

## De contouren van flexibele productie-organisaties

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

de Sitter, L. U., & van Amelsvoort, P. J. L. M. (1986). De contouren van flexibele productie-organisaties. *Technische bedrijfsvoering*, 3(20), 94-98.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1986

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

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

[Link to publication](#)

**General rights**

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

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

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

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

**Take down policy**

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

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

providing details and we will investigate your claim.

## DE CONTOUREN VAN FLEXIBELE PRODUKTIE-ORGANISATIES



Prof. Dr. L. U. de Sitter, Groep Socio-techniek, afd. Bedrijfskunde, TH Eindhoven



Ir. P. van Amelsvoort, Adviesgroep Koers! Groep Socio-techniek, TH Eindhoven

Moderne produktie-organisaties hebben in toenemende mate te maken met eisen van flexibiliteit, beheersbaarheid en van kwaliteit van de arbeid. Bovendien ontstaan er door technologische ontwikkelingen – men denke aan flexibele produktie-automatisering (FPA) – mogelijkheden om in technische zin flexibel te zijn. Deze ontwikkelingen zijn er op gericht om de tegenstrijdige eisen van flexibiliteit en produktiviteit meer en meer met elkaar te verenigen. Het is echter wel zo dat deze "produktieve flexibiliteit" in technische zin lang niet geschikt is voor het fabriceren van het grote produktassortiment waarmee de gemiddelde Nederlandse onderneming te maken heeft. Om nu wel economisch gebruik te kunnen maken van deze technische mogelijkheden zal dus een geschikte structuur moeten worden gezocht, waarin ordening van en inzicht in de orderstromen centraal staan. Hierdoor ontstaat een goede kijk op de directe gebruiksmogelijkheden van FPA en kan bovendien beleidsmatig worden gestreefd naar een verantwoorde uitbreiding

van het aantal toepasingsmogelijkheden. Wil men dit totaal van doelstellingen oftewel ontwerpeisen bereiken dan zal moeten worden uitgegaan van een integrale organisatie-(her)ontwerp-aanpak. De produktie-structuur: de groepering en koppeling van mensen en/of middelen, is van een integrale aanpak de kern. In die structuur worden de mogelijkheden voor het bereiken van deze doelstellingen voor een groot deel vastgelegd.

### Beheersbaarheid, flexibiliteit en kwaliteit van de arbeid

Flexibiliteit moet worden gezocht in het bereiken van korte doorlooptijden en in een snel intern aanpassingsvermogen ten aanzien van schommelingen in de vraag naar soorten en hoeveelheden produkten. Een snelle doorstroming van materialen en/of produkten is dan ook van essentieel belang. In een moderne produktiestructuur zijn de bewerkingsstations zodanig gegroepeerd dat produkten of produktfamilies in beweging kunnen blijven zonder al te grote tussenvoorraden. Tussenvoorraden betekenen immers dat produkten stil liggen en dus moeten wachten. In de huidige produktie-organisatie zijn produkten in het algemeen slechts 5-7% van de doorlooptijd in bewerking; 93-95% is dus wachttijd!

Een goede beheersbaarheid staat hierbij voorop: betrouwbare leveringstijden en een constante produktkwaliteit. In een goed beheerst systeem worden stellingen (onvoorspelbare

en/of afwijkende gebeurtenissen) onderkend en op tijd weggeregeld. Dit kan worden bereikt door de *storingkans* en *storinggevoeligheid* structureel te verlagen.<sup>1</sup>

De storiingskans wordt beïnvloed door de heterogeniteit van ordersoorten en de variabiliteit in de combinaties van ordersoorten per bewerkingsstation en afdeling. De storiingsgevoeligheid wordt bepaald door het vermogen lokaal optredende procesafwijkingen ook lokaal te compenseren: werk met ingebouwde regelcapaciteit. Het assortiment van de elementen in een flexibele produktiestructuur (produktie-eenheden) zal dus beperkt moeten blijven tot een stabiel orderpakket van een produktfamilie.

Ingebouwde of lokale regelcapaciteit heeft betrekking op de mate waarin direct kan worden ingegrepen bij het optreden van processtoringen. In wezen praten we dan over de integratie van denken (regelen) en doen (uitvoeren): geen produktiestructuren met een waterhoofd, geen eeuwig durende bureaucratische procedures, etc. Storingen dienen te worden opgelost daar waar ze ontstaan. Ingebouwde regelcapaciteit is alleen effectief als binnen de uitvoerende produktie-eenheden zicht bestaat op de totale procesafloop of althans op een duidelijk samenhangend en afgerond gedeelte van het produktieproces: een hele taak. Hiermee zijn we aangeland bij de laatste (her)ontwerpeis: kwaliteit van de arbeid.

Gezien het toenemende aanbod van werknemers met een hoog scholingsniveau en met behoefte aan een eigen verantwoordelijkheid, zal de produktie-organisatie in de toekomst werk met ingebouwde regelcapaciteit moeten bieden. Als we kwaliteit van de arbeid beschouwen als de mate waarin regelcapaciteit beschikbaar is dan kunnen we con-

cluderen dat de doelstellingen kwaliteit van de arbeid, flexibiliteit en beheersbaarheid ten nauwste met elkaar samenhangen. De samenhang tussen de drie moderne ontwerp-eisen noodzaakt tot een integrale aanpak van het organisatie-(her)ontwerpproces.

Verhoging van beheersbaarheid, flexibiliteit en kwaliteit van de arbeid wordt derhalve bereikt door de algemene principes<sup>2</sup> bij het ontwerpen van een flexibele productie-organisatie t.w.:

- het terugdringen van de complexiteit in de produktiestructuur door vereenvoudiging van de input van een bewerkend proces en het verminderen van de relaties tussen deze processen. Minder verschillende ordersoorten aanbieden aan een eenvoudiger samengesteld, bewerkend proces verkleint de storingskans;

- verhoging van de eigen lokale regelcapaciteit van een bewerkend proces leidt tot sneller ingrijpen bij het optreden van storingen, zodat de storingsgevoeligheid afneemt.

**Algemene kenmerken van een flexibele productie-organisatie**

Vanuit een flexibele beheersstrategie komen we uit op de algemene kenmerken van een flexibele productie-organisatie. In een beheersingsstrategie gericht op flexibiliteit stellen we de produktiestromen centraal. De totale input wordt verdeeld in zo veel mogelijk homogene pro-

duktiestromen zodat de totale variabiliteit van de input wordt verkleind en de storingskansen afnemen. Tegelijkertijd worden meer lokale regelmogelijkheden per stroom ingebouwd zodat de flexibiliteit (regelbaarheid) toeneemt en de storingsgevoeligheid afneemt. Bij het besturen van deze stromen wordt een onderscheid gemaakt tussen twee soorten besturingsprincipes: mee- en terugkoppeling.

Bij meekoppeling vinden procesingrepen per station/afdeling plaats op grond van een inputwijziging die is opgetreden (niet-anticiperende regeling) ofwel volgens het fabricageplan wordt verwacht (anticiperende regeling). In de zuivere lijn- en functionele structuur is de dominante beheersstrategie uitsluitend meekoppeling. Nadeel is dat dientengevolge stations en afdelingen alleen reageren op inputs die onvoldoende kunnen zijn aangepast aan de lokaal steeds wisselende omstandigheden. Bij pure meekoppeling verloopt de produktie "blind" ten aanzien van lokale variatie tijdens de uitvoering. Bij terugkoppeling vinden procesingrepen plaats op grond van opgetreden dan wel te verwachten afwijkingen tijdens de uitvoering tot en met de output. Door het ontwerpen van parallelle stromen c.q. stroomsegmenten die een aantal bewerkingsfuncties omspannen plus de toewijzing van bestuurlijke taken aan de daarbij behorende produktiegroepen (hele taakgroepen), wordt het

"doorvoerproces" binnen een segment zowel functioneel als in termen van tijd voldoende breed om óók terugkoppeling te kunnen sturen. Zo vullen meekoppeling en terugkoppeling elkaar aan en wordt het blinde procesgedeelte verkleind.

**Stroomsgewijze produktie**

Een flexibele produktie-organisatie wordt ten opzichte van conventionele produktiestructuren getypeerd door de term: "Stroomsgewijze produktie". In figuur 1 worden vergelijkenderwijs de conventionele produktiestructuren en de kenmerken van stroomsgewijze produktie uiteengezet.

Een stroomsgewijze produktiestructuur kan worden bereikt door het toepassen van de onderstaande algemene principes bij het ontwerpen van een flexibele produktie-organisatie.

**1. Parallellisering**

In eerste instantie moet worden getracht om te komen tot parallellisering van de produktstromen, die in de produktiestructuur tot uiting moeten komen. Hierbij moet als volgt te werk worden gegaan:

- het sorteren van produktsoorten in groepen die produktietechnisch op grond van o.a. materiaal, bewerkingssoort, bewerkingsaantal, bewerkingsvolgorde en bewerkingsprogramma aan elkaar zijn verwant: *homogenisering van de input-samenstelling*;

- het inrichten van produktstromen voor elke van de aldus gevormde orderfamilies: *stabilisering van de inputsamenstelling per produktiestroom*.

Op die manier kunnen parallelle produktiestromen in de vorm van afzonderlijke organisatie-eenheden ontstaan voor: complete produkten, complete produktmodules, complete produktcomponenten.

**2. Segmentering**

Nadat de parallelliseringsmogelijkheden zijn onderzocht, kan worden gekeken naar de mogelijkheden voor het segmenteren van deze stromen. Bij segmentering wordt een reeds relatief homogene produktiestroom die op zich echter nog complex is, gesplitst in enkele in serie gekoppelde segmenten. Elk segment wordt gekenmerkt door de uitvoe-

Kenmerken van stroomsgewijs produceren vergelijkenderwijs

architectuur aspecten	lijnstructuur → stroomsgewijs produceren	← funct. structuur
groeperings-principe	veel stations, één man per station parallele werkplekken per station.	weinig stations bewerkingen gebundeld in gemengde produktie- produktiegroep: hoofd- en neventaken
bewerkings-principe	één bewerking per station	groep bewerkingen per gemengde produktiegroep
koppelings-principe	gestructureerd: één route, één richting, star niet regelbaar	gestructureerd: meer routes, één richting flexibel
regulerings-principes	periodiek, off-line mee koppelend	continu on-line mee terugkoppelend, interactief

Fig. 1 De kenmerken van stroomsgewijze produktie vergelijkenderwijs

# DE CONTOUREN VAN FLEXIBELE PRODUKTIE-ORGANISATIES

ring van een duidelijk afgeronde procesfase. De bewerkingstechnische- en tijdsafhankelijkheid tussen de werkplekken binnen een segment is directer dan tussen de segmenten. Segmentering is primair van betekenis voor de te ontwerpen besturingsstructuur. Segmenten zijn in de primaire produktiestroom aan elkaar gekoppeld. De output van het voorgaande segment is input voor het volgende.

Daarnaast hebben segmenten echter een eigen lokale input, specifiek voor elk segment in de vorm van de aanvoer van specifieke materialen, gereedschappen, voorbereiding onderhoud en dergelijke. Dientengevolge zijn de storingskansen en storingsgevoeligheid per segment verschillend.

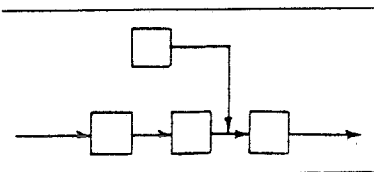


Fig 2. Parallelliseren en segmenteren

Segmentering biedt de mogelijkheid de optredende lokale variatie ook lokaal te besturen. Als bovenstaande principes zijn toegepast dan is de globale produktiestructuur: de architectuur van de produktie-organisatie, ontstaan. De elementen van deze structuur zijn vervolgens de grondslag voor het organisatie-ontwerp.

### 3. Produktiegroepen met een gehele taak

De vergroting van de eigen regelcapaciteit naast de homogenisering en stabilisering van de input op bewerkende processen wordt nu bereikt door de regelcapaciteit van een segment of een parallelle stroom te vergroten door de vorming van produktiegroepen. Deze produktiegroepen zijn relatief zelfvoorzienend. De regelcapaciteit wordt op drie manieren ingebouwd:

#### technisch

Door gebruik van flexibele vrij programmeerbare apparatuur.

#### bestuurlijk

Door de interne regulering van het proces op te nemen in de taakstelling van elk groepslid. De ingebouwde vereenvoudiging en stabilisering van de inkomende orderstroom verschaft direct overzicht en inzicht

Door de indirecte beheersfuncties

zoals onderhoud voorbereiding, programmering, instructie nieuwe leden en gereedschapsbeheer op te nemen in de taakstelling van de groep.

Door de ontwikkelingsfuncties met name ten aanzien van:

- de verscherping van normstellingen voor procesparameters zoals voorraad onderhanden werk, doorlooptijd en kwaliteit;
  - beheersprocedures;
  - wijzigingen in de inrichting in te bouwen in periodiek werkoverleg.
- Dit werkoverleg wordt ondersteund door middel van door de groep zelf geadmistrateerde meetgegevens in tijdreeksen.

De interlokale afstemming tussen segmenten te doen verrichten door (eventueel roulerende) groepscoördinatoren.

#### arbeidsorganisatorisch

Door het opleiden van multifunctioneel personeel. In de startpositie kan de bestaande functionele specialisatie soms nog aanwezig zijn. In de volgende fase ontstaan voor elk groepslid hoofd- en nevenfuncties. In de volgroeiende fase kan elk groepslid alle taken verrichten; zowel uitvoerend als regelend.

Bij het beschrijven van flexibele produktiestructuren wordt achtereenvolgens de lijn- en functionele structuur als uitgangspunt genomen. De alternatieve structuren zullen in hun zuivere vorm worden besproken; in de praktijk zijn allerlei combinaties denkbaar.

#### De lijnstructuur als uitgangssituatie

Als de uitgangssituatie een zuivere lijnstructuur is, wordt de oorspronkelijke lange lijn met veel stations opgesplitst in enkele minilijnen, met een evenredige vermindering van het aantal stations per parallelle lijn. Dit leidt tot integratie van de bewerkingsfuncties per station dus tot een hogere kwaliteit van de arbeid (langere cyclustijd en de mogelijkheid tot effectief lokaal ingrijpen), meer allround opgeleid personeel, minder

balanceer- en wachttijdverliezen, minder storingskansen en lagere storingsgevoeligheid. Voorts treden langere afleverintervallen op en is er dus meer tijdruimte voor de lokale procesregulering. Produktiefamilies (varianten) kunnen nu over de parallelle lijnen worden verdeeld en dit geeft dus minder omstelverlies per lijn. De volumeflexibiliteit neemt toe omdat men nu de capaciteit in kleine stappen per minilijn kan variëren.

#### Minilijnen

Minilijnen worden in sommige assemblage-industrieën reeds lang toegepast. De mogelijkheid om de besturingsstructuur daarbij aan te passen en ook indirecte taken, traditioneel in de vorm van stafspecialisaties, zoals instructie nieuw personeel, onderhoud, kwaliteitszorg in te bouwen, wordt echter nog zelden goed benut.

#### Dokstructuur

Groepsdoppen ontstaan door het inrichten van parallelle werkplekken voor een relatief klein aantal (2 tot 5) personen per werkplek, gekoppeld aan een flexibel transportsysteem, ter vervanging van de starre transportband.

In een dokstructuur worden de werkstukken op per dok-groep bepaalde tijdstippen het dok ingenomen en verzonden. Binnen een dok vindt een aantal bewerkingen plaats. Het personeel hiervan is allround opgeleid, zodat er sprake is van werkelijk team-werk. De tempogebondenheid is aanzienlijk afgenomen, zodat er speelruimte is ontstaan voor het uitvoeren van indirecte taken zoals onderhoud, kwaliteitszorg, gereedschapsbeheer, groepsadministratie, opleiding nieuwe leden. Bovendien ontstaat de mogelijkheid om lokaal in te grijpen bij het zich voordoen van storingen. Het balanceerprobleem is door de aanzienlijke reductie van het aantal stations verdwenen. De volumeflexibiliteit is sterk verbeterd omdat de capaciteit kan worden geva-

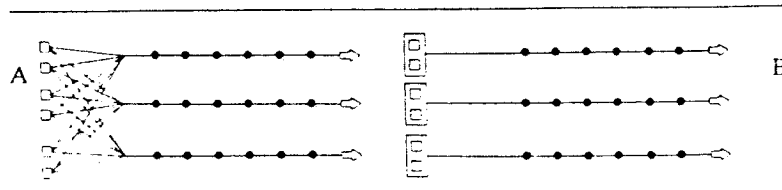


Fig. 3. A. Minilijnen met nog functioneel georganiseerde staf-ondersteuning. B. Zelfvoorzorgende minilijnen met gedefunctionariseerde staf.

riert in kleine stappen, evenredig met de capaciteit per dok, in plaats van variatie in de capaciteit van de gehele lijn.

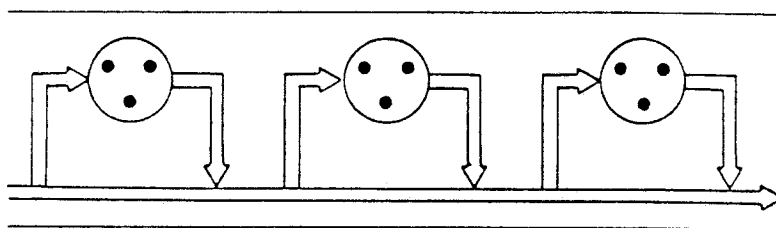
**Moduulgroepen**

Bij complex samengestelde producten (zoals auto's, elektronische apparatuur e.d.) kan, indien het produktontwerp dit toelaat, parallelisering van de tijd in de vorm van *voormontages* plaatsvinden. Loodrecht op de oorspronkelijke lijn ontstaan er dan moduulgroepen die een of enkele voormontages verrichten, die vervolgens in de lijn aan het eindprodukt worden gemonteerd.

Er kan aldus een aanzienlijke vermindering van de doorlooptijd worden verkregen. Binnen de moduulgroepen is er sprake van een duidelijk afgeronde taak, die als zodanig lokaal kan worden gepland, beheerst en onderhouden. Knelpunt bij de invoering blijkt vaak het produktontwerp te zijn. Echter door middel van geringe aanpassingen van het produktontwerp kunnen snel positieve resultaten te bereiken zijn. Voorwaarde hierbij is dat de "dikke muur" tussen de ontwerpafdeling en productie-afdelingen moet worden weggebroken.

**Fasegroepen**

Bij relatief lange lijnen ontstaat een mengvorm waarbij de lijn is opgesplitst in duidelijke - functioneel gezien - relatief homogene *fasen* van een afgerond gedeelte van het fabricageproces. Binnen deze fasen kunnen combinaties van minilijnen dan wel groepsdokken worden toegepast. Fasegroepen zijn het resultaat van segmenteren. Vooral wanneer



bewerkingfasen centraal moeten worden uitgevoerd als gevolg van bijvoorbeeld de moeizame beheersing van het technisch proces, omgevingsfactoren (lawaaï, giftige stoffen) of de relatief hoge productiecapaciteit in combinatie met een hoge aanschafprijs van de produktiemiddelen, is segmentering in de vorm van fasegroepen een goed alternatief.

**De functionele structuur als uitgangssituatie**

Het paralleliseren van produktiestromen in een functionele structuur vereist veelal een grondige analyse van het produktenpakket vanuit twee gezichtspunten:

- de gemiddelde ordersamenstelling per fabricageplanperiode. De analyse is hier gebaseerd op productiegegevens uit het verleden plus een strategisch beleidsplan voor het toekomstige produktenpakket;
- de produktietechnische verwantschap tussen orders: op produktniveau, moduleniveau of onderdelenniveau.

Het doel is op grond van deze analyse te komen tot de vorming van produktiegroepen waarbinnen een produkt, module ("universeel" halffabriekaat voor een aantal verschillende produkten) of onderdelenfamilie

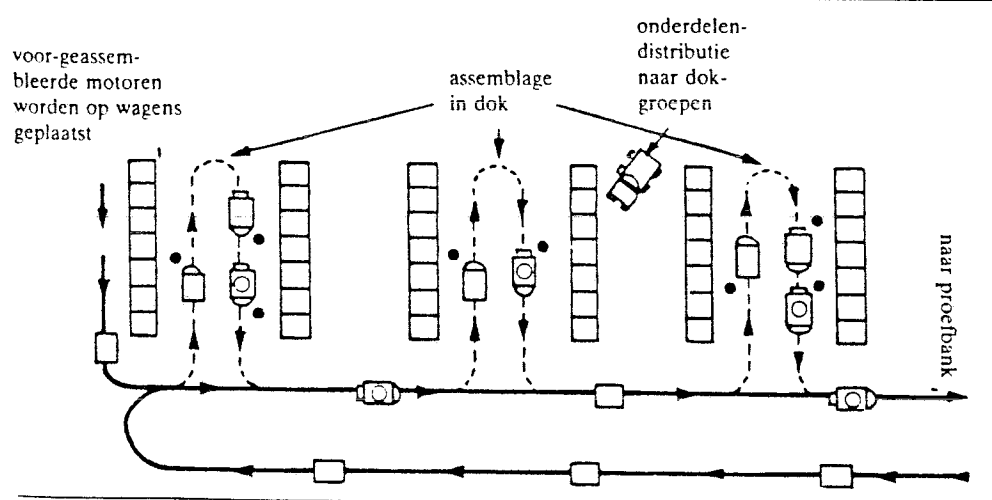
(componenten) compleet in een afzonderlijke, min of meer autonome, stroom kan worden gefabriceerd. De methoden en technieken behorend bij deze ontwerp-strategie worden aangeduid met de term "groepen-technologie".<sup>3</sup> Na een groepen-technologische analyse ontstaat een produktiestructuur waarvan verschillende varianten bekend zijn. Deze wijken in principe nauwelijks van elkaar af, maar vertonen kleine nuanceverschillen.

**Produktgroepen**

Bij produktgroepen wordt één produkt of een groep (familie) van een aantal soortgelijke produkten binnen een produktie-eenheid gemaakt. De produktgroep heeft de beschikking over een *complete fabricage-inrichting*, die nodig is om de produktfamilie te maken. Het personeel is allround opgeleid en kan derhalve worden ingezet bij de verschillende bewerkingstations. In het algemeen zal de inrichting van een complete werkplaats een enigzins verminderde benutting van de afzonderlijke machinecapaciteiten betekenen. Dit kan worden tegengegaan door het inzetten van flexibele produktiemiddelen. Daar staat tegenover dat er een aanzienlijke verkorting van de doorlooptijd optreedt. Een halvering van de doorlooptijd is minimaal haalbaar. Bovendien wordt de planning en beheersing eenvoudiger. De kwaliteitszorg behoort bij de directe taak van de produktgroep. Zij heeft immers een totaal overzicht van het verloop van het fabricageproces en de mogelijke storingen hierin. De produktgroep kan dus ook zorg dragen voor de produktkwaliteit. Het zelfde geldt in wezen voor de detailplanning op de werkvloer: een betere beheersing van de doorlooptijd. Met het groeperen van mensen en produktiemiddelen op grond van produktfamilies krijgen we eveneens minder en eenvoudiger materiaaltransport. De tussenvoorraden en het hiermee gebonden kapitaal-

Fig 4 Algemene weergave van een dokstructuur

Fig 5 Een dokstructuur bij de assemblage van motoren



# DE CONTOUREN VAN FLEXIBELE PRODUKTIE-ORGANISATIES

verlies kan nu worden verlaagd. Met het oog hierop moet binnen de produktwerkplaats worden gestreefd naar een produktstroom in één richting.

De flexibiliteit van de werkplaats komt tot uiting in de korte doorlooptijd. Het opvangen van storingen door de ingebouwde regelcapaciteit, die is gericht op een produktiestroom van geïntegreerde bewerkingen, kan nu optimaal verlopen. De multi-inzetbaarheid van het personeel is hierbij een voorwaarde. Het variëren van de produktiecapaciteit is in een produktwerkplaats gemakkelijker uitvoerbaar; de consequenties van een omstelling kunnen beter worden overzien. De veranderingen blijven beperkt tot het domein van de produktgroep. Hierdoor is eenvoudig te beoordelen waar capaciteitstekorten optreden en waar opstoppingen in de produktstroom kunnen ontstaan. Wijzigingen in de produkt-mix kunnen worden aangebracht zonder de materiaalstromen in de fabriek als geheel te verstoren.

## Minifabrieken

Een produktwerkplaats is voor een groot deel zelfverzorgend. Deze zelfvoorziening kan worden uitgebreid met een toevoeging van alle produktiefuncties: produktontwerp, verkoop, werkvoorbereiding, planning, inkoop, administratie, financieel beheer, magazijndienst, etc. In deze uitgebreide vorm, die uiteraard

alleen in grotere ondernemingen toepasbaar is, is er sprake van minifabrieken in een groter bedrijfsgeheel.

## Componentgroepen

Een andere variant op de produktgroepen is een produktiestructuur, opgebouwd uit componentgroepen. Deze hebben de zelfde kenmerken en eigenschappen als de produktgroepen. Bij componentgroepen zijn echter onderdelen gegroepeerd, die de zelfde produktiemiddelen nodig hebben. Een gelijke volgorde in de routing is hierbij wenselijk maar niet noodzakelijk. De onderdelen – of componenten van het eindprodukt – hebben verschillende functies in verschillende eindprodukten. Vooral in de kleinere bedrijven is dit een alternatieve produktiestructuur die mogelijkheden voor toepassing biedt.

## Moduulgroepen

Indien zich de mogelijkheid voordoet onderdelen of halffabrikaten met een zelfde functie in verschillende eindprodukten compleet te fabriceren en te assembleren binnen cellen of groepen, dan spreken we van moduulgroepen. Voorbeelden zijn: watertoevoersysteem van koffiezetapparaat, armatuurvoeten van bureaulampen, de printeenheid, voedingseenheid en het toetsenbord van een typemachine, etc. Ideaal is als de zelfde modules in verschillende

eindprodukten in de zelfde vorm kunnen worden gebruikt. Dit vereist echter een modulaire opbouw van het produkt. Vaak is herontwerp van het produkt nodig om tot moduulgroepen te komen. Anderzijds versterken moduulgroepen de druk op een modulaire aanpak in het produktontwerpproces.

## Fasegroepen

De mogelijkheden van de genoemde vormen van parallelisering worden begrensd door de omvang van de benodigde produktiecapaciteit. In de praktijk is het niet ondenkbaar dat een of enkele bewerkingssoorten niet kunnen worden opgesplitst in parallelle capaciteiten. De oorzaak hiervan kan zijn de specialistische technische beheersing, de hoge investering, een relatief lage bezettingsgraad, etc.. In een dergelijk geval zijn we genoodzaakt om zodanig te segmenteren dat een combinatie ontstaat van fasegroepen en (varianten van) de produktgroepen.

## Tot slot

Zowel vanuit de uitgangssituatie met een lijn- als functionele structuur zijn er alternatieve structuren voorhanden die kunnen voldoen aan eisen van flexibiliteit, beheersbaarheid en kwaliteit van de arbeid in hun onderlinge samenhang. De wegen om de geschikte produktiestructuren te vinden komen globaal neer op paralleliseren en segmenteren, en worden veelal in deze volgorde toegepast. Relatief onafhankelijke produktiegroepen zijn de bouwstenen van een moderne produktiestructuur. De keuze van de meest geschikte structuur is afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie. Een grondige analyse van het produktassortiment en de samenstelling daarvan per planperiode is noodzakelijk om zover te komen. Uitgaande van de produktiestructuur als ontwerp-vraagstuk nummer één kan een integrale ontwerpstrategie leiden tot een flexibele produktie-organisatie.

## Literatuur

1. de Sitter L. U., Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren, Kluwer, Deventer 1981
2. de Sitter L. U., Nieuwe fabrieken, NIVE, Den Haag 1981
3. Burbidge, J., Group technology in the engineering industry, Stephen Austin, Hertford 1979

Fig. 6 Componentengroep voor de fabricage van pompsen

