

Aufbau eines NC-Bearbeitungszentrums für rotationssymmetrische Teile im VEB LIA Nauen

Dipl.-Ing. K. Schultz, KDT/Dipl.-Ing. R. Paschen, KDT/Dipl.-Ing. H.-J. Rapp, KDT
VEB Landtechnische Industrieanlagen Nauen, Stammbetrieb des VEB AKN

1. Einleitung

Die schnelle Entwicklung der Mikroelektronik hat auch auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik neue Möglichkeiten eröffnet, die bei der Weiterentwicklung der Werkzeugmaschinen in vollem Umfang genutzt wurden. Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen setzen besonders beim Einsatz in der Klein- und Mittelserienfertigung neue Maßstäbe und führen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Industrierobotern zur Herauslösung der Arbeitskräfte aus dem direkten Arbeitsprozeß und damit zu einer neuen Qualität des Fertigungsprozesses.

Diesen Erkenntnissen Rechnung tragend und zur Verwirklichung der vom X. Parteitag der SED beschlossenen ökonomischen Strategie zur Entwicklung der Volkswirtschaft wurde Ende 1980 durch den Kombinatdirektor des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen (AKN) die Aufgabe gestellt, die Möglichkeit des Einsatzes von numerisch gesteuerten (NC) Drehmaschinen, die dann durch einen Industrieroboter beschickt werden, zu analysieren. Mit dieser Aufgabenstellung wurde das Ziel verbunden, das Niveau der Technologie grundlegend zu erhöhen und somit einen schnellen Anstieg der Arbeitsproduktivität zu sichern sowie in einem größeren Umfang als bisher Arbeitszeit und Arbeitsplätze einzusparen.

2. Einsatzvorbereitung

Ausgehend von der Aufgabenstellung wurden hinsichtlich der Einsatzvorbereitung folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- Analyse des Teilesortiments
- Auswahl der Maschinen sowie der peripheren Technik einschließlich Klärung der Bilanzzuweisung sowie der Liefertermine
- Standortauswahl, Integration in den Fertigungsablauf, Erarbeitung der Maschinenaufstellungspläne, Organisation der Baufreiheit
- Qualifizierung des Bedienungs- und Instandhaltungspersonals
- Klärung aller Voraussetzungen zur Einführung des Dreischichtsystems zur Gewährleistung der optimalen Auslastung der Technik
- Erstellen des Effektivitätsnachweises
- Herauslösen und Bearbeiten einsatzspezifischer Aufgabenstellungen, z. B. Universalgreifer.

Die Teileanalyse wurde im Rahmen des VEB AKN vorgenommen. Schwerpunktmäßig wurden rotationssymmetrische Teile untersucht. Speziell wurden folgende Daten erfaßt:

- Durchmesser
- Länge
- Losgröße
- Lose je Jahr
- Kompliziertheitsgrad
- Bearbeitungsart
 - Stangenteil
 - Spitzenteil
 - Futterteil.

Die Auswahl der NC- und Robotertechnik erfolgte anhand der erstellten Teileanalyse und unter Berücksichtigung des derzeitigen Angebots. Es wurden folgende NC-Drehmaschinen ausgewählt:

- 1 Stangenteildrehmaschine DSt 2/CNC 600
- 2 Spitzen- und Futterteildrehmaschinen DS 2/CNC 600.

Hersteller beider Maschinentypen ist der VEB Großdrehmaschinenbau „8. Mai“ Karl-Marx-Stadt. Der Industrieroboter IR 2/S2-IRS 600 wurde vom VEB Berliner Werkzeugmaschinenfabrik bezogen. Außerdem erfolgte die Beschaffung bzw. Herstellung von Werkstückspeichern, sonstigen peripheren Einrichtungen sowie des Zubehörs.

Als günstigste Variante wurde eine Zweimachinenbeschickung der DS 2 durch den IR 2 angesehen. Dadurch sollte eine Dreimachinenbedienung ermöglicht werden.

Die Qualifizierung des Bedien- und Instandhaltungspersonals wurde schon während der Einsatzvorbereitung berücksichtigt. Speziell für die Instandhaltung wurden aus dem Qualifizierungsangebot der Hersteller alle notwendigen Lehrgänge ausgewählt und geeignete Kollegen zu diesen Lehrgängen delegiert. In den Lehrgängen wurden folgende Schwerpunktprobleme behandelt:

- IR 2-Hydraulik
- Steuerung IRS 600
- Mechanik DS 2/DSt 2
- Steuerung CNC 600
- Steuerung LT 600
- Umkehrstromrichter.

Auf Instandhaltung und Instandsetzung haben sich die bei den Lehrgängen erworbenen Kenntnisse positiv ausgewirkt. Bei den steuerungstechnischen Problemen ist jedoch der Einsatz eines Hoch-/Fachschulkaders dieser Fachrichtung oder eines versierten Elektrikers zu empfehlen. Die Qualifizierung des Bedienpersonals erfolgte betriebsintern, da sich keine anderen Möglichkeiten boten. Als Ausbilder wurden die drei Hoch-/Fachschulkader eingesetzt, deren Arbeitsaufgabe die Errichtung der technologischen Einheit (TE) war und die auch entsprechende Qualifikationen, z. B. hinsichtlich der Programmierung, erworben hatten. Während der gesamten Phase der Vorbereitung der Aufgabenstellung sowie der Einsatzvorbereitung wurden alle Möglichkeiten des Erfahrungsaustausches mit anderen Anwendern intensiv und erfolgreich genutzt. So werden einerseits durch den Erfahrungsaustausch Problemschwerpunkte rechtzeitig und deutlicher sichtbar, andererseits Möglichkeiten zur Nachnutzung bzw. Kooperation erschlossen. Speziell durch die im Rahmen der Entwicklungs-, Produktions- und Anwendergemeinschaft Industrieroboter zusammengeschlossenen Betriebe wurden wertvolle Hinweise und auch Unterstützung gewährt.

An den Robotereinsatzfall im VEB LIA Nauen wurden, resultierend aus dem Teilesortiment, besondere Anforderungen gestellt, die

nur eine eingeschränkte Nutzung von Typenprojekten ermöglichten. Zur Gewährleistung der effektiven Auslastung der TE war es erforderlich, daß sowohl Wellen- als auch Futterteile mit geringstem Umrüstaufwand bearbeitet werden konnten. Aus dieser Forderung resultierten im einzelnen folgende Teilaufgaben, die es in kürzester Frist zu realisieren galt:

- Entwicklung und Bau eines neuen Greifers für den IR 2
- Änderung der Andrückvorrichtung der DS 2/CNC 600
- Änderung der Futterteilspeicher
- Änderung der Maschinenzuordnung DS 2 - IR 2
- Änderung des technologischen Ablaufs des Beschickungs- und Entnahmeprozesses.

Jetzt kann eingeschätzt werden, daß schon während der Phase der Einsatzvorbereitung eine exakte Terminplanung und -kontrolle von entscheidender Bedeutung ist und daß nur durch die Koordinierung aller Teilaufgaben Leerlauf- oder Wartezeiten vermieden werden. Die Qualität der Einsatzvorbereitung wirkt sich direkt auf alle weiteren Bearbeitungsstufen aus und sollte dementsprechend bewertet werden.

3. Aufbau der technologischen Einheit

Bei der Planung der Errichtung der TE mußten vor allen Dingen der rein mechanische Aufbau und die nachfolgende Erprobung der Teilsysteme und des Gesamtsystems koordiniert werden. Zum getrennten Aufbau und der getrennten Erprobung von IR 2 und NC-Drehmaschinen am Anfang der Erprobungsphase hatten Anwender von NC- und Robotertechnik geraten.

Im August 1982 wurde der IR 2 geliefert und zum Probetrieb mit den Werkstückspeichern aufgebaut.

In Vorbereitung der Aufstellung der NC-Drehmaschinen wurden im August 1982 an der Einsatzstelle die Fundamente und Kabelkanäle eingebracht sowie die Elektro- und Druckluftanschlüsse vorbereitet.

Im September 1982 erfolgte die Lieferung der NC-Drehmaschinen. Es wurden eine DSt 2/CNC 600 und eine DS 2/CNC 600 geliefert. Aus Bilanzierungsgründen konnte die Lieferung der zweiten DS 2/CNC 600 erst Anfang 1984 realisiert werden. Das hatte zur Folge, daß bei der Errichtung der TE eine zweite Etappe vorgesehen werden mußte. In Vorbereitung der Inbetriebnahme wurden die beiden NC-Drehmaschinen am Einsatzort aufgestellt. Die Inbetriebnahme der NC-Drehmaschinen wurde ebenso wie die Inbetriebnahme des Roboters vom Hersteller vorgenommen. Ein rechtzeitige terminliche Abstimmung garantiert auch hier die Vermeidung längerer Wartezeiten. Im Februar 1983 wurde der IR 2 in die TE integriert. Dabei kam es darauf an, alle Bestandteile der TE entsprechend dem Layout nahezu millimetergenau zueinander auszurichten, da der IR 2 zum damaligen Zeitpunkt mit nur einer NC-

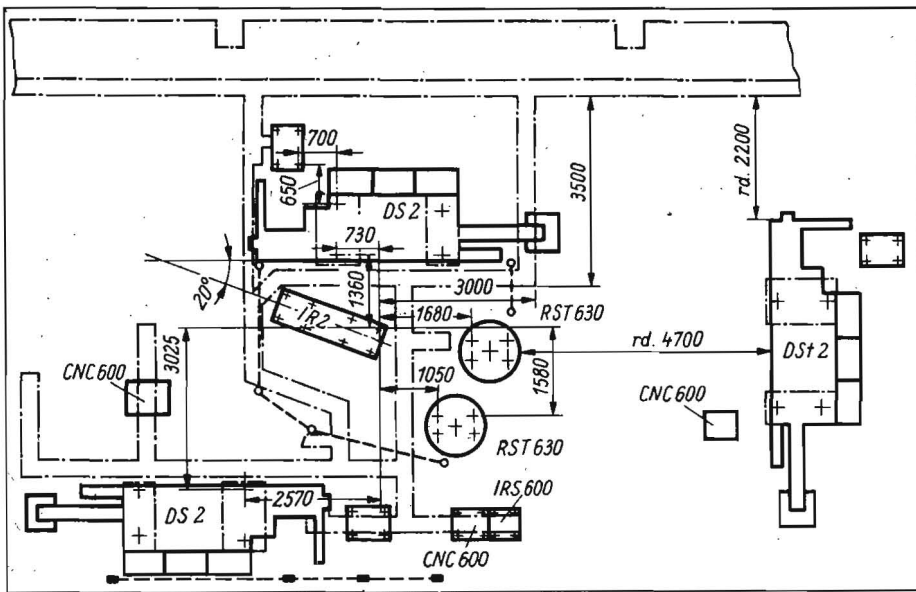


Bild 1. Geänderter Maschinenaufstellungsplan der technologischen Einheit; Rundschalttisch RST 630

Achse (Z-Achse) ausgerüstet wurde und mit der X-Achse lediglich 3 Positionen nocken-gesteuert angefahren werden konnten, d. h. die Drehmaschinen und Speicher mußten exakt auf einem Flugkreis liegen. Um dieser Genauigkeitsforderung zu entsprechen, hat es sich bewährt, den IR 2 zur fest installierten Maschine auszurichten und danach die Speicher zuzuordnen.

4. Erprobung

Der IR 2 wurde nach der Inbetriebnahme im September 1982 an einem gesonderten Ort erprobt. Hier konnten ohne Behinderung der Arbeiten an der NC-Technik die notwendigen Anpassungsarbeiten am Roboter vorgenommen sowie Erfahrungen bei der Programmierung und der Bedienung gesammelt werden. Die Erfahrungen auf dem Gebiet der Programmierung waren besonders wichtig, da die Handhabung von Wellen- und Futterteilen und die geplante Beschickung von zwei NC-Drehmaschinen durch den IR 2 eine Nachnutzung bereits erstellter Programme, z. B. vom Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus, nicht zuließen. Nach der Inbetriebnahme begann im November 1982 die Erprobungsphase der NC-Drehmaschinen. Diese Erprobung umfaßte im wesentlichen folgende Teilaufgaben:

- Testen vorher erarbeiteter Werkstückprogramme
- Erarbeiten und Testen weiterer Werkstückprogramme
- Änderung der Fertigungsunterlagen
- Unterweisung des Bedienungs- und Instandhaltungspersonals
- Durchsetzung aller zur Integration in den Fertigungsprozeß erforderlichen organisatorischen Forderungen (z. B. Materialvorbereitung und -bereitstellung, entsprechende Fertigungsplanung u. ä.).

Im Februar 1983 wurde der IR 2 umgesetzt und der DS 2 zugeordnet. Außerdem wurden die Werkstückspeicher stationär aufgestellt. Danach wurden die Anpassungsarbeiten zwischen IR 2 und DS 2 und zwischen IR 2 und den Werkstückspeichern realisiert, um den notwendigen Signalaustausch zu ermöglichen. Abschließend erfolgte die Installation der erforderlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen. Die Erprobung der gesamten TE begann im März 1983. Bei dieser Erpro-

bungsphase wurde schwerpunktmäßig die Koordination der Teilsysteme der TE überprüft. Außerdem wurden die bei der Erprobung der Teilsysteme genannten Arbeiten weitergeführt.

Bis Mai 1983 wurden alle Arbeiten während der Normalschicht verwirklicht. Danach wurde schrittweise zum Dreischichtbetrieb übergegangen. Die dreischichtige Nutzung der NC- und Robotertechnik gehörte zur letzten Phase der Erprobung. Vor der Übergabe der TE an den Bereich Fertigung im Juli 1983 sollten bereits Erfahrungen hinsichtlich des Dreischichtbetriebes gesammelt werden, um notwendige Schlußfolgerungen ziehen zu können. Die Erprobungsphase wurde vom zeitlichen Umfang her großzügig gestaltet. Bedingt durch die Ausfälle der NC-Drehmaschinen und die relativ langen Wartezeiten auf die Instandsetzungsmonture erwies sich diese Maßnahme als günstig, so daß die TE planmäßig übergeben werden konnte.

5. Erreichter Stand

Während der Erprobungsphase sowie des Einsatzes unter Produktionsbedingungen wurden umfangreiche Erkenntnisse gewonnen, die größtenteils die Erfahrungen anderer Anwender bestätigten, jedoch auch dazu führten, den speziellen Einsatzfall unter einem neuen Aspekt zu betrachten.

Während dieses genannten Zeitraums wurden in kontinuierlichen Abständen die erreichten Ergebnisse ausgewertet. Dazu gehörten sowohl Effektivitätsuntersuchungen als auch Analysen der Stillstandszeiten.

Die im Vergleich zu konventioneller Technik erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im allgemeinen wurde die in der Literatur angegebene Arbeitszeiteinsparung von 30 % mit den NC-Maschinen erreicht.
- Bei komplizierten Teilen und besonders bei Gewinde wurden bedeutend höhere Zeiteinsparungen ausgewiesen.
- Als besonders vorteilhaft und effektiv ist die hohe Bearbeitungsgenauigkeit, z. B. bei Passungen, zu bewerten.
- Durch die komplexe Bearbeitung der Teile auf den NC-Maschinen wird eine Entlastung anderer Arbeitstechniken erreicht, z. B. im Bereich Zuschnitt durch den Einsatz der Stangenteildrehmaschine. Aber

auch die Arbeitsgänge Bohren (Verlagerung auf die NC-Maschinen) und Schleifen (Fertigdrehen der Passungen auf NC-Maschinen) wurden spürbar entlastet.

Die Zielstellung, eine Maschinenlaufzeit von 15,5 Stunden je Tag zu erreichen, erforderte eine sofortige Reaktion auf die durch die Analyse der Stillstandszeiten gewonnenen Erkenntnisse. Als wesentlichste Ursachen für Stillstandszeiten wurden Havarien (Ausfall elektronischer, hydraulischer oder mechanischer Bauteile) und arbeitsorganisatorische Mängel (fehlende Werkzeuge, Material, falsche Programme) ermittelt. Nach dem Rückgang der Frühausfälle sowie durch die weitere Qualifikation des Instandhaltungspersonals konnte ein Einpegeln der havariebedingten Stillstände auf Normalwerte erreicht werden.

Im Zusammenhang mit der Untersuchung der Stillstandszeiten wurde wiederholt die Frage gestellt, ob es zweckmäßig sei, wie geplant eine Zweimaschinenbeschickung durch den IR 2 zu realisieren.

Folgende Aspekte sprachen gegen eine Zweimaschinenbeschickung:

- Bei Reparatur- und Wartungsarbeiten bzw. Umrüsten einer NC-Maschine ist das Beschicken der zweiten mit Hilfe des IR 2 aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich.
- Durch die überwiegende Anzahl von Teilen mit geringen Stückzeiten treten technologisch bedingte Wartezeiten auf, da der IR 2 jeweils nur eine Maschine beschicken kann.

Auf der Grundlage der gesammelten Erfahrungen wurden für das zu bearbeitende Teilesortiment die möglichen Stillstandszeiten errechnet und nachgewiesen, daß diese bis zu 21,6 % des verfügbaren Maschinenzeitfonds je NC-Maschine betragen können.

Eine Recherche aller mit Hilfe des IR 2 realisierten Zweimaschinenbeschickungen bestätigte, daß es bei der Klein- und Mittelerfertigung nur mit einem nahezu unvermeidbar hohen sicherheitstechnischen Aufwand möglich ist, eine effektive Zweimaschinenbedienung zu realisieren. Auf der Grundlage dieser neuen Erkenntnisse wurde durch den Kombinatdirektor des VEB AKM der Vorschlag der geänderten Maschinenaufstellung bestätigt (Bild 1).

Für die Endausbaustufe der TE wurden folgende Effektivitätskennzahlen ermittelt:

- Rückflußdauer	5,6 Jahre
- Arbeitskräftefreisetzung	9,6 VbE
- wiedereingesetzte Arbeitskräfte (Programmierer)	3,0 VbE
- direkte Arbeitskräftefreisetzung	6,6 VbE.

6. Zusammenfassung

Die Einführung von NC- und Robotertechnik im VEB LIA Nauen bedeutete nicht nur den Übergang zu qualitativ neuen, durch den wissenschaftlich-technischen Höchststand gekennzeichneten Fertigungsverfahren, sondern es galt auch, ideologische Barrieren und Vorurteile von Werktätigen und auch von Leitungskadern zu überwinden. Die im Verlauf des bisherigen Einsatzes eindeutig nachgewiesene Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der neuen Technik überzeugte jedoch. Wesentlichen Anteil daran hatte auch die aktive Einbeziehung aller künftig an der NC- und Robotertechnik Beschäftigten in die Einsatzvorbereitung und Erprobung.

A 4051