

## Automatiseren van de handling van bewerkingsmachines

In deze publicatie wordt een 'tool' aangeboden om te komen tot het automatiseren van de productie. Deze tool is ontwikkeld in het kader van het project "Procesinnovatie Verspaning voor MKB-bedrijven". Naast deze publicatie zijn ook vijf andere tools ontwikkeld en uitgegeven in de vorm van een publicatie (te downloaden via <http://www.verspaning-online.nl>):

TI.05.28: "CAD/CAM systemen; Selectie, keuze en implementatie";

TI.05.29: "Innovatieve verspaningsmachines; Selecteren, kiezen en implementeren";

TI.06.30: "Toepassen van slimme opspanmiddelen;

TI.06.31: "Moderne verspaningstechnieken; Efficiënte en betrouwbare verspaningsmethoden voor draaien en frezen";

TI.06.33: "Optimaliseren van de technische bedrijfsvoering".

### Inhoud

1	Inleiding	1
2	Waarom automatiseren?	1
2.1	Kostprijs/machine-uurtarief	1
2.2	Looncomponent	2
2.3	Doorlooptijd en 'time to market'	3
2.4	Werkgelegenheid	3
3	Welke vorm van automatiseren toepassen?	3
3.1	Transferstraten	4
3.2	Palletwisselaar	4
3.3	Stafaanvoer/stangenmagazijn	5
3.4	Portaalbelading	6
3.5	Robots	6
3.5.1	Producthandling	6
3.5.2	Pallethandling	7
3.5.3	Logistieke ondersteuning	7
3.5.4	Nevenwerkzaamheden	7
3.5.5	Combinatie	7
4	Hoe te komen tot een automatiseringsconcept?	7
4.1	Inventarisatie	7
4.2	Maken keuze	8
4.3	Organiseren	8
4.4	Automatiseren	9
5	Kritische succesfactoren voor onbemande productie	9
5.1	Planning	9
5.2	Onderhoud en storingen	10
5.3	Personeel en organisatie	10
5.4	Praktische problemen	10
5.5	Verstoringen van het productieproces	10
5.6	Procesbeheersing	10

## 1 Inleiding

Door sterk toenemende mondiale concurrentie verdient procesinnovatie de volle aandacht van de verspanende industrie. Om de concurrentiepositie te versterken, vergroten deze bedrijven hun toegevoegde waarde door technologische procesinnovatie, het effectief inzetten van de kapitaalintensieve productiemiddelen, als wel door het verlagen van het loonaandeel in het productieproces.

Het effectief inzetten van de kapitaalintensieve productiemiddelen richt zich met name op het inzetten van deze productiemiddelen buiten de normale werkuren (onbemand), waardoor de productiviteitsfactor van deze productiemiddelen wordt verhoogd. Hiervoor is het automatiseren van het productieproces noodzakelijk.

Deze productie-automatisering moet bedrijven in staat stellen om het machine-uurtarief, mondiaal gezien, meer in evenwicht te brengen en, door de juiste inzet van 'dure' arbeidskracht, de looncomponent te verantwoorden. Deze verantwoording van de looncomponent kan plaatsvinden door de medewerker daar in het geautomatiseerde proces in te zetten, waar hij het meest bijdraagt aan de continuïteit van het productieproces.

De ontwikkelingen op het gebied van productieautomatisering gaan zeer snel en voor bedrijven is het lastig om de juiste keuzes hierin te maken. De doelstelling van deze publicatie is het inzicht vergroten bij verspanende bedrijven op het gebied van productieautomatisering.

## 2 Waarom automatiseren?

De doelstelling van automatisering is het verbeteren van de concurrentiepositie.

Deze verbetering van de concurrentiepositie is noodzakelijk om te kunnen overleven in een markt waarin vaak mondiaal (wereldwijd) wordt geconcentreerd.

### Directe omgeving

In uw directe omgeving zal de noodzaak voor kostprijsreductie een minder bepalende factor zijn, maar zeer zeker niet te verwaarlozen. Uw concurrent wordt namelijk geconfronteerd met dezelfde kostprijzen, want:

- ▶ zijn uurlonen zijn nagenoeg even hoog;
- ▶ de prijs van de machines zijn dezelfde;
- ▶ de kosten van het koelmiddel en de gereedschapprijzen zijn nagenoeg gelijk.
- ▶ de materiaalkosten ontlopen elkaar niet veel.

De directe concurrentie wordt voornamelijk gevoerd op:

- ▶ kwaliteit;
- ▶ leverbetrouwbaarheid;
- ▶ flexibiliteit;
- ▶ complexiteit;
- ▶ snelheid.

### Wereldwijd

Wereldwijd vindt de concurrentie echter plaats op andere aspecten, zoals:

- ▶ lagere loonkosten;
- ▶ huisvestingskosten;
- ▶ andere milieu eisen;
- ▶ grondstofkosten;
- ▶ beschikbaarheid van vakbekwaam personeel.

Het zijn voornamelijk de kostprijs en de doorlooptijd van het product waarop de concurrentie mondiaal plaatsvindt. Het reduceren van de kostprijs en de doorlooptijd is dus van levensbelang.

### 2.1 Kostprijs/machine-uurtarief

De looncomponent is in de productie één van de meest bepalende factoren voor concurrentiekracht.

De bewerkingsmachine bepaalt de mogelijke complexiteit en nauwkeurigheid van het product. Om dezelfde complexiteit en nauwkeurigheid te kunnen behalen, zal uw concurrent op soortgelijke machines moeten werken. Dezelfde machines zullen niet (sterk) in prijs verschillen met de prijs die u hiervoor betaalt. De kostprijs/machine-uurtarief van de machine heeft alleen invloed als de machine op een verkeerde manier wordt ingezet.

Om de invloed van de machineprijs op de kostprijs van het product zo laag mogelijk te houden, moet de machine een hoog spilrendement hebben (zie kader 1). Dat wil zeggen dat de machine continu en efficiënt moet produceren en niet stil mag staan.

Om dit te bereiken, moeten alle werkzaamheden die ervoor zorgen dat de machine niet kan verspanen van de machine worden gescheiden.

### Spilrendement

Spilrendement is het aantal machine-uren waarin op een efficiënte wijze waarde wordt toegevoegd, gedeeld door de daadwerkelijke beschikbare machine-uren en vermenigvuldigd met een factor 100.

Voorbeeld:

Uren waarin correcte producten zijn geproduceerd: 20 uur  
Totaal aantal beschikbare machine-uren: 40 uur  
Het spilrendement wordt dan:  $20/40 (= 0,5) \times 100 = 50\%$

kader 1 Definitie van het spilrendement

Bij een machine waar deze werkzaamheden niet zijn gescheiden, zal in veel gevallen het spilrendement niet hoger liggen dan tussen de 30 en 50%. Bij machines die niet in staat zijn om gebruik te maken van onbemande uren, zoals 's-avond, 's-nachts en/of in het weekend, ligt het spilrendement nog lager.

In tabel 1 staat een simpel rekenvoorbeeld. In dit rekenvoorbeeld zijn geen andere kosten verwerkt zoals loonkosten, huisvestingskosten, gereedschapskosten, e.d. Er wordt gerekend met 50 werkweken per jaar en de machine moet in 5 jaar worden afgeschreven.

tabel 1 Simpel rekenvoorbeeld

Aanschafwaarde machine	A.T.	werkelijke spiluren/dag	afschr. per uur
€ 300.000 (dagdienst)	5 jaar	4 uur (50% SR)	€ 60,--
€ 450.000 (geautomatiseerd)	5 jaar	20 uur (80% SR)	€ 18,--

A.T. = afschrijftermijn  
SR: Spilrendement

Doordat de machine 20 uur per dag wordt ingezet, liggen de afschrijfkosten per uur een stuk lager dan bij een machine in dagdienst. Dit uurtarief van de machine, bij gelijk spilrendement, zal dan ook ongeveer over de gehele wereld hetzelfde zijn. Een hogere uurprijs wordt dus veroorzaakt door overige kosten en dan met name door de looncomponent.

Enkele voorbeelden die een nadelige invloed kunnen hebben op het spilrendement zijn:

- ▶ aan de machine programmeren;
- ▶ het opbouwen van opspanningen in de machine;
- ▶ het inspannen en uitnemen van producten uit de machine;
- ▶ onvoldoende gebruikmaken van onbemande uren;
- ▶ gereedschappen in de machine afstellen;
- ▶ bijstellen van procesparameters tijdens bewerkingen;
- ▶ omstellen van de machine.

Bij een effectieve productie van 24 uur per dag ontstaat het hoogste spilrendement en dus de minste invloed van de machinekostprijs op het product.

Om de kostprijs van het product verder te kunnen optimaliseren, moet er kritisch worden gekeken naar de looncomponent in de productiekosten.

De medewerker/operator moet zo efficiënt mogelijk worden ingezet. Deze inzet moet volledig ten dienste staan van het spilrendement.

Dat betekent dat de operator moet worden ingezet op de werkzaamheden van het productieproces welke niet of nauwelijks zijn te automatiseren. Deze werkzaamheden moeten bij voorkeur zoveel mogelijk worden gestandaardiseerd.

Voorbeelden van toepassingen met standaard werkmethoden:

- ▶ Werken met standaard opspanmethoden, waardoor in de offertefase en werkvoorbereiding op dezelfde manier naar het product wordt gekeken. Bij het opbouwen van de opspanning zal in veel gevallen het

opspanmiddel al op de machine staan. Het opspanmiddel past optimaal bij de bewerkingsmogelijkheden van de bewerkingsmachine en de betrouwbaarheid van het opspanmiddel is bekend, waardoor een voorstelbaar proces wordt verkregen.

- ▶ Programmeren met standaard bewerkingsstrategieën. Snijsnelheden, bijbehorende voedingen, intrede strategieën e.d. vergroten de betrouwbaarheid van het verspaningsproces. Programmeurs hoeven hierdoor niet bij elk nieuw programma weer na te denken over welke strategie het beste is en daarbij de procesparameters te zoeken. De standaard opspanmiddelen staan al gemodelleerd in het CAM-systeem, waardoor het programmeren en simuleren wordt vereenvoudigd.
- ▶ Standaard snijgereedschappen kunnen in veel gevallen worden gebruikt voor 70% van de benodigde bewerkingen. Dit maakt het mogelijk om het steeds opnieuw instellen van gereedschappen te verminderen. Alleen speciaalgereedschappen moeten nog worden ingesteld. Van de standaard gereedschappen staan de benodigde parameters in het CAM-systeem. De betrouwbaarheid zal toenemen, omdat er minder kans op fouten is bij het instellen van de gereedschappen.

Voordelen van standaardisatie:

- ▶ minder voorraden van:
  - ♦ materialen;
  - ♦ snijgereedschappen;
  - ♦ opspanmiddelen;
- ▶ voorspelbare en betrouwbare opspanningen;
- ▶ voorspelbare en betrouwbare verspaningsstrategieën;
- ▶ verkorte programmeertijden door het toepassen van standaardstrategieën;
- ▶ verbeterde simulatie van programma's en opspanningen, waardoor het instellen van de bewerkingsmachine efficiënt verloopt;
- ▶ efficiënt werkvoorbereidingsproces;
- ▶ adequaat en snel offerteprocess, doordat alle te gebruiken middelen en methoden voorspelbaar en beproefd zijn.

## 2.2 Looncomponent

Door middel van standaardisatie kan de medewerker zijn tijd zeer effectief inzetten. De doorlooptijd van het gehele werkvoorbereidingsproces wordt aanzienlijk verkort en de betrouwbaarheid vergroot. De medewerker kan dus meer werkvoorbereidingen maken dan in een niet gestandaardiseerde omgeving.

Bij geautomatiseerde bewerkingsmachines is standaardisatie een noodzaak, omdat de machine 24 uur per dag in staat is om te produceren, waardoor een groot deel van de mancapaciteit verschuift van de bewerkingsmachine naar de werkvoorbereiding.

Standaardisatie is van toepassing bij het automatiseren van kleine en middelgrote series. Voor de grote series kan men een speciaal proces inrichten. Een speciaal proces wordt bijna niet veranderd en de werkvoorbereiding wordt dan ook maar eenmalig gemaakt. Het aandeel van de werkvoorbereiding is, procentueel gezien, te verwaarlozen op de gehele serie.

Als er, bij kleine en middelgrote series, geen standaardisatie wordt doorgevoerd, zou het kunnen betekenen dat er meer mancapaciteit nodig is op de werkvoorbereiding en de productievoorbereiding, zoals gereedschap instellen e.d. Hiermee wordt niet de looncomponent verlaagd ten aanzien van de kostprijs van het product, maar houdt u deze constant ten opzicht van de oude situatie. De looncomponent verschuift dan van de bewerkingsmachine naar de werkvoorbereiding en naar het gereedschapsinstelcentrum.

Er worden wel meer producten gemaakt, doordat het spilrendement wordt verhoogd, maar er zijn meer medewerkers nodig om alle werkvoorbereidingen op tijd klaar te krijgen.

Door middel van de automatisering en de standaardisatie worden er naar verhouding minder handelingen verricht door de medewerker. Kort samengevat kan men zeggen dat er minder manuren in het product worden gestopt, waarmee de looncomponent in het product wordt vermindert en de kostprijs van het product vermindert. Het toevoegen van minder manuren is dus één van de voorwaarden om de mondiale concurrentie efficiënt aan te kunnen gaan.

Voor het invoeren van standaardisatie kunt u zich oriënteren met behulp van de overige publicaties op de website 'www.verspaning-online.nl'.

Voor de standaardisatie in de:

- ▶ Programmering met standaard verspaningsstrategieën
  - ♦ *TI.05.28: 'CAD/CAM systemen; selectie, keuze en implementatie'*
- ▶ Betrouwbaar verspanen en gereedschapstandaardisatie
  - ♦ *TI.06.31: 'Moderne verspaningstechnieken; efficiënte en betrouwbare verspaningsmethoden voor draaien en frezen'*
- ▶ Standaard opspanmiddelen
  - ♦ *TI.06.30: 'Toepassen van slimme opspanmiddelen'*
- ▶ Werkmethoden en werkvoorbereiding standaardiseren
  - ♦ *TI.06.33: 'Optimaliseren van de technische bedrijfsvoering'*

### 2.3 Doorlooptijd en 'time to market'

De doorlooptijd van het product wordt steeds belangrijker. Klanten willen steeds vaker geen voorraden meer en alleen de producten maken die reeds zijn verkocht (built to order). Meestal betekent dit een fluctuerende batchgrootte en een onregelmatige bestelling van de producten. Omdat het product, dat u produceert, al verkocht is, moet dit snel geleverd kunnen worden. Het product moet in veel gevallen nog worden voorzien van een oppervlakbehandeling en uiteindelijk in het eindproduct worden gemonteerd.

Een andere trend is dat producten versneld op de markt moeten worden gebracht (time to market) om het voordeel uit te buiten van de eerste te zijn met het nieuwe product. Als uw klant het eerste met een nieuw product op de markt komt, betekent dat vaak dat uw klant een hogere marktprijs kan vragen.

Om op al deze klanteisen te kunnen inspelen, moet er worden gewerkt met snelle opstart- en/of korte doorlooptijden.

Een geautomatiseerde machine die wordt aangestuurd met standaard werkmethode geeft u de mogelijkheid om snel op de vraag van uw klant in te spelen.

De doorlooptijd is zowel mondiaal als in uw directe omgeving één van de belangrijkste factoren waarmee u de concurrentie kunt aangaan.

### 2.4 Werkgelegenheid

Het automatiseren van de productie betekent zeker niet altijd dat dit ten koste gaat van arbeidsplaatsen. Door de verbeterde productiviteit en doorlooptijd wordt de concurrentiepositie van het bedrijf verbeterd.

In de meeste gevallen is het zelfs aantoonbaar dat door automatisering de werkgelegenheid wordt behouden. Automatiseren kan tevens de oplossing zijn voor het tekort aan gekwalificeerd personeel op de arbeidsmarkt. Met een geautomatiseerd proces kan er geconcurrereerd worden met lagelonenlanden. De kostprijs in een lagelonenland moet ook nog worden vermeerderd met de transportkosten en de beheerskosten.

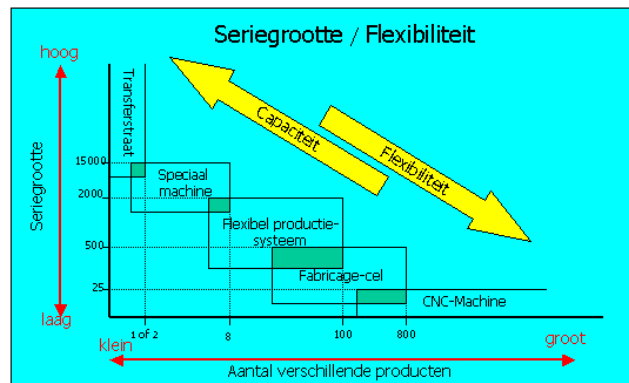
Producten die in aanmerking komen om in lagelonenlanden te worden geproduceerd, kunnen door middel van automatisering in Nederland gemaakt blijven worden.

## 3 Welke vorm van automatisering toepassen?

Automatisering is niet alleen voor grote series!!!

Eén van de mythes die bij het automatiseren van bewerkingsmachines steeds weer naar voren komt, is dat automatiseren alleen mogelijk is voor grote series. Dit is echter onjuist. Ook middelgrote en kleine series zijn uitstekend te automatiseren. Maar elke seriegrootte of combinatie van seriegroottes vraagt zijn eigen automatiseringsconcept.

Om een redelijk beeld te krijgen van de toe te passen automatiseringsconcepten, geeft het schema in figuur 1 wat meer duidelijkheid en inzicht.



figuur 1 Schema om inzicht te krijgen in de toe te passen automatiseringsconcepten (seriegrootte/flexibiliteit)

Zoals in het indicatieve schema van figuur 1 is te zien, moet het automatiseringsconcept flexibeler worden naarmate de seriegrootte afneemt. Bij extreem grote series wordt er gebruik gemaakt van machines die speciaal voor het product zijn ontworpen. Bij kleine series of enkel stuks wordt gebruik gemaakt van standaard CNC-machines, die door middel van een beladingsysteem zijn geautomatiseerd.

- ▶ De **transferstraat** is een aaneenschakeling van machines en bewerkingsstations waarin een product compleet wordt geproduceerd.
- ▶ De **speciaal machine** is een speciaal voor het product ontworpen bewerkingsmachine, waarmee het product compleet wordt geproduceerd.
- ▶ Het **flexibel productiesysteem** is een groep machines (bijv. verschillende bewerkingen zoals draaien, frezen, e.d.), waarin verschillende producten compleet worden aangemaakt en de producten tussen deze machines automatisch worden verplaatst.
- ▶ De **fabricagecel** is één bewerkingsmachine, die is voorzien van een beladingsysteem, waarmee veel verschillende producten door elkaar geproduceerd kunnen worden. Meestal is dit een standaard bewerkingsmachine, die universeel inzetbaar is en ten opzichte van de voorgaande productievormen relatief eenvoudig is om te stellen.
- ▶ De **CNC-machine** is een op zichzelf staande bewerkingsmachine.

Om een goede keuze te kunnen maken voor het juiste concept, is het zinvol om de verschillende vormen van automatiseringsconcepten nader toe te lichten.

Welke automatiseringshulpmiddelen kunnen er worden toegepast?

- ▶ transferstraten;
- ▶ palletbanen/palletwisselaar;
- ▶ robots;
- ▶ stafaanvoer/stangenmagazijn;
- ▶ speciaal oplossingen.

### 3.1 *Transferstraten*

Transferstraten zijn een aantal machines die een vast product of familie van producten bewerken. Deze machines staan in lijn opgesteld en voeren elk een deel van de bewerkingen uit die het eindproduct nodig heeft. De cyclustijden van de machines worden bepaald door een zogenaamde taktijd. Deze taktijd wordt bepaald door het aantal producten dat in een vast gestelde tijd moeten worden geleverd.

De grootste taktijd bepaald de output van de transferstraat. Dat wil dus zeggen dat als de grootste taktijd in het proces 5 minuten is, dan kan er uit de transferstraat elke 5 minuten één gereed product komen.

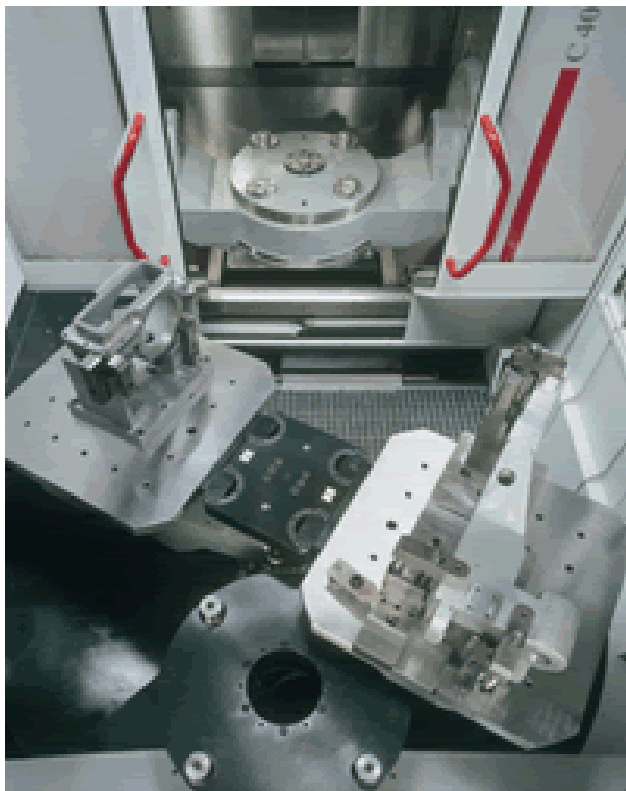
Een transferstraat kan bestaan uit bijvoorbeeld:

- ▶ zaagstation voor inkorten van bijv. stafmateriaal;
- ▶ draaimachine;
- ▶ freesmachine;
- ▶ graveerstation;
- ▶ afbraamstation;
- ▶ spoelcabine;
- ▶ slijpmachine;
- ▶ meetmachine;
- ▶ product inpakker.

Uiteraard kunnen bepaalde stations in meervoud in de transferstraat worden ingevoegd. Dit kan noodzakelijk zijn als de taktijd niet wordt gehaald bij bepaalde processen. Er kan dan voor worden gekozen om meerdere machines in de lijn te zetten of om deze bewerkingen verder op te delen. Bijvoorbeeld het frezen en boren niet op de freesmachine, maar het frezen en boren op twee verschillende machines.

### 3.2 *Palletwisselaar*

Palletwisselaren zijn er in verschillende uitvoeringen. De meest voorkomende uitvoering is een palletwisselaar voor twee pallets (zie figuur 2).



figuur 2 Palletwisselaar

Palletisering is voornamelijk ontstaan om de neventijden van de bewerkingsmachine te verkorten. Door deze me-

thode is men in staat om producten buiten de machine te wisselen en opspanningen op te bouwen. Deze technologie werd voornamelijk op horizontale 4-assige freesmachines toegepast met middelgrote tot grote series. Tegenwoordig wordt deze manier van beladen op zowel 3, 4 en 5-assige machines toegepast. De toepassing vindt nu vooral plaats om dun/onbemand te kunnen werken. Om dun bemand een 24-uurs productie te kunnen realiseren zijn er aanzienlijk meer pallets nodig dan 2 stuks. Afhankelijk van de soort producten en de cyclustijden kan het aantal pallets soms oplopen tot enkele tientallen. Voor deze grote aantallen pallets maakt men dan nu ook gebruik van stellingen waarin de pallets worden geplaatst (zie figuur 3). Het voordeel hiervan is, dat er minder vloeroppervlak wordt gebruikt en dat de totaalprijs van het palletsysteem lager wordt.



figuur 3 Stelling voor het plaatsen van pallets

Palletbanen maken het ook mogelijk om meerdere machines te beladen met één palletsysteem (zie figuur 4). Dit is echter wel fabrikaat afhankelijk. Meerdere machine-merken leveren een soort startset met bijv. 4 pallets. Deze startset is naderhand eenvoudig uit te breiden met meerdere pallets. De palletbaan wordt hierdoor verlengd. Het is zelfs mogelijk om dan aan dezelfde palletbaan meerdere machines en beladingstations te plaatsen.

#### **Voordelen van de palletwisselaar:**

- ▶ in- en omsteltijden veroorzaken geen stilstand van de bewerkingsmachine;
- ▶ relatief eenvoudige automatiseringsoplossing;
- ▶ pallet kan van de machine worden verwijderd om daarna op een ander bewerkings- of meetstation te worden geplaatst;
- ▶ geschikt voor zowel grote als kleine series;
- ▶ door de eenvoudige werkwijze van de palletwisselaar is het een betrouwbaar systeem;
- ▶ standaardoplossing van de leverancier (dus betrouwbaar);
- ▶ optimaal gebruik van onbemande uren.



figuur 4 Voorbeeld van een palletbaan

#### **Nadelen van de palletwisselaar:**

- ▶ relatief dure automatiseringsoplossing;
- ▶ relatief starre vorm van automatisering. Er kunnen geen andere werkzaamheden mee worden verricht bijv. ontbramen e.d.

### 3.3 Stafaanvoer/stangenmagazijn

De stafaanvoer (zie figuur 5) of het stangenmagazijn (zie figuur 6) is een relatief eenvoudige manier van automatiseren. Deze automatisering is technisch gemakkelijk te realiseren en aan te sturen.



figuur 5 Stafaanvoer



figuur 6 Stangenmagazijn

Zowel het stangenmagazijn als de stafaanvoer zijn als losse modules verkrijgbaar en passen op vrijwel alle CNC-draaimachines. De meeste CNC-besturingen zijn er op voorbereid om met deze beladingsvormen om te kunnen gaan. Dit maakt het mogelijk om deze machines in een later stadium alsnog te voorzien van deze automatiseringsvormen.

Meestal wordt deze vorm van automatisering toegepast op draaimachines, maar in deze vorm zijn ze ook toepasbaar op multitask-machines. Multitask-machines kunnen zowel frees-draaicentra zijn of machines die worden ingezet in het zogenaamde Swissmachining.

Swissmachining is eigenlijk een multitask-machine voor zeer kleine onderdelen.

Door middel van deze beladingsvormen kan er zeer efficiënt gebruik worden gemaakt van de onbemande uren. In veel bedrijven wordt dit al toegepast. Ook maakt deze manier van werken het mogelijk om één man meerdere machines te laten bedienen.

Het materiaal wordt van achter de bewerkingsmachine door de hoofdspil van de bewerkingsmachine naar binnen geschoven. Het materiaal wordt tijdens het bewerken vastgeklemd door een hydraulisch bediende spantang. Deze spantangen kunnen zeer eenvoudig worden gewisseld, waardoor er met een ander materiaalfmeting kan worden gewerkt. De spantangen kunnen zelfs worden voorzien van een profiel, waardoor het bijvoorbeeld mogelijk wordt om vierkant of zeskantig materiaal te gaan bewerken.

Deze manier van automatiseren is geschikt voor nagevoeg alle seriegroottes.

Bij de stafaanvoer wordt de lengte van de staf (tot een lengte van 6.000 mm) tijdens het draaien gestabiliseerd door een olielager. De staf draait in een oliebad, waardoor de olie zich door de draaiende beweging om de staf heen slaat. Door dit principe ontstaat er een soort olielager om de gehele staf, met als gevolg dat de staf tijdens het draaien wordt gestabiliseerd.

Het stangenmagazijn werkt meestal met stangen van een kortere lengte ( $\pm 1.500$  mm). Door deze kortere lengte is stabiliseren door een olielager minder noodzakelijk. Er zijn ook stangenmagazijnen die tot een lengte gaan van 6.000 mm. Bij deze stangenmagazijnen wordt de stabilisatie van de stang mechanisch ondersteund. Dit maakt het mogelijk om met een open unit te werken, waardoor er in de toevoer met meerdere stangen kan worden gewerkt. Als de staf verbruikt is, rolt er uit de toevoer een nieuwe staf in de stafaanvoer.

#### **Voordelen stafaanvoer:**

- ▶ kan worden gebruikt tot lengtes van 6 meter. Het ruw aangeleverde materiaal kan dus ongedeeld in de stafaanvoer worden geplaatst;
- ▶ bij lengtes van 6 meter kan er een behoorlijk lange tijd onbemand worden gewerkt;
- ▶ zeer lage omsteltijd.

#### **Nadelen stafaanvoer:**

- ▶ draaimachine met een stafaanvoer neemt veel ruimte in beslag. Er is een stafaanvoer van 6 meter aanwezig en de stang van 6 meter moet hier in worden geschoven. In totaal heeft de stafaanvoer dus 12 meter werkruimte nodig voor het beladen;
- ▶ als de maximale staf lengte wordt gebruikt, moeten er soms concessies worden gedaan op de bewerkings-toerentallen. Dit wordt veroorzaakt door de onbalans van de staf;
- ▶ er kan maar één soort materiaal van één afmeting worden gebruikt;
- ▶ de staf moet worden aangevoerd door de doorlaat van de hoofdspil. Deze doorgang is klein in verhouding met het mogelijke werkbereik van de machine;
- ▶ er blijft meestal een stuk restmateriaal over per staf.

### Voordelen stangenmagazijn:

- ▶ voorraadcapaciteit is groter dan van een stafaanvoer;
- ▶ er kunnen meerdere soorten materiaal door elkaar worden gebruikt. Elke staf kan in principe een ander materiaalsoort zijn, maar zij moeten wel elk dezelfde diameter hebben;
- ▶ het ruw materiaal veroorzaakt minder onbalans als bij een stafaanvoer. Dit kan de productkwaliteit en bewerkingssnelheid ten goede komen;
- ▶ neemt over het algemeen minder ruimte in dan een stafaanvoer. Het te verwerken materiaal kan van boven in het magazijn worden gelegd. Er is dus minder beladingsruimte nodig.

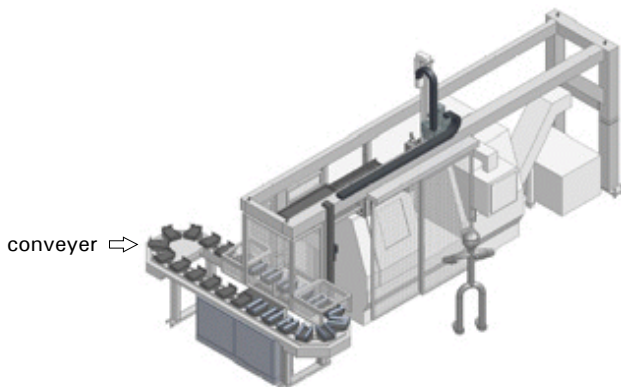
### Nadelen stangenmagazijn:

- ▶ materiaal moet meestal eerst op de lengte van het stangenmagazijn worden gezaagd, bijv. 1,5 meter;
- ▶ er blijft per stang een stuk restmateriaal over, dus bij 10 stangen betekent dat 10 reststukken.

## 3.4 Portaalbelading

Portaalbelading wordt hoofdzakelijk toegepast op draaimachines en multi-task machines. Het is een relatief eenvoudig automatiseringsconcept. Het systeem maakt meestal gebruik van een conveyer of transportband, waarop het ruw materiaal gereed ligt. Het systeem maakt gebruik van twee beweegbare assen. De eerste as beweegt door middel van een brugconstructie parallel aan de bewerkingsmachine en de tweede as kan in de hoogte bewegen.

Dit maakt het automatiseringsconcept een aanzienlijk stuk flexibeler dan bijvoorbeeld stafaanvoeren e.d. (zie figuur 7)



figuur 7 Draaimachine met portaalbelading

Het beladingssysteem kan worden voorzien van verschillende soorten grippers. Afhankelijk van de mogelijkheden van het beladingssysteem kunnen deze grippers automatisch worden gewisseld tijdens bewerkingen. Dit maakt het mogelijk om bijvoorbeeld ruw materiaal van verschillende vormen onbemand te gaan bewerken. Ruw materiaal is over het algemeen simpel van vorm en redelijk massief. Dit maakt het beladen vrij eenvoudig. Met enkele grippers kunnen nagenoeg alle ruwe materialen worden beladen. Het ontladen van het bewerkte product wordt al een stuk lastiger. De meeste eindvormen kunnen met dezelfde gripper worden ontladen, maar het eindproduct kan in sommige gevallen zeer grillig van vorm zijn, waardoor het moeilijk is vast te pakken zonder beschadigingen of vervorming. Hiervoor is het dan noodzakelijk om met speciaal grippers te gaan werken. Dit maakt het dus noodzakelijk om het eindproduct met de speciaal gripper te ontladen (zie figuur 8), waarna de gripper wordt omgewisseld voor een gripper (zie figuur 9) die het ruw materiaal in de machine plaatst. Hierna wordt de gripper voor het ruw materiaal weer omgewisseld voor de speciaal gripper en gaat dan weer klaar staan voor het ontladen van de machine.



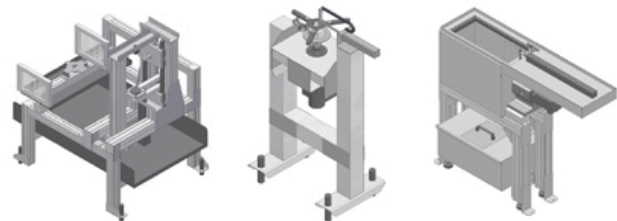
figuur 8 Speciaal gripper



figuur 9 Stangengripper

Met de mogelijkheid om te kunnen wisselen van grippers kunnen er op de palletbaan verschillende vormen ruw materiaal worden klaar gelegd voor productie. Dit maakt het dus mogelijk om verschillende soorten producten door elkaar onbemand te produceren.

Bij deze systemen bestaat de mogelijkheid om het portaal waarover de beladingsarm beweegt te verlengen. Er ontstaat dan tussen de conveyer en de bewerkingsmachine een tussenruimte. Deze tussenruimte kan worden gebruikt om een stelling te plaatsen waar de grippers worden gewisseld, of om stations te plaatsen waarop andere bewerkingen kunnen plaatsvinden (zie figuur 10). Deze bewerkingen kunnen bijvoorbeeld zijn graveren, afbramen, spoelen of het product omkeren, zodat het opnieuw in de bewerkingsmachine kan worden geplaatst. Dit omkeren van het product maakt het mogelijk om op een éénspillige draaimachine een product compleet te bewerken.



figuur 10 Voorbeelden van tussenstations

Door het portaal zodanig te verlengen, kunnen er zelfs meerdere machines worden beladen door het systeem. Hierdoor kan in principe een complete transferstraat ontstaan, waarin producten op verschillende machines worden bewerkt.

## 3.5 Robots

Automatiseren met behulp van robots is de meest vrije vorm van automatiseren. De robot kan zowel als hoofdautomatisering worden gebruikt, of deel uitmaken van een totaal automatiseringsproces.

### 3.5.1 Producthandling

Producthandling door de robot wordt vooral toegepast in groot serie fabricage. Bij deze grote series is het proces ingericht op enkele producten of zelfs maar één product. Hiervoor kunnen specifiek voor deze producten grippers en opspanmiddelen worden gebruikt doordat er nagenoeg geen productvariabelen zijn.

De gripper kan het product rechtstreeks uit een box-pallet halen of een stelling waarin de ruwe delen zijn klaargelegd. De robot plaatst deze ruwdelen op een in de machine gereedstaand opspanmiddel welke specifiek is ontworpen voor dit product en bijvoorbeeld hydraulisch wordt bediend. Nadat het product is bewerkt in de bewerkingsmachine wordt het product terug geplaatst. Eventueel kan deze bewerking een deelbewerking zijn,

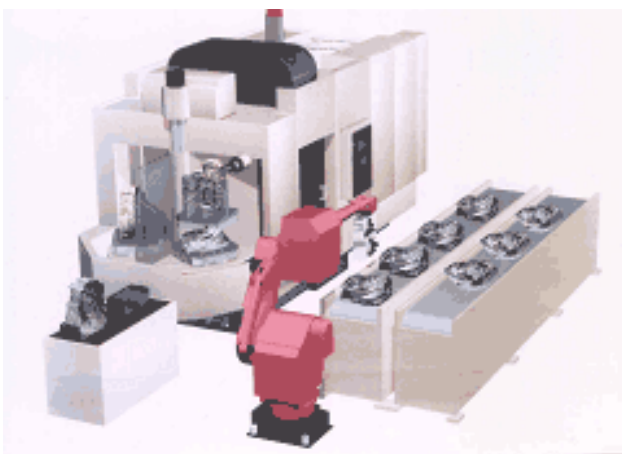
waarna de robot het half bewerkte product in een volgend bewerkingscentrum plaatst. Producthandling kan plaatsvinden op stafmateriaal, blok-vormig materiaal, gietstukken e.d.

### 3.5.2 *Pallethandling*

Bij pallethandling wordt de palletbaan eigenlijk vervangen door een palletstelling en een robot. Deze robot wordt voor een stelling geplaatst, waarin de pallets zich bevinden. Deze pallets worden dan door de robot in en uit de machine geplaatst. Je zou het ook kunnen zien als producthandling. De pallet is dan eigenlijk het vaste product dat moet worden geplaatst.

### 3.5.3 *Logistieke ondersteuning*

Door de grote bewegingsvrijheid van de robot kan deze ook worden gebruikt in het logistieke proces tussen verschillende bewerkingsstations of andere processen. De robot kan bijvoorbeeld producten, die uit een draaimachine komen, klaar zetten op een palletbaan van een freesmachine en de producten, nadat ze zijn gefreesd, in een daarvoor bestemde pallet leggen. De robot wordt op deze manier niet gebruikt voor directe belading, maar zorgt ervoor dat de transportwerkzaamheden, die anders door operators wordt verzorgd, automatisch verlopen (zie figuur 11).



figuur 11 Voorbeeld van logistieke handeling met een robot

### 3.5.4 *Nevenwerkzaamheden*

Een robot die wordt gebruikt voor het beladen van bewerkingsmachines staat gedurende het grootste deel van de cyclustijd stil. Deze stilstand kan worden benut door de robot voor andere werkzaamheden te gebruiken.

Enkele van deze werkzaamheden kunnen zijn:

- ▶ afbramen;
- ▶ gaten boren;
- ▶ graveren;
- ▶ producten schoonspoelen;
- ▶ pallets beladen;
- ▶ producten op meetstation plaatsen;
- ▶ gereedschap in de bewerkingsmachine plaatsen.

Een groot voordeel van deze nevenwerkzaamheden is dat bij een continue productie, 24 uur per dag/7 dagen per week, de hoeveelheid werkzaamheden, zoals afbramen e.d. zich niet opstapelen. De operator wordt in zijn dagdienst van 8 uur geconfronteerd met afbraamwerk dat uit 24 uur productie ontstaat. Dit geldt ook voor de andere werkzaamheden, zoals meten van producten e.d. In deze gevallen houdt de operator geen tijd over voor het opnieuw beladen van de robotcel, het maken van nieuwe CNC-programma's, het instellen van gereedschappen of het opbouwen van opspanningen. Als deze nevenwerk-

zaamheden niet in het proces worden geïntegreerd, betekent het dat er extra personeel nodig is voor deze werkzaamheden. Dit extra personeel gaat ten koste van de kostprijs van het product, en de doorlooptijd van het product neemt hierdoor niet voldoende af.

### 3.5.5 *Combinatie*

Uiteraard kan de robot door zijn grote flexibiliteit op alle in § 2.5.4 genoemde aspecten tegelijkertijd worden ingezet. De robotcel kan zodanig worden ingericht, dat er zowel op producthandling, pallethandling, logistieke ondersteuning en het verzorgen van de nevenwerkzaamheden kan worden gewerkt.

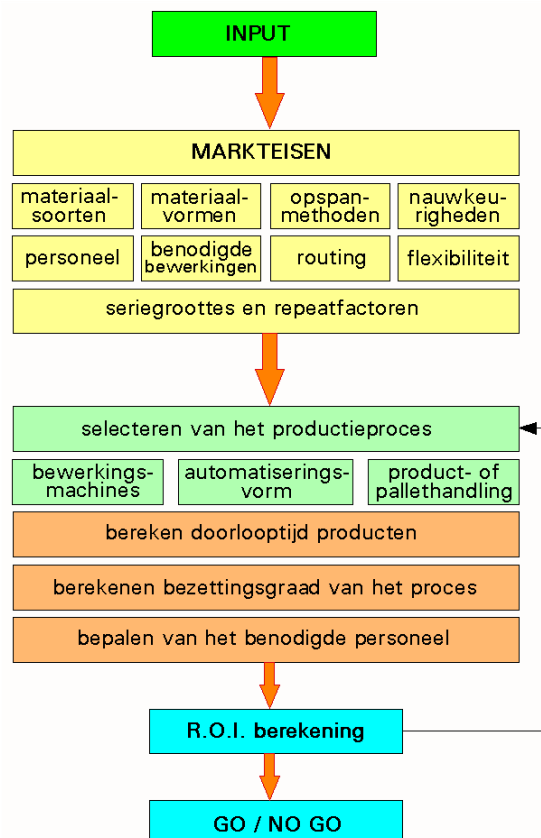
De robot moet dan wel in staat zijn om van grijpers, voor de verschillende handelingen, te kunnen wisselen. Door al deze werkzaamheden te gaan combineren, ontstaat er een productiecel, waarin zowel groot serie werk en enkel stuks op een zeer efficiënte manier te produceren.

## 4 *Hoe te komen tot een automatiseringsconcept?*

Om succesvol te kunnen automatiseren zijn er vier stappen nodig:

- ▶ inventariseren van de productkenmerken;
- ▶ maken van de keuze van het automatiseringsconcept;
- ▶ organiseren;
- ▶ automatiseren.

Voor de eerste twee stappen staat in figuur 12 een schematische voorstelling afgebeeld.



figuur 12 Schema voor inventarisatie en keuze

### 4.1 *Inventarisatie*

Om te bepalen welk automatiseringsconcept het meest geschikt is, moet er eerst worden gekeken naar de kenmerken van de huidige en toekomstige producten die in het geautomatiseerde proces moeten worden gemaakt.

Ook moet er worden gekeken of de huidige markteisen, waarbij nu wordt geproduceerd, kunnen veranderen. Bijvoorbeeld kleinere series, toenemende nauwkeurigheden, kortere levertijden of veranderende materialen. Hiervoor is het noodzakelijk dat een aantal aspecten in kaart moeten worden gebracht:

- ▶ markteisen:
  - ◆ huidige markteisen;
  - ◆ toekomstige markteisen.
- ▶ routing. Welke bewerkingstappen hebben de producten nu nodig:
  - ◆ zijn er veel verschillen in de routing van de te maken producten?
  - ◆ of zijn er veel overeenkomsten in de routing van de te maken producten?
- ▶ huidige productieflexibiliteit en toekomstige benodigde flexibiliteit:
  - ◆ veel variatie in de gevraagde productiecapaciteit;
  - ◆ veel variatie in de gevraagde productsoorten.
- ▶ hoelang duren deze bewerkingstappen?
  - ◆ insteltijden;
  - ◆ cyclustijden;
  - ◆ doorlooptijden van bewerkingen en totale productieproces;
  - ◆ verhouding doorlooptijd en totale productietijd (wachtijden).
- ▶ seriegroottes en de repeatfactor;
- ▶ vereiste productnauwkeurigheden;
- ▶ te bewerken materialen:
  - ◆ materiaalsoorten;
  - ◆ materiaalafmetingen;
  - ◆ materiaal uitgangsvormen bijv. rond/plaat/gietdelen.
- ▶ spanmethoden;
- ▶ benodigde bewerkingstechnologieën;
- ▶ personeel:
  - ◆ taken en verantwoordelijkheden;
  - ◆ opleidingen;
  - ◆ juiste competenties.

Voor de inventarisatie kan, voor verdere informatie, ook gebruik worden gemaakt van de publicatie T1.06.29 'Innovatieve verspaningsmachines'. Deze publicatie is te downloaden op de website [www.verspaning-online.nl](http://www.verspaning-online.nl).

## 4.2 Maken keuze

Na de inventarisatie (zie § 4.1) moet er van de verschillende te maken producten worden gekeken naar de meest overeenkomende bewerkingstappen en bewerkingstechnologieën in het productieproces. Vooral moet er worden gekeken naar de overeenkomsten/verschillen in routing en opspanmethoden. Hoe meer overeenkomsten er zijn, des te interessanter het wordt om te kijken naar het automatiseren van het totale proces (alle bewerkingen in één productiesysteem). Als er zeer veel verschillen zijn in routing en opspanmethode, dan is het raadzaam om te automatiseren op de hoofdprocessen.

Hoofdprocessen kunnen zijn:

- ▶ dure machines;
- ▶ arbeidsintensieve processen.

De volgende aspecten zijn bepalend voor de automatiseringskeuze:

- ▶ machines:
  - ◆ één CNC-bewerkingsmachine;
  - ◆ multitask-machine (alle bewerkingen in één machine);
  - ◆ meerdere verschillende machines bijvoorbeeld draaimachine, freesmachine, zaagmachine.
- ▶ kan er in het proces gebruik worden gemaakt van nevenwerkzaamheden zoals:
  - ◆ graveren;
  - ◆ spoelen;
  - ◆ monteren;
  - ◆ meten.

- ▶ reeds in het bedrijf aanwezige machines:
  - ◆ gebruiken als hoofd machine;
  - ◆ gebruiken voor nevenwerkzaamheden station.
- ▶ benodigde output van het proces:
  - ◆ volume van de verschillende bewerkingen;
  - ◆ doorlooptijd;
  - ◆ productnauwkeurigheid;
  - ◆ gestelde taktijd.
- ▶ te handlen producten:
  - ◆ aantallen van de te handlen producten;
  - ◆ gewicht van het te handlen start- en/of eindproduct;
  - ◆ vormgeving van het uitgangsmateriaal en eindproduct;
  - ◆ handlen op productniveau;
  - ◆ handlen op palletniveau.

Er kan nu gekeken worden naar de meest haalbare bewerkingstechnologieën. Deze bewerkingstechnologieën kunnen zoveel mogelijk in één machine worden samengevoegd of juist zoveel mogelijk uit elkaar worden getrokken. Het uit elkaar trekken van bewerkingen betekent dat er met meerdere machines moet worden gewerkt. Dit maakt het automatiseren een stuk lastiger, maar komt over het algemeen de output van het proces ten goede. De output wordt verhoogd, omdat er op meerdere bewerkingstations aan hetzelfde product wordt gewerkt (zie in § 3.1 de uitleg over taktijden). Uiteraard moet de productnauwkeurigheid dit wel toelaten, maar ook de seriegroottes en repeatfactoren van de productieopdrachten hebben hier invloed op.

Als de beslissingen zijn genomen ten aanzien van de bewerkingsmachines, kan er worden gekeken naar de handling van het product. Moet de automatiseringsvorm pallets gaan handlen, of moet het product zelf in het proces worden gehandled. Deze keuze is vaak afhankelijk van de eventuele extra nevenwerkzaamheden die er in de automatiseringsvorm gaan worden toegepast. Door pallethandling toe te passen zijn de producten moeilijker of soms helemaal niet te bewerken op nevenstations of zijn niet uitwisselbaar op verschillende bewerkingsmachines. Een pallet van een freesmachine is bijvoorbeeld niet te gebruiken op een draaimachine en het goed spoelen van een product gaat minder goed als deze nog in zijn originele opspanning zit. In enkele gevallen wordt er wel eens een combinatie van beide methoden toegepast. Dat wil zeggen dat het product start op een pallet, maar later in het proces over gaat op producthandling. Het kan zo zijn dat de gekozen bewerkingsmachines niet passen bij de uiteindelijk gekozen producthandling. Dan zal uiteindelijk een nieuw machineconcept moeten worden gekozen of het handlingsconcept opnieuw worden beoordeeld.

Het toepassen van nevenwerkzaamheden is vaak afhankelijk van de cyclustijden en de mogelijkheden van de bewerkingsmachines. Een specifieke bewerkingsmachine kan bepaalde bewerkingen niet verrichten of de betreffende opspanmethoden van het product maakt dit onmogelijk. Een voorbeeld hiervan kan bijvoorbeeld het aanbrengen van een graving zijn of het ontbramen aan de kant waarop het product is opgespannen. Deze werkzaamheden moeten dus op een nevenstation worden verricht.

Een andere functie die een nevenstation kan hebben is het verkorten van de cyclustijd. De bewerkingsmachine heeft een cyclustijd nodig van bijvoorbeeld één uur. In dit uur staat automatisering niets te doen, bijvoorbeeld een robot. Deze robot kan dan delen van de bewerkingen die in de machine worden gedaan overnemen. Bijvoorbeeld ontbramen. Hierdoor kan de cyclustijd van één uur terug worden gebracht naar 55 minuten. De robot heeft dan 5 minuten van de cyclustijd overgenomen. Door te onderzoeken of er nog meer deelbewerkingen uit het bewerkingsproces zijn te halen en deze te laten



uitvoeren door een robot of door nevenstations, kan de cyclustijd van een product zo minimaal mogelijk worden.

Na het invullen van alle voorwaarden moet het gehele proces worden doorgerekend op de doorlooptijd en de bezettingsgraad van de productie-eenheid of -eenheden. Tevens moet er worden bepaald hoeveel personeelsinzet er voor het gehele proces benodigd is. Als deze aspecten ook zijn ingevuld kan er een Return On Investment (R.O.I.) berekening worden gemaakt. Voldoet de uitkomst aan de gestelde verwachting, dan kan de eindbeslissing worden gemaakt om wel of niet te investeren (GO/NO GO). Voldoet de uitkomst niet aan de gestelde eisen, dan kunnen er andere technologische keuzes worden gemaakt. Dit proces kan een aantal malen worden herhaald tot de R.O.I. kloppend is.

### 4.3 Organiseren

Als het proces bekend is kan er worden gekeken naar de organisatie. Omdat het geautomatiseerde proces over het algemeen één van de belangrijkste delen wordt van het gehele productieproces, moeten nagenoeg alle werkzaamheden er op gericht zijn om dit proces zo optimaal mogelijk te laten verlopen.

De werkvoorbereiding moet op het proces worden voorbereid. De logistieke ondersteuning in het bedrijf moet hierop worden aangepast. Personeel moet worden opgeleid, taken en verantwoordelijkheden moeten duidelijk worden gemaakt en er moeten aanpassingen worden gemaakt in werkschema's.

Opspanmiddelen en verspanende gereedschappen moeten in kaart worden gebracht en goed worden beheerd, zodat het proces hierop niet stil komt te staan. Over het algemeen kan dit het beste worden ondersteund met een gereedschapbeheersysteem.

Afhankelijk van de seriegroottes en de repeatfactoren moeten er eventueel andere keuzes worden gemaakt in de wijze van programmeren. Gaat dit centraal of decentraal plaatsvinden, wordt er wel of niet geprogrammeerd met een CAM-systeem en moeten er nog post-processoren worden aangemaakt.

Voor verdere informatie hierover kunt u gebruik maken van de publicatie TI.06.33 'Optimaliseren van de technische bedrijfsvoering'. Deze publicatie is te downloaden op de website 'www.verspaning-online.nl'.

Als deze aspecten goed zijn ingevuld en de eventuele benodigde investeringen in mensen en middelen zijn gedaan, dan kan er een start worden gemaakt met het aanpassen van de organisatie. Deze aanpassingen moeten worden gedaan, voordat er wordt geautomatiseerd. Wordt dit niet van tevoren gedaan, dan bestaat de kans dat tijdens de implementatie van het geautomatiseerde proces er te veel veranderingen tegelijkertijd in de organisatie plaatsvinden. De kans op een succesvolle implementatie wordt hierdoor zeer klein.

Het is dus zeer belangrijk om alles goed van tevoren georganiseerd te hebben, om de implementatie goed te laten verlopen.

### 4.4 Automatiseren

Het automatiseren moet de laatste logische stap zijn in het hele proces. Als de organisatie is aangepast, dan zal de implementatie over het algemeen goed verlopen. Tijdens de implementatie kan men zich dan hoofdzakelijk concentreren op de technische problemen die kunnen ontstaan. Eventueel kan men nog worden geconfronteerd met kleine organisatorische problemen, maar deze zullen een succesvolle implementatie veelal niet in de weg staan. Het succes zit dus voornamelijk in een goed voorbereide organisatie.

## 5 Kritische succesfactoren voor onbemande productie

Ondanks de goed ingevoerde werkmethoden is er nog een aantal aspecten met betrekking tot het geautomatiseerde proces die bepalen of het proces een succes gaat worden of niet.

Over het algemeen zijn deze technisch organisatorische uitdagingen.

### 5.1 Planning

Om overzicht te behouden op de productieorders bij geautomatiseerde bewerkingsmachines voldoen normale plansystemen over het algemeen onvoldoende.

Voor een geautomatiseerde bewerkingsmachine waar meerdere orders door elkaar lopen, is het raadzaam om per productiecel een eigen detailplanning te maken.

De gebruikelijke planlijst is dan leidend voor de leverdatum, maar daarnaast moeten de operators zelf de vrijheid hebben om het werk in te delen. Deze vrijheid hebben zij nodig om een zo continu productiestroom te creëren. De operators kunnen bijvoorbeeld producten in drie groepen verdelen namelijk:

- ▶ instelwerk (producten lopend maken in de bemande uren);
- ▶ werk dat al goed loopt maar nog wel nieuw is (betrouwbaarheid in serie moet nog worden bewezen en gebeurd bij voorkeur deels bemand);
- ▶ werk dat al bewezen heeft dat het betrouwbaar loopt (herhalingsopdrachten).

Deze planning kan bijvoorbeeld worden ondersteund door middel van een planbord (zie figuur 13). Met behulp van dit planbord kunnen de medewerkers snel en eenvoudig een planning maken, of deze planning aanpassen. Door met kleuren te werken, bijvoorbeeld instelwerk = rood, repeatorders = geel, nieuw werk = groen, wordt de planning zeer overzichtelijk.



figuur 13 Planbord voor detailplanning

Voordelen van deze indeling zijn:

- ▶ de operators hebben de planning visueel. Dit vergemakkelijkt de onderlinge afstemming en voorkomt misverstanden;
- ▶ leidinggevende van de afdeling heeft een goed inzicht in de efficiëntie van het proces;
- ▶ kritische werkstukken kunnen zodanig worden gepland dat deze worden geproduceerd in het bijzijn van operators;
- ▶ instelwerk verstoort de nachtproductie niet;
- ▶ zeer betrouwbaar werk kan in de nacht of in de weekenden worden gepland;

- ▶ er kan zeer flexibel op wensen van de klant worden ingespeeld;
- ▶ goed inzicht in capaciteit en mogelijk leverdata;
- ▶ bij verstoringen in de productie kan er zeer snel opnieuw worden gepland.

## 5.2 *Onderhoud en storingen*

Onderhoud is één van de meest belangrijke aspecten voor een productievorm die 24 uur/7 dagen per week gaat produceren en dan met name preventief onderhoud. Bij deze vorm van productie is er geen tijd meer over om verstoorde productie in te halen. Onderhoud of het verhelpen van storingen wordt zeer belangrijk. Als er bijvoorbeeld om 10 uur in de ochtend een storing optreedt, kan in de meeste gevallen pas de volgende ochtend een monteur aanwezig zijn. In dit geval is er een productie-verlies van zeker 24 uur. Vindt de storing plaats op vrijdagmiddag, dan is in het meest gunstige geval pas op maandagochtend een monteur beschikbaar. In dit geval is er een productieverlies van meer dan 60 uur. Deze uren zijn in principe verloren en ook bijna niet meer in te halen door overwerk e.d.

Als de automatisering en de machine van één leverancier zijn, dan is de communicatie vrij eenvoudig. Er is maar één partij waarmee u hoeft te communiceren. Als er echter een machine is die u heeft laten automatiseren door een andere partij dan de machineleverancier, kunnen er problemen ontstaan. Bij storing kan er discussie ontstaan over wat de oorzaak van de storing is. De machineleverancier verdenkt de automatiseringsvorm van de oorzaak van de storing en de automatiseerder verdenkt de machine van de oorzaak van de storing. In het meest ongunstige geval moeten er van beide partijen monteurs komen. Dit kan soms enkele dagen duren en veroorzaakt zeer grote stilstand.

Het onderhoud moet dus goed worden georganiseerd en er moeten afspraken gemaakt worden met zowel de machineleverancier als met de automatiseerder. Het kan ook zeer zinvol zijn om het onderhoud uit te besteden. U kunt dan met deze partij afspraken maken over de prestatieverplichtingen van de betreffende productie eenheid.

## 5.3 *Personeel en organisatie*

Een goed werkende productiecel kan continue produceren. Niet altijd zijn alle werkzaamheden tot in detail uit te voeren op een bewerkingsmachine.

Het kan zo zijn dat er aan diverse producten nog nevenwerkzaamheden moeten worden verricht. Doordat de machine 24 uur per dag kan produceren, kan dit grote hoeveelheden werk veroorzaken.

Dit geldt ook voor de eindcontrole van producten, het spoelen of vetvrij maken en het verpakken van de eindproducten. Als deze werkzaamheden niet goed worden georganiseerd, dan kan het zo zijn dat de operators in de tijd dat zij bezig moeten zijn met programmering, belading en verzorging van de productiecel, bezig zijn met afbramen, meten e.d., met als gevolg dat de productiecel niet gereed is voor nachtproductie of weekendproductie.

Het omgaan met geautomatiseerde productie, 24 uur per dag en 7 dagen per week, vraagt dus andere competenties van het personeel. Met name het overzicht behouden in planningen vergt veel meer inzicht, maar ook het omgaan met de technologie verandert. Er moet meer worden gekeken naar procesbetrouwbaarheid dan naar een optimale cyclustijd. De focus van de medewerker moet komen te liggen op het denken in processen in plaats het vakmanschap.

## 5.4 *Praktische problemen*

Er zijn in een geautomatiseerde productie-omgeving veel kleine praktische problemen waarop de geautomatiseer-

de bewerkingsmachine kan gaan stilstaan. Meestal zijn deze problemen goed oplosbaar. Enkele problemen zijn:

- ▶ spanenophoping in de machine waardoor bijvoorbeeld deuren niet open of dicht gaan;
- ▶ spanen/boorkrullen e.d. om het snijgereedschap;
- ▶ te weinig koelwater;
- ▶ te weinig hydrauliek of leibaanolie;
- ▶ batterij van de meettaster is leeg;
- ▶ spanentransporteur raakt verstopt doordat de spanenbak vol is;
- ▶ geen of te weinig perslucht;
- ▶ slecht functionerend netwerk waardoor communicatie slecht verloopt.

Deze problemen kunnen vaak worden opgelost door een dagelijks schema te maken waarin deze aspecten worden gecontroleerd of onderhouden. Door bijvoorbeeld aan het eind van de werkdag het koelwater en de oliën bij te vullen, kan er veel stilstand worden voorkomen. Voor de ophoping van de spanen kan er zeer eenvoudig een spoelsysteem worden gemonteerd in de machine. Bij het achterblijven van spanen om het snijgereedschap, zoals vaak bij het boren en tappen van gaten, kan er voor het wisselen van het gereedschap een spoelpositie in de machinecabine worden gebouwd of andere verspaningsstrategieën worden toegepast.

Voor het wisselen van het gereedschap wordt deze, door een gerichte hoge druk straal, net voor het wisselen schoongespoeld, zodat achtergebleven spanen worden weggeblazen.

## 5.5 *Verstoringen van het productieproces*

Omdat bij een productie van 24 uur per dag en 7 dagen per week, verloren uren niet meer zijn in te halen, moet er snel en adequaat gereageerd worden op storingen. Over het algemeen zijn het de kleine storingen die de meeste stilstand veroorzaken in de productie. Dit probleem doet zich het meest voor tijdens implementatietrajecten en bij het opstarten van nieuwe producten. Storingen moeten dus snel worden onderkend en met name in de onbemande tijd. De mogelijkheid bestaat om bijvoorbeeld een storingsmelding door middel van een SMS op de mobiele telefoon door te geven. Hierdoor kan de verantwoordelijke operator actie ondernemen om de storing te verhelpen en worden niet gehele nacht- of weekendproducties gemist.

De SMS melding kan eventueel visueel worden ondersteunt, doordat de operator via het internet kan inloggen op een webcam die in de geautomatiseerde productiecel is geplaatst. Het is zelfs mogelijk om de besturing van de geautomatiseerde productiecel via het internet over te nemen. Door deze overname van de besturing kan er worden ingegrepen in de aansturing van de automatisering en het probleem tijdelijk worden opgelost. Hierdoor kan er direct worden doorgewerkt en kan de operator bepalen of hij direct nodig is bij de geautomatiseerde productiecel of dat hij gericht andere acties kan ondernemen om de productie door te laten lopen.

## 5.6 *Procesbeheersing*

Één van de belangrijkste aspecten in het onbemande proces is de procesbeheersing van de verspanende bewerkingen. Als het productieproces niet wordt beheerd, is onbemande productie onmogelijk.

Als er geen procesbeheersing is, kan er geen voorspelling worden gedaan over de standtijden van de snijdende gereedschappen, waardoor er gereedschapsbreuk kan ontstaan, met als gevolg dat er schade kan ontstaan aan andere (volgende) snijdende gereedschappen, opspanmiddelen of zelfs aan de machine. Meestal uit het onbeheerste proces zich in de kwaliteit van de geproduceerde producten. Deze kwaliteit zal zeer wisselvallig zijn, waardoor het proces telkens moet worden bijgesteld. Bijstellen van het proces gaat nagenoeg niet in een on-

bemand proces. De kans is dan groot dat er in de onbemande uren veel foutieve producten worden aangemaakt. Technische hulpmiddelen, zoals gereedschapsbreukcontrole en meettasters kunnen in het geautomatiseerde proces wel ondersteunen, maar zijn geen oplossing voor onbeheerste processen. Deze middelen zijn bedoeld om een goed beheerst proces te bewaken, eventueel te corrigeren op kleine afwijkingen en bij het toch altijd aanwezige risico van gereedschapsbreuk verdere schade te voorkomen.

De procesbeheersing kan verder worden vergroot door goede simulatie van de CNC-programma's en door standaardisatie van opspanmiddelen en snijdende gereedschappen.

## Auteur

Deze voorlichtingspublicatie is opgesteld in opdracht van de Vereniging FME-CWM in het kader van het project 'Procesinnovatie Verspaning voor MKB-bedrijven'. Hierbij waren de volgende organisaties betrokken: SenterNovem, STODT, Syntens, Koninklijke Metaalunie en de Vereniging FME-CWM/Industrieel Technologie Centrum (ITC).

De auteur, Jan-Willem Kleinwinkel (STODT) werd ondersteund door een begeleidingsgroep bestaande uit: W. Lenselink (STODT), R. van den Bosch (STODT), J. van de Put (Syntens), R. Kousbroek (Koninklijke Metaalunie), P. van Ackooy (FME) en P. Boers (FME).

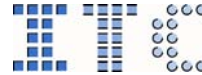
## Technische informatie:

Voor technisch inhoudelijke informatie over de in deze voorlichtingspublicatie behandelde onderwerpen kunt u zich richten tot de auteur Jan-Willem Kleinwinkel (tel.: 0546-822455, e-mail: [jw.kleinwinkel@stodt.nl](mailto:jw.kleinwinkel@stodt.nl)).

## Informatie over, en bestelling van VM-publicaties, Praktijkaanbevelingen en Tech-Info-bladen:

### Vereniging FME-CWM/Industrieel Technologie Centrum (ITC)

Bezoekadres: Boerhaavelaan 40,  
2713 HX ZOETERMEER  
Correspondentie-adres: Postbus 190,  
2700 AD ZOETERMEER  
Telefoon: (079) 353 11 00/353 13 41  
Fax: (079) 353 13 65  
E-mail: [pbo@fme.nl](mailto:pbo@fme.nl)  
Internet: [www.fme.nl](http://www.fme.nl)



© Vereniging FME-CWM/juni 2006 - 01

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel grote zorg is besteed aan de waarborging van een correcte en, waar nodig, volledige uiteenzetting van relevante informatie, wijzen de bij de totstandkoming van de onderhavige publicatie betrokkenen alle aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of onvolkomenheden in deze publicatie van de hand.

Vereniging FME-CWM  
Afdeling Technologie en Innovatie  
Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer  
telefoon 079 - 353 11 00  
telefax 079 - 353 13 65  
e-mail: [pbo@fme.nl](mailto:pbo@fme.nl)  
internet: [www.fme.nl](http://www.fme.nl)