

MASTER

Verbetering van het produktiesysteem bij PL Automotive : toepassing van een kwaliteitsmodel

Esselink, R.J.A.

Award date:
1988

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

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

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

BE 445162

**VERBETERING VAN HET
PRODUKTIESYSTEEM BIJ PL AUTOMOTIVE
toepassing van een kwaliteitsmodel**

**Afstudeerrapport
WPA nr. 0548
R.J.A. Esselink**

SAMENVATTING

PL Automotive produceert hoogwaardige rubberen afdichtingen ten behoeve van de automobielen- en huishoudindustrie. Jaarlijks worden zo'n 32 miljoen afdichtingen geproduceerd, verdeeld over ruim 200 typen.

Met name de automobielenindustrie stelt steeds hogere eisen aan de produktkwaliteit en levertijd. Voor PL Automotive is het van belang te weten hoe in de toekomst met de huidige produktiemiddelen op een economische wijze aan deze verhoogde eisen kan worden voldaan.

Om meer inzicht te krijgen in de problematiek rond de levertijd en produktkwaliteit bij PL Automotive is met behulp van de proces-interactie benadering en een structuurmodel een analyse van de huidige produktie gemaakt. Het blijkt dat de produktieprocessen bewerkingsgericht zijn geordend, waardoor onvoldoende inzicht in de produktie van de verschillende produkttypen wordt verkregen. Tevens zijn de produktieprocessen onvoldoende opgedeeld om een goede afstemming te bewerkstelligen. Een te lange doorlooptijd is hiervan het gevolg.

Met behulp van een statische procescontrole wordt getracht de produktkwaliteit in de hand te houden. Omdat een aantal gegevens uit het produktieproces ontbreken en de registratie en verwerking nog onvoldoende is doorgevoerd, is met de huidige produktiemethode corrigeren van het produktieproces op real-time basis niet mogelijk. Om toch de gewenste kwaliteit te kunnen garanderen is een 100%-eindcontrole noodzakelijk. De hoge afkeur van produkten werkt kostenverhogend. De noodzakelijke herbewerkingen vormen een extra belasting voor het produktiesysteem.

Een nieuw produktiesysteem is ontworpen met als voornaamste nieuwe elementen een produktgerichte structuur en een voor dit doel ontwikkeld kwaliteitsmodel.

Door het invoeren van het nieuwe produktiesysteem worden door hoofdzakelijke organisatorische maatregelen de reeds aanwezige produktiemiddelen en controlesystemen beter benut. Door middel van een real-time controle en terugkoppeling kan een betere produkt- en leverkwaliteit op een meer efficiënte manier worden bereikt.

Bij PL Automotive zijn op dit moment een aantal nieuwe ontwikkelingen gaande op het gebied van de produktietechnologie. Ook om de mogelijkheden van deze ontwikkelingen wat betreft produktie en produktieinformatie optimaal te kunnen benutten wordt de invoering van het voorgestelde nieuwe produktiesysteem ten sterkste aangeraden.

Eindstudie-opdracht : R.J.A. Esselink
Afstudeerhoogleraren : Prof.dr.ir. J.E. Rooda
Begeleider : Prof.dr.ir. J.E. Rooda
Ir. J.H.A. Arentsen (Vredestein-Icopro)
Onderwerp : Automatisering van de produktie bij Pionier Laura

Toelichting

Pionier Laura is een rubberverwerkend bedrijf. Dit bedrijf produceert o.a. afdichtingen. Een belangrijk facet is hierbij dat zogenaamde "zero-defect" produkten moeten worden vervaardigd.

Opdracht

Onderzoek het produktiesysteem van Pionier Laura. Maak hierbij gebruik van de proces-interactie benadering.
Ontwerp een model, waarin de produktieprocessen op een logische wijze gerangschikt zijn. Besteed hierbij extra aandacht aan de aspecten die met de kwaliteit hebben te maken.
Verifieer de gevonden ordening van de produktieprocessen met behulp van simulatie.

Verslag, etc:

Het memorandum "Aanwijzingen voor het afstuderen" is bij de secretaresse verkrijgbaar.



Prof.dr.ir. J.E. Rooda

VOORWOORD

Als afsluiting van mijn studie bij de vakgroep
Werktuigbouwkundige Produktie Automatisering onder leiding van
prof.dr.ir. J.E. Rooda aan de Technische Universiteit Eindhoven
heb ik een onderzoek naar de mogelijkheden tot verbetering van
een produktiesysteem van een bestaand bedrijf uitgevoerd.

Dit onderzoek heb ik verricht bij PL Automotive te Kerkrade.
Zowel in werk- als privésfeer heb ik hier een enorme
gastvrijheid en medewerking ontvangen. Hiervoor mijn hartelijke
dank. Het was een leerzame en aangename tijd.

Op de afdeling Ontwikkeling van Vredestein Icopro b.v. te
Doetinchem heb ik mijn onderzoek verder afgerond. Aldaar heb ik
gebruik gemaakt van de gastvrijheid om de verzamelde gegevens
verder uit te diepen en te verwerken tot dit verslag. Hierbij
werd ik begeleid door Hans Arentsen, die door zijn niet
aflatende interesse en kritische blik mij steeds heeft weten te
stimuleren.

Tijdens het verrichten van mijn onderzoeksopdracht bij
PL Automotive heb ik veel ervaring opgedaan. Naast mijn
onderzoeksgebied heb ik van vele andere aspecten van het
bedrijf kennis kunnen nemen. Ik hoop dat ik van mijn kant er
toe heb kunnen bijgedragen dat aanzetten tot verbeteringen
gevonden zijn die er toe leiden dat dit bedrijf zich kan
voorbereiden op de toekomstige eisen die aan ze worden gesteld.

Robert Esselink
's-Heerenberg, maart 1988

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting

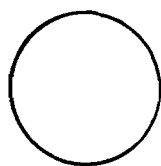
Opdrachtformulering

Voorwoord

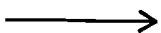
Lijst van gebruikte symbolen en afkortingen

1	INLEIDING	1
2	DE PRODUKTIE BIJ PL AUTOMOTIVE	2
2.1	De materiestroom	2
2.2	Het structuurmodel	3
2.3	De besturing	4
2.3.1	Verdelen	5
2.3.2	Indelen	6
2.3.3	Uitdelen	7
2.4	Conclusie	8
3	HET KWALITEITSMODEL	
3.1	Het besturingsmodel	9
3.2	Het kwaliteitsmodel	11
3.2.1	Het produktieproces	11
3.2.2	Het uitdelerniveau	12
3.2.3	Het indelerniveau	12
3.2.4	Het verdelerniveau	13
4	HET NIEUWE PRODUKTIESYSTEEM	15
4.1	Produktgerichte structuur	15
4.2	De besturing	17
4.2.1	Het uitdelerniveau	17
4.2.2	Het indelerniveau	19
4.2.3	Het verdelerniveau	20
4.3	Conclusie	20
	Nabeschuwing	21
	Literatuurlijst	22
	BIJLAGEN	
A	PROCES-INTERACTIE BENADERING	24
B	BEHEERSING PRODUKTKWALITEIT	25
C	HUIDIGE PRODUKTGROEPEN	28
D	DE VULCANISATIE	29
E	DE NABEWERKING	36
F	DE VOORBEWERKING	41
G	HET STRUCTUURMODEL VAN DE WATERPOMPDICHTING 1-298	43

LIJST VAN GEBRUIKTE SYMBOLEN EN AFKORTINGEN



proces



interactie met informatieoverdracht



interactie met materieoverdracht



buffer; de top van de driehoek
geeft de richting van de interactie

V	Verdeler
I	Indeler
U	Uitdeler
P	Produktie

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

PL Automotive, voorheen Pionier Laura, is gevestigd te Kerkrade. Het is een rubberverwerkend bedrijf dat in 1969 is ontstaan als vervangende werkgelegenheid voor de kolenindustrie. De naam Laura, een voormalige kolenmijn in Zuid-Limburg, herrinnert hier nog aan. Sinds 1985 maakt het deel uit van het Vredestein concern.

PL Automotive is een producent van hoogwaardige rubberen afdichtingen ten behoeve van de automobiël- en huishoudindustrie. Enkele soorten produkten zijn de waterpomp-, schokdemper- en klepsteeldichting. In totaal worden er jaarlijks zo'n 32 miljoen afdichtingen geproduceerd, verdeeld over ruim 200 typen.

Met name de automobiëlindustrie is er de laatste jaren toe overgegaan om toegeleverde produkten direct op te nemen in hun produktieproces. Deze produkten moeten hierbij exact voldoen aan de specificaties en in de juiste aantallen en op het juiste tijdstip worden toegeleverd. Omdat de automobiëlindustrie sneller wil inspringen op de wisselende vraag wordt een steeds kortere levertijd van toegeleverde produkten vereist.

Voor PL Automotive is het van belang te weten hoe in de toekomst op economische wijze aan deze verhoogde eisen van produktkwaliteit en levertijd kan worden voldaan.

Op basis van de proces-interactie benadering en met behulp van een structuurmodel wordt de huidige wijze van produceren geanalyseerd (hoofdstuk 2). Met behulp van een besturingsmodel wordt een theoretisch kwaliteitsmodel ontwikkeld (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 wordt op basis van de geanalyseerde produktie en het ontwikkelde kwaliteitsmodel een voorstel gedaan voor een nieuwe opzet van produktie en besturing.

HOOFDSTUK 2

DE PRODUKTIE BIJ PL AUTOMOTIVE

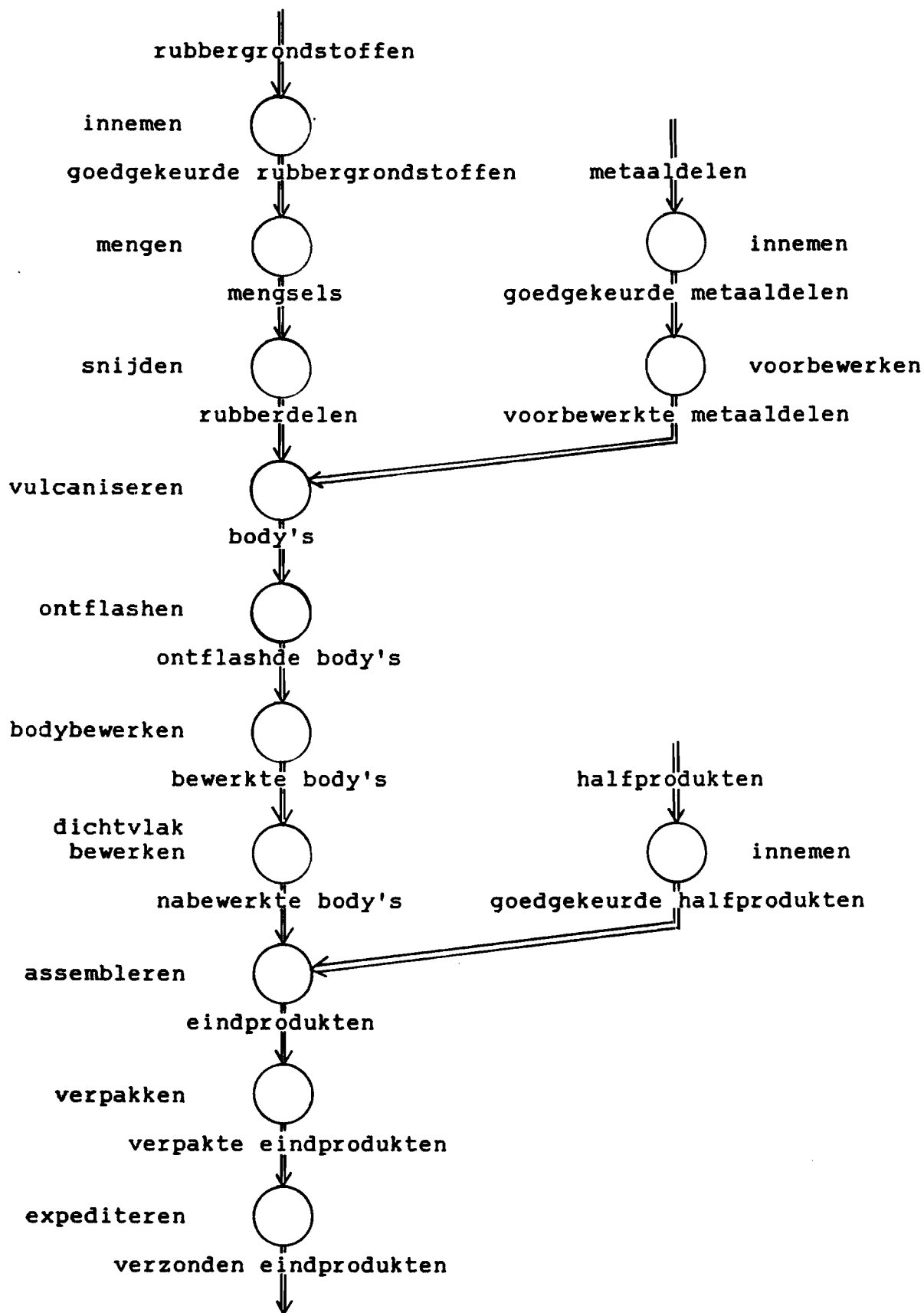
Om meer inzicht te krijgen in de problematiek rond de levertijd en produktkwaliteit bij PL Automotive volgt in dit hoofdstuk een analyse van de huidige wijze van produceren. De produktie wordt hierbij beschouwd volgens de proces-interactie benadering (zie bijlage A). Deze benadering is zeer geschikt om het gelijktijdige karakter van de produktieprocessen in een model weer te geven. Uitgaande van deze ordening van produktieprocessen wordt vervolgens de besturing van de produktie in model gebracht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een structuurmodel, waarin een drietal besturingsfuncties zijn aangegeven. Dit structuurmodel is ook gebaseerd op boven genoemde benadering. Met behulp van het gevonden model worden de problemen die bij de huidige wijze van produceren optreden, geïdentificeerd.

2.1 De materiestroom

De produktie bij PL Automotive kan op de volgende wijze worden samengevat. De inkoopdelen worden gecontroleerd en na goedkeuring opgeslagen in het magazijn. De rubbergrondstoffen, zoals polymeren, weekmakers en roet, worden gemengd tot een mengsel en vervolgens versneden tot stukjes, plakjes of repen. De metaaldelen worden gereinigd en van een hechtlaag voorzien. Deze metaaldelen dienen als versterking en worden samen met de rubberdelen geïmpregneerd tot body's. Het overtollig rubber aan de body wordt verwijderd (ontflashen), de body wordt verder uitgeïmpregneerd en de dichtvlakken worden op maat gesneden. Hierop worden dan halfprodukten, zoals veertjes, geassembleerd en kan het produkt worden verpakt en verzonden. Deze bewerkingen worden in een vaste volgorde doorlopen. Op basis van de proces-interactie benadering zijn de produktieprocessen in model gebracht (zie figuur 2.1).

De produktie vindt op discrete wijze plaats (stapsgewijze veranderingen). Het aantal typen deelprodukten, welke gedurende het produktieproces ontstaat, is licht divergerend. Uit zo'n 80 typen mengsels worden ruim 170 typen rubberdelen gesneden. Dit aantal blijft gelijk tot aan de assemblage, waarna dit aantal is opgelopen tot zo'n 200 typen eindprodukten. De levenscyclus van een produkt varieert van één tot meer dan tien jaar, zodat de samenstelling van het assortiment eindprodukten slechts langzaam wijzigt.

Om de toestand van de produktie binnen vastgestelde normen te houden is een besturing noodzakelijk. Orders van de klant worden vertaald naar opdrachten voor de produktie en orders voor de leveranciers. Tevens wordt aan de klant gemeld welke produkten in welke hoeveelheden zijn overgedragen.

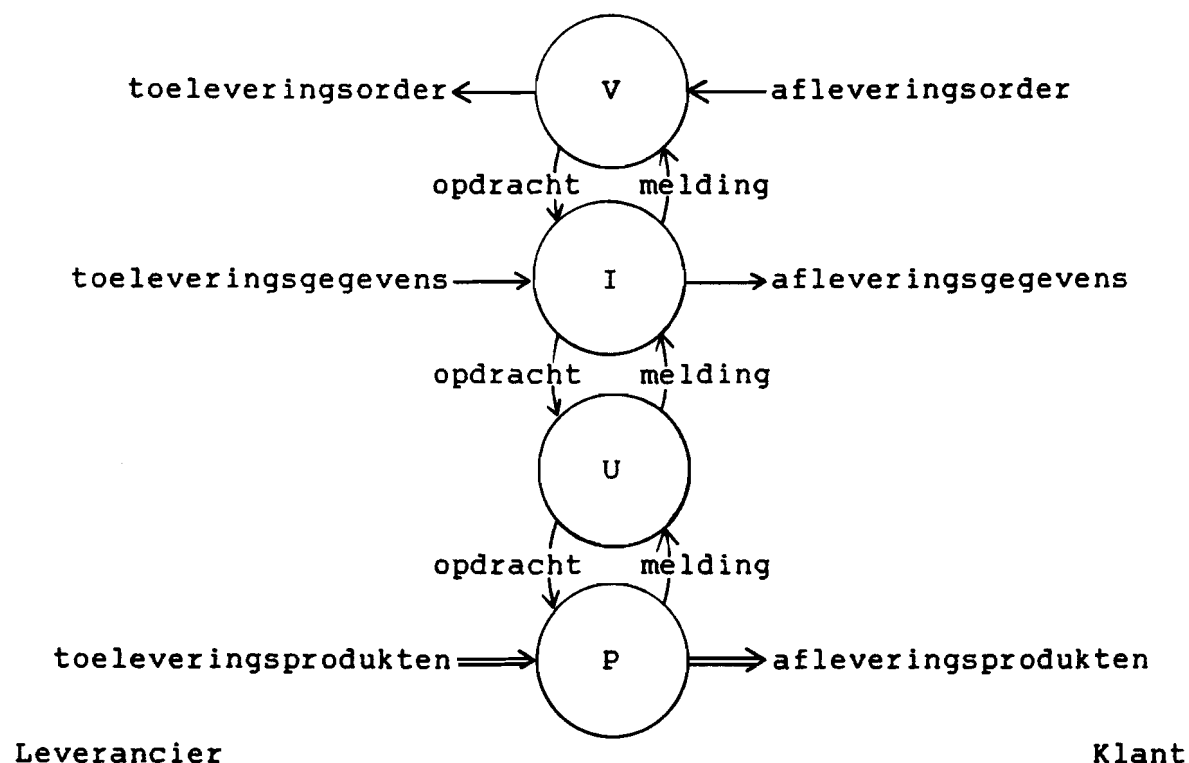


Figuur 2.1 De materiestroom

Om inzicht in de verschillende besturingsfuncties te verkrijgen is een opsplitsing van de besturing in een aantal herkenbare delen gewenst. Het door Arentsen en Rooda (1983a) aangereikte structuurmodel is een referentiemodel, waarin de samenhang tussen de delen goed kan worden beschreven.

2.2 Het structuurmodel

Een productie-eenheid wordt volgens het structuurmodel opgedeeld in een produktieproces en besturingsprocessen op drie niveau's. Tevens worden de interacties tussen de processen onderling en met de omgeving van de produktie-eenheid aangegeven. De processen in een produktie-eenheid wisselen opdrachten en meldingen van gerealiseerde opdrachten uit. Tussen een produktie-eenheid en zijn omgeving vindt overdracht van orders, produktgegevens en fysieke produkten plaats (zie figuur 2.2).



Figuur 2.2 Het structuurmodel

De besturingsprocessen vervullen de volgende functies.

De verdeler (V) plaatst orders bij zijn leverancier voor een hoeveelheid toeleveringsprodukten. Tevens geeft dit proces aan de indeler een opdracht tot produktie van bepaalde produkten: dit proces verdeelt de opdrachten.

De indeler (I) bepaalt wanneer de produkten moeten worden geproduceerd. Dit proces deelt de opdrachten in volgorde en tijd in en plaatst deze opdrachten bij de uitdeler.

De uitdeler (U) vormt de interface tussen de informatie- en materiestromen. Dit proces coördineert de voortgang van de produktie op de werkvloer. De opdrachten van de indeler worden omgezet in stuursignalen voor de desbetreffende middelen van het produktieproces: dit proces deelt de opdrachten uit.

2.3 De besturing

Het produktontwerp is een samenspel tussen PL Automotive en de klant. Door middel van Failure Mode and Effects Analysis wordt al in de ontwerpfase een onderzoek gedaan naar de mogelijk optredende afwijkingen aan een produkt en de gevolgen hiervan op het verdere gebruikersniveau (zie bijlage B). De controle van het produkt is hierop afgestemd. Wijzigingen in de specificaties van het produkt kunnen ten alle tijden optreden. Deze wijzigingen bevatten vaak een verhoging van de eisen.

Om een binnenkomende order te kunnen accepteren moet er aan de volgende drie voorwaarden zijn voldaan:

- De gevraagde levertijd moet langer zijn dan de minimale doorlooptijd van ongeveer zes weken. Dit komt niet altijd overeen met de eisen van de klant, welke juist naar een kortere levertijd tenderen.
- De capaciteitsbottle-neck, het vulcanisatieproces, moet ten tijde van produktie van de order voldoende vrije capaciteit voor handen hebben.
- De benodigde grondstoffen moeten op het gewenste starttijdstip van produktie voorradig zijn.

Omdat het produktassortiment groot en de gevraagde levertijd (nog) relatief lang is wordt er niet op basis van voorspellingen geproduceerd, maar volledig op basis van werkelijk aanwezige orders. In overleg met de klant wordt een order meestal opgebouwd uit de volgende drie deelorders:

- De eerste deelorder bevat verwachte afleveringsgegevens op grond waarvan grondstoffen mogen worden besteld; de levertijd is drie maanden.
- De tweede deelorder is een bijstelling van de eerste, op grond waarvan met de produktie kan worden gestart; de levertijd is twee maanden.
- De laatste deelorder bevat de werkelijke afleveringsgegevens; de levertijd is één maand.

Bij annulering van een deelorder door de klant worden de gemaakte kosten vergoed. Daarnaast zijn er nog een beperkt aantal orders met een relatief korte levertijd, zogenaamde spoedorders. Als gevolg van de lange doorlooptijden kan aan deze orders vaak niet worden voldaan. Het aantal produkten per order varieert van een paar honderd tot meer dan tienduizend.

De orderstroom fluctueert over het jaar heen met een factor twee verschil tussen de kleinste en de grootste waarde. Daardoor is er gedurende het grootste deel van het jaar overcapaciteit. Deze fluctuatie is niet produkttype gebonden.

De huidige besturing is geanalyseerd aan de hand van de waterpompdichting 1-298. Dit produkt wordt in grote aantallen geproduceerd en ondergaat hierbij een grote verscheidenheid aan bewerkingen. Met behulp van het structuurmodel is vervolgens de besturing in kaart gebracht (zie bijlage G).

Een daaruit afgeleid algemeen model van de produktie en besturing is weergegeven in figuur 2.3. In het navolgende worden per besturingsniveau de besturingsfuncties met betrekking tot de levertijd en produktkwaliteit besproken. Het bestellen van de grondstoffen en het accepteren van klantenorders blijft buiten beschouwing.

2.3.1 Verdelen

De verdelers geven toeleveringsorders aan hun leveranciers uit. Het hierbij gevraagde toeleveringstijdstip is gelijk aan het afleveringstijdstip vermindert met de doorlooptijd van het eigen proces. Deze wordt vier weken voor het nabewerkingsproces en één week voor het vulcanisatie- en voorberekingsproces gekozen. De werkelijke doorlooptijd van een order is niet goed bekend. Daardoor wordt deze voor alle typen produkten en ordergroottes gelijk gekozen. Het door de verdeler van het nabewerkingsproces gevraagde toeleveringsaantal is gelijk aan het afleveringsaantal, vermeerderd met de te verwachten afkeur en naar boven afgerond op gehele aantallen mengsels van het voorberekingsproces. De door de vulcanisatieverdeler gevraagde toeleveringsaantal is gelijk aan het afleveringsaantal. Dit aantal wordt tevens omgerekend naar het aantal mengsels. De verdeler van het voorberekingsproces vertaalt de gevraagde mengsels en produkttypen naar benodigde rubbergrondstoffen en metaaldelen.

Aan de indelers van de nabewerkingsprocessen wordt een leverschema gegeven. Deze bevat de te leveren aantallen en het afleveringstijdstip ervan. Deze aantallen worden bijgewerkt met de door indeler van het verpakkingsproces gemelde aantallen.

De voorberekingsorder is van belang voor het tijdig aanwezig zijn van de grondstoffen. Door middel van de produktiebehoefte geeft het vulcanisatieproces zijn behoefte op korte termijn aan.

2.3.2 Indelen

Voor de vulcanisatieindeler is de perscapaciteit de beperkende factor bij het bepalen op welke pers en wanneer een bepaald produkt moet worden gefabriceerd. Hierbij spelen een aantal criteria een rol, waardoor het indelen een zeer complexe zaak is (zie bijlage D). Er zijn namelijk vele mogelijkheden om de produkten in de tijd en op een produktiemiddel in te delen. Hierbij moet rekening worden gehouden met de andere reeds ingedeelde of nog in te delen produkten om een hoge productiviteit en weinig omstellen te realiseren. De behoefte aan toeleveringsprodukten op korte termijn meldt de indeler aan de voorbereiding.

De voorbereidingsindeler geeft op basis van deze produktiebehoefte produktieopdrachten uit. Dit heeft als voordeel dat er meer op het juiste tijdstip en in de juiste aantallen wordt geleverd, waardoor de voorraad voorbereidingsprodukten gering blijft. Dit is ook noodzakelijk, omdat deze produkten aan veroudering onderhevig zijn. Het vereist echter van de voorbereiding wel korte omstel- en doorlooptijden.

Het ontflamen en het assembleren geschiedt veelal op sociale werkplaatsen of bij thuiswerkers. Transport tussen de sociale werkplaats en PL Automotive vindt één keer per week en op een vast tijdstip plaats, waardoor de doorlooptijd voor beide bewerkingen minimaal één week is. De doorlooptijd van de bewerkingen bij thuiswerkers varieert van twee dagen tot twee weken. Deze werkplekken worden door PL Automotive niet bestuurd.

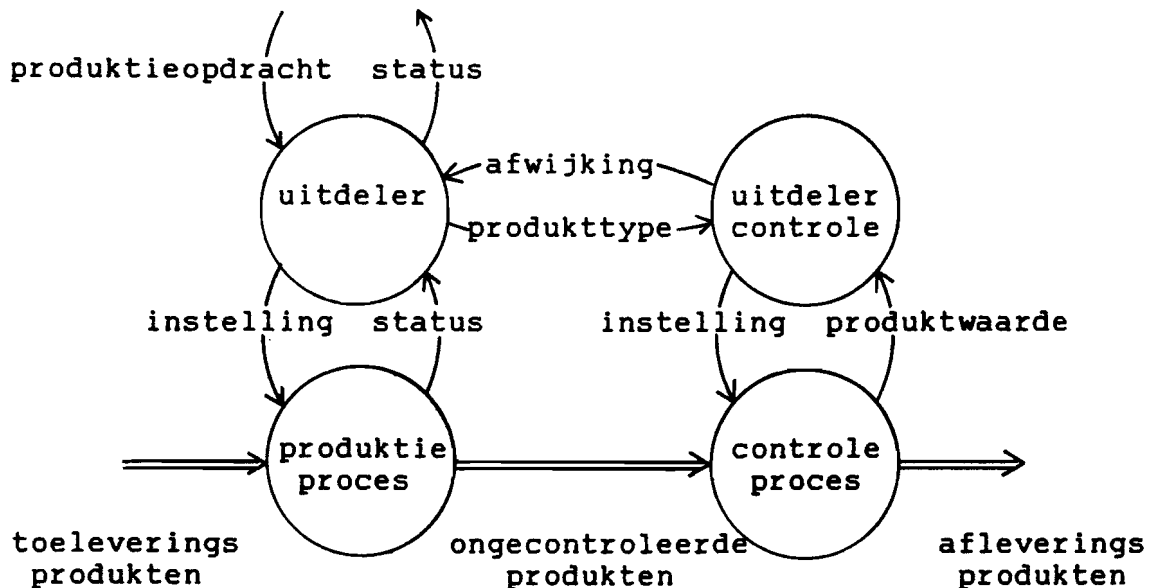
Voor de nabewerkingsindeler is het belangrijkste probleem hoe de verschillende opdrachten het beste in de tijd kunnen worden ingedeeld (zie bijlage E). De capaciteit is over het algemeen geen beperkende factor. De indeler geeft opdrachten uit op basis van het leverschema. De sociale werkplaatsen en de thuiswerkers hebben een sterk negatieve invloed op de doorlooptijd. Tevens moeten regelmatig produkten worden herbewerkt. Hierdoor is de werkelijk behaalde doorlooptijd een veelvoud van de theoretisch benodigde bewerkingstijd.

Het ontbreekt tussen de indelers aan overdracht van produktgegevens, vooral in het geval van herbewerking. Gegevens met betrekking tot deze herbewerking worden niet geregistreerd, zodat enig inzicht in de omvang ervan ontbreekt. Tevens is de gereedmelding van in- naar verdeler onvolledig.

2.3.3 Uitdelen

De produktcontrole vindt door middel van Statistische Proces Controle plaats (zie bijlage B). Na elke bewerkingsstap worden de voor dat proces van belang zijnde produktenmerken gecontroleerd. Als gevolg van de onvoldoende proces- en produktinformatie is echter de produktieprocesbeheersing nog onvoldoende doorgevoerd. Informatie omtrent de conditie van de produktiemiddelen ontbreekt. Reparaties worden pas uitgevoerd nadat ernstige afwijkingen van de produktkwaliteit zijn geconstateerd of in het geval van machineuitval. Preventief onderhoud vindt niet plaats. Om aan de klant toch een voldoende produktkwaliteit te garanderen moeten de eindprodukten aan een 100%-controle worden onderworpen. Hierbij worden de produkten van onvoldoende kwaliteit uitgesorteerd. Indien mogelijk worden de afgekeurde produkten herbewerkt.

De produktcontrole wordt uitgevoerd door de uitdelercontrole (zie figuur 2.4). Dit proces werkt vrijwel onafhankelijk van de rest van de besturing. Het registreert produktwaarden en meldt geconstateerde afwijkingen aan de uitdeler. Dit proces meldt aan de indeler geen werkelijke realisatie van de opdrachten maar alleen zijn status. Dit geeft aan op welk moment van de cyclus het proces zich bevindt. Het geeft de mate van voltooiing van een opdracht weer, maar niet op welke wijze dit is gebeurd.



Figuur 2.4 De produktcontrole

De voor een produktieopdracht benodigde produkten worden op een willekeurige wijze uit de voorraad gehaald. Hierdoor kunnen bepaalde eenheden van de produkten zeer lang in een buffer blijven.

2.4 Conclusie

De produktieprocessen zijn bewerkingsgericht geordend. Hierdoor heeft de besturing onvoldoende inzicht in de produktie van de verschillende produkttypen. Tevens zijn de produktieprocessen niet voldoende opgedeeld om een goede afstemming te bewerkstelligen. Daarnaast is de besturing niet per produktieproces opgebouwd. Hierdoor wordt bepaalde informatie niet of veel te laat doorgegeven. Van een goede controle en bijsturing kan hierdoor geen sprake zijn. Het voldoen aan de leverkwaliteit wordt pas achteraf gecontroleerd.

De doorlooptijden van het gehele produktieproces en vooral die van het nabewerkingsproces zijn relatief lang, vooral als gevolg van de onvoldoende afstemming van de produktie-eenheden op elkaar en de werkplekken buiten het bedrijf. De werkelijke doorlooptijd van een order is niet goed bekend. Daardoor wordt deze voor alle typen produkten en ordergroottes gelijk gekozen.

Gedurende het grootste deel van het jaar is er overcapaciteit. Het blijkt dat deze overcapaciteit nauwelijks invloed heeft op de doorlooptijd. De door de verdeler uitgegeven orders worden hierdoor niet beïnvloed. Het verbeteren van de produktkwaliteit en levertijd is daarom met de huidige capaciteit te realiseren.

In het produktieproces ontbreekt het aan de noodzakelijke meetapparatuur om procesgegevens ter controle en/of registratie aan de uitdeler ter beschikking te stellen. Tevens zijn veel produktieprocessen, met daarbinnen de meetprocessen, nog onvoldoende reproduceerbaar om een constante produktkwaliteit te garanderen. De controle van de produktwaarden is erop gericht om de produkten te controleren en niet om het proces beter te beheersen. Bepaalde eenheden produkten kunnen lang in een buffer verblijven, alvorens verder te worden verwerkt. Daardoor zullen afwijkingen aan de produktkwaliteit veel te laat worden teruggekoppeld en kan van een tijdig bijsturen geen sprake zijn.

De beslissingscriteria voor de vulcanisatie- en nabewerkingsindelingen zijn zeer omvangrijk. Daardoor is het maken van een goede indeling zeer moeilijk.

Het ontbreekt tussen de indelingen aan overdracht van produktgegevens, vooral in het geval van herbewerking. Tevens is de gereedmelding van in- naar verdeler onvolledig.

Het op de gewenste wijze besturen van de bewerkingen op de werkplekken buiten het bedrijf is niet te realiseren.

Door middel van betere opzet van de besturing, waarin het aspect van controleren en bijsturen duidelijker aanwezig is, kan een verbetering in de produktkwaliteit en levertijd worden bereikt.

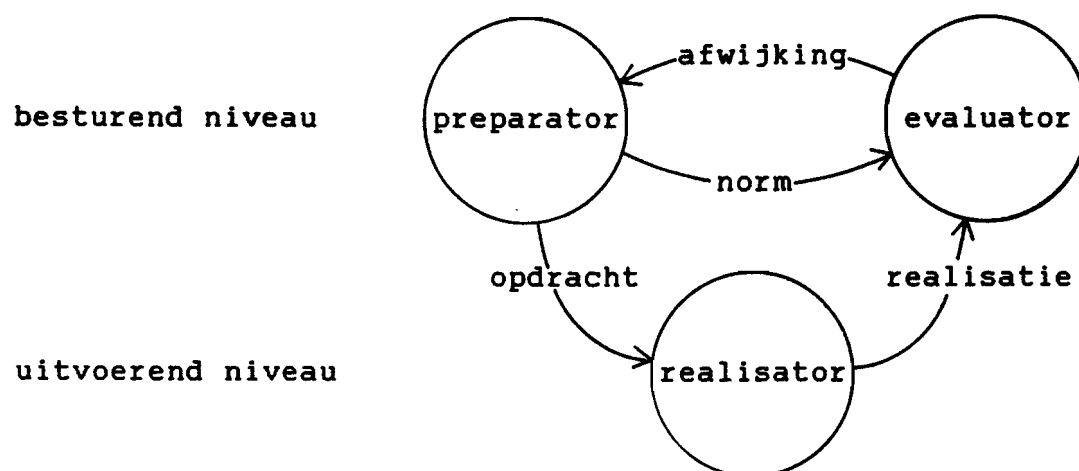
HOOFDSTUK 3

HET KWALITEITSMODEL

De mate waarin aan bepaalde eisen wordt voldaan wordt aangeduid met kwaliteit. Zo wordt de mate van voldoen aan de specificaties van het produkt aangeduid met de produktkwaliteit en de mate van voldoen aan het aantal en het tijdstip van leveren met de leverkwaliteit. Het voldoen aan de produktkwaliteit zal na elke bewerking moeten worden gecontroleerd. Het besturingsproces zal de gemelde produktwaarden vergelijken met de gestelde eisen en afwijkingen signaleren. Hiermee kan dan een verdere beheersing van het productieproces worden bereikt, zodat de produkten aan de kwaliteit zullen voldoen. Tevens zal controle moeten plaatsvinden van gerealiseerde opdrachten. Het in hoofdstuk 2 geïntroduceerde structuurmodel maakt hierin geen onderscheid. Daarom zal in dit hoofdstuk een kwaliteitsmodel worden ontwikkeld. Om meer inzicht te krijgen in het voldoen aan de produktkwaliteit en het signaleren van afwijkingen is een verdere detaillering van processen noodzakelijk. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een besturingsmodel. In dit nieuwe model wordt vervolgens de besturing met betrekking tot de produkt- en leverkwaliteit nader gespecificeerd.

3.1 Het besturingsmodel

Bij het besturen kunnen een drietal functies worden onderscheiden, namelijk de opdrachtgevende, de uitvoerende en de controlerende. Van de Haterd (1988) heeft een besturingsmodel ontwikkeld waarin deze functies worden vervuld door respectievelijk de preparator, realisator en evaluator. De realisator vormt het uitvoerende niveau, de beide anderen het besturende (zie figuur 3.1).

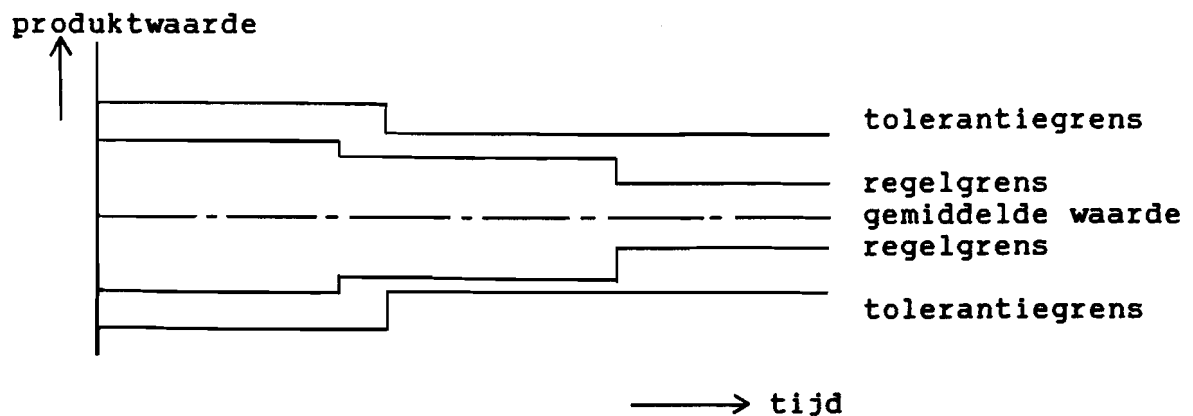


Figuur 3.1 Het besturingsmodel

De preparator geeft opdrachten aan de realisator; tevens meldt hij aan de evaluator door middel van normen welke eisen hij heeft gesteld. De realisator zal na verloop van tijd realisatie van de opdrachten melden aan de evaluator. Deze vergelijkt dit met de gestelde norm en meldt afwijkingen terug aan de preparator.

De norm die de preparator aan de evaluator doorgeeft is opgebouwd uit een nominale waarde en een spreiding rondom deze waarde, het tolerantiegebied. Deze norm is afgeleid van de aan de preparator gestelde eis.

Om de produktkwaliteit onder controle te houden is het gebruik maken van regelgrenzen een goed hulpmiddel (zie bijlage B). De evaluator verzamelt hiervoor de realisatiegegevens behorende bij een bepaald type opdracht over een langere periode en zet de behaalde waarden uit in een grafiek. Hieruit wordt met Ebehulp van de statistiek regelgrenzen bepaald. Valt nu een geconstateerde produktwaarde binnen de regelgrenzen, dan kan met een bepaalde zekerheid worden gezegd dat de realisator, het produktieproces, functioneert zoals hij voorheen heeft gefunctioneerd en kan functioneren. Bij afwijking zal moeten worden nagegaan wat hier de oorzaak van is en moet deze oorzaak worden geëlimineerd voor het toekomstige proces. Vallen de regelgrenzen binnen het tolerantiegebied, dan kan door middel van toetsing van de produktwaarden aan de regelgrenzen worden gecontroleerd op het voldoen aan de norm (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2 Regelgrenzen voor een produktwaarde

De regelgrenzen geven de mate van stabiliteit van het produktieproces aan. Valt een realisatie buiten deze grenzen, dan duidt dit op een instabiliteit van het produktieproces. Het streven is om de spreiding te verkleinen (versmallen van het gebied tussen de regelgrenzen) en verkleinen van het verschil tussen de gemiddelde en de nominale waarde. Hierdoor wordt de voorspelbaarheid van de realisatie van een bepaalde opdracht vergroot.

Door middel van onderzoeken kan meer inzicht worden verkregen in het gedrag van het produktieproces. Omdat het ongewenst is om tijdens produktiesituaties te experimenteren kan dit voor het in produktie nemen reeds geschieden. Dit kan gebeuren door middel van proefproduktie. Hierbij wordt door variatie van de opdrachten van de preparator het effect ervan op de produktwaarden onderzocht, zodat een zo goed mogelijke afstelling kan worden bereikt. Een afwijking tijdens een produktiesituatie is zo terug te voeren naar een afwijking in het produktieproces. Door steeds te streven naar een zo optimaal mogelijke afstelling kunnen toekomstige eisen worden voorgebleven. Kan bij een "optimale" afstelling niet de gewenste produktkwaliteit worden bereikt, dan zal een nieuw produktieproces moeten worden gespecificeerd.

3.2 Het kwaliteitsmodel

Het besturingsmodel geeft meer inzicht in de besturingsfuncties van opdrachtgeven en controleren. Om de besturingsfuncties met betrekking tot de produktkwaliteit ook voor de leverkwaliteit toepasbaar te maken is het structuurmodel uitgebreid tot het model volgens figuur 3.3. Dit model wordt aangeduid als het kwaliteitsmodel.

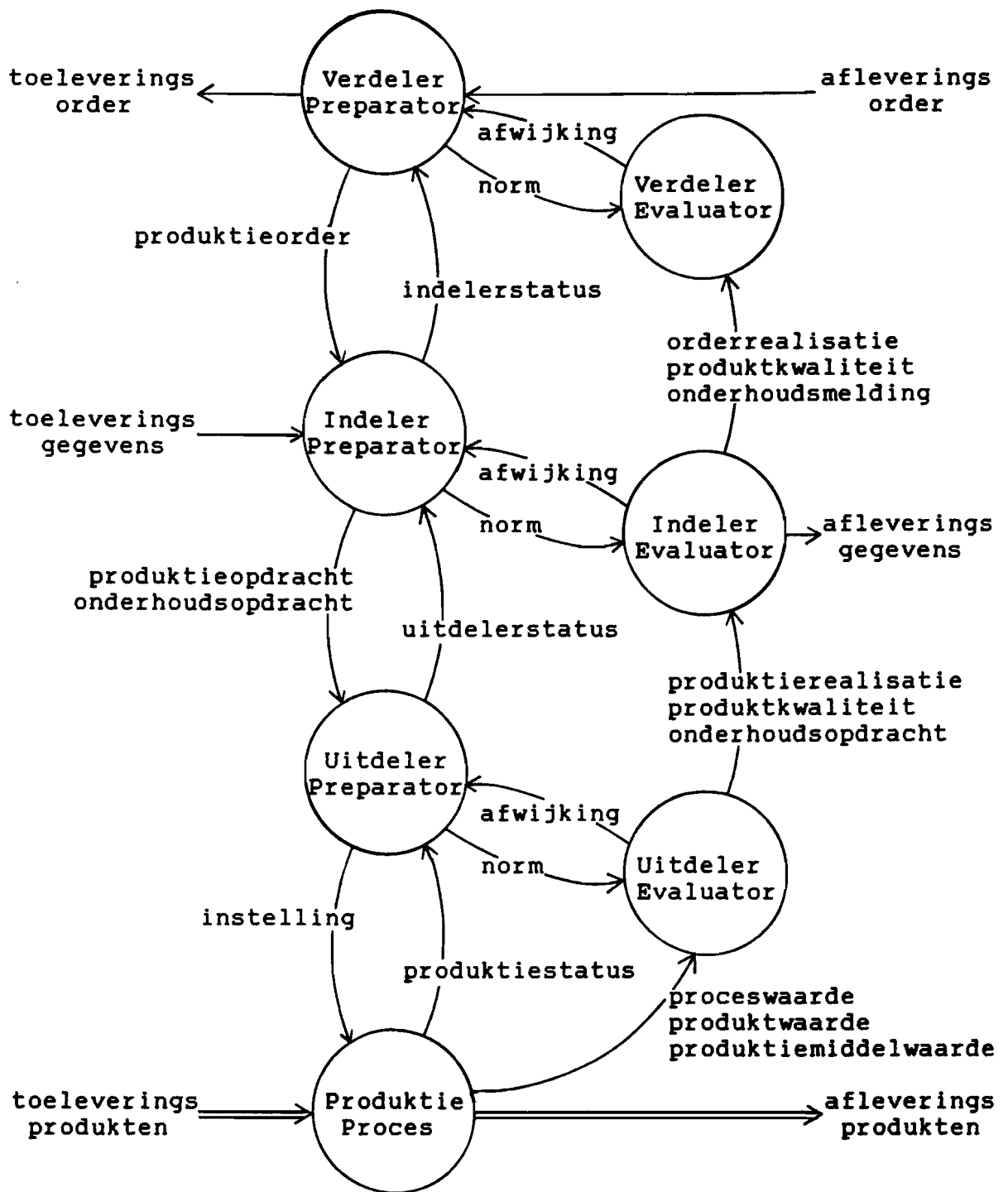
In het navolgende worden de volgens dit model voor de besturing van belang zijnde parameters en interacties besproken. De evaluator toetst of de parameters aan de normen voldoen. Bij afwijkingen als gevolg van toevalsinvloeden zal de preparator acties ondernemen. Systematische afwijkingen zijn het gevolg van de beperkingen van het systeem en moeten worden gemeld aan de bestuurder, opdat die de noodzakelijke acties onderneemt.

3.2.1 Het produktieproces

Het produktieproces transformeert de toeleveringsprodukten volgens de gegeven instellingen tot afleveringsprodukten en plaatst deze produkten (goed- en afgekeurde produkten) in de gewenste buffer. De uitdeler heeft behoefte aan informatie over de wijze waarop dit gebeurt en wat de toestand is van het produktieproces. Hiervoor meet en meldt het produktieproces produktiemiddel-, proces- en produktwaarden. Tevens meldt het produktieproces zijn status.

Voor het besturingsproces zijn ten behoeve van de leverkwaliteit de volgende grootheden van het produktieproces van belang:

- procescyclustijd
- batchgrootte
- capaciteit
- omsteltijd.



Figuur 3.3 Het kwaliteitsmodel

De procescyclustijd, de batchgrootte en de voor de order ingezette capaciteit bepalen de minimaal haalbare produktietijd. De intensiviteit van de controle van de produktwaarden zal de werkelijk behaalde produktietijd mede beïnvloeden. De produktie- en de omsteltijd zijn tenslotte van invloed op de doorlooptijd.

3.2.2 Het uitdelerniveau

De produktiemiddelwaarden geven de informatie over de gesteldheid van het produktiemiddel. De produktwaarden geven de produktkwaliteit. Bij afwijkingen hierin zal door middel van een 100%-controle moeten worden achterhaald wat hiervan de oorzaak is. De afwijkingen aan de produktwaarden zijn zo terug te voeren naar afwijkende produktiemiddel- en proceswaarden en omgekeerd. Dit kan leiden tot wijzigingen in de instellingen door de preparator of tot het uitvoeren van onderhoudsopdrachten door de evaluator. Indien het proces een te grote afwijking vertoont zal de preparator het moeten stilleggen.

De paramaters zijn:

- produktkwaliteit
- gesteldheid produktiemiddel
- proceswaarde.

Alle waarden worden door de evaluator geregistreerd. Hiertussen kunnen dan verbanden worden gelegd ten behoeve van het verder beheersen van het produktieproces. De produkten moeten als zodanig herkenbaar zijn en blijven, opdat de produktiehistorie kan worden nagegaan (traceability).

3.2.3 Het indelerniveau

De preparator geeft op basis van ontvangen produktieorders en aanwezige toeleveringsprodukten produktieopdrachten uit. Het indelen van produktieorders in volgorde en tijd kan geschieden op basis van:

- Prioriteiten in de vorm van afleveringstijdstip. Dit vermindert de kans op het te laat leveren van een order.
- Vermijden omstellen, oftewel streven naar een indeling van meerdere series van hetzelfde produkttype of produktgroep na elkaar. Dit voorkomt dat de produktiecapaciteit onvoldoende zal worden benut.

De uitval van produktiecapaciteit zal de speling in indelen negatief beïnvloeden en moet dan ook worden voorkomen. Dit kan geschieden door middel van preventief onderhoud.

De parameters zijn:

- doorlooptijd
- seriegrootte.

De doorlooptijd van een order is de tijd tussen het ontvangen van de toeleveringsprodukten en het tijdstip van afleveren van de produkten. Een korte produktietijd heeft als voordeel dat eerder kan worden ingesprongen op nieuwe produktieorders. Overgang op een ander produkt kan omstellen van het produktieproces tot gevolg hebben. Gedurende de omsteltijd vindt er geen produktie plaats. De seriegrootte beïnvloedt het aantal keren dat moet worden omgesteld.

De produktgegevens zijn opgebouwd uit het produkttype en het aantal ervan. Indien een produkttype niet meer voor één unieke produktkwaliteit staat, zal hierover extra informatie moeten worden meegegeven. Deze informatie zal de uitdeler in dat geval moeten melden aan de indelerevaluator.

3.2.4 Het verdelerniveau

De verdelerpreparator geeft toeleverings- en produktieorders uit op basis van afleveringsorders en gemelde afwijkingen. Een orderrealisatie kan een dusdanige afwijking in aantal vertonen dat een aanvullende order noodzakelijk is. Een order is opgebouwd uit een produkttype (met bijbehorende specificaties) en het aantal waarin en het tijdstip waarop de produkten moeten worden geleverd. De specificaties van de produkten zijn over een lange periode constant en worden door de bestuurder van het systeem meegegeven. Het aantal en tijdstip zal de verdeler moeten bepalen. Het streven van de verdeler is te voldoen aan de afleveringscondities en daarbinnen trachten de wachttijden voor de produkten te minimaliseren.

De parameters zijn:

- leverkwaliteit
- levertijd.

Het aantal en tijdstip van leveren bepalen samen de leverkwaliteit. Deze is pas voldoende indien aan beiden is voldaan. De levertijd wordt bepaald door de afstemming met de leverancier (de levertijd van de toeleveringsprodukten) en de doorlooptijd.

Een mogelijke keuze voor het toeleveringsaantal is het afleveringsaantal plus het te verwachten aantal afgekeurde produkten (ervan uitgaande dat ze in dezelfde eenheden worden uitgedrukt). Ook is het mogelijk dat dit aantal niet vrij is te kiezen, daar het een veelvoud moet zijn van een bepaalde minimale of vaste seriegrootte van het toeleverings- of produktieproces. Vooraf is niet bekend hoe groot het werkelijke aantal afgekeurde produkten zal zijn. Daarom zal het toeleveringsaantal groot genoeg moeten zijn, opdat bij een relatief groot aantal afgekeurde produkten toch aan de leverkwaliteit wordt voldaan.

Een laat gekozen toeleveringstijdstip zal de wachttijd voor de produkten klein houden, maar zal de ruimte voor indelen beperken. Mogelijke keuzen hiervoor zijn:

- Afleveringstijdstip - verwachte doorlooptijd. Wachttijd en indeelruimte klein.
- Zo snel mogelijk. Wachttijd en indeelruimte groot.
- Op basis van een vooraf te maken indeling. Wachttijd en indeelruimte nihil.

Het tijdstip dat wordt meegegeven met de produktieorder aan het indelerniveau is gelijk aan het afleveringstijdstip.

Een verdere mogelijkheid biedt het opdelen van toeleveringsorders. De som van de toeleveringsaantallen is gelijk aan het gewenste aantal en de toeleveringstijdstippen zijn verschillend. Hierdoor hoeft de leverancier niet alles in één keer te leveren, maar kunnen sommige series later worden geleverd. Dit heeft als voordeel dat de toeleverancier meer vrijheid heeft met indelen en de produkten meer op het juiste tijdstip worden aangeleverd, waardoor de wachttijd van de produkten gering blijft.

HOOFDSTUK 4

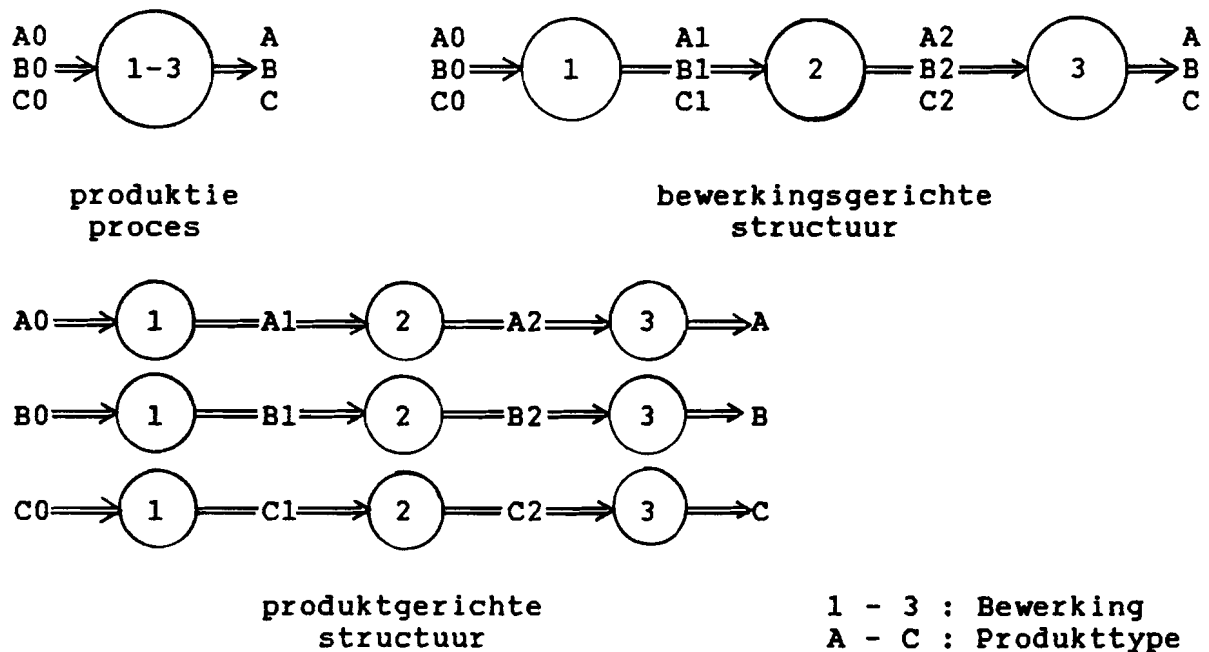
HET NIEUWE PRODUKTIESYSTEEM

Het in het vorige hoofdstuk beschreven kwaliteitsmodel zal in dit hoofdstuk worden gebruikt om de nieuwe besturing bij PL Automotive te specificeren. Hierbij is eerst de ordening van de produktieprocessen bepaald, waarop daarna de besturingsprocessen zijn aangebracht.

4.1 Produktgerichte structuur

De huidige produktie bij PL Automotive is bewerkingsgericht geordend. Door opdeling van de produktie in een aantal produktieprocessen is meer inzicht verkregen in de verschillende deelprodukten die ontstaan tijdens de produktie van grondstof tot eindprodukt. Deze produktieprocessen blijken echter nog te complex te zijn om een goede leverkwaliteit te kunnen realiseren.

Om meer inzicht in de leverkwaliteit van groepen produkten te verkrijgen kan een produktieproces worden opgesplitst naar produkten. In het uiterste geval worden de produktieprocessen volledig opgesplitst naar één type produkt. Zo ontstaat de produktgerichte structuur (zie figuur 4.1). Deze opdeling leidt tot nog meer overzicht, waardoor een betere afstelling van de processen en een betere afstemming tussen de processen kan worden bereikt, wat de kwaliteit gunstig beïnvloedt.



Figuur 4.1 Opsplitsing produktieprocessen

Om de produktgerichte structuur te kunnen implementeren is onderzocht hoe dit met het huidige produktiemiddelenbestand kan worden bereikt. Het opdelen heeft om economische redenen zijn beperkingen. In eerste instantie is een onderzoek gedaan naar het vulcanisatieproces, de capaciteitsbottle-neck, waarbij de nadruk lag op de bewerkingstijden, toegepaste produktiemiddelen en aantal en omzet van de verschillende produkttypen. Hieruit blijkt dat een opdeling in vier produktgroepen goed is aan te bevelen (bijlage D). Deze groepen zijn:

- waterpompdichting
- schokdemperdichting
- klepsteeldichting
- overige dichtingen. Deze groep bevat weliswaar enige subgroepen, maar deze zijn op basis van omzet en aantal niet geschikt voor opsplitsing.

Een hierna ingesteld onderzoek bij het nabewerkingsproces leverde een opdeling per produktgroep van de volgende bewerkingen op (zie bijlage E):

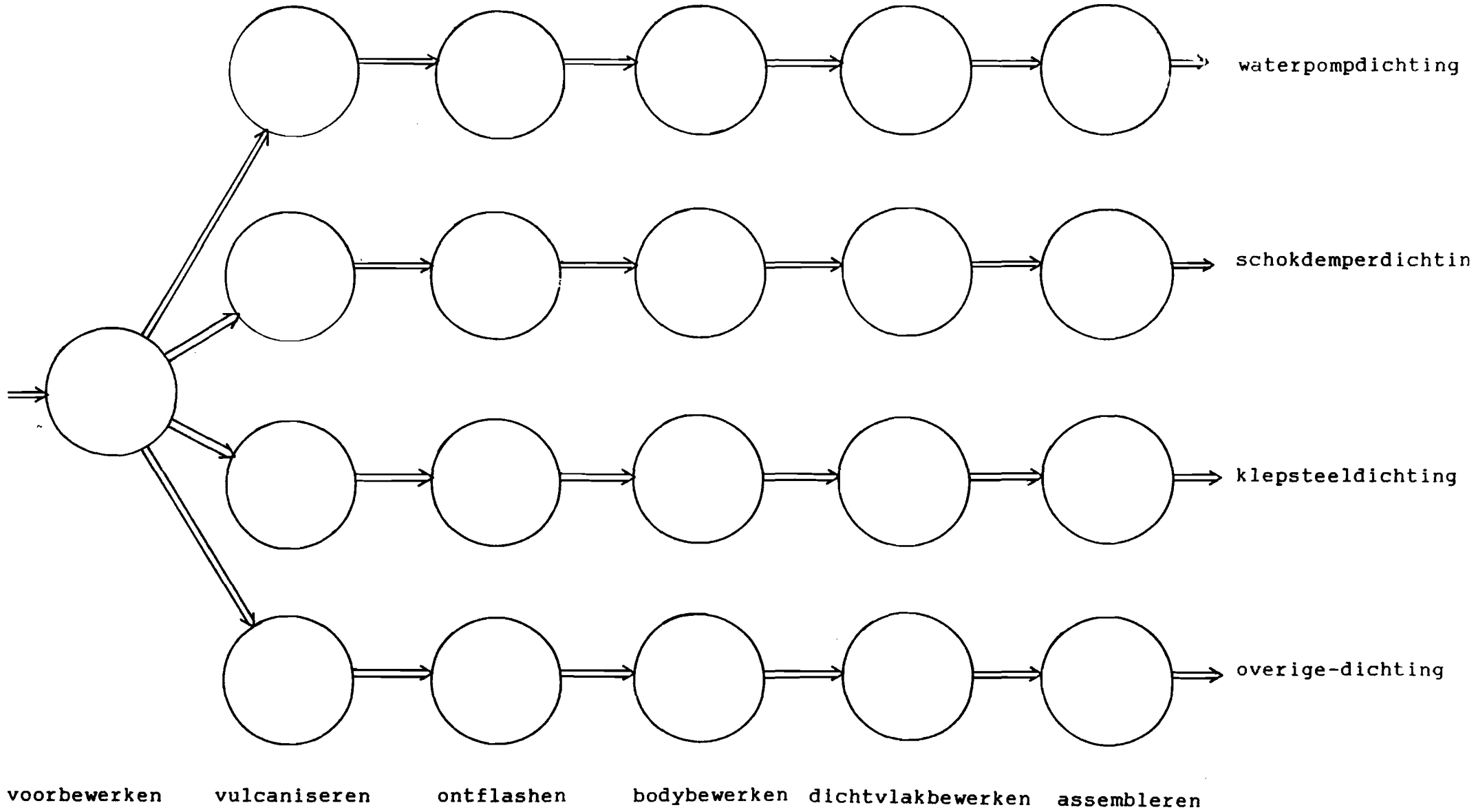
- ontflashen
- bodybewerken
- dichtvlakbewerken
- assembleren.

Het assembleren en verpakken zijn hierbij samengenomen. Hierna is de mogelijkheid van toewijzing van produktiemiddelen aan produktgroepen onderzocht. De verwachting is dat dit goed mogelijk is. Alleen bij het bodybewerken zullen produktiemiddelen gemeenschappelijk moeten worden benut.

Het toewijzen van de produktiemiddelen van het voorbereken is niet mogelijk (zie bijlage F). Bij het voorbereken is het overzicht echter goed en een verdere opdeling daarom niet noodzakelijk.

Het onderzoek resulteert in een opsplitsing in vier produktielijnen. De materiestroom verloopt volgens figuur 4.2. In deze opsplitsing van de produktieprocessen zijn de voordelen van zowel de produkt- als de bewerkingsgerichte structuur verenigd. Doordat de produkten in de eerste drie groepen veel overeenkomsten qua bewerkingen vertonen, kunnen processen goed op elkaar worden afgestemd en wordt omstellen beperkt. De produktiecapaciteit is per groep van voldoende grootte om fluctuaties in de vraag goed op te kunnen vangen.

Op dit moment zijn in het bedrijf een aantal nieuwe ontwikkelingen gaande op het gebied van de produktietechnologie. Van belang is dat deze ontwikkelingen goed kunnen worden ingepast in de opgegeven ordening van processen.



16a

Figuur 4.1 De nieuwe ordening van de produktie

De spuitgietsmachine, die sinds kort in het vulcanisatieproces wordt ingezet, is om kwaliteitsredenen een enorme verbetering. Het spuitgietsen geschiedt volgens het injection moulding principe. Er wordt gebruik gemaakt van een laagvoudige matrijs, is nauwkeuriger en reproduceerbaarder en er kan op eenvoudige wijze proceswaarden uit het proces worden verkregen (produktkwaliteit). Het proces heeft een kortere en een constantere cyclustijd dan de huidige toepassingen. Tevens is de omsteltijd gereduceerd (leverkwaliteit).

4.2 De besturing

De besturing is gestructureerd en gespecificeerd volgens het in hoofdstuk 3 ontwikkelde kwaliteitsmodel. De invulling van de besturing is per besturingsniveau gegeven, waarbij per productie-eenheid de noodzakelijke aanvullingen ten opzichte van de huidige toestand zijn behandeld.

De functie van de evaluator ontbreekt in de oude besturing. De evaluator zal daarom in eerste instantie het verzamelen van informatie over de verschillende parameters tot doel hebben. Een analyse van de resultaten levert inzicht in de mogelijkheden van de realisator en op welke wijze dit kan worden bereikt. Zijn er duidelijk aanwijsbare verbanden en is de mogelijkheid tot bijsturing aanwezig, dan kunnen de functies van controleren en bijsturen op een real-time basis worden uitgevoerd.

4.2.1 Het uitdelerniveau

Preparator

Omdat de producten als zodanig herkenbaar moeten zijn en blijven moeten de produktiekaartjes bij de desbetreffende producten blijven, of de bak waarin de producten zich bevinden is als zodanig herkenbaar en de gegevens zijn geregistreerd. Dus bewaren van metaalvoorbewerkings-, mengselkeur-, en voorvormselkaarten. Tevens mogen series producten met een verschillende historie niet worden gemixed. De producten dienen uit de voorraad te worden gehaald volgens het First-In-First-Out principe.

Ten behoeve van de identificatie van de producten van het vulcanisatieproces zal per man/machine/voorbewerkingsbatch één serie moeten worden genomen. Het streven is om producten met dezelfde productiecondities, dus uit dezelfde matrijsholte, bij elkaar te houden. Dit is bij meervoudige matrijzen niet of nauwelijks te realiseren.

Om het mixen van series te voorkomen zal extra aandacht moeten worden besteed bij het navulcaniseren, vriezen, trommelen en vol-automatisch snijden van de produkten. Bij werkplekken buiten het bedrijf zal dit door middel van het vermijden van uitgifte van meerdere series van hetzelfde produkttype moeten worden voorkomen.

Indien wordt overgegaan op een nieuwe serie inkoopdelen wordt een nieuwe produktieserie gestart. Het verpakken geschiedt seriegewijs. Het produktkwaliteitscertificaat wordt hierbij toegevoegd.

Evaluator

De in het kwaliteitsmodel aangegeven parameters van het uitdelerniveau zijn:

- produktkwaliteit
- gesteldheid produktiemiddel
- proceswaarde.

De controle van de produktkwaliteit blijft ook in de toekomst gebaseerd op het gehanteerde SPC-systeem. Door de voorgestelde ordening van produktie en de door de preparator doorgevoerde identificatie kan het SPC-systeem beter tot zijn recht komen. De gevonden afwijkingen aan de produkten kunnen nu per serie en processtap worden gekwalificeerd, gekwantificeerd en gedocumenteerd. Afwijkingen kunnen worden teruggekoppeld naar de preparator. Bij een tijdig uitgevoerde controle bestaat nu de mogelijkheid dat door terugkoppeling naar de preparator deze corrigerend in het lopende produktieproces kan ingrijpen. Van belang is daarom dat naar methodes wordt gezocht om afwijkingen snel te constateren. Dit kan geschieden door:

- Vergroten van de reproduceerbaarheid van de controle van de operator, waardoor deze zelf SPC-controles kan uitvoeren. Tevens zal registratie en verwerking van deze produktwaarden door de produktieafdeling zelf moeten geschieden.
- Een verbeterde produktcontrole in het vulcanisatieproces.
- Het onmiddellijk keuren van de mengsels na samenstelling.
- Het inbouwen van meetapparatuur in het meng- en vulcanisatieproces.

De evaluator meldt aan de indeler produktierealisatie, produktkwaliteit en onderhoudsopdrachten. Voor het melden van de noodzaak tot het plegen van onderhoud aan de produktiemiddelen onderzoekt de evaluator hiertoe de gerealiseerde produktwaarden op trends die op een niet optimaal functioneren van het produktiemiddel duiden en controleert door regelmatige inspectie de conditie van het produktiemiddel. Op het gebied van de produktierealisatie zal in de toekomst vooral gelet moeten worden op het terugmelden van het werkelijk uit een mengsel gehaalde rubberdelen.

4.2.2 Het indelerniveau

Preparator

Het indelen geschiedt op basis van het afleveringstijdstip. De opdeling in vier produktielijnen vermindert de volumeflexibiliteit per produktielijn. Dit kan op het indelerniveau worden opgevangen door middel van het naar voren halen van produktieopdrachten. In noodgevallen kan een order worden afgeschoven naar een andere lijn. Tevens is deze opdeling gevoeliger voor capaciteitsuitval, waardoor extra aandacht aan preventief onderhoud wordt besteed. Dit onderhoud wordt als een produktieopdracht ingedeeld.

Ten tijde van veel produktieorders zal meer nadruk worden gelegd op het zo goed mogelijk benutten van de capaciteit. Het omstellen wordt vermeden door meerdere series van hetzelfde produkttype na elkaar in te delen.

Bij de door de evaluator gemelde afwijkingen in doorlooptijden en/of seriegroottes wordt de indeling bijgesteld.

Tussen indelers worden produktgegevens uitgewisseld, zodat een indeler ten alle tijden zijn voorraad toeleveringsprodukten kent. In het geval van herbewerken van produkten is een aparte vermelding hierover noodzakelijk.

De vulcanisatie-indeler geeft dagelijks zijn behoefte via de verdeler door aan de voorbereiding. Omdat de produkten van de voorbereiding ten behoeve van de kwaliteit niet te lang bij het vulcanisatieproces op voorraad mogen liggen, wordt een nauwkeurige afstemming per dag gemaakt.

De mengselgrootte is variabel gesteld. Het gevraagde aantal rubberdelen wordt vertaald naar een aantal mengsels van een bepaalde begrensde hoeveelheid.

Er worden nauwkeuriger opdrachten aan werkplekken buiten het bedrijf gegeven. Tevens vindt er vaker transport plaats.

Evaluator

De in het kwaliteitsmodel aangegeven parameters van het indelerniveau zijn:

- doorlooptijd
- seriegrootte.

Per produktieopdracht worden de doorlooptijd en seriegrootte geregistreerd. Afwijkingen hierin worden teruggemeld aan de preparator. Voor de bestuurder zijn deze waarden van belang voor inzicht in het functioneren van de produktie-eenheid. Hiermee worden de verschillende produktie-eenheden beter op elkaar afgestemd.

4.2.3 Het verdelerniveau

Preparator

Het verdelen geschiedt als volgt:

- Het toeleveringstijdstip is gelijk aan het afleveringstijdstip, vermindert met de doorlooptijd en speling. De speling is ten tijde van geringe vraag klein en ten tijde van grote vraag groot. De algorithmes "zo snel mogelijk" en "vooraf indelen" vielen af vanwege de onmogelijkheid van respectievelijk afstemmen en snel reageren op nieuwe orders.
- Het toeleveringsaantal is gelijk aan het afleveringsaantal plus de maximaal te verwachten afkeur (bij normaal functioneren). Bij een gemelde afwijking in het afleveringsaantal wordt een nieuwe order voor het verschil uitgegeven.

Voor de produktieorder aan de indeler geldt dat het tijdstip gelijk is aan het afleveringstijdstip en het aantal gelijk is aan het toeleveringsaantal. Het toeleveringstijdstip voor het ontflamen en assembleren is afhankelijk van het transporttijdstip naar een werkplek buiten het bedrijf.

Evaluator

De in het kwaliteitsmodel aangegeven parameters van het verdelerniveau zijn:

- leverkwaliteit
- levertijd.

Het door de indeler gemelde tijdstip en aantal van leveren worden vergeleken met de gestelde normen en afwijkingen hierin worden gemeld aan de preparator. De hieruit gevormde leverkwaliteit en levertijd is voor de bestuurder een maatstaf voor het functioneren van de produktie-eenheid.

4.3 Conclusie

Door het invoeren van het nieuwe produktiesysteem kunnen door hoofdzakelijk organisatorische maatregelen de aanwezige produktiemiddelen en controlesystemen beter worden benut. Als voornaamste nieuwe elementen worden ingevoerd de produktgerichte ordening van produktieprocessen en het kwaliteitsmodel. Hierdoor kan door middel van een real-time controle en terugkoppeling een betere produkt- en leverkwaliteit op een meer efficiënte manier worden bereikt.

Bij PL Automotive zijn op dit moment een aantal nieuwe ontwikkelingen gaande op het gebied van de produktietechnologie. Om de mogelijkheden van deze ontwikkelingen wat betreft produktie en produktieinformatie optimaal te kunnen benutten wordt de invoering van het voorgestelde nieuwe produktiesysteem ten sterkste aangeraden.

NABESCHOUWING

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de proces-interactie benadering en het structuur- en besturingsmodel, gebaseerd op deze benadering. Zowel de proces-interactie benadering als beide gereedschappen zijn zeer waardevol gebleken bij het modelleren van produktie en besturing. Het uit het structuur- en besturingsmodel gevormde kwaliteitsmodel heeft de voordelen van beiden in zich en is een nuttig instrument om de kwaliteit te beheersen. Het kan worden toegepast bij het ontwikkelen van discrete, in kleine en middelgrote series producerende systemen.

PL Automotive produceert volledig op basis van werkelijk aanwezige orders. Daar bepaalde produkttypen in grote aantallen en zelfs wekelijks worden geleverd zou produktie op basis van voorspellingen tot de mogelijkheden kunnen behoren. Meerdere series van een bepaald produkttype zouden na elkaar kunnen worden geproduceerd, wat de doorlooptijd positief beïnvloed. Tevens zouden de fluctuaties in de orderstroom hiermee kunnen worden gedempt, waardoor een betere benutting van de produktiecapaciteit kan worden bereikt.

Het opgezette model is een goed uitgangspunt voor de verificatie van de gevonden opzet met behulp van discrete simulatie. Een bijzonder aandachtspunt hierbij zou de verdeling van de capaciteit over de verschillende produktielijnen kunnen zijn.

De sociale werkplaatsen en thuiswerkers hebben een sterk negatieve invloed op zowel de produkt- als de leverkwaliteit. Er zal een onderzoek moeten worden gehouden naar het functioneren van deze werkplekken. Hierbij zal in het bijzonder moeten worden gelet op de volgende punten:

- Wat kan op economische gronden, vooral in verband met de doorlooptijd, het beste in het bedrijf zelf worden geproduceerd en wat kan beter worden uitbesteed.
- Is vaker transport tussen het bedrijf en de sociale werkplaatsen mogelijk?
- Laten de steeds hogere eisen aan de produkt- en leverkwaliteit het produceren en controleren op werkplekken buiten het bedrijf toe?

LITERATUURLIJST

Arentsen J.H.A., Rooda J.E.,
Analyse van een productie- en opslagsysteem ten behoeve van de
fabricage van fietsbuitenbanden,
Transport en Opslag, augustus, pag. 58 - 62 (1982).

Arentsen J.H.A., Rooda J.E.,
Een structuurmodel voor de beschrijving van transport- en
produktiesystemen,
Transport en Opslag, september, pag. 88 - 90 (1983a).

Arentsen J.H.A., Rooda J.E.,
Gebruik van een structuurmodel bij een fietsbandenfabriek,
Transport en Opslag, november, pag. 82 - 84 (1983b).

Botter C.H.,
Produktiemanagement,
Kluwer (1985).

Gereards J.H.A.M.,
Besturingen in de lift,
Afstudeerrapport, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Technische Universiteit Eindhoven (1987).

Haterd A.W.J.M. van de,
Prestaties in industriële systemen, een kwestie van besturen,
Afstudeerrapport, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Technische Universiteit Eindhoven (1988).

Heij P., Sanders P.,
Ontwerpen van technische produktiesystemen,
Collegedictaat, Faculteit der Bedrijfskunde,
Technische Universiteit Eindhoven (1986).

Lievestro R.,
Functionele productiebeheersing,
Afstudeerrapport, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Universiteit Twente, Enschede (1985).

Lodeweegs M.A.G.,
Produktiebesturing in een papierfabriek,
een analyse met behulp van de proces-interactie benadering,
Afstudeerrapport, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Technische Universiteit Eindhoven (1987).

Overwater R.,
Processes and interactions,
Proefschrift,
Technische Universiteit Eindhoven (1987).

Rooda J.E.,
De kunst van het automatiseren,
Inaugurale rede,
Technische Universiteit Eindhoven (1987).

Rooda J.E., Boot W.C.,
Systemen en modellen,
Memo 39, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Universiteit Twente, Enschede (1983).

Rooda J.E., Joosten S.M.M., Rossingh T.J., Smedinga R.,
Simulation in S84,
Manuel, Faculteit der Werktuigbouwkunde,
Universiteit Twente, Enschede (1984).

Rooda J.E., Overwater R.,
Een aparte werkelijkheid,
Voordracht 4e Material handling systems dag,
Philips, Eindhoven (1986).

Schönberger R.J.,
Japanese manufacturing techniques, Nine hidden lessons in
simplicity,
The Free Press, New York (1982).

Smedinga R.,
Simulatie,
Collegedictaat, Afdeling der Werktuigbouwkunde,
Universiteit Twente, Enschede (1986).

Veld J. in 't,
Analyse van organisatieproblemen,
Elsevier, Amsterdam/Brussel (1981).

BIJLAGE A

DE PROCES-INTERACTIE BENADERING

Wanneer men een systeem gaat analyseren zal men op een bepaalde manier naar dingen kijken. Hieruit kunnen problemen worden afgeleid die dienen te worden opgelost. Het licht waarin deze problemen worden gezien en de kwaliteit van de oplossingen hangen nauw met elkaar samen [Rooda, Overwater, 1987]. Een geschikte zienswijze voor het kijken naar produktiesystemen is de proces-interactie benadering [Overwater, 1987]. Deze benadering is niet alleen geschikt voor het analyseren maar ook voor het ontwikkelen van produktiesystemen. Deze ontwikkeling kan worden verdeeld in een drietal stadia: de specificatie, validatie en implementatie. Voor ieder stadium is een apart gereedschap voorhanden. Die gereedschappen zijn alle drie gebaseerd op de proces-interactie benadering, teneinde een integrale aanpak mogelijk te maken.

Volgens de proces-interactie benadering bestaat een systeem uit elementen en relaties. Elementen zijn er in twee soorten: levende en levenloze. Levende elementen voeren acties uit; zij kunnen veranderingen aanbrengen in de toestand van een systeem en zijn afwisselend actief of inactief. Levenloze elementen ondergaan acties en zijn altijd passief.

De relaties in het systeem bepalen hoe de verschillende elementen samenhangen. Ieder levend element voert herhaaldelijk een aantal dezelfde acties, een proces, uit. Processen kunnen worden opgevat als relaties tussen levenloze elementen. Ze leggen vast hoe de levenloze elementen in elkaar kunnen worden omgezet.

Levenloze elementen moeten van proces tot proces kunnen worden overgedragen. Tussen de levende elementen in een systeem bestaan er daarom relaties die bepalen op welke wijze deze overdracht moet plaatsvinden. Deze relaties worden interacties genoemd. Via de interacties beïnvloeden de levende elementen elkaars procesvoortgang. Een systeem kan dan ook worden gezien als een samenstel van processen en interacties. Processen worden weergegeven door bollen en interacties door pijlen.

Iedere interactie maakt gebruik van een bepaald mechanisme dat aangeeft op welke wijze de levenloze elementen (of de inhoud daarvan) worden overgedragen. Er worden twee basis-mechanismen onderscheiden, namelijk het discrete en het continue mechanisme. Het discrete mechanisme biedt de mogelijkheid afhankelijk van de toestand van het systeem elementen over te dragen. Dit mechanisme is uitgerust met een buffer. Het continue mechanisme maakt het mogelijk om continu de inhoud van een bepaald element via de interactie te kunnen overdragen.

BIJLAGE B

BEHEERSING PRODUKTKWALITEIT

Het traditionele denken omtrent kwaliteit berust op het feit dat de kwaliteitsafdeling alle produkten uitsorteert welke niet voldoen aan de specificaties. Dit is echter economisch gezien geen effectieve wijze van produceren. Volgens het nieuwe kwaliteitsdenken binnen een bedrijf tracht men dan ook te vermijden, dat onbruikbare produkten worden geproduceerd. Hetgeen betekent dat de geproduceerde produkten een directe verkoopszekerheid bereiken, welke bij de traditionele denkwijze niet valt te verwezenlijken.

De taak van de kwaliteitsafdeling binnen de nieuwe denkwijze, bestaat uit het bepalen van vergelijkingswaarden en het verstrekken van informatie omtrent de hoedanigheid van het kwaliteitsniveau van een produkt. Deze nieuwe taak zal men moeten vervullen middels toepassing van de statistiek. De automobielfabrikant Ford, een klant van PL Automotive, omschrijft in haar handboek "Q 101" de toepassing van Statistische Proces Controle (SPC).

B.1 Statistische Proces Controle

De werkwijze van SPC is in grote lijnen als volgt. Ten behoeve van de beheersing van het proces wordt van een in dat proces geproduceerd produkt een noodzakelijke en bestuurbare maat gekozen. Deze wordt gemeten bij de door middel van steekproeven genomen produkten. Bij elke steekproef wordt het gemiddelde en de range bepaald. Uit deze gemiddelden wordt het gemiddelde genomen. Deze vormt de centrale lijn van het proces. Ook wordt de gemiddelde range bepaald. Via een statistische formule worden een bovenste en onderste regelgrens bepaald voor zowel het gemiddelde als de range. Er wordt verder gegaan met het nemen van steekproeven en het proces wordt bijgesteld, totdat een bepaalde stabiliteit optreedt. De noodzakelijke mate van stabiliteit is afhankelijk van de aan de maat gestelde eisen en de gevonden regelgrenzen. Dit houdt in dat het patroon op de controlekaart een natuurlijk verloop vertoont, normaal verdeeld en binnen de regelgrenzen blijft. Nu is het proces onder statistische controle. Zodra nu een waarde niet meer beantwoordt aan de SPC-regels, betekent dit dat het proces zich niet gedraagt zoals het zich heeft en kan gedragen. Voorbeelden van gevallen dat een (serie) waarde(n) niet beantwoordt aan de SPC-regels zijn:

- Een waarde valt buiten de regelgrenzen.
- Het ontstaan van trends.
- Een reeks waarden valt nog maar net binnen de regelgrenzen.

Tot aan het moment dat het proces onder statistische controle kwam, werd door een 100%-controle bepaald of de maat voldoet. Erna kan een steekproefsgewijze-controle worden uitgevoerd. In geval van bovenbeschreven afwijkingen dient weer te worden overgeschakeld op 100%-controle, totdat weer de gewenste stabiliteit is bereikt.

Voordat SPC kan worden toegepast zal er eerst moeten worden bepaald hoe, waar en door wie deze controle zal moeten plaatsvinden. Deze "planning" van de controle van kwaliteit wordt opgezet door middel van Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

B.2 Failure Mode and Effects Analysis

FMEA bevat een onderzoek naar de mogelijk voorkomende fouten en de gevolgen hiervan op het verdere gebruikersniveau. Dit betekent het vooruit bepalen van de mogelijke problemen, die tijdens de produktie kunnen ontstaan. De stappen die hiertoe worden ondernomen zijn:

- **Constructie-FMEA.**
Het bepalen in hoeverre de onderdelen van een produkt de oorzaak kunnen zijn voor het "niet-functioneren" op het verdere gebruikersniveau.
- **Produktie-FMEA.**
Het bepalen in hoeverre de verschillende processen de oorzaak kunnen zijn voor het "niet-functioneren" op het verdere gebruikersniveau.
Dit geschiedt middels de omschrijving van:
 - 1 Proces en/of systeemtoepassing.
 - 2 Mogelijke fouten die kunnen optreden.
 - 3 De mogelijke gevolgen van punt 2.
 - 4 Mogelijke oorzaken die punt 2 tot gevolg hebben.
 - 5 Controle maatregelen die constatering van punt 2 mogelijk maken.
 - 6 Risico-indexering van punt 3.
 - 7 De te ondernemen acties bij risico-indexen welke een te hoge waarde verkrijgen.
 - 8 Risico-indexering na de ondernomen acties van punt 7.
- **Controle-plan.**
Het vastleggen aan de hand van de vorige twee stappen in hoeverre de daaruit volgende kenmerken moeten worden gecontroleerd.
Dit geschiedt middels de omschrijving van:
 - 1 Handelingsfase. In-, on- of off-line controle.
 - 2 Steekproeffrequentie.
 - 3 Steekproefgrootte.
 - 4 Meet- en/of controlemethode en wijze van registratie.
 - 5 De te ondernemen acties bij "No Go" erkenning.

B.3 Kwaliteitsafdeling

De kwaliteitsafdeling, bij PL Automotive kwaliteitszorg geheten, is onder te verdelen in de kwaliteitsdienst en de kwaliteitscontrole.

De kwaliteitsdienst ontwerpt met behulp van controleplannen en FMEA systemen die de produktieafdelingen ondersteunen. Deze systemen moeten een kwaliteitszekere vervaardiging van een produkt mogelijk maken. Deze systemen worden regelmatig gecontroleerd door middel van audits en de uitvoering van controleplannen in de produktie. Tevens verzorgt de kwaliteitsdienst de invoering van SPC-regelkaarten in de produktieafdelingen.

De kwaliteitscontrole voert steekproeven uit en registreert en analyseert de procesgegevens. Tevens controleert en ijkt de kwaliteitscontrole alle meetinrichtingen en stelt het in samenwerking met de kwaliteitsdienst de te controleren kenmerken vast. De kwaliteitscontrole dient als deel van een produktieafdeling te worden beschouwd.

De machineoperator zal zelf de kwaliteit van het produkt moeten controleren. Dit is bij PL Automotive nog niet ver genoeg doorgevoerd, daar deze controle nog geen voldoende reproduceerbaarheid bezit. Door registratie en vergelijking van de steekproefgegevens van de operator met de kwaliteitscontroleur kan hier verbetering in aan worden gebracht.

Veel verbetering van de produktkwaliteit kan worden bereikt door wat men noemt "foutenpreventie". Deze bestaat uit een drietal activiteiten:

- Het elimineren van sporadische oorzaken die plotselinge afwijkingen van het gewenste niveau tot gevolg hebben.
- Het elimineren van chronische oorzaken die tijdens de produktie tot gevolg hebben dat het foutenniveau constant te hoog ligt.
- Het vermijden van dergelijke sporadische en chronische oorzaken door er bij de ontwerp kwaliteit en produktieplanning zorgvuldig rekening mee te houden.

Het elimineren van sporadische oorzaken, het zogenaamde "trouble-shooten", ontvangt vaak de meeste aandacht. De chronische oorzaken hebben daarentegen een continue invloed op de kwaliteit. Door middel van het verrichten van een intensief onderzoek (FMEA) kan een verdere procesbeheersing worden bereikt en chronische en sporadische oorzaken worden vermeden.

BIJLAGE C

HUIDIGE PRODUKTGROEPEN

De produkten bij PL Automotive zijn onderverdeeld in een negental produktgroepen. Deze zijn ingedeeld naar de vorm van het produkt. Een produkt wordt aangegeven door een specifiek produktnummer. Deze is van de vorm van 1-234. Hierbij geeft het eerste nummer de produktgroep aan en het tweede getal (234) een algemeen volgnummer. De produktgroepen zijn in tabel C.1 aangegeven. Indien niet anders vermeld is het rubbergedeelte verstevigd met een metalen ring.

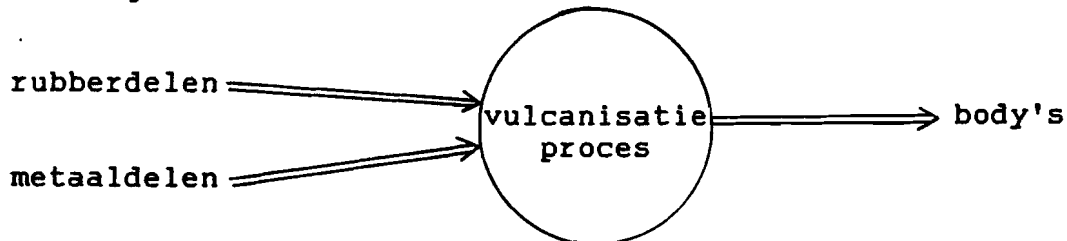
Produktgroep	Type produkt
0	Vol rubberprodukt, O-ring.
1	Waterpompdichting. Bestaat uit een body met daarop geassembleerd halfprodukten.
2	Lagerdichting.
3	Radiaaldichting met veer, waaronder schokdemperdichting.
4	Radiaaldichting zonder veer.
5	Manchetten, vol rubberprodukt.
6	Overige dichtingen.
7	Overige dichtingen, vol rubberprodukt.
8	Klepsteeldichting. Met en zonder metalen verstevigingsring en/of veer.

Tabel C.1 De produktgroepen

BIJLAGE D

DE VULCANISATIE

In het vulcanisatieproces worden rubber- en metaaldelen samengevoegd tot een body. Het rubber wordt hierbij (gedeeltelijk) uitgevulcaniseerd. Het vulcanisatieproces heeft de volgende interacties:



Figuur D.1 Het vulcanisatieproces

Uit een rubberdeel en eventueel een metalen verstevigingsring worden zo'n 170 typen body's geproduceerd. De relaties tussen het rubber- en metaaldeel en de body zijn eenduidig.

Het rubberdeel varieert qua samenstelling, vorm en gewicht. De vorm wordt grotendeels bepaald door de toegepaste produktiemethode:

- Stukjes (Compression Moulding).
- Stroken (Injection Moulding).
- Plakken (Transfer Moulding).

De metaaldelen verschillen voor wat betreft:

- Vorm en afmeting.
- Voorbehandeling.

Een body onderscheidt zich voor wat betreft:

- Vorm en functie.
- Omzet en aantal, met andere woorden hoe interessant zijn de produkten.
- Samenstelling.

D.1 Het produktieproces

Het vulcaniseren vindt plaats op persen met matrijzen en rijplaten. Een matrijs bevat een aantal holtes waarin het rubber- en metaaldeel worden samengebracht. Door het rubber onder druk te zetten zal het de vorm van de holte aannemen en onder invloed van de verhoogde temperatuur (gedeeltelijk) uitvulcaniseren.

Het metaaldeel wordt door de vulcaniseur in de matrijsholtes gelegd. Het inbrengen van de rubber geschiedt op drie verschillende wijzen, afhankelijk van de toegepaste produktiemethode:

- Compression moulding. In elke matrijsholte wordt een stukje rubber gelegd; bij het sluiten van de matrijs wordt de rubber in de vorm van de holte geperst.
- Injection moulding. De in lange repen aangevoerde rubber wordt in de verschillende holtes van de gesloten matrijs geperst.
- Transfer moulding. Er wordt één plak rubber in de matrijs gelegd. Bij het sluiten van de matrijs wordt de rubber over de verschillende holtes verdeeld.

Het produktieproces kenmerkt zich door:

- Aard bewerkingen: produktiemethode, cyclustijd, batchgrootte.
- Gebruikte produktiemiddelen.

De batchgrootte is gelijk aan het aantal produktholtes in een matrijs. De procescyclustijd is gelijk aan de vulcanisatietijd (de tijd dat de matrijs gesloten is, 4 - 8 minuten) en de bedieningstijd. De omsteltijd bestaat uit de matrijs- en de rijplaatomsteltijd. Indien wordt overgegaan op een ander produkt zal de matrijs moeten worden omgesteld. Indien de in te zetten matrijs gelijksoortig is aan de uit te halen matrijs kan dezelfde rijplaat worden benut. Dit is meestal het geval indien wordt overgegaan op een gelijksoortig produkt.

De produktietijd is afhankelijk van:

- Vulcanisatietijd.
- Bedieningstijd van de vulcaniseur:
 - * Wel/geen losmiddel gebruiken
 - * Wel/geen metaaldeel inleggen
 - * Wijze van rubberdeel inbrengen
 - * Wijze van lossen (volledig handmatig of semi-automatisch)
 - * Aantal produktholtes
 - * Schoonmaken matrijs.
- Matrijsconditie.
- Produktkwaliteit.
- Seriegrootte.
- Wachtijd, omdat de vulcaniseur op dat moment een andere pers bedient. Dit wordt beïnvloed door de combinatie van persen met produkten welke door één en dezelfde vulcaniseur worden bediend.

D.2 De produktiemiddelen

Het produktieproces wordt verricht door 53 persen, verdeeld over 9 groepen (zie tabel D.1) en vulcaniseurs. In de pers is een rijplaat en een matrijs ingebouwd.

groeps nummer	aantal	persdruk (in ton)	type	omschrijving
1	6	400	T/C	
2	7	300	T/C	alleen: kleine T-matrijzen
3	7	360	T/C	ook: grote T-matrijzen
4	4	75	T/C	alleen: kleine matrijzen
5	6	100	T/C	
6	5	175	T/C	
7	6	200	T/C	
8	3	200/400	T/C	produktie afbouwen
9	9	130	I	produktie afbouwen

C=Compression Moulding

I=Injection Moulding

T=Transfer Moulding

Tabel D.1 Persgroepen

De persgroepen onderscheiden zich voor wat betreft:

- Maximale perskracht.
- Produktiemethode (compression-, transfer- of injection moulding).
- Grootte van de verwarmingsplaten (bepaalt matrijsgrootte).

Een matrijs is opgebouwd uit matrijsplaten en -holtes. De holtes zijn produktgebonden, terwijl de platen enigszins uitwisselbaar zijn. De verschillende matrijsparameters zijn:

- Aantal platen. Een matrijs bestaat uit een onder- en bovenplaat en eventueel een tussenplaat.
- Aantal holtes.
- Vereiste sluitkracht ten behoeve van het produkt.
- Buitenafmetingen.
- Procesparameters:
 - * Vulcanisatiemethode
 - * Boven- en/of onderplaat blijft wel/niet in de pers
 - * Opdrukken van platen door middel van opdruckers
 - * Opdrukken van holtes door middel van opdruckers.

De rijplaten zijn bevestigd op de uitrijtafel. Hier komen de matrijsplaten op te rusten, als ze uit de pers zijn gekomen. Afhankelijk van de matrijs worden opgedrukt:

- Matrijspla(a)t(en).
- Matrijsholtes.

Aan de rijplaten zijn opdruckers bevestigd ten behoeve van het opdrukken van de matrijsplaten. Voor het opdrukken van de holtes zijn er gaten in de rijplaat aangebracht met opdruckers eronder. Deze gaten verschillen voor wat betreft aantal en plaats per matrijstype.

D.3 Besturing

Verdeler

Een vulcanisatieorder bestaat uit:

- ordernummer
- produktnummer
- aantal
- week waarin moet worden gestart met produktie.

De aan de indeler opgegeven produktieorders bevat dezelfde gegevens. De door de indeler teruggemelde gerealiseerde aantallen worden vergeleken met de vereiste aantallen. Afwijkingen kunnen leiden tot nieuwe orders.

Indeler

De week voordat het produkt in produktie gaat wordt bepaald op welke pers de desbetreffende matrijs wordt ingezet. Dit geschiedt aan de hand van de volgende criteria (in volgorde van afnemende prioriteit):

- Op welke persgroep is de in te zetten matrijs in het verleden ingezet. Indien er geen plaats vrij is, waar kan hij worden ingezet.
- Vermijden het ombouwen van:
 - * Matrijs
 - * Rijplaat.
- Vermijden liftenbrekers. Dat zijn produkten die een niet passende bewerkingscyclus ten opzichte van hun omgeving hebben.
- Minimaliseren loopafstand vulcaniseur.

Uitdeler

Per ploeg wordt bepaald welke combinatie van persen door welke vulcaniseur wordt bediend. Een vulcaniseur bedient tijdens een dienst 2 tot 4 persen. Dit aantal is afhankelijk van de in produktie zijnde produkt-pers combinaties. Deze worden op een dusdanige wijze aan de vulcaniseurs toegewezen, dat een zo hoog mogelijke produktie wordt behaald. Er kunnen aanpassingen worden verricht indien op een pers de produktie wordt gestart (er is een nieuwe matrijs ingezet of de produktieproblemen zijn verholpen) of gestaakt (er zijn produktieproblemen of de order is klaar). Produktieproblemen kunnen het gevolg zijn van:

- Ontbreken toeleveringsprodukten.
- Slechte kwaliteit toeleveringsprodukten.
- Problemen aan pers en/of matrijs.
- Combinatie van factoren wat leidt tot te hoge afkeur van produkten.

De uitdeler meldt dagelijks de volgende informatie aan de indeler:

- Per dienst per pers:
 - * produktnummer
 - * persnummer
 - * aantal in produktie zijnde matrijsholtes
 - * aantal liften (aantal vulcanisatiecycli)
 - * werknummer vulcaniseur.
- Per dag: aantal geproduceerd per produkttype. Dit wordt bepaald door middel van wegen.

De gerealiseerde body's worden verpakt in bakken. Het aantal produkten in een bak wordt bepaald door middel van wegen. Dit aantal kan sterk variëren en komt meestal overeen met het aantal produkten gefabriceerd in het vulcanisatieproces tijdens één dienst. De bakken gaan vergezeld van kaartjes, waarop naast produktnummer en aantal ook de vulcanisatiedatum, het werknummer van de vulcaniseur en het mengseltype is vermeld.

D.4 Samengevat

Het geheel resulteert in de volgende situatie:

- De produktgroepen zijn verdeeld over de persgroepen (zie tabel D.2).
- Er is geen eenduidige toewijzing van produkttypen aan persen.
- Er is een grote variatie in bezettingsgraden van de persgroepen (zie tabel D.2).
- Er zijn veel liftenbrekers.
- Vaak ombouwen matrijs.
- Vaak ombouwen rijplaat.
- De vulcaniseurs bedienen vaak persen uit verschillende persgroepen in één dienst (loopafstand groot).
- De realisatiegegevens van vulcanisatieproces(sen) worden verwerkt als één geheel; daardoor slecht inzicht in functioneren van:
 - * persen
 - * produkttypen.
- Slechte afstemming met klant (nabewerking).
- Trage en onvoldoende terugkoppeling vanuit de nabewerking.

Concluderend kan worden gezegd dat als gevolg van de op deze wijze opgezette produktie met bijbehorende besturing het overzicht gering is en mede daardoor de doorlooptijd lang.

↙ percentage van de totale produktiecapaciteit

PRODUKT- GROEP	TOTAAL	PERSGROEP								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2.50%		0.33%			1.49%				13.49%
1	10.44%		18.24%		29.22%	2.22%				32.82%
2	1.75%	2.28%				8.12%	3.59%	2.03%		
3	8.19%	8.55%	13.81%	2.53%	1.83%	9.04%	16.77%	7.71%	6.21%	6.46%
4	0.59%		2.11%			0.19%	0.11%	2.50%		
5	2.74%	4.34%								13.22%
6	0.41%	1.13%	0.04%			2.41%				
7	2.55%	2.92%		0.17%		0.18%	9.53%		0.80%	7.24%
8	4.48%		24.03%	9.93%						
SDD	22.65%	10.90%	6.61%	62.10%	2.55%	9.99%	16.73%	83.40%		
TOTAAL	56.30%	30.12%	65.16%	74.72%	33.61%	33.65%	46.73%	95.63%	7.02%	73.23%

↖ bezettingspercentage per persgroep

Tabel D.2 Bezetting produktgroepen op persgroepen

D.5 Onderzoek naar een meer produktgerichte structuur

In het volgende zal worden getracht door wijziging in de ordening van de produktieprocessen verbeteringen in de doorlooptijd aan te brengen.

De doorlooptijd kan als volgt worden verkort:

- Vermijden van het omstellen van een matrijs en rijplaat door middel van overzicht van produktieorders.
- Verlagen van de produktietijd door aan een vulcaniseur geschikte produkt-pers combinaties toe te wijzen, waardoor de wachttijd wordt verkort. Hierdoor kunnen er meer procescyclussen per tijdseenheid worden behaald en dus ook meer worden geproduceerd.

Het aantal procescyclussen (liften) wat tijdens een bepaalde tijdseenheid kan worden behaald, is onder andere afhankelijk van de wachttijd (zie paragraaf D.1). Deze wachttijd wordt bepaald door de combinatie van persen welke door één en dezelfde vulcaniseur wordt bediend. Het is van belang om een vulcaniseur produkten te geven met een soortgelijke bewerkingscyclus. Dit betekent volgens tabel D.3 dat een vulcaniseur het beste produkten uit één en dezelfde produktgroep kan bedienen. In tabel D.3 is het theoretisch te behalen aantal liftens aangegeven. Hier is duidelijk te zien dat de verschillen per persgroep in aantal liftens veel groter zijn dan die per produktgroep.

Produktgroep	Aantal liften	Aantal holtes
	waterpompdichting	60 - 100
schokdemperdichting	45 - 60	20 - 55
klepsteeldichting	30 - 45	35 - 235
3- en 4-groep	25 - 60	5 - 40
2-groep	60	5 - 30
overig	45 - 200	10 - 70
Persgroep		
1	30 - 60	20 - 35
2	30 - 90	25 - 100
3	30 - 60	20 - 235
4	60 - 70	9
5	45 - 90	10 - 35
6	60	10 - 70
7	30 - 60	15 - 35
8	40 - 60	10 - 15
9	60 - 200	5 - 25

Tabel D.3 Aantal liften en holtes per produkt- en persgroep

Een andere analyse is die van de bezettingsgraden van de persen. Uit tabel D.2 blijkt dat de verschillen in bezettingsgraden per persgroep zeer groot zijn. Tevens is duidelijk te zien hoe de bezetting van de verschillende produktgroepen sterk verdeeld is over de persgroepen. Hierbij zijn de schokdemperdichtingen uit de 3-groep gehaald om een duidelijker beeld van deze produktgroep te verkrijgen. Door middel van verschuiven van produkttypen over persgroepen en het toewijzen van persen aan produktgroepen kan worden bereikt dat de produktgroepen minder verdeeld zijn over de persgroepen (zie tabel D.4). Dit levert een vergroting van het overzicht in de leverkwaliteit op. Tevens kan de spreiding in de bezettingsgraden van de persen worden verminderd. Wat betreft de bezettingsgraden van de persgroepen levert deze opdeling dus ook een verbetering op.

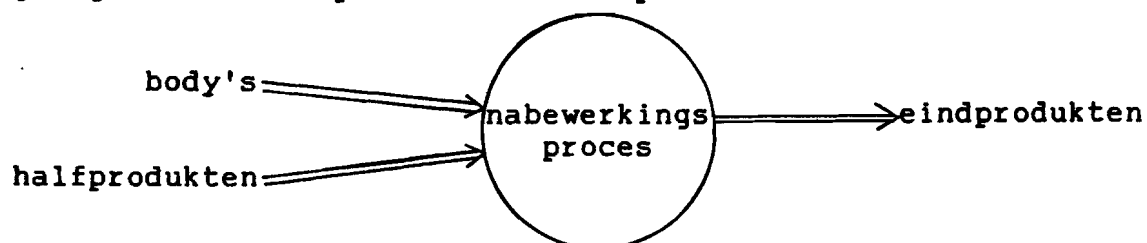
PRODUKT- GROEP		PERSGROEP								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
wpd	12.84%	55.78%	11.45%		29.22%					16.51%
sdd	21.48%			70.64%		9.99%	16.73%	83.40%		
ksd	5.65%		42.78%							
overig	16.38%	41.97%	21.92%		1.83%	21.43%	30.00%			19.68%
TOTAAL	56.30%	97.75%	76.16%	70.64%	31.05%	31.43%	46.73%	83.40%	0.00%	36.19%

Tabel D.4 Nieuwe bezetting produktgroepen op persgroepen

BIJLAGE E

DE NABEWERKING

Het nabewerkingsproces kan worden gezien als het proces van materiebehandeling van na het vulcaniseren totdat het goedgekeurde eindproduct in de expeditie belandt.



Figuur E.1 Het nabewerkingsproces

De volgende afdelingen werken mee:

- Eindafwerking.
- Waterpompafdeling.
- Inspectie.
- Expeditie.
- Tussenmagazijn.
- De sociale werkplaatsen en thuiswerkers.

E.1 Het produktieproces

De afleveringsprodukten van het nabewerkingsproces zijn de goedgekeurde eindprodukten welke in de expeditie belanden. De waterpompdichtingen zijn om kwaliteitsredenen al op de waterpompafdeling ingepakt, terwijl de andere produkten door de expeditie verzendklaar worden gemaakt. Het verwijderen van het overtollig rubber, de assemblage en visuele controle geschiedt op grote schaal bij sociale werkplaatsen en thuiswerkers. De eindcontrole, steekproefsgewijs of 100%, vindt altijd bij PL Automotive plaats. Voor een overzicht van alle mogelijke bewerkingen in het nabewerkingsproces, zie tabel E.1.

E.2 Produktiemiddelen

In de waterpompafdeling staan de produktieapparaten ten behoeve van de bewerkingen voor waterpompdichtingen, terwijl in de eindafwerkafdeling de apparaten ten behoeve van de overige bewerkingen staan. In het tussenmagazijn en de expeditie staat een weegschaal voor het bepalen van respectievelijk het aantal produkten en het totale verzendgewicht. In de inspectie wordt alleen visuele controle verricht.

In tabel E.2 is een lijst gegeven waarin per afdeling de verschillende produktiemiddelen staan vermeld welke worden gebruikt in het nabewerkingsproces. Achter de produktiemiddelen staat het aantal vermeld.

Ovenvulcanisatie	Ponsen
Vriezen	Assembleren
Trommelen	Ruwleppen
Schuren	Fijnleppen
Snijden	Ultra-sonor wassen
Snijden stoflip, semi-automatisch	Derde assemblage
Snijden veerlip, semi-automatisch	Lapvlaktest
Snijden stoflip, vol-automatisch	Balgtest
Snijden veerlip, vol-automatisch	Compacttest
Veren	Inspecteren
Stokladen	Plukken (thuiswerk)
Centerlooslijpen	Inspecteren (thuiswerk)
Zeven-wassen-drogen	Diverse bewerkingen
Afschuinen	Nabewerking/assemblage (thuiswerk)
Ontbramen	Diverse bewerkingen (sociale werkplaats)
Felsen	

Tabel E.1 Bewerkingen

Eindafwerkafdeling

Weegschaal 2
 Navulcaniseeroven 4
 Trommelaar 3
 Vriesmachine 1
 Automatische snijmachine 16
 Semi-automatische snijmachine 10
 Handbediende snijmachine 10
 Handbediende schuurmachine 13
 Afschuinmachine 2
 Slijpbank voor centerloos slijpen2
 Felsmachine 1
 Zeefmachine 2
 Wasmachine 2
 Droger 1

Waterpompafdeling

Navulcaniseeroven 4
 Lepmachine 5
 Ultra-sonor wasautomaat 1
 Wasautomaat 1
 Droger 1
 Testbank 16

Tussenmagazijn

Weegschaal 1

Expeditie

Weegschaal 1

Tabel E.2 Produktiemiddelen

E.3 Besturing

Een richtlijn bij de besturing is het leverschema. Hierin staat per produkt vermeld welke aantallen in een bepaalde periode nog moeten worden geleverd aan de expeditie. Elk produkt heeft een vaste routing van bewerken; dit houdt in dat de volgorde en plaats van bewerkingen nagenoeg constant is. Daar er één keer per week transport plaatsvindt tussen de sociale werkplaatsen en PL Automotive is de doorlooptijd voor die (serie) bewerking(en) minimaal één week. De doorlooptijd voor een (serie) bewerking(en) bij thuiswerkers varieert van twee dagen tot twee weken. Indien in een relatief korte tijd nog veel produkten van een bepaald type moeten worden afgeleverd, zal worden getracht een korte doorlooptijd bij thuiswerkers te realiseren. Dit is ook de reden dat een aantal bewerkingen in het bedrijf zelf in plaats van bij sociale werkplaatsen of thuiswerkers worden gedaan. Terugmelding vanuit het eindbewerkproces zijn afgekeurde aantallen en plaats van produkt: in het bedrijf zelf of op een werkplek buiten het bedrijf.

Alle bewerkingen in het bedrijf zelf staan onder S.P.C. De werknemers van de betreffende afdelingen nemen steekproeven of er vindt 100% controle plaats. Controle hierop geschiedt steekproefsgewijs door de kwaliteitsafdeling (Kwaliteitszorg). Indien produkten buiten de SPC-regels vallen (zie paragraaf B.1), zal door middel van een 100%-controle de oorzaak worden achterhaald. Vervolgens wordt het proces gestopt en wordt de oorzaak gecorrigeerd. Indien de oorzaak bij voorafgaande processen ligt zal daar naar toe worden teruggemeld.

E.4 Samengevat

Het geheel resulteert in de volgende situatie:

- Tussenvoorraden zijn niet bekend. Nadat het aantal produkten bepaald is na het vulcaniseerproces komen pas weer aantallen boven water in de expeditie (ontbreken van produktgeleidebonnen). Een uitzondering is het afboeken van afkeur, waardoor kan worden gecontroleerd of er wel genoeg produkten in de expeditie kunnen komen. Vordering van de order is hierdoor niet bekend.
- Buffers worden bezet door allerlei produkten. Geen inzicht in welke produkten zich in de buffer bevinden en welke bewerking ze hebben ondergaan.
- Indeling ontbreekt. De op voorraad liggende produkttypen worden in FIFO volgorde afgehandeld. Enige richtlijn hierbij is het leverschema, waardoor produkttypen van orders met achterstand eerder worden verwerkt.
- Er is één order voor de gehele nabewerking.
- Thuiswerkers en Sociale Werkplaatsen hebben een ongunstige invloed op de doorlooptijd. Gemiddeld zijn de produkten één week in behandeling voor één (serie) bewerking(en).
- De produkten doorlopen veel afdelingen tijdens het eindbewerkproces. Dit vereist een goede coördinatie tussen de verschillende chefs om tijdvertraging te kunnen voorkomen.

- Herbewerking wordt niet geregistreerd. Daardoor geen inzicht in de hoeveelheden ervan, waardoor inzicht in kostenfactoren en vordering order achterwege blijven.
- De produkten bevinden zich in bakken. Indien het aantal produkten in een bak te klein is, worden bakken samengevoegd en wordt er één produktbon bijgedaan. Hierdoor is de historie van het produkt, zoals vulcaniseerdatum en mengselnummer niet meer te achterhalen, zodat van een goede terugkoppeling in geval kwaliteitsproblemen geen sprake kan zijn. Tevens vindt als gevolg van de lange doorlooptijden een veel te late terugkoppeling plaats. Met andere woorden een proces blijft veel te lang verkeerde produkten produceren, alvorens er wordt ingegrepen.

E.5 Onderzoek naar een meer produktgerichte structuur

Na de resultaten bij de vulcanisatie is een soortgelijk onderzoek verricht bij de nabewerking. In tabel E.3 is een overzicht gegeven van de verschillende bewerkingen van de produktgroepen in het nabewerkingsproces.

		WPD	SDD	KSD	2	3	4	5	6	7
Plukken	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Assembleren (1 ^a)		*								
Navulcaniseren	2	*	*	*		*	*	*	*	*
Vriezen				*						*
Trommelen			*				*		*	
Schuren						*				
Bewerken divers						*				
Leppen-wassen	3	*								
Testen		*								
Snijden			*	*		*	*	*	*	
Zeven-wassen-drogen			*			*	*	*	*	
Assembleren	4	*	*	*		*			*	*
Inspecteren		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Kwaliteitcontroleren		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Testen		*								
Verpakken		*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabel E.3 Bewerkingen in chronologische volgorde

In tabel E.3 kunnen vier groepen bewerkingen worden onderscheiden:

- ontflashen
- bodybewerken
- dichtvlakbewerken
- assembleren.

Deze opsplitsing in vier groepen blijkt voor alle produktgroepen mogelijk te zijn. Tevens is deze opdeling ten behoeve van de leverkwaliteit noodzakelijk.

Tevens kunnen uit tabel E.3 de volgende conclusies worden getrokken:

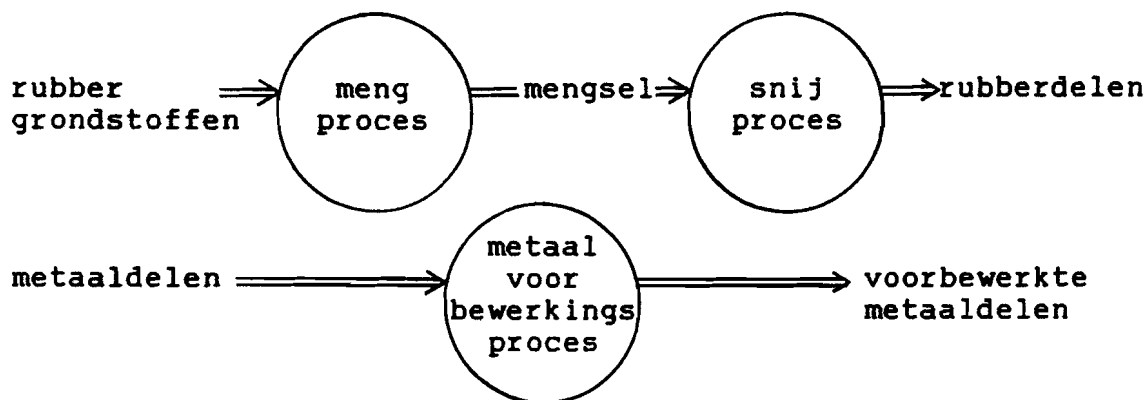
- De waterpompdichtingen ondergaan een aantal bewerkingen die alleen voor deze produkten gelden.
- De lagerdichting ondergaat geen bewerking in het bedrijf zelf, maar voornamelijk alleen bij thuiswerkers.
- Het stof- en veerlip snijden, semi- of volautomatisch, geschiedt alleen voor schokdemperdichtingen. Andersom geldt ook dat bijna alle schokdemperdichtingen alleen op deze manier worden gesneden.
- De bewerkingsvolgorde van de produkten uit de groepen 3, 4, 6 en 7 lijken in grote lijnen op die van een schokdemperdichting, maar in plaats van trommelen kan er worden gevoren en na het snijden kunnen nog diverse extra bewerkingen plaatsvinden.

Uit bovenstaande blijkt dat dezelfde opsplitsing in vier produktgroepen als gedaan in het vulcanisatieproces ook zeer goed mogelijk is in het nabewerkingsproces. Er is echter geen onderzoek gedaan naar bezettingsgraden van produktiemiddelen. Een aantal produktiemiddelen zoals de ovens, vriezer en trommels zullen gemeenschappelijk moeten worden benut.

BIJLAGE F
DE VOORBEWERKING

Het voorberekingsproces bevat de bewerkingen van de ingekochte grondstoffen tot toeleveringsprodukten voor de vulcanisatie. Het produktieproces is op te delen in drie deelprocessen (zie figuur F.1):

- Het mengproces.
- Het snijproces.
- Het metaalvoorbewerkingsproces.



Figuur F.1 Het voorberekingsproces

F.1 Mengproces

Het mengen vindt plaats op een drietal walsen. De keuze van een wals is afhankelijk van:

- De kleur van het mengsel (met of zonder roet).
- De hardheid van het rubber.

Deze keuze is niet aan een produktgroep gebonden.

F.2 Snijproces

Het rubbermengsel wordt op een tweetal extruders en snijmachines geextrudeerd tot een slang en vervolgens versneden tot stukjes. Het snijden in plakken geschiedt met behulp van een schaar en weegschaal. De keuze van de produktiemiddelen is niet of nauwelijks aan een produktgroep gebonden.

F.3 Metaalvoorbewerkingsproces

De metaaldelen worden gereinigd en van een hechtlaag voorzien. Dit vindt plaats op een aantal universele produktiemiddelen, welke niet aan een produktgroep gebonden zijn.

F.4 Conclusie

Het overzicht bij het indelen van de produktieopdrachten voor de voorbereidingsprocessen is groot. Hierdoor kan op een relatief eenvoudige wijze een goede indeling worden gemaakt. Tevens is de doorlooptijd relatief gering, zodat een opdeling niet noodzakelijk is. Dezelfde opdeling als bij het vulcanisatie- en nabewerkingsproces is bewerkstelligd kan echter ook niet in het voorbereidingsproces met het huidige produktiemiddelenbestand plaatsvinden.

BIJLAGE G

HET STRUCTUURMODEL VAN DE WATERPOMPDICHTING 1-298

In deze bijlage wordt een model opgesteld van de produktie van één type produkt. Hiervoor is een produkt gekozen welke veel bewerkingen ondergaat en waarvan grote aantallen worden geproduceerd, namelijk de waterpompdichting 1-298. Eerst worden de verschillende onderdelen met hun functies beschreven. Vervolgens wordt het produktieproces stap voor stap gevolgd. Hieruit ontstaat de structuur van de materiestroom. Op basis van deze materiestroom is met behulp van het structuurmodel de besturing weergegeven. Dit resulteert samen in het model van deze dichting.

G.1 De onderdelen.

De waterpompdichting bestaat uit de volgende acht onderdelen met hun functies:

- De body. Deze dient als "hulpmiddel" voor de montage van de dichting in een boring.
- De shell. Dit is een metalen onderdeel dat dient als versteviging van de body.
- De fenolring en counterface. Deze elementen dragen zorg voor de dichtende werking. De dichtende werking wordt verkregen doordat de counterface (metaal), tijdens gebruik van de dichting, draait ten opzichte van de fenolring.
- De drukveer. Deze moet een bepaalde voorspanning leveren, waardoor er in bedrijfstoestand geen lek tussen fenolring en counterface kan ontstaan.
- De washer. Deze dient ter bescherming van de body tegen beschadigingen van de conische drukveer.
- De nulox bush. Deze draagt zorg voor de afdichting van de counterface met de as.
- De plastic retainer. Deze dient om de onderdelen tijdens transport bij elkaar te houden.

G.2 De produktieprocessen

Hieronder wordt van het produkt 1-298 de processen in bewerkingsvolgorde gegeven met tussen haakjes de afdeling waar ze plaatsvinden. Alleen de hoofdstroom is weergegeven.

Magazijnproces (Mengerij).

- Grondstoffen: rubberprodukten afkomstig van de leverancier
- Proces: * controleren grondstoffen
* opslaan goedgekeurde grondstoffen.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde en opgeslagen rubbergrondstoffen

Mengproces (Mengerij).

- Toeleveringsprodukten: rubberprodukten, waaronder:
 - * rubberpolymeer
 - * weekmakers
 - * roet
 - * activatoren.
- Proces: * afwegen toeleveringsprodukten
- * mengen van de toeleveringsprodukten op een wals
- * controleren van proces en afleveringsprodukt.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde onge vulcaniseerde rubber (mengsel).

Snijproces (Rubbervoorbewerking).

- Toeleveringsprodukt: onge vulcaniseerde rubber.
- Proces: * rubber extruderen tot slang
- * slang in stukken snijden
- * controle op gewicht.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde rubberen voorvormsels.

Vulcanisatieproces (Vulcaniseerafdeling).

- Toeleveringsprodukt: * rubberen voorvormsel,
 - * voorbereekte metaaldeel.
- Proces: * samenbrengen van de toeleveringsprodukten in een verwarmde matrijs en laten uitvulcaniseren
- * visuele controle
- * aantal bepalen.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde gevulcaniseerde body.

Transportproces (Expeditie).

- Toeleveringsprodukt: * gevulcaniseerde body
 - * fenolring
 - * washer
 - * veer.
- Proces: het verplaatsen van de toeleveringsprodukten van PL Automotive naar een Sociale werkplaats.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde gevulcaniseerde body, fenolring, washer en veer in Sociale werkplaats.

Nabewerk-I-proces (Sociale Werkplaats).

- Toeleveringsprodukt: * gevulcaniseerde body
 - * fenolring
 - * washer
 - * veer.
- Proces: * verwijderen overtollig rubber (flash) van de body
- * visuele controle body
- * washer en veer assembleren
- * fenolring op body lijmen.
- Afleveringsprodukt: geassembleerde body.

Transportproces(Expeditie).

- Toeleveringsprodukt: geassembleerde body bij een Sociale Werkplaats
- Proces: het verplaatsen van de toeleveringsprodukten van de Sociale Werkplaats naar PL Automotive
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde geassembleerde body bij PL Automotive

Nabewerk-II-proces(Waterpompafdeling).

- Toeleveringsprodukt: geassembleerde body.
- Proces: * navulcaniseren body en laten uitharden van de lijm
 - * fenolring leppen
 - * body ultrasonor wassen en drogen
 - * controle ruwheid loopvlak
 - * balg testen.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde nabewerkte body.

Transportproces(Expeditie).

- Toeleveringsprodukt: nabewerkte body, counterface, nulox bush en clip bij PL Automotive.
- Proces: het verplaatsen van de toeleveringsprodukten van PL Automotive naar een Sociale Werkplaats
- Afleveringsprodukt: toeleveringsprodukten bij een Sociale Werkplaats

Assemblageproces(Sociale Werkplaats).

- Toeleveringsprodukt: * nabewerkte body
 - * counterface
 - * clip
 - * nulox bush.
- Proces: * nulox bush, counterface en clip op body assembleren
 - * visuele controle.
- Afleveringsprodukt: waterpompdichting.

Transportproces(Expeditie).

- Toeleveringsprodukt: waterpompdichting bij Sociale Werkplaats.
- Proces: het verplaatsen van de toeleveringsprodukten van een Sociale Werkplaats naar PL Automotive.
- Afleveringsprodukt: toeleveringsprodukten bij PL Automotive.

Testproces(Waterpompafdeling).

- Toeleveringsprodukt: waterpompdichting.
- Proces: * visuele controle
 - * compacttest
 - * verpakken.
- Afleveringsprodukt: goedgekeurde verpakte waterpompdichting.

Expeditieproces(Expeditie).

- Toeleveringsprodukt: verpakte waterpompdichting.
- Proces: * opslaan
 - * verzenden.
- Eindprodukt: verzonden waterpompdichting.

E.3 De Besturing.

Uitgaande van de verschillende produktieprocessen, bepaald in de vorige paragraaf, is de bijbehorende besturing in kaart gebracht (zie pagina 47 en 48). Uitgangspunt is het structuurmodel zoals beschreven in paragraaf 2.1. De bekende interacties zijn met name genoemd, terwijl in de bollen de in tabel G.1 verklaarde afdelingen staan vermeld welke deelnemen aan de bijbehorende processen.

A = Assemblage/Eindafwerking
E = Expeditie
I = Inspectie
Ink = Inkoop
KZ = Kwaliteitszorg
L = Laboratorium
M = Mengafdeling
Met = Metaalvoorbewerking
P = Planning
SW = Sociale werkplaats
V = Vulcanisatieafdeling
Verk = Verkoop

Tabel G.1 Verklaring van de afkortingen van de afdelingen

