitengewone schoonheid, die het werk der ingenieurs eigen is, vindt haar grondslag hierin dat zij zich van de (in hun werk verschuilde) artistieke mogelijkheden niet bewust zijn. Ongeveer zoals ook de scheppers van de schoonheid der kathedralen zich van de pracht van hetgeen zij tot stand brachten niet bewust waren”.

Als tegenhanger volgt hier nog een kort citaat van J. J. P. Oud de schepper van o.a. het Shell-gebouw en het onlangs gereed gekomen Congresgebouw, beide te 's-Gravenhage.

„Ik haat spoorbruggen, die op gotische kathedralen lijken, maar de zuivere functionele architectuur van talloze veelgeprezen ingenieursbouwwerken, kan mij ook gestolen worden”.

De samenwerking architect/ingenieur werd intensiever, maar als dank voor het introduceren van nieuwe materialen en het behoeden van het functionele bouwen, werd het gebied waarop de ingenieur zelfstandig creatief werkzaam kan zijn, steeds meer ingeperkt. Dat deze creatieve mogelijkheden nog steeds aanwezig zijn, getuigt de pas gereed gekomen Zeelandbrug over de Oosterschelde.

Door de opleiding van architecten en ingenieurs weer in één afdeling te brengen is de mogelijkheid geopend de kunstmatige kloof tussen beide richtingen te overbruggen.

De constructeur zal zich hierbij niet in de eerste plaats ontwikkelen tot rekenmeester maar tot constructief ontwerper, die vanuit het materiaal en de techniek tot een constructieve vorm komt, daarbij gesteund door zijn kennis van de mechanica.

De architect zal in de eerste plaats vanuit de functie ontwerpen en daarbij de door de constructeur ontwikkelde vormen toepassen. In de praktijk zal nooit een absolute scheiding tussen beide benaderingen bestaan. Voor ieder is een gebied waarop hij zelfstandig kan werken, maar in de meeste gevallen zal een intensieve samenwerking noodzakelijk zijn.

Het was voor mij een verrassing te ontdekken dat architecten methodisch kunnen werken. Tot nu toe had ik met een zekere arrogantie gedacht, dat alleen ingenieurs dit deden en dat dit zo tot hun gedragspatroon behoorde, dat hieraan bij hun opleiding geen

speciale aandacht besteed hoefde te worden.

Door de enorme uitbreiding van de technische mogelijkheden ligt het niet meer direct voor de hand, welke constructie en welk materiaal moet worden gekozen. De tijd dat men zonder meer een constructievorm kan kiezen en dan deze systematisch kan gaan uitwerken is voorbij.

Het systematisch onderzoeken van de mogelijkheden is helemaal niet zo eenvoudig. Het vraagt een grote inspanning en vergt veel onderzoek. Om tot een goed overzicht van de mogelijkheden te komen en het onderzoek tot realiseerbare alternatieven te beperken, moet getracht worden de constructievormen te rangschikken; de principes waarop deze constructies berusten te onderscheiden; en ontwerpregels op te stellen.

Bij het constructief ontwerpen zijn enkele hoofdprincipes gemakkelijk te herkennen. Voor de meest voor de hand liggende opgave: het ontwerpen van een gebouw, zullen eerst uit de functies de ruimtelijke indelingen en afmetingen moeten worden vastgesteld. Hierbij zullen gebieden kunnen worden aangewezen waarbinnen de constructie mag worden gerealiseerd. Dan zal onderzocht moeten worden welke constructievormen binnen deze gebieden mogelijk zijn.

Deze mogelijkheden zal men moeten rangschikken naar de principiële verschillen. Doet men dit niet, dan verdrinkt men in het steeds groter wordende aantal mogelijkheden. Normen moeten worden opgesteld om gemotiveerd te kunnen beslissen welke van de principe-oplossingen men verder zal onderzoeken. Voor de gekozen principe-oplossingen vinden dan deelonderzoeken plaats om de meest economische oplossing te vinden. Door het daarna opnieuw afwegen van de mogelijkheden zal men voor elke opgave tot de meest geschikte constructie komen.

In het ontwerpproces vindt een wisselwerking plaats tussen vormtechnische mogelijkheden, materiaaleigenschappen en economie. Door een methodisch onderzoek zal het ontwerpen zo rationeel mogelijk plaats vinden. Men zal niet zonder meer door de vormwil tot een vorm komen, maar zal vormen ontwikkelen, die ook aan technische en economische eisen voldoen.

Naast deze op een bepaalde toepassing gerichte constructies is het ook mogelijk meer in het algemeen constructies te ontwikkelen. Men kan daarbij steeds vanuit andere uitgangspunten spelregels opstellen, om zo tot resultaten te komen.

Dit soort onderzoeken kunnen zelfstandig door een constructief ontwerper plaatsvinden, maar kunnen ook in samenwerking met de architectonische ontwerper worden uitgevoerd. Het laatste zal bij

grote bouwopdrachten zeker het geval zijn.

Hierbij moet een steeds groter aantal specialisten bijdragen leveren, die uiteindelijk door de architect in het ontwerp moeten worden ingepast. Deze zal zich hierbij een totaalbeeld moeten vormen, zonder de werkmethoden van de andere disciplines te verstoren of hun creativiteit uit te schakelen. Pas als hij hierin slaagt, zal hij tot een verantwoorde vormgeving komen.

Door de gezamenlijke opleiding zal naar we verwachten tussen architect en constructeur zoveel begrip voor elkaars werk en capaciteiten ontstaan, dat door samenwerking een totaliteit ontstaat, die meer is dan de som van de delen.

Dames en Heren,

Thans, bij de officiële aanvaarding van mijn ambt betuig ik in de eerste plaats mijn eerbiedige dank aan *Hare Majesteit de Koningin*, die mij tot gewoon hoogleraar aan deze hogeschool heeft willen benoemen.

Mijne Heren Curatoren,

Voor het vertrouwen dat U in mij hebt gesteld door mij voor deze benoeming voor te dragen, ben ik U zeer erkentelijk. Ik zal trachten dit vertrouwen niet te beschamen.

Mijne Heren leden van de Senaat,

Ik acht het een groot voorrecht in Uw kring te zijn opgenomen. Ik ben U zeer dankbaar voor Uw hartelijke medewerking en Uw steun, welke ik mede in verband met de opbouw van de nieuwe studierichting zozeer behoef.

Waarde Habraken, Duyster en Huisman,

Dat U mij hebt uitgekozen met U te mogen samenwerken aan de opbouw van de afdeling der bouwkunde, daarvoor zeg ik U hartelijk dank. Hieraan te mogen deelnemen, is een eer die mij tot dankbaarheid, maar ook tot bescheidenheid stemt. Bij de opbouw word ik voor vele problemen gesteld, waarvoor mijn kennis te kort schiet. Ik vertrouw

op Uw steun bij de oplossing van deze problemen.

Waarde Quist en de Lange,

De samenwerking met U wordt door mij bijzonder gewaardeerd. Uw enthousiasme en Uw vriendschap zijn mij een grote stimulans.

Dames en Heren medewerkers van de afdeling Bouwkunde,

Het werken bij een afdeling in opbouw is boeiend, maar ongetwijfeld ook tijdrovend. Door Uw enthousiasme en toewijding wordt het onmogelijke iedere keer weer opnieuw mogelijk. Met U zie ik de toekomst vol vertrouwen tegemoet.

Dames en Heren van de wetenschappelijke, technische en administratieve staven van deze Hogeschool.

Ik ben U veel dank verschuldigd voor de hulpvaardigheid, die ik regelmatig van U ondervind.

Dames en Heren studenten

Het getuigt van moed om aan een nieuwe afdeling, waarvan het studieprogramma slechts in grote lijnen vastligt, te gaan studeren. Door Uw inspraak bij het opstellen van dit programma vergroot U Uw inzicht in Uw studie meer dan door de beste colleges en oefeningen.

Het verheugt mij, dat U zich zo intensief in de doelstellingen van de studierichting constructief ontwerpen heeft verdiept. De gesprekken met U hierover stel ik bijzonder op prijs. U kunt er verzekerd van zijn, dat ik Uw kritiek niet alleen aanhoor, maar ook tracht te verwerken. Door deze discussies hebt U ongetwijfeld reeds een constructieve bijdrage tot de opbouw van deze studierichting geleverd.

Ik heb gezegd.