

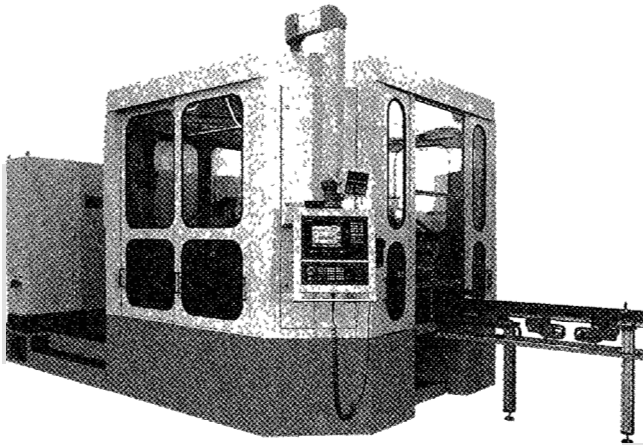
De productie van auto-onderdelen op indexeerautomaten

Rijdend in een auto realiseer je je meestal niet dat je met het stuur ook een brok precisietechnologie vasthoudt. Want aan dat stuur zit een een stuurkolom en daaraan weer een kruiskoppeling, waarvan de precisie een productietechnische uitdaging betekent. Vooral ook omdat die nauwkeurigheid honderdduizenden keren herhaald moet worden en dat ook nog met een concurrerende stuksprijs. Een artikel in het tijdschrift Schweizer Präzisions-Fertigungstechnik vertelt hoe bewerkingsautomaten van Imoberdorf AG in Oensingen, Zwitserland, het probleem van het reproduceren van precisie uitstekend oplossen. Lezers van Mikroniek die dat probleem herkennen, kunnen er wellicht hun voordeel mee doen. Want ook in Nederland zijn er heel wat toeleveringsbedrijven voor de auto-industrie en behalve kruiskoppelingen bevat een hedendaags automobiel nog heel wat meer precisiecomponenten.

• *Willi Gassert (vertaling en bewerking Frans Zuurveen)* •

Toeleveranciers voor de automobiellindustrie ontdekken steeds meer de voordelen van rondgaande indexeerautomaten, zie afbeelding 1, vergeleken met transferstraten. Want zulke indexeerautomaten zijn niet alleen flexibel, efficiënt en betrouwbaar, maar ook heel nauwkeurig. CNC-technologie en een uitgekend assortiment bewerkingsmodules, zie afbeelding 2, maken de doelmatige

bewerking van diverse families van autocomponenten mogelijk. Met het bijkomende voordeel dat die bewerking in één enkele opspanning kan plaatsvinden. Door ook nog een meetsysteem te integreren kan er worden voldaan aan eisen van 100 % productcontrole en registratie van de meetresultaten.



Afbeelding 1. Een rondgaande indexeerautomaat IMO 15 (voor maximaal 15 stations) van Imoberdorf AG in Oensingen, Zwitserland. De automaten van Imoberdorf hebben maximaal 24 bewerkingsstations.

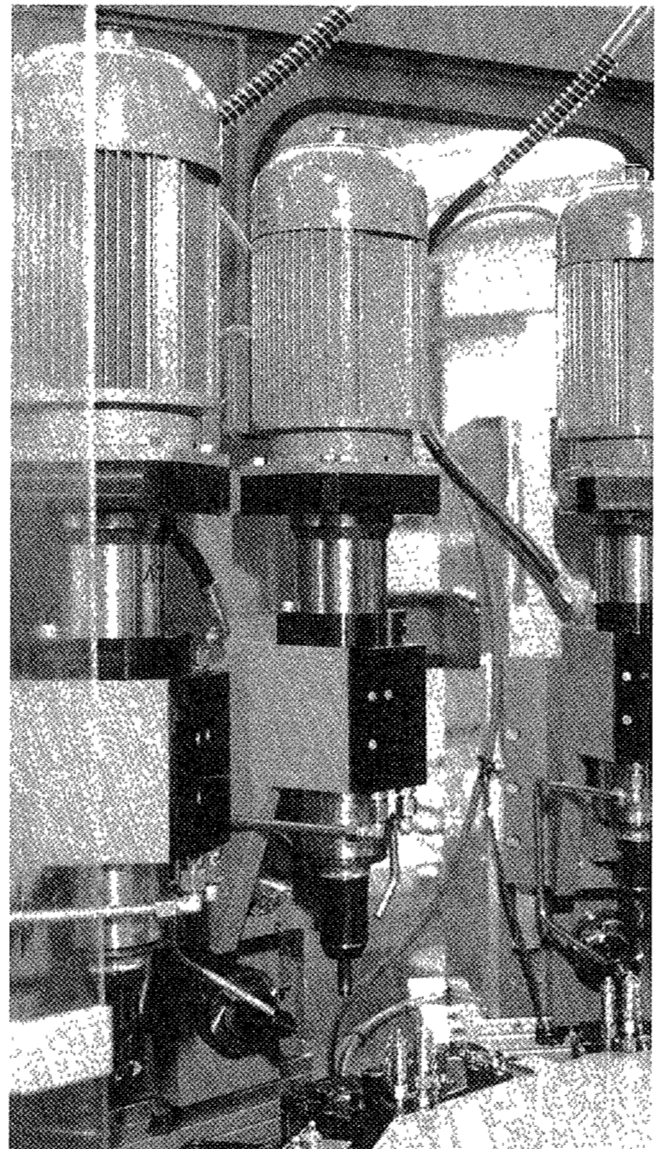
Tegenwoordig lukt het steeds vaker complete onderdelen in één opspanning te bewerken. Vergelijken met bewerking op verschillende machines biedt dat niet alleen een vereenvoudiging van de logistiek maar ook een aanzienlijke toeneming van de nauwkeurigheid. Juist bij werkstukken waarin de onderlinge positie van verschillende bewerkingsvlakken en -assen behept is met nauwe toleranties, biedt een rondgaande indexeerautomaat met een verscheidenheid aan bewerkingsstations veel voordelen. Experts van Imoberdorf AG slagen er bijna altijd in een indexeerautomaat optimaal aan te passen aan de wensen van de afnemer, zie afbeelding 3. Want de CNC-techniek garandeert de benodigde flexibiliteit voor het bewerken van diverse onderdeelvarianten. Bovendien maakt die techniek het mogelijk het gereedschap automatisch in te stellen als een maat gaat afwijken van de gewenste waarde, mede dankzij de voortdurende bewaking van het bewerkingsproces door het geïntegreerde meetsysteem, zie afbeelding 4.

Indexeerautomaten contra bewerkingscentra

CNC-indexeerautomaten voor verspanende bewerkingen behoren tot de categorie gereedschapmachines. Wat betreft hun taken en flexibiliteit zijn ze vergelijkbaar met bewerkingscentra. Maar omdat bij een indexeerautomaat verschillende bewerkings-spindels gelijktijdig actief zijn, bedraagt de productiecapaciteit een veelvoud van die van bewerkingscentra. Een indexeerautomaat is ech-

ter in het algemeen pas rendabel bij een jaarproductie van 300 000 stuks.

Vergelijken met lineaire transferstraten wordt een werkstuk bij een rondgaande indexeerautomaat veel sneller en nauwkeuriger langs de bewerkingsstations verplaatst. Dat is te danken aan de - driehoekige - Hirth-vertanding met 240 tanden, die de draaitafel periodiek fixeert. De Hirth-koppeling is dus tijdens het bewerken in ingrijping en wordt bij het werkstuktransport gelicht. Daardoor is de slijtage van de tanden gering en behoudt de machine



Afbeelding 2. Enkele bewerkingsseenheden van Imoberdorf met verticale en horizontale spindels.



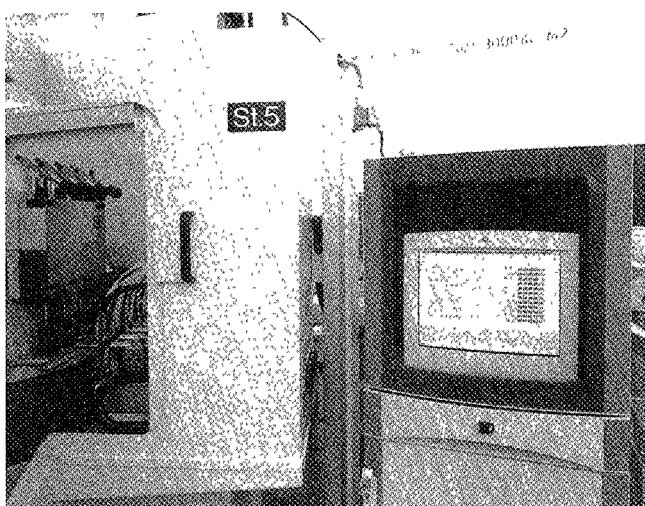
Afbeelding 3. Technisch werkoverleg in de afdeling Engineering over de constructie van een indexeerautomaat

zijn hoge nauwkeurigheid gedurende de totale levensduur.

De ronde opstelling biedt veel voordelen. Door de compactheid heeft de machine minder plaats nodig dan een lineair transfersysteem. Het inbrengen en uitnemen van

het werkstuk kan in de regel in één positie plaatsvinden. De stervormige opstelling van de stations biedt een goede toegankelijkheid van de machineruimte. Hulpsystemen zoals afzuiging, spaanafvoer en centrale smering, alsmede de energievoorziening (krachtstroom, perslucht, hydraulische olie) en koel- en snijolietoevoer laten zich met minder moeite integreren dan bij een transferstraat.

Aan de andere kant is bij een rondgaande indexeerma- chine het aantal bewerkingsstations aan een grens gebonden. Grote machines kunnen, afhankelijk van het fabri- kaat, zijn uitgerust met 24 of zelfs meer stations, zodat die buitengewoon veelzijdig zijn. Zo kan men er bijvoor- beeld ronde of kubische werkstukken op nabewerken, en uitgaan van separate blanks of van stafmateriaal.



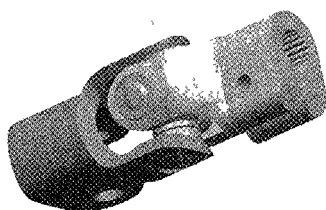
Afbeelding 4. Een geïntegreerd pneumatisch meetstelsel voor een machine waarin vier werkstukken gelijktijdig dezelfde bewerking ondergaan. Links het viervoudige meetstation, rechts de presentatie van de meetresultaten met on-line-compensatie van gereedschapslijtage

In dit artikel beschrijven we de toepassing van rondgaande indexeermachines voor het bewerken van vorkstukken voor kruiskoppelingen in het stuurmechanisme van auto's, zie afbeelding 5. Doorgaans zijn er per auto twee van zulke kruiskoppelingen nodig aan weerszijden van de as die de stuurbeweging overbrengt van de stuurkolom naar het stuurhuis. Ieder voertuig bevat in de regel dus vier van zulke vorkstukken, onafhankelijk van het feit of de bestu- ring mechanisch, hydraulisch of elektrisch functioneert.

Uitgaande van de aantallen in voorgaande jaren is aan te nemen dat er dit jaar wereldwijd zestig miljoen auto's zullen worden geproduceerd, waarvan ongeveer 70 % personen- en de rest vrachtwagens. Het is niet moeilijk daaruit de jaarbehoefte aan vorkstukken voor kruiskoppelingen af te leiden. Daarnaast is het duidelijk dat de enorme modelvariatie een groot aantal uitvoeringen van die producten met zich meebrengt, zie afbeelding 6. En dat betekent dat een moderne bewerkingsmachine behoorlijk flexibel moet zijn.

Koud vervormen maakt assen tot 70 % lichter

Een kruiskoppeling wordt gekrompen op of gelast aan de stuurkolom of de verbindingsas, of er wordt een getande naaf toegepast. Voor het maken van assen en kolommen is roterend koud vervormen de meest geschikte bewerkingsmethode. Daarbij gaat men uit van pijpmateriaal, dat op een transferautomaat koud wordt gedeformeerd in kleine stappen. Daarvoor zijn volledig automatische machines ontworpen.



Afbeelding 5. Computer-animatie van een kruiskoppeling, waarvan er twee in de stuurinrichting van een auto zijn gemonteerd. De vertanding in de naaf wordt - al dan niet spaanloos - op een aparte machine gemaakt.

De voordelen van koud vervormen van pijp vergeleken met verspanend bewerken van vol materiaal zijn vooral de materiaalbesparing en de hogere sterkte. Dat laatste is het gevolg van de koudversteving en het gunstiger vezelverloop. Zo kon bijvoorbeeld het gewicht van een massieve stuurkolom van 2800 g dankzij koude vervorming van pijpmateriaal teruggebracht worden tot 840 g: een gewichtsvermindering van circa 70 %. De bereikte oppervlaktekwaliteit is hoog en de toleranties voor diameter en lengte bedragen niet meer dan 0,03 à 0,04 mm. De cyclustijd ligt tussen 10 en 20 seconden.

In principe is de vervaardiging van vorkstukken onder te verdelen in twee elkaar opvolgende processen, spaanloos vormen en verspanend bewerken. Het eerste kan gieten,



Afbeelding 6. Diverse monsters van vorkstukken voor kruiskoppelingen.

smeden of koud vervormen zijn. Laatstgenoemde methode, het zgn. koudpersen, is door toeleveranciers van auto-onderdelen - dankzij lange ervaring - speciaal voor de aanmaak van vorkstukken verder ontwikkeld, waarbij een constante hoge kwaliteit voorop staat.

Die eisen aan de kwaliteit gelden ook voor de daarop volgende verspanende bewerking van de vorkstukken, waarbij het zwaartepunt ligt op het maken van de boring waarin het kruisstuk is gelagerd. De diameter daarvan bedraagt 15 mm met een tolerantieveld tussen + 0,008 en + 0,026 mm. De afwijking van de cilindriciteit moet kleiner zijn dan 0,03 mm. De kruisstukboring dient zo goed mogelijk haaks te zijn ten opzichte van de asboring. Bovendien moet het vorkstuk nagenoeg braamvrij zijn, zie afbeelding 7.



Afbeelding 7. Het kruisstuk waarvan de bewerking in dit artikel wordt behandeld.

Minder personeel nodig

Tot voor kort was het gebruikelijk verschillende autonome bewerkingsmachines toe te passen met ieder hun eigen spansysteem. Daarbij verplaatsen transportbanden de werkstukken tussen de bewerkingsposities. Voor de complete bewerking van vorkstukken zijn dan drie personen nodig. De eerste boort de kruisstukboring voor, boort de asboring voor en draait de kopse vlakken. De tweede draait beide boringen na, boort het gat voor de schroefdraad en verzinkt het. De derde snijdt de schroefdraad.

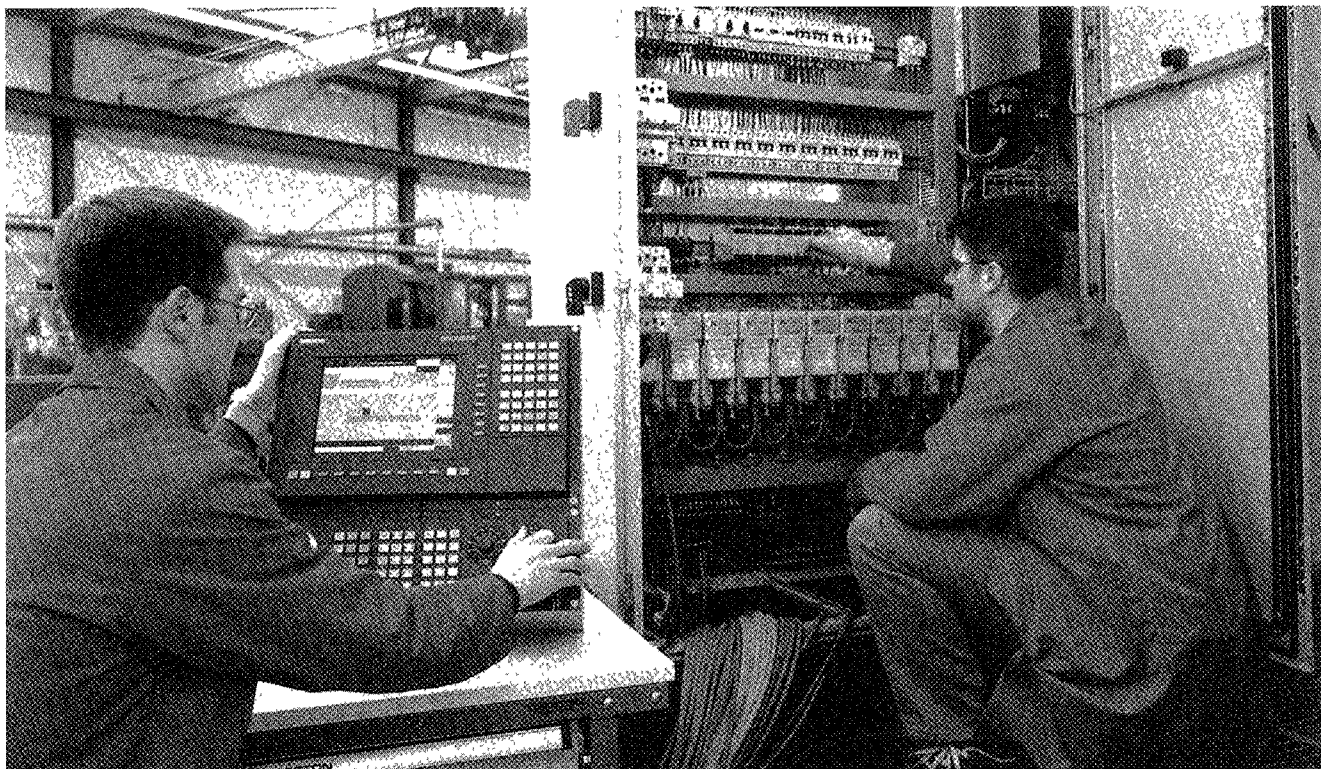
De drie machinebedienden moeten de werkstukken niet alleen toe- en afvoeren, maar ze ook met de hand ontbramen. De cyclustijd bedraagt ongeveer veertig seconden.

Dankzij de CNC-besturing, zie afbeelding 8, zijn in een rondgaande indexerautomaat IMO 15 - voor maximaal 15 maar in dit geval met 10 stations - alle hiervoor beschreven bewerkingen en handelingen geïntegreerd. Bovendien voert de machine automatisch controlemetingen uit, inclusief on-line-gereedschapcorrectie indien nodig, sortering in goed- en afkeur, enzovoort. Dat houdt in dat alle werkstukken worden gecontroleerd op het voldoen aan de maattoleranties.

We beschrijven hierna de bewerkingsvolgorde voor het ruwe werkstuk in afbeelding 9, waarbij de getallen het stationsnummer van de indexerautomaat aangeven. De robotarm met een dubbel uitgevoerde gripper pakt een onbewerkt werkstuk van een pallet, brengt dit naar het spansysteem van station (1), pakt het voorgaande, reeds bewerkte werkstuk uit het station en legt het onbewerkte werkstuk erin (afbeelding 10). Na het horizontaal boren en verzinken van de voorste vorktand (2) en het vlakfre-

zen van het bovenvlak (2), wordt de kruisstuk-boring horizontaal voorgeboord (5), nageboord (6), voorbewerkt (7) en nabewerkt (9). Dan wordt het asgat geboord (3) en nabewerkt (8). Vervolgens wordt het draadgat in de achterste vorktand geboord (3), wordt er schroefdraad gesneden (4) en worden diverse kanten verticaal ontbraamd (4, 8). Voordat de robotarm het werkstuk uitneemt (afbeelding 10) meet de machine de kruisstukboring (10). Dat gebeurt met behulp van twee pneumatische meetdoorns met ieder acht meetpunten, die per vorktand vier diameterwaarden (langs een horizontale en verticale meetlijn) vastleggen. Behalve het bepalen van de diameter zorgt het meetinstrument ook voor vastleggen van de vormverandering door slijtage van het gereedschap.

Als een gemeten diameter zich buiten het opgegeven - verkleinde - tolerantieveld bevindt, corrigeert het systeem on-line de Z-as van station 9 (nadraaien van de kruisstuk-boring). Als er bij drie opeenvolgende bewerkingscycli een afwijking wordt gemeten, breekt het systeem de bewerking af ten einde de foutoorzaak te kunnen analyseren. Werkstukken met een gatdiameter die



Afbeelding 8. Instelling van de CNC-besturing van een indexerautomaat IMO 15 in de montagehal van Imoberdorf AG.

weliswaar binnen de tolerantie van de tekening ligt maar buiten het gereduceerde tolerantieveld, worden op het toe- en afvoerstation (1) in een aparte bak gedeponneerd in plaats van op het pallet met bewerkte onderdelen.

Voor de nabewerking van het kruisstukgat worden speciale gereedschaphouders met gecoate Cermet-wisselplaatjes toegepast. Snijolie dient als koel- en smeermiddel, waardoor de standtijd overeenkomt met het bewerken van maximaal 10 000 stuks. Afhankelijk van de behoefte en de uitvoering kunnen er maximaal vier producten gelijktijdig gemaakt en gemeten worden, zie afbeelding 4.

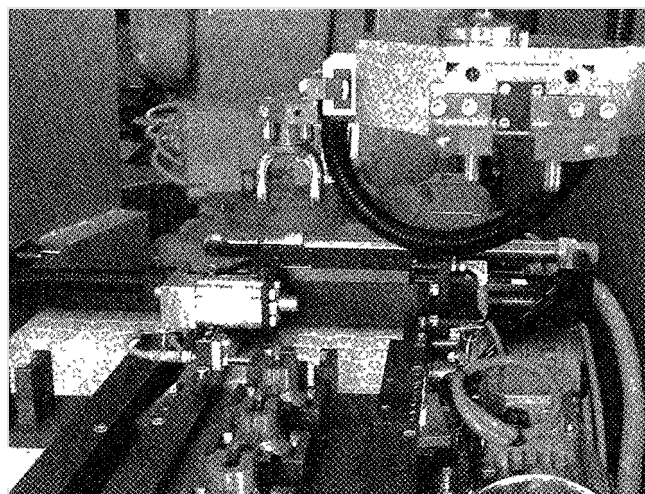
De reproduceerbaarheid van het meetapparaat is beter dan $0,5 \mu\text{m}$ en de systematische fout niet groter dan $1,5 \mu\text{m}$. De tijd die nodig is voor het stabiliseren van het apparaat en het meten, bedraagt ongeveer één seconde. Een drietraps filter garandeert de zuiverheid van de meetlucht, waarvan de druk ongeveer 4 bar bedraagt. Het gereduceerde tolerantieveld van de kruisstukboring - nodig voor de on-line-correctie van het gereedschap - ligt tussen $+0,013$ en $+0,022 \text{ mm}$. Dat komt overeen met 50 % van de tolerantie op de producttekening.

Het nabewerkingsstation corrigeert gereedschapslijtage automatisch in stappen van $1 \mu\text{m}$. Normaliter controleert iedere ploeg de machine met behulp van ringkalibers. Het grote voordeel van het pneumatische meetstelsel, zie afbeelding 4, is het contactloze meten zonder krachtoefening en dus zonder slijtage. Bovendien is de meetdoorn zelfreinigend.

95 % van de tijd beschikbaar

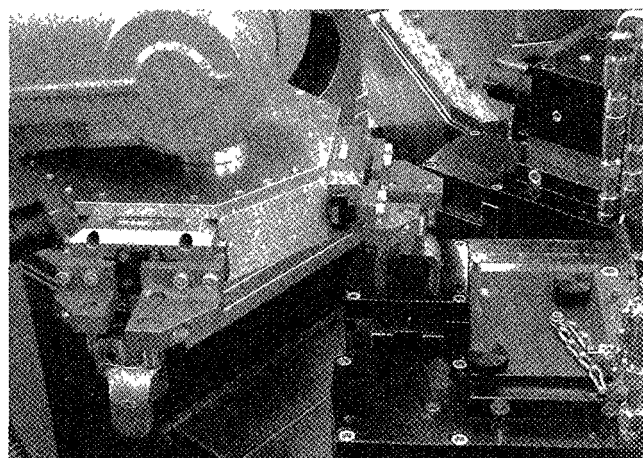
Samenvattend zijn de voordelen van rondgaande indexeerautomaten vergeleken met transferstraten de grote flexibiliteit, de hoge productiviteit en de uitstekende productkwaliteit. Dat laatste is natuurlijk ook te danken aan het hoge kwaliteitsbewustzijn van de circa zestig medewerkers van Imoberdorf AG zelf, zie afbeelding 11.

De CNC-techniek van Imoberdorf-indexeerautomaten, gekoppeld aan een uitgekende keuze en indeling van de bewerkingsstations, maakt binnen één componentenfamilie de vervaardiging van een breed spectrum aan producten mogelijk. Daarbij bedraagt de cyclustijd 2 tot 18 seconden, tegen vroegere waarden van 30 tot 50 seconden. De goede toegankelijkheid van de machineruimte, eenvoudig uitwisselbare spantangen alsmede de toepas-



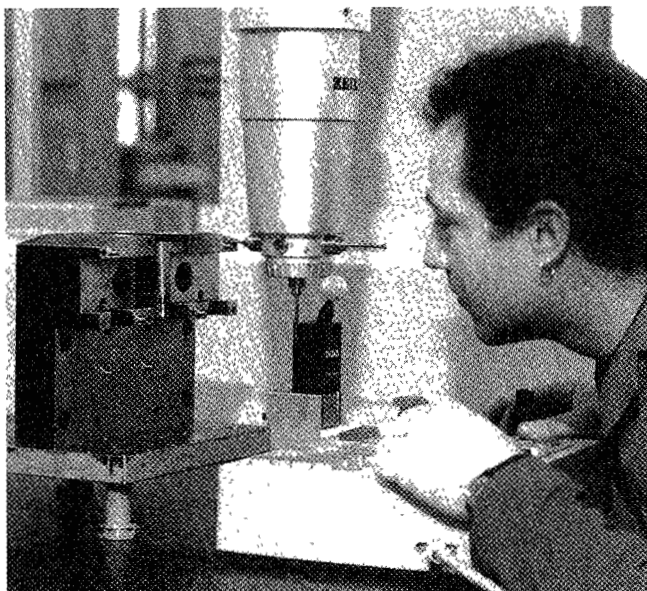
Afbeelding 9 Het ruwe vorkstuk in de dubbele gripper van een IMO 15 met 10 stations. De gripper pakt het onbewerkte product uit de voorste pallet op de rechter transportketting. De lege pallet wordt via een dwarslede op de linker transportketting geschoven, waar de pallet later wordt beladen met kant-en-klaar producten

sing van HSC-gereedschaphouders maken de ombouw-tijd korter dan twee uur. Dat in combinatie met factoren als korte onderhoudstijden (zelfreinigende bewerkingsruimte), hoge betrouwbaarheid (ook dankzij ingekochte onderdelen van toonaangevend fabrikaat) en de geringe noodzakelijkheid van menselijk ingrijpen leiden tot een technische beschikbaarheid van meer dan 95 procent.



Afbeelding 10. De dubbele gripper pakt een kant-en-klaar vorkstuk uit de spanrichting en voert een onbewerkt product toe.

Het feit dat een werkstuk slechts één keer hoeft te worden ingespannen, levert een wezenlijke bijdrage aan het probleemloos aanhouden van de maattoleranties. Het in



Afbeelding 11. Controle van een onderdeel van een indexerauto-maat in de meetkamer van Imoberdorf AG.

het bewerkingsproces geïntegreerde meetsysteem levert - in tegenstelling tot de gebruikelijke steekproefsgewijze inspectie - volledige productcontrole met meetregistratie. Dat kan nog worden aangevuld met controle op gereedschapbreuk en -slijtage, alsmede een sortering naar maatvoering.

Kortom, als een toeleverancier van auto-onderdelen overgaat op indexerautomaten van Imoberdorf AG, krijgt de veeleisende autofabrikant zijn producten perfect op maat toegeleverd.

Informatie

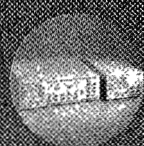
W. Gassert, Imoberdorf AG
Tel./fax: 0041 62 388 5151/5155
www.imoberdorf.com

Bron

Willi Gassert, Automobil-Gelenkgabeln effizient fertigen, Schweizer Präzisions-Fertigungstechnik 2002/1, blz 23-25; bijlage van F&M Mechatronik 6/2002.

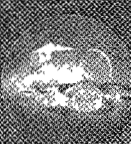
Next Generation Precision Technologies

Met meer dan 30 jaar wereldwijde ervaring heeft Newport een zeer breed assortiment van ultra-precisie componenten en produkten opgebouwd. Voor uw research en industriële applicaties ontwikkelt Newport standaard en OEM produkten, maar ook klantspecifieke systemen die exact op uw wensen zijn afgestemd.



PHOTONICS

*Make it better
with Newport*



OPTICS



OPTO-MECHANICS



MOTION CONTROL



VIBRATION CONTROL



Vraag nu gratis de
complete 2003
catalogus aan!

België
Newport BV
Tel: +32-16.402.927

Duitsland
Newport GmbH
Tel: +49-6151 3621.0

Frankrijk
MICRO-CONTROLE
Tel: +33-1.60.91 68.68

Groot Britannië
Newport Ltd.
Tel: +44-1.635.521.757

Italië
Newport/Micro-Controle Italia
Tel: +39-2.92.90.921

Nederland
Newport BV
Tel: +31-30.659.2111

Zwitserland
Newport Instruments AG
Tel: +41-1.744.5070



Newport
www.newport.com