

Kwaliteitszorg binnen de bedrijfsmechanisatie

Citation for published version (APA):

Luttikhuis, B. A. J. (1991). *Kwaliteitszorg binnen de bedrijfsmechanisatie*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Productietechnologie : WPB; Vol. WPA1046). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

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.

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN
FACULTEIT DER WERKTUIGBOUWKUNDE
VAKGROEP PRODUCTIETECHNOLOGIE EN AUTOMATISERING**

**KWALITEITZORG BINNEN DE
BEDRIJFSMECHANISATIE**

Door : B.A.J. Luttikhuis
Datum: 4 mei 1991
Literatuurstudieverslag
WPA rapportnummer: 1046

Afstudeerhoogleraar: Prof.ir.J.M. van Bragt
Begeleider : Ir.A.T.J.M. Smals

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	2
HOOFDSTUK 1: INLEIDING	4
HOOFDSTUK 2: BM ALS ONDERDEEL V/D KWALITEITSKRING	6
HOOFDSTUK 3: KWALITEIT EN HET ONTWERPPROCES	7
HOOFDSTUK 4: KWALITEIT EN KOSTEN	11
HOOFDSTUK 5: KWALITEIT EN DOORLOOPTIJD	14
HOOFDSTUK 6: KWALITEIT EN NORMALISATIE/CODERING	16
HOOFDSTUK 7: KWALITEIT EN TEKENINGEN	18
HOOFDSTUK 8: KWALITEIT EN ORGANISATIE	20
HOOFDSTUK 9: KWALITEIT EN CAD	22
LITERATUURLIJST	24

SAMENVATTING

Dit verslag behandelt de kwaliteitszorg die aanwezig is (of zou moeten zijn) bij de bedrijfsmechanisatie. Het geeft een overzicht van de taken en technieken die een rol kunnen spelen om tot een betere kwaliteit te komen.

In de literatuur is weinig terug te vinden over kwaliteitszorg binnen de bedrijfsmechanisatie als zodanig. Er wordt veel geschreven over produktkwaliteit, kwaliteitscirkels, statistische kwaliteitscontrole, totale kwaliteitszorg enzovoort. Vaak worden de gereedschapontwerpers genoemd maar dat betreft alleen het samenspel dat er moet zijn tussen produktontwerpers, produktie, marketing, inkoop en de gereedschapontwerpers. Dit verslag geeft o.a. een overzicht weer van de rol die de bedrijfsmechanisatieafdeling (BM) speelt bij de totale kwaliteitszorg binnen een bedrijf.

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

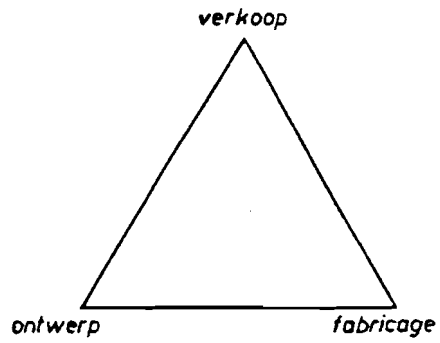
Wat is kwaliteit?

Kwaliteit is een uitermate vaag begrip, dat op zeer veel verschillende wijzen kan worden geïnterpreteerd. Het is dan ook onmogelijk over kwaliteit te oordelen, zonder eerst dit begrip te definiëren. Veel schrijvers definiëren kwaliteit als volgt (Schaafsma/Willemze[3]):

**De kwaliteit van een industrieel produkt
is de mate van bruikbaarheid
ofwel
de geschiktheid om aan de eisen
van de gebruiker, voor wie het werd
vervaardigd, te voldoen!**

Kwaliteit is dus een relatief begrip, nl. als de mate waarin het produkt voldoet aan bepaalde eisen en verwachtingen van de gebruiker. In de reclame echter wordt het begrip kwaliteit vaak in absolute zin gebruikt: "dit is een kwaliteitsprodukt" of "ons produkt is van topkwaliteit" (Botter [13]). In deze teksten wordt de suggestie gewekt dat kwaliteit een eigenschap van het produkt als zodanig zou zijn, waarbij het prijsniveau, gebruiksdoel en specifieke wensen van de gebruiker buiten beschouwing worden gelaten. Uiteindelijk echter wordt de kwaliteit van het produkt toch bepaald door de waarde, die de gebruiker geeft aan het produkt. Kortom dit is het relatieve element van het kwaliteitsbegrip.

De kwaliteitswaardering is vaak afhankelijk van de gevoelswaarde van een produkt, waarbij kleur, afwerking en vorm een belangrijke rol kunnen spelen. Tevens wordt de waardering bepaald door de gebruikswaarde van een produkt. Deze kan zowel betrekking hebben op zaken als hardheid, dimensies en sterkte, als op zaken als levensduur, onderhoudbaarheid, bedrijfszekerheid en comfort. Het idee dat alleen inspectie tijdens het vervaardigingsproces van het produkt de kwaliteit bepaalt, is achterhaald (Mizuno [19]). Inspectie alleen maakt geen kwaliteit! Met de kwaliteitszorg rondom een produkt heeft het hele bedrijf te maken. In principe zijn hier drie bedrijfsinstanties bij betrokken, aldus Schaafsma/Willemze (zie figuur 1.1).



figuur 1.1

De bedrijfsmechanisatie-afdeling speelt hierin dus ook een rol, aangezien zij de gereedschappen levert om een produkt tot stand te brengen.

HOOFDSTUK 2: BM ALS ONDERDEEL V/D KWALITEITSKRING

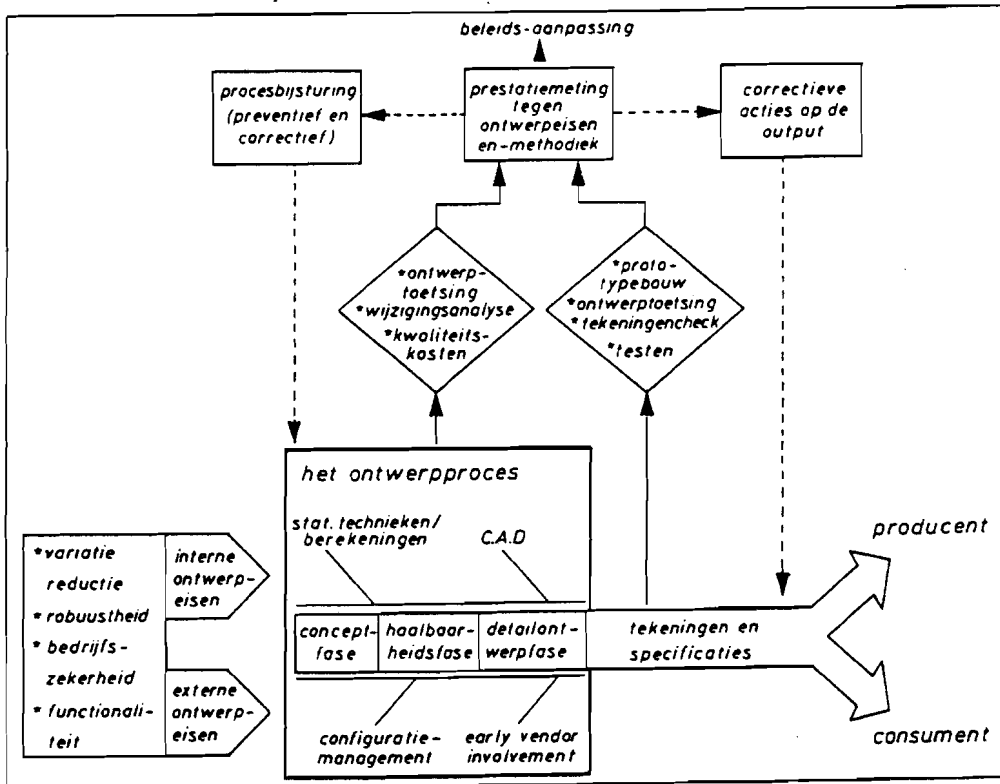
De BM is verantwoordelijk voor het leveren van produktiemiddelen voor het maken van produkten. De tendens momenteel is dat de markt snel om nieuwe produkten vraagt. De markt verandert dus snel. Ook de BM heeft hierbij een zware opdracht. Zij moet er voor zorgen dat produktiemiddelen op het juiste moment klaar zijn een kwalitatief goed produkt leveren, met verder nog een hoge flexibiliteit. Dit alles is -volgens van Bragt [10], Schaafsma[3], Grootjans[5] en vele andere schrijvers- alleen mogelijk als de ontwikkeling van een produkt, proces en produktiemiddel integraal gebeurt. De BM speelt dus een rol in de totale kwaliteitszorg van een bedrijf. Bij de eerste fases van het ontwerpproces zal zij mee moeten werken om de ontwerp-specificaties zodanig te specificeren dat de hoogst mogelijke kwaliteit wordt gehaald.

Het gereedschap moet zodanig zijn, dat de produktie goed verloopt. Beschouwd uit het oogpunt van kwaliteit, aldus Schaafsma [3], is het werk van de gereedschapsontwerper dus in de eerste plaats gericht op de kwaliteitsbeheersing, en wel speciaal op de fabricagebeheersing. De tijd is dus voorbij dat de BM-afdelingen domweg een sequentiële schakel was bij de realisatie van een produkt. (Dus het lezen van de produktspecificaties, produktiemiddelen verzorgen en deze vervolgens afleveren bij de produktieafdeling, draagt niet bij tot een totale kwaliteitscontrole)

HOOFDSTUK 3: KWALITEIT EN HET ONTWERPPROCES

Maas/Bollen [1] geven in figuur 3.1 aan dat de ontwerp-kwaliteit wordt bepaald door twee facetten:

1. Hoe succesvol is de ontwerper geweest in het vertalen van functies in een technische oplossing.
2. Hoe succesvol is de ontwerper geweest in het minimaliseren van de spreiding in de productie-eigenschappen.



figuur 3.1

Deze twee facetten bepalen in zeer hoge mate de kwaliteit van het ontwerp en worden aldus Maas/Bollen "intrinsieke" kwaliteit genoemd. Daarnaast is ook de beheersing van het ontwerp-proces heel belangrijk. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat bijna nergens in het voortbrengingsproces de werkdruk zo hoog is, i.v.m. tijdgebrek, geldgebrek, ontbrekende kennis en vaardigheden.

Definitie:

Onder ontwerp-kwaliteit verstaan we de mate waarin het ontwerp van een produkt voldoet aan de eisen en wensen van de klant.

Volgens Maas/Bollen is de benadering van de aanpak van beheersing van ontwerpprocessen in te delen in twee methoden:

1. Produktgerichte methoden zoals modelbouw en -test, wiskundige modelbouw, bedrijfszekerheid, tolerantie-analyse en ontwerptoetsingen.
2. Procesgerichte methoden zoals vakmanschap, brainstorming, systeemmanagement en CAD.

Het hele ontwerpproces moet altijd gefaseerd worden opgezet. Hiermee is het mogelijk om het gehele ontwikkelings- en ontwerptraject te beheersen wat betreft planning, output en controle. Na elke fase kunnen dan beslisdocumenten gemaakt worden, waarmee de activiteiten in de desbetreffende fase kunnen worden geëvalueerd. De vijf beslisdocumenten aldus Grootjans [5] zijn achtereenvolgens: de projectopdracht, het projectprogramma, het projectontwerp, het realisatieprogramma en het nazorgprogramma.

Hieronder staat een lijst van de fasen van het ontwerpproces, die Maas/Bollen en Botter hanteren.

0. Strategische oriëntatiefase
1. Conceptfase
2. Specificatiefase
3. Ontwikkelingsfase
4. Detail-ontwerpfase
5. Prototypefase
6. Proeffabricage

Hierbij moet worden opgemerkt dat de prototypefase kan komen te vervallen bij zeer kleine produktieseries.

Er zijn verschillende technieken om het ontwerpproces te beheersen, verbeteren en controleren [1] [5] [7]:

Hieronder een lijst van enkele technieken om het ontwerpproces kwalitatief te doen verbeteren:

- Projectmatig werken
- Faalkansanalyse
- Besluitvormingstechnieken
- Design For Manufacture (DFM)
- CAD
- Cross Functional Management
- Design For Assembly (DFA)
- Technieken voor het vinden van oplossingen
- Projectstrategie

PROJECTMATIG WERKEN

Dit onderdeel wordt behandeld in het hoofdstuk "kwaliteit en organisatie".

FAALKANSANALYSE

Van elke module of elk onderdeel binnen een produktiemiddel wordt nagegaan wat de invloed is op eventueel falen. De kans hierop wordt ingeschat. Dit kan m.b.v. reeds eerder bekende oplossingen worden gedaan, of m.b.v. statistische technieken.

BESLUITVORMINGSTECHNIKEN

Een gefaseerde besluitvorming aangaande alternatieve mogelijkheden houdt in dat men stapsgewijs alle mogelijke alternatieven vergelijkt en zodoende het risico vermindert. Daarbij gelden een aantal eenvoudige, zeer belangrijke regels aldus Grootjans [5]:

- eerst (door-)denken, dan doen
- eerst globaal overzien, dan specifiek uitwerken (van grof naar fijn)
- het project beurtelings van voren naar achteren, en van achteren naar voren doordenken

DESIGN FOR MANUFACTURE (DFM)

DFM is in essentie de integratie van produkt- en procesontwerp. Het gaat uit van de stelling (Stoll [15]) dat een bedrijf niet als doel hoge kwaliteit en lage kosten kan hebben, als er een geïsoleerd produkt- en procesontwerp is. Het doel is "simultaan ontwerpen", waarbij alle relevante afdelingen inclusief de toeleveranciers van onderdelen actief meedoen bij het ontwerpproces. Deze projectbenadering zorgt ervoor dat de totale kennis van een produkt zo goed als mogelijk is op het moment dat er ontwerpbeslissingen genomen moeten worden.

Dit kan de volgende doelen hebben:

- goed te fabriceren
- modulair bouwen i.v.m. assembleren, onderhoud
- integraal fabricage proces

CAD

Het ontwerpproces en CAD wordt behandeld in hoofdstuk "Kwaliteit en CAD"

CROSS FUNCTIONAL MANAGEMENT

Volgens Grootjans [5] heeft iedere afdeling (functie) binnen een bedrijf zijn eigen missie of doel. Er is echter een groot aantal zaken ten aanzien waarvan doelen worden geformuleerd, die over de afdelingen heen lopen. Het werken aan zo'n "hogere" doel moet integraal vanuit meerdere functies projectmatig worden aangepakt.

DESIGN FOR ASSEMBLY (DFM)

Dit is een methode om voor samengestelde producten richtlijnen te ontwerpen, waaraan de produktontwikkelaar zich zou moeten houden om tot produkten te komen, die later goed automatisch zijn te assembleren.

TECHNIEKEN VOOR HET VINDEN VAN OPLOSSINGEN

Er zijn volgens van Bragt, Botter en Delhooven [16] vele methoden bekend om tot nieuwe ideeën te komen, bijvoorbeeld:

- Brainstormen: geen kritiek en "quantity breeds quality";
- Brainwriting: ideeën opschrijven, elkaar aanvullen;
- Bezoeken van beurzen en congressen;
- Synectics: van analogieën komen tot nieuwe gezichtspunten;
- Visuele confrontatie: afbeeldingen en voorwerpen stimuleren de verbeeldingskracht;
- Check-list: systematische lijst met vele controlevragen;
- Morfologisch schema: zoeken uit de verschillende alternatieven m.b.v. een matrix;
- Literatuurstudie en bestuderen van octrooien.

PROJECTSTRATEGIE

Een project wordt hierbij opgedeeld in drie sequentiële processen, oriëntatie-, plan- en een uitvoeringsproces.

Oriëntatie: Beantwoord, met het oog op het komende planproces, alle relevante vragen.
Plan : Bepaal hoe de uitvoering zal zijn.
Uitvoering: Voer het plan uit.

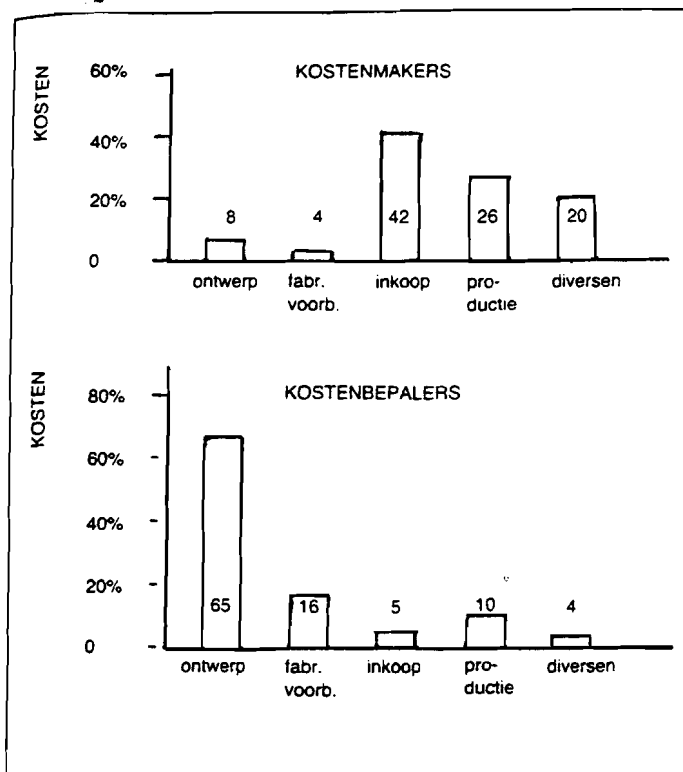
In de ontwerpafdelingen zijn met dit beheersingsproces van een probleem al goede resultaten bereikt.

CONCLUDEREND

Het is heel belangrijk om het ontwerpproces van produktiemiddelen structureel aan te pakken. Er zijn hiervoor vele technieken beschikbaar, die het ontwerpproces beheersen of verbeteren. De ontwerper wordt geconfronteerd met veel van deze technieken. De ontwerper zal zonder deze technieken niet in staat zijn te voldoen aan de eisen, die gesteld zijn aan de kwaliteitsbenadering van het produkt. Een taak voor het management dus om de ontwerper deze technieken aan te dragen, en hem er in te scholen.

HOOFDSTUK 4: KWALITEIT EN KOSTEN

De afgelopen decennia is door de bedrijfsleidingen veel aandacht besteed aan kostprijsreductie op plaatsen waar de hoogste kosten gemaakt worden, namelijk op de werkvloer, in de produktie (volgens Delhoofden [16]). In onderstaand figuur is aangegeven op welke plaatsen de kosten gemaakt worden en op welke plaatsen ze bepaald worden.

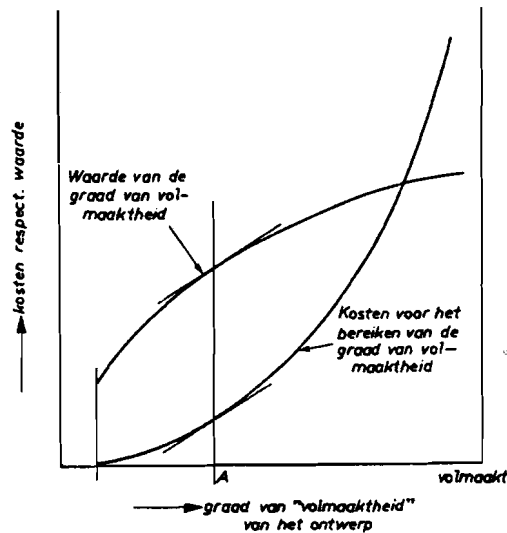


figuur 4.1

Hierbij staat de afdeling fabricagevoorbereiding voor de BM. Opvallend is dat ze slechts zorgt voor 4% van de totale kosten van een produkt, maar dat ze wel een invloed van 16% heeft als kostenbepaler. Aangezien ook de kostprijs een onderdeel is van de kwaliteit van een produkt, en bij massafabricage een kostprijsdaling van enkele procenten al invloed kan hebben op marktpositie van een bedrijf, heeft ook de BM-afdeling een belangrijke taak. Maas [1] stelt verder dat de grootste beïnvloedingsmogelijkheid van de kostprijs van een produkt of produktiemiddel in het ontwerpproces ligt.

Zoals de produktiechef verantwoordelijk is voor de kwaliteit van de uitvoering, is de ontwerper het voor de kwaliteit van het ontwerp. Bij het ontwerpen moet worden voorkomen dat een ontwerp ontstaat dat technisch volmaakt is, maar waarvan de prijs te hoog is geworden. Immers, de ontwerper heeft in hoge

mate invloed op de prijs van het produkt, omdat zijn werk bepalend is voor de bewerkingen die later zullen worden uitgevoerd, en dus voor de kosten die de bewerkingen met zich mee brengen. Dit probleem is in onderstaande figuur toegelicht door prof. J.M. Juran [3]. Hij geeft in dit figuur de kosten en waarden van een produkt als functie van de graad van volmaaktheid van het ontwerp. Hieruit blijkt duidelijk dat er een bepaalde grens is die niet overschreden mag worden. De grens ligt in de figuur bij A. Links van A neemt bij toename van de graad van "volmaaktheid" de waarde meer toe dan de kosten; rechts van A is dit juist andersom.



figuur 4.2

Helaas kan aldus Schaafsma/Willemze [3] het principe van bovenstaande figuur niet als basis bij het maken van het ontwerp dienst doen, omdat over de kosten die aan bepaalde kwaliteitseisen zijn verbonden, weinig bekend is.

Een gebruikelijke manier om kwaliteitskosten in te delen (Maas/Bollen [1] en Mulder [8]) is:

1. Preventiekosten: uitgaven om de kans op kwaliteitsafwijkingen te verkleinen;
2. Beoordelingskosten: kosten die gemaakt worden om te voorkomen dat fouten in het ontwerp bij de (interne of externe) klant terechtkomen;
- 3.1 Interne foutenkosten: kosten die ontstaan tengevolge van ontwerpfouten voor vrijgave van het ontwerp aan productie;
- 3.2 Externe foutenkosten: kosten die ontstaan bij de verwerker van de ontwerpinformatie, de maker en de gebruiker

van het produkt, tengevolge van tekortkomingen in het ontwerp.

Men kan kwaliteitskostenoverzichten maken -aldus Maas/Bollen- voor het zichtbaar maken van kosten die ontstaan, doordat het ontwerp niet direct goed gemaakt wordt. Door middel van een dergelijk overzicht kan het management gericht acties nemen om de kwaliteit te verbeteren en/of kosten te verlagen. Een veel gebruikte handleiding hiervoor is de brochure **Guide for Reducing Quality Costs** van de American Society for Quality Control. Het uitgangspunt voor de kostenindeling is dat de ontwerper zijn project zodanig zal uitvoeren, dat het ontwerp in één keer foutloos functioneert volgens de wensen en eisen van de klant. We zijn hierbij dus weer terug bij definitie dat de kwaliteit van een industrieel produkt in hoge mate wordt bepaald door de eisen en verwachtingen van de klant (zie hoofdstuk 1).

CONCLUDEREND

De ontwerper van produktiemiddelen heeft een redelijk grote invloed op de kostprijs (lees "kwaliteit") van het te maken produkt. Hij zal duidelijk een afweging moeten maken bij het ontwerpen van produktiemiddelen, tussen "kwaliteit" en "technische volmaaktheid".

HOOFDSTUK 5: KWALITEIT EN DOORLOOPTIJD

Bij het ontwerpen van nieuwe machines en onderdelen komt het voor dat men 3 á 4 iteraties dient te doorlopen, alvorens alle problemen zijn opgelost. Dit heeft natuurlijk gevolgen voor de looptijd van een project. Grootjans [2] heeft in een discussie met een aantal deskundigen uit de ontwikkelings- en bedrijfsmechanisatiegroepen een tweetal benaderingen om een risico van de doorlooptijd in te schatten, aan de orde gesteld:

Methode 1:

Het ontwerpen en bouwen van produktiemiddelen ten behoeve van diverse soorten bewerkingen brengt, afhankelijk van de ervaring die ermee is opgedaan, een verschillend risico met zich mee. Assembleren en mechanische en elektrische processen zijn goed bekend en redelijk beheersbaar, fysische en chemische processen, en zeker combinaties hiervan, zijn minder bekend. Samengevat:

mechanische en elektrische processen	: klein risico
fysische en chemische processen	: groter risico
combinaties	: groot risico

Methode 2:

Dit tweede model gaat uit van de mate van nieuwheid:

risico bij:	bestaand produkt	verbeterd produkt	nieuw produkt
bestaand proces	1	2	3
verbeterd proces	2	4	6
nieuw proces	3	8	16

Veel schrijvers (van Bragt [3] en Muraski [21]) vragen om een integratie tussen de afdelingen van een bedrijf. Door productie, inkoop en de testafdeling reeds in de projectvoorbereidingsfase te betrekken via deelname aan ontwerpvoetsingen en informeel overleg, worden de doorlooptijden fors gereduceerd. Problemen worden eerder onderkend en dus opgelost alvorens ze tijdens productie, installatie en gebruik naar voren komen.

Enkele specifieke aanwijzingen om kwaliteit en doorlooptijd te verbeteren zijn volgens Putman (Maas/Bollen):

- Een nieuwe technologie zo vroeg mogelijk in het project testen, bij voorkeur reeds bij het eerste "houtje-touwtje" model;

- Veel aandacht voor teamwerk;
- Bij het uittesten van nieuwe technologieën ook de omgevingsaspecten meenemen;
- Gebruik maken van statistische proefopzetten;
- Gebruik maken van ervaringen en gegevens uit vroegere ontwikkelingsprojecten en gelijksoortige produkten;
- Goed opgeleide medewerkers;
- Job-rotatie tussen ontwerpers, produktie-engineering, kwaliteitsdeskundigen en testspecialisten;
- Aandacht voor training in zowel specifieke technologie als in proefopzetten en andere statistische methoden;
- Gebruik maken van standaardtestmethoden en -apparatuur;
- Distributie van testresultaten voordat de test volledig is afgerond;
- Engineering, kwaliteitszorgfunctionarissen, produktie-engineering en project-manager op dezelfde werkplek laten opereren.

De markt vraagt tegenwoordig om een snelle levering van (nieuwe) produkten. Hierdoor is het noodzakelijk volgens van Bragt [3] het totale ontwikkeltraject van het produkt, het produktieproces en het produktiemiddel te verkorten. Dit leidt vervolgens tot een start van bedrijfsmechanisatieprojecten in een vroege fase. Hierbij wordt voorgesteld om reeds in de ontwikkelfase van het produkt ook de ontwikkelfase voor de desbetreffende produktiemiddelen en bijbehorende fabricage-technieken te starten. Daarbij moet men met een hoop zaken rekening houden, zoals: produktiesituaties, produktvariëaties, omsteltijden, onderhoud en omgevingscondities. Tijdens dit ontwikkeltraject kan dan reeds een proefproduktie plaatsvinden. De essentiële processen dienen op deze apparatuur manonafhankelijk te worden uitgevoerd. Lukt dit, dan zal na beproeven en optimaliseren van de proefapparatuur de vertaling naar de volgende stappen zeer eenvoudig zijn en zal dit géén produkt- of proceswijziging en dus weinig kwaliteitsrisico en tijdverlies veroorzaken.

CONCLUDEREND

De trent heden ten dage is een verkorting van de doorlooptijd van het ontwerpproces van produkt en produktiemiddelen. Dit kan bereikt worden door een integrale aanpak van het hele ontwerpproces. Er moet een parallel ontwerpproces plaatsvinden met de produktontwerpers vanaf de oriëntatiefase voor de produktspecificaties. Verder zal er projectmatig moeten worden gewerkt en technieken gebruikt worden die de doorlooptijd van het ontwerpproces verkorten. Verkorting van de doorlooptijd is van groot strategisch belang voor een onderneming. Er kan eerder aan de wens van de klant worden voldaan, wat dus kwaliteitsverhogend werkt.

Normalisatie

Om een grote verscheidenheid aan eindprodukten, onderdelen, produktiemiddelen en diensten tegen te gaan, is het noodzakelijk dat de vele bedrijven en afdelingen die zich bezig houden met het ontwerpen van produkten en produktiemiddelen, onderling veelvuldig communiceren (volgens Boetzkes uit Botter). Weinig onderlinge communicatie is een slechte aanwending van kennis en ervaring aldus Maas [1].

Om het ontwerpproces zo efficiënt mogelijk uit te voeren is het noodzakelijk voor een bedrijf of afdeling om het specifieke zelf te doen en al het overige (als standaard) over te nemen. We komen daarmee op het gebied van de normalisatie/standaardisatie.

Het Uitgangspunt van standaardisatie is het bereiken van een betere kwaliteit, een hogere arbeidsproductiviteit, lagere voorraden en bovendien een vergroting van de produktuitwisselbaarheid. Om de normalisatie/standaardisatie vooral internationaal en nationaal tot een succes te maken is het noodzakelijk dat er vooral vanuit de ontwerpafdelingen veel relaties tussen bedrijven bestaan.

De normalisatie is volgens Boetzkes (uit Botter) onder te verdelen in technische en functionele normalisatie. Technische normalisatie heeft betrekking op uitwisselbaarheid, constructieve gegevens en kwaliteitseisen. Functionele normalisatie heeft betrekking op maatvoering, begrippen en veiligheid.

Het NNI (Nederlands Normalisatie Instituut) en ISO (International Organization for Standardization) zijn o.a. organisaties die zich bezig houden met normalisatie/standaardisatie.

Als voordelen voor normalisatie kunnen worden genoemd aldus Boetzkes:

- Een verantwoorde beperking van de verscheidenheid levert aanzienlijke besparingen op, o.a. in de ontwikkeling, de fabricage, de voorraden en de service;
- Grotere uitwisselbaarheid van produkten en diensten waarbij vooral gedacht moet worden aan aansluitfeatures, interfaces of koppelingen;
- Gunstige invloed op kwaliteit en veiligheid.

Als nadelen voor normalisatie kunnen worden genoemd:

- Het opstellen van nationale en internationale normen is een zeer moeizaam en uiterst langdurig proces met vele betrokkenen;
- In een aantal gevallen worden door het accepteren van nieuwe normen bestaande produktiemiddelen overbodig en onbruikbaar;
- Het normalisatieproces is arbeidsintensief en daardoor kostbaar.

Codering

Om de genormaliseerde oplossingen snel te kunnen vinden, zijn goed opgezette coderingssystemen nodig. Een code is een algemene afspraak die aan een combinatie van symbolen, meestal bestaande uit tekens, cijfers en/of letters, een bepaalde betekenis toekent. De essentie van coderingen is om de communicatie tussen mensen te vereenvoudigen.

De grootste beïnvloedingsmogelijkheden van de kostprijs van een produktiemiddel liggen in het ontwerpproces. Gedurende het ontwerpen van nieuwe produktiemiddelen dient de ontwerper na te (kunnen) gaan, welke gelijksoortige produktiemiddelen reeds in het bestand aanwezig zijn en welke standaard ingekocht kunnen worden. Hiertoe is een adequaat coderingssysteem een vereiste, dat in principe op het bedrijf toegesneden moet zijn. Dit laatste omdat de problematiek per bedrijf bijna steeds specifiek is (aldus Botter).

Verder dient de ontwerper met zijn eigen inventiviteit en innovatiegeest (aldus Maas/Bollen [1]) ook gebruik te maken van onderdelen en componenten die hun betrouwbaarheid reeds hebben bewezen. Een goed gebruik van een coderings(beheersings)systeem is hierbij dan een vereiste.

CONCLUDEREND

Een goed opgezet normalisatie/coderingssysteem zorgt voor een verbetering van de kwaliteit. Het biedt een mogelijkheid voor een goede communicatie voor een bedrijf, intern zowel als extern. Het is echter iets wat zeer grondig en structureel moet gebeuren, en erg arbeidsintensief kan zijn. Bij het goed uitvoeren ervan levert het aanzienlijke besparingen en tijds-winst op. Dit alles verhoogt dus de kwaliteit binnen een ontwerpafdeling.

HOOFDSTUK 7: KWALITEIT EN DE TEKENINGEN

Het primaire produkt van een ontwerpafdeling blijven de tekeningen. Zij geven de informatie op grond waarvan produkten of processen worden gebouwd of gewijzigd. Uitgaande van het feit dat tekeningen informatiedragers zijn, is hier bij uitstek een relatie tussen kwaliteit en informatie.

Tekeningkwaliteit

De kwaliteit van tekeningen wordt bepaald door de waarde die zij voor de gebruiker ervan hebben in verband met noodzakelijke acties en beslissingsprocessen. Hierbij zijn volgens Maas/Bollen [1] o.a. de volgende kwaliteitscriteria te onderkennen :

validiteit:	in hoeverre representeren de gegevens de werkelijkheid;
actualiteit:	in hoeverre zijn de gegevens aangepast aan de huidige situatie, zijn ze actueel;
overdraagbaarheid:	zijn de gegevens in dusdanige vorm vastgelegd dat ze tussen afdelingen en bedrijven kunnen worden uitgewisseld;
dynamisch zijn:	kunnen de gegevens aan de hand van de wensen van de gebruikers op verschillende wijze worden gerangschikt en verwerkt;
duidelijkheid:	zijn de gegevens maar voor slechts één uitleg vatbaar;
doelmatigheid:	zijn de inhoud en presentatie van de gegevens geschikt voor de verwachte functie en is dit op de meest efficiënte wijze tot stand gekomen.

Veel problemen in de industrie ontstaan door de slechte kwaliteit van de aangeleverde tekeningen. Deze zijn vaak onvolledig, onduidelijk, onzorgvuldig en/of verouderd.

Kwaliteit, flexibiliteit en doelmatigheid van de tekenkamer dienen in evenwicht te zijn (Maas/Bollen). Vooral doelmatigheid dient een criterium te zijn bij het besturen van de tekenkamer. Hierbij valt te denken aan:

- hergebruik van bestaande oplossingen;
- verstandig kopiëren van vorige tekeningen;
- gebruik van schetsen in potlood;
- toepassen van invultekeningen;
- computerondersteuning (CAD);
- gebruik van leverancierstekeningen;
- niet alles hoeft te worden getekend (soms geeft geschreven tekst informatie die duidelijk is).

Een belangrijk, zeer storend fenomeen is het wijzigen. Deze wijzigingen zijn er altijd al geweest en zullen ook altijd blijven bestaan. De kunst is echter er goed mee om te gaan volgens Broersma van adviesbureau Berenschot [11]. Hij geeft aan dat wijzigingen vaak te eenzijdig worden beoordeeld. Kosten of assemblagevriendelijkheid vormen hierbij veelal de belangrijkste criteria. Soms is het wijzigen van een onderdeel voor een goedkoper onderdeel duurder. Dit omdat de wijzigingskosten dan hoger uitkomen dan de totale besparingskosten op dat onderdeel. Daarnaast is de kans op fouten in de administratieve procedures, die doorlopen worden bij het wijzigen, aanzienlijk.

CONCLUDEREND

Kwalitatief goede tekeningen afleveren door de ontwerper is van groot belang. De tekeningen moeten voldoen aan de kwaliteitscriteria beschreven in dit hoofdstuk. Met behulp van deze criteria voorkomt men een hoop wijzigingen en uitleg bij de gereedschapmakerij of toeleveranciers. Voldoen sommige tekeningen niet aan deze criteria, dan is er een reële kans dat bij de uitvoering ervan fouten optreden. Een ander resultaat vindt dan plaats, dat niet volgens de specificaties is van de constructeur. Hierdoor wordt de doorlooptijd van het project vergroot, en ontstaan er extra kosten. Dit ten koste van de kwaliteit binnen de onderneming.

HOOFDSTUK 8: KWALITEIT EN ORGANISATIE

Om produktiemiddelen te ontwerpen die voldoen aan de eisen en wensen van de interne (of zelfs externe) klanten, dient de organisatie te beschikken over gemotiveerde medewerkers. De medewerkers dienen te worden aangemoedigd problemen structureel op te lossen, taken te verbeteren en mogelijkheden, die voordeel voor het bedrijf lijken te bieden, aan te grijpen. De werknemers zijn dan ook de basis voor de kwaliteit binnen het bedrijf en dus ook binnen de BM-afdeling.

Een aantal maatregelen (Maas/Bollen [1]) om voorwaarden te scheppen voor een ideale werksfeer wordt hieronder weergegeven:

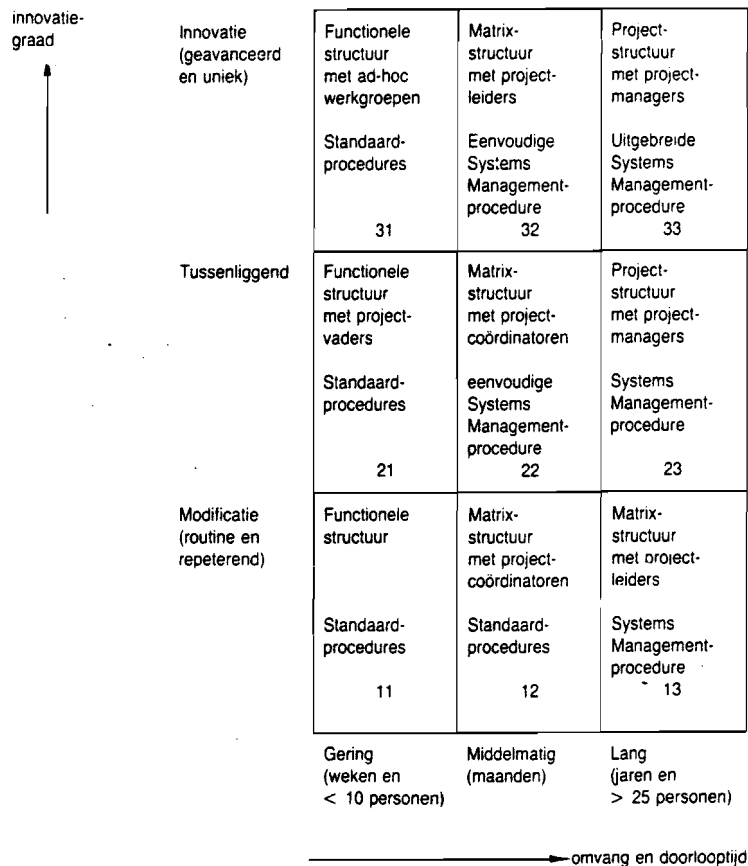
- Stel een taakbeschrijving niet te eng op. Geef ruimte voor eigen initiatief met duidelijke richtlijnen betreffende doelstellingen van bedrijf, afdeling, project en de individuele taak;
- Maak taakuitvoering meetbaar en meet aan de hand van geleverde werkresultaten en niet of men zich aan de regels houdt;
- Creëer kleine werkgroepen met grote mate van autonomie. Stimuleer teamvorming en voorziet het team van de middelen om de gestelde doelen te bereiken;
- Schep een sfeer van trots. Maak gebruik van de interne bekwaamheden en beperk het te hulp roepen van externe adviseurs;
- Beloon geleverde prestaties via investeringen in het individu, de afdeling;
- Maak informatie, hulpmiddelen en ondersteuning vrij toegankelijk met veel aandacht voor directe communicatie.

Om de verschillende vakdisciplines, die betrokken zijn bij een opdracht, kwalitatief beter te laten functioneren en om tot een beter beheersbaar systeem te komen, wordt vaak gebruik gemaakt van een projectmatige aanpak. Dit o.a. ook om de onderlinge communicatie tussen de betrokken vakdisciplines te verbeteren.

Grootjans [5] geeft de volgende redenen:

- De toenemende moeilijkheidsgraad en complexiteit van opdrachten;
- Het grote aantal erbij betrokken specialisten;
- De eis van hogere ontwikkelsnelheid;
- De eis van kostenbeheersing.

Botter [13] heeft een aantal voor de hand liggende projectsituaties in een matrix weergegeven (zie fig. 8.1):



figuur 8.1

Muraski[21] geeft aan dat teamwerk nodig is onder de produkt-, proces-, en gereedschapontwerpers om een groot project effectief/integraal op te lossen. Hierbij moet een projectmanager worden aangesteld, die het project begeleidt. Dit heeft nogal wat consequenties. Grootjans geeft aan dat er machtsverschuivingen kunnen optreden. Een medewerker van een project heeft nu twee bazen, zijn functionele baas (b.v. hoofd BM) en de projectmanager. Hierover moeten goede afspraken worden gemaakt, wil men politieke spelletjes vermijden. De BM is als zodanig een onderdeel geworden van het gehele project, en functioneert niet als een afdeling, die na de produktspecificaties te hebben gekregen aan het werk gaat.

CONCLUDEREND

Projectteams vergroten de kwaliteit van een afdeling en van een bedrijf. De doorlooptijd van een project gaat omlaag, de produktkwaliteit omhoog, er vindt een betere beheersing plaats van het op te lossen probleem en de onderlinge communicatie wordt verbeterd.

HOOFDSTUK 9: KWALITEIT EN CAD

Flexibiliteit, kwaliteit en produktiviteit zijn momenteel veel gehoorde eisen. De inzet van CAD-systemen voor het computer ondersteund ontwerpen speelt hierbij een belangrijke rol volgens Lohman [22]. Het aanbod van CAD-systemen is de laatste jaren sprongsgewijs toegenomen, evenals de verhouding prestatie/prijs.

WAT BETEKENT EEN CAD SYSTEEM VOOR DE GEBRUIKER?

Volgens Messie [6] beïnvloedt de toepassing van CAD de volgende aspecten bij het werk van een constructeur:

- Routinematig tekenwerk.
De constructeur kan zich wijden aan het creatieve werk. De computer neemt het routinematige werk over.
- Ontwerp kwaliteit.
Detailontwerpen van collega's kan een computer foutloos kopiëren in een andere tekening. De constructeur van een machine kan controleren of een onderdeel wel past.
- Berekeningen en analyses.
Met de juiste functies in de programmatuur zijn zeer snel berekeningen uit te voeren, bij voorbeeld: oppervlakte, middelpunt, zwaartepunt etc.

Van Bragt [14] voegt daaraan nog toe, dat er een betere kwaliteit van het ontwerp is, doordat het mogelijk is de voorgestelde constructie op CAD inzichtelijker te maken. Dit voor mensen die geen tekening kunnen lezen.

Doorschot [24] maakt een onderscheid voor CAD-gebruik binnen de BM. Het gebruik van een CAD-systeem voor het ontwerpen van gereedschappen en bewerkingsmachines is van een andere opzet dan voor montagemachines. In bewerkingsmachines beheerst men hoofdzakelijk spanningen en vervormingen. In montagemachines echter beheerst men voornamelijk plaats, snelheid en versnelling. Dit leidt tot wezenlijk verschillende constructies en constructiemethoden, dus ook tot verschillen in het gebruik van CAD-technieken. Het gebrek aan standaardisatie is hier een bottleneck voor een vruchtbaar gebruik van CAD aldus Doorschot.

RESULTATEN VAN CAD BINNEN DE BM

Van Bragt [14] heeft bij een aantal onderzoeken van studenten in de industrie de volgende resultaten gevonden:

- Een ontwerper doet met CAD ongeveer even lang over een nieuw ontwerp als met de conventionele werkwijze;
- Hergebruik van vroeger werk levert veel voordelen op;
- het CAD-systeem wordt hinderlijk traag wanneer aan grotere modules wordt gewerkt;
- Top-down ontwerpen leidt tot de beste ontwerpstrategie. Deze werkwijze biedt tevens de mogelijkheid meerdere ontwerpers tegelijk aan één module te laten ontwerpen, waardoor een kortere doorlooptijd van het ontwerp mogelijk is;
- Detailleren is zeer kostbaar op een CAD-systeem.

Het koppelen van technologie/onderdelenbanken aan het CAD-systeem is volgens Tournoy [23] gewenst om zinvol bezig te zijn met CAD. Binnen de BM is dit in feite een noodzaak, omdat veel componenten/onderdelen dan uit bestaande constructies kunnen worden hergebruikt. Dit is voor de ontwerper veel efficiënter.

Een kwalitatief voordeel bij het gebruik van CAD is volgens Koichi [18] ook de terugkoppeling van wijzigingen, nadat het ontwerp gerealiseerd is. Wanneer een machineoperator een constructiewijziging voorstelt of een kleine fout ziet, is deze makkelijker aan te passen met een CAD-systeem. Hierbij moet de wijziging wel goed beschreven en bewaard worden, wil men later niet voor verrassingen komen staan.

CONCLUDEREND

Het gebruik van een CAD-systeem verkort de doorlooptijden van de verschillende ontwerpfasen. De tijdswinst is te gebruiken om te zoeken naar eenvoudigere constructies of om de opdrachtgever meer alternatieven te bieden. Een CAD-systeem verschaft de ruimte om kwalitatief beter te ontwerpen en te construeren.

LITERATUURLIJST

- [1] Handboek Kwaliteits Beleid;;ir. J.G. Maas/ir. J.J.G. Bollen; hfst.3.8 "Kwaliteitszorg en het ontwerpproces" Kluwer Technische Boeken, 1989
- [2] Shortcuts to the Design of Precision Tooling; E.R. Duperret, Jr; Manufacturing Engineering, juni 1988
- [3] Modern kwaliteitsbeleid; ir. A.H. Schaafsma/ir. F.G. Willemze; Philips technische bibliotheek/Kluwer technische boeken b.v.; 1978, derde herziene uitgave; Deventer
- [4] CAD System slashes design time; Miles G. Doolittle; Manufacturing Engineering, februari 1987
- [5] Organisatie rondom Produktinnovatie; D.Grootjans; Collegedictaat TUE, nr. 1344
- [6] Ontwerpen met computers; ir.F.Messie;CADCAM Teleac '85
- [7] Projectstrategie; Prof. ir. J.M. van Bragt; Collegedictaat TUE, nr. 4679
- [8] Kwaliteits beheer; ir.F.A. Mulder; elsevier
- [9] CAD/CAM Integration Yields quality, control; Nancy E. Ryan; Manufacturing Engineering, februari 1987
- [10] Bedrijfsmechanisatie; Prof.ir. J.M. van Bragt; De constructeur, januari 1987; intree-rede aan de TUE
- [11] Integratie van marketing, ontwerp en produktie; ir. H. Broersma; De constructeur, januari 1989
- [12] Kwaliteitszorg steeds meer een zaak voor de ontwerper; De constructeur, november 1981
- [13] Organisatie rond de produktinnovatie; prof.ir.C.H.Botter; Kluwer/deventer 1982
- [14] CAD/CAM in de bedrijfsmechanisatie anno 1989; prof. ir. J.M. van Bragt; college-onderdeel bedrijfsmechanisatie, 1989 TUE
- [15] Design for manufacture; Henry W. Stoll; Manufacturing Engineering, januari 1988

- [16] Waardeanalyse: Hulpmiddel voor management en constructeur; ir. P.J.W.M. Delhoofen; De constructeur, februari 1989
- [17] Construeren is een keuzeprocess; prof. dr. ir. Koster; PT/Werktuigbouw, nr. 6 1986; intree-rede aan de TUE
- [18] Generation of manufacturing information in intelligent CAD; Koichi Ando, University of Tokyo; Annals of the CIRP Vol. 38/1/1989
- [19] Company-wide total quality control; Shigeru Mizuno; Asian Productivity Organisation, 1988
- [20] Basic concepts in design for producibility; Nam P. Suh, Massachusetts Institute of Technology; Annals of the CIRP Vol. 37/2/1988
- [21] Working with systems integrators; Stephanie J. Muraski; Machine design, september 1988
- [22] De automatisering van de ontwerpfunctie in het bedrijfsleven; ir. T.A.M. Lohman; De constructeur, maart 1989
- [23] De constructeur; ir.J.W.H.Tournoy; febr.1987
- [24] CAD/CAM mechanisch; prof. ir. F. Doorschot; De constructeur, september 1987