

Sensorgesteuertes flexibles Instandsetzungssystem für Elektrobaugruppen

Dipl.-Ing. B. Rümker, KDT, VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk Schwerin

Einleitung

Eine ständig hohe Verfügbarkeit der in der Landwirtschaft eingesetzten Technik zu sichern, ist Aufgabe der landtechnischen Instandsetzung. Die hierzu entwickelte Organisationsform erfordert, daß jeder Instandsetzungsbetrieb mit seinem spezifischen Produktionsprogramm durch flexible Produktionstechnik eine bedarfsgerechte Versorgung sichert. Anfang der 80er Jahre wurde dabei ein technologisches Niveau erreicht, das die entwickelten Fließfertigungslinien im wesentlichen die Grenzen der Produktivität erreichen läßt und aufgrund der hochgradigen Arbeitsteilung sowie des Einsatzes qualifizierter Facharbeiter zu Diskrepanzen zwischen Beanspruchungsniveau und Leistungsvermögen führt. Die wachsenden Produktivitäts- und Effektivitätsanforderungen erfordern die komplexe Überarbeitung bestehender Fertigungstechnologien. In der Klein- und Mittelserienfertigung sind für die Demontage und Montage sowie für die Teilefertigung eine größere Dynamik in den Produktionsprogrammen, ein Anstieg der Qualitätsanforderungen und geringere Durchlaufzeiten bei immer kürzer werdenden Innovationszeiträumen notwendig.

Bedingungen in der landtechnischen Instandsetzung

Bei der Lösung dieser Aufgaben kommt der schrittweisen und ergänzenden Automatisierung eine immer größere Bedeutung zu. Trotz des konzentrierten und objektbezogenen Einsatzes von Investitionen ist davon auszugehen, daß gerade in der Instandsetzung Fertigungslösungen mit unterschiedlichem Automatisierungsniveau bestehen und weiterhin bestehen werden. Die zunehmend auch international vorgestellten und angebotenen Musterlösungen aus der Industrie sind auf das Instandsetzungswesen nicht uneingeschränkt übertragbar. Gründe dafür sind:

- breites Produktionssortiment mit relativ geringen Stückzahlen
- komplizierte Reinigungsprozesse
- Schadaufnahmen
- Verwendung von Altteilen, die in Konturen und Abmessungen Abweichungen aufweisen
- entwicklungsbedingte Veränderungen in der Ausführung der Einzelteile
- Einschränkungen durch gegebene Baustoffe.

Unter diesen Bedingungen gilt es, auch in der landtechnischen Instandsetzung Fertigungskonzepte zu entwickeln und einzuführen, die einen weiteren Effektivitätszuwachs sichern. Die abgeleiteten Zielfunktionen sind demnach:

- hohe Flexibilität
- kurze Durchlaufzeiten
- geringer Bedarf an Arbeitskräftestunden
- hohe Qualität und Ökonomie.

Rationalisierungskonzeption im VEB LIW Schwerin

Im VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk (LIW) Schwerin werden z. B. Elektrobaugruppen eines festgelegten Einzugsbereichs und Sortiments (jährlich rd. 230000 Komplettbaugruppen) instand gesetzt. Der Produktionsprozeß ist soweit technologisch durchdrungen, daß durch eine weitere Mechanisierung keine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität zu erzielen ist.

In der Neufertigung, wie z. B. im VEB Elektromotorenwerk Großenhain, wird durch flexible Maschinensysteme eine bedienarme Fertigung von Generator- und Anlasserwellen gesichert. Diese Lösung kann aber für den VEB LIW Schwerin nicht einfach kopiert werden. Das Instandsetzungswesen bedarf einer wesentlich höheren Organisationsform in der Produktionsvorbereitung und -durchführung. Die zeitliche Auslastung könnte bei einem optimalen Kompliziertheitsgrad der einzusetzenden technischen Lösungen nicht ge-

währleistet werden. Es obliegt also dem Rationalisierungsmittelbau des VEB Kombinat Landtechnische Instandsetzung (LTI), eigene Lösungen zu entwickeln.

Im VEB LIW Schwerin wurde im Jahr 1978 damit begonnen, einen eigenen Rationalisierungsmittelbau aufzubauen. Im Jahr 1980 wurde die Rationalisierungskonzeption für die Ankerinstandsetzung (der Anker ist das kostenintensivste Einzelteil der E-Baugruppe) erarbeitet. Ausgehend von dieser Gesamtkonzeption werden schrittweise die einzelnen Fertigungsgruppen, -abschnitte und -bereiche mit unterschiedlichem Automatisierungsniveau zu einer flexiblen Produktionsstätte ausgebaut. Nachdem zunächst verschiedene Automaten gefertigt und produktionswirksam wurden, kam 1982 der erste Beschickungsroboter BR 5p mit Festprogramm-TTL-Steuerung aus dem Fertigungsprogramm des VEB Kombinat LTI zum Einsatz. Die Reihenfolge der Abarbeitung der Teillösungen kann nicht immer entsprechend dem technologischen Fluß erfolgen. Notwendige Investitionen in Bau und Ausrüstung, notwendige Entwicklungszeiten der Teillösungen, Qualifikationsniveau der Werk-tätigen, Bedarfs- und Effektivitätsanforderungen sind zu berücksichtigen. Im Bild 1 sind der technologische Ablauf in der Ankerfertigung sowie der erreichte Automatisierungsgrad dargestellt.

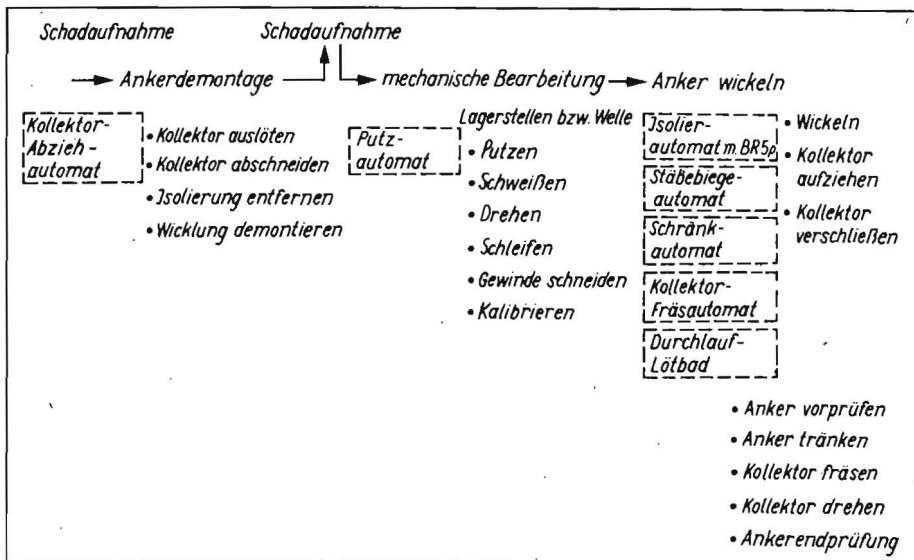
Teilerkennung

Bei der weiteren Abarbeitung der Rationalisierungskonzeption im VEB LIW Schwerin steht die Aufgabe der Teilerkennung immer mehr im Mittelpunkt. Die hierzu international bereits entwickelten Erkennungssysteme zeichnen sich durch eine große Vielfalt von Ausführungsvarianten aus, was besonders durch die Eigenschaften der verwendeten Sensoren zum Ausdruck kommt. In der Literatur aber auch in der Bezirksinformationsstellen Mikroelektronik liegt hierzu entsprechendes Informationsmaterial vor. Die ökonomischen Effekte der Rationalisierungslösungen werden z. Z. jedoch noch durch einen hohen Kostenaufwand für diese Systeme zu stark beeinträchtigt.

Die Anforderungen an Erkennungsaufgaben reichen von Binärentscheidungen über die Identitäts- und Lageerkennung bis zu sich sporadisch ändernden Wertemustern. Den technischen Aufwand und Kompliziertheitsgrad bei der Lösung dieser Aufgaben möglichst niedrig zu halten, ist Grundvoraussetzung für einen wirksamen ökonomischen Effekt. Die Hauptwege bestehen darin,

- die zu verarbeitende Informationsmenge soweit wie möglich einzuschränken
 - die Nutzinformation möglichst aus den Störinformationen herauszuhalten.
- Leider gibt es in der Praxis noch viele Technologien, die hierfür keine Voraussetzungen bieten und bei der Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts komplex zu überarbeiten sind. So werden z. B. bei der Demontage von Motoren und Baugruppen noch viele Kleinteile in Waschaletten zu-

Bild 1. Technologischer Ablauf in der Ankerfertigung



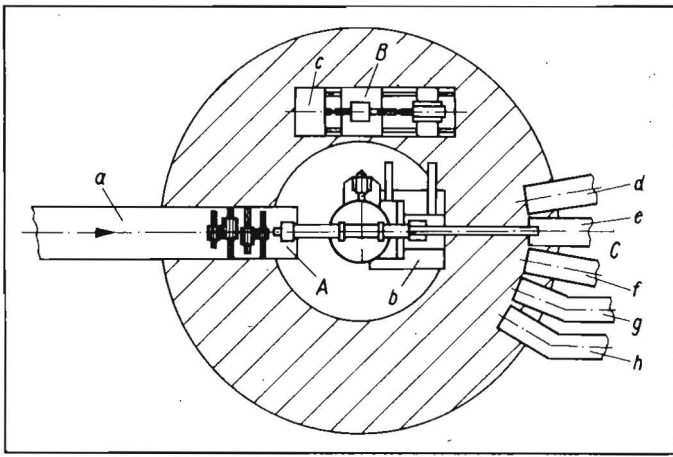


Bild 2. Arbeitsbereich des Beschickungsroboters BR 10h-A mit Wegmeßsystem (A Ausgangslage, B Werkstückbearbeitung, C Ablage sortiert); a Transportband, b Beschickungsroboter BR 10h-A, c Putzautomat, e bis h Ablagebänder

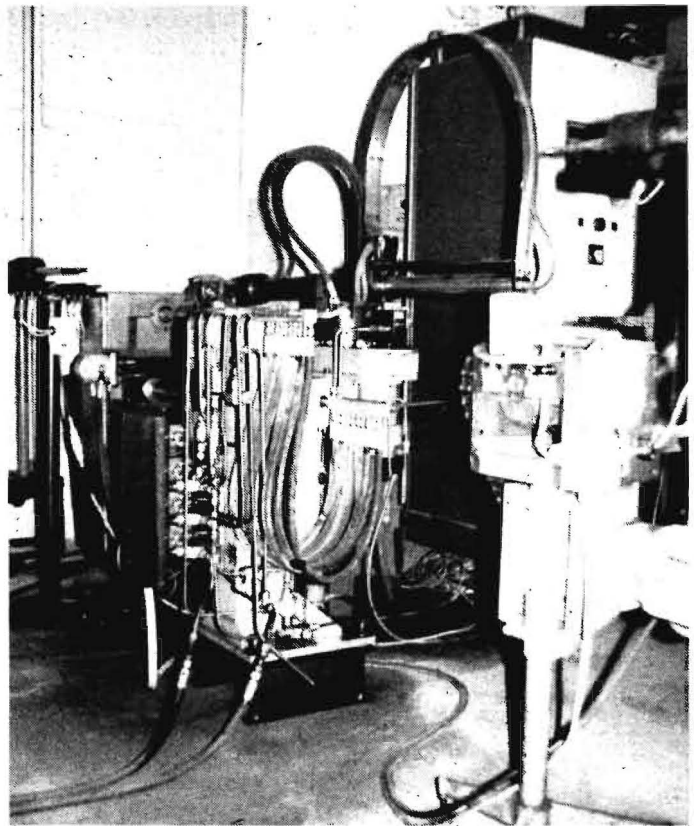


Bild 3 Putzautomat mit Beschickungsroboter (Werkfoto)

sammengeführt, die nach dem Waschprozeß wieder sortiert werden müssen, was, soll es technisch umgesetzt werden, einen immensen apparativen Aufwand bedeutet.

Die Erkennungsaufgabe könnte durch Vorsortierung in der Demontage wesentlich vereinfacht werden. Günstige Bedingungen sind z. B. zu erreichen, wenn die zu erkennenden Teile in eine definierte Ausgangslage gebracht werden. Dieses ist auch die Ausgangsbasis für die Lösung des ersten Anwendungsfalls im VEB LIW Schwerin, der nachfolgend näher beschrieben werden soll.

Putzautomat mit BR 10h-A

Für die Ankerinstandsetzung (Bilder 2 und 3) wurde zunächst ein Putzautomat gefertigt, der die Anker (rotationssymmetrische Teile mit gleichartigen geometrischen Formen und unterschiedlichen Abmessungen) vor dem Auftragschweißen reinigt. An gleicher Stelle könnte eine Werkzeugmaschine mit Programmablauf eingeordnet werden. Die Werkstücke werden in ungeordneter Reihenfolge der Typen (energiewirtschaftlich bedingt) über ein Transportband in einer definierten Lage dem Arbeitsbereich zugeführt. Der Beschickungsroboter BR 10h entnimmt das Werkstück und beschickt den Putzautomaten. Der Putzautomat realisiert den Putzvorgang mit Hilfe von Drahtrundbürsten durch Abtastung der Ankerkonturen mit Näherungsinitiatoren selbständig. Nach der Bearbeitung wird das Werkstück dem Automaten entnommen und auf ein dem Typ entsprechendes vorprogrammiertes Ablageband zu Losgrößen zusammengestellt. Insgesamt kommen 11 Werkstücktypen zum Einsatz, die sich in der Wellenlänge (199 bis 395 mm), im Durchmesser des Blechpakets (73 bis 95 mm) und auch in der Breite und im Sitz des Blechpakets unterscheiden. Außerdem sind teilweise bei gleichem Blechpaketdurchmesser unterschiedliche Wellenlängen vorhanden.

Für die Lösung der Beschickungsaufgabe wurde der BR 10h-A aus dem Fertigungsprogramm des VEB Kombinat LTI eingesetzt. Der Roboter verfügt über 3 Freiheitsgrade mit mehreren einstellbaren Positionen in den Achsen und einer Positioniergenauigkeit von

- X-Achse $\pm 0,1$ mm
- Z-Achse $\pm 0,5$ mm
- C-Achse $\pm 0,005^\circ$.

Für die Werkstückaufnahme wurde kein Greifer eingesetzt, da die spezifischen Bedingungen keine Überschneidung der Angriffspunkte gestatten. Es kam ein Haftmagnet zum Einsatz. Hierdurch entstand bei unterschiedlichem Durchmesser der Blechpakete zusätzlich das Problem der Zentrierung der Werkstücke in der Phase der Werkstückaufnahme im Automaten.

Wegmeßsystem und Teileerkennung

Für die Lösung dieser Aufgabe wurde ein Wegmeßsystem entwickelt. Als indirekt gekoppelte taktile Sensoren kommen Impulsgeber IG4 vom VEB Kombinat Elektromaschinenbau Dresden zum Einsatz. Die Impulsgeber arbeiten nach dem optoelektronischen Prinzip. Ein Gehäusedurchmesser von 22 mm und eine Gehäuselänge von 25 mm gestatten eine problemlose Anbringung. Je Wellenumdrehung werden 100 elektrische Impulse abgegeben. Bei einer optimalen Auflösung (mechanische Umsetzung) kann jede den Ansprüchen genügende Genauigkeit realisiert werden.

Die einzelnen Zustände am Roboter werden digital durch Näherungsinitiatoren, Zwischenpositionen über Impulsgeber und Codierlineal jeweils in den Achsen durch Abfrage und Auswertung hydraulisch realisiert. Das Bedienpersonal hat durch Vorwahl festzulegen, welcher Ankertyp auf welchem Transportband zusammengestellt wird. Die Anlage ist für 16 Ankertypen und 5 Ablagebänder ausgelegt. Das entwickelte Wegmeßsystem übernimmt hier Doppelfunktionen:

- Zentrieren aufgrund unterschiedlicher Durchmesser und Aufnahme über Haftmagnet im Putzautomaten/Erkennung des Blechpaketdurchmessers
- Spannen des Ankers im Putzautomaten/Erkennen der Wellenlänge
- Erkennen des Ankertyps und gleichzeitiges Positionieren auf vorprogrammiertem Transportband.

Steuerung

Der Putzautomat hat eine eigene elektronische Steuerung. Der gesamte Komplex wird durch eine programmierbare elektronische Steuerung (Basis K1520) geführt, die aus folgenden Teilen besteht:

- ZRE-Baugruppe (K2521 vom VEB Kombinat Robotron)
- 2 Eingangskarten (Kombinat LTI)
- 2 Ausgangskarten (Kombinat LTI mit veränderten Leistungsausgängen)
- Rohstromversorgung, Bedientableau.

Das Programm für die Steuerung wurde nach dem Polling-Verfahren (Zustandsabfrage) aufgebaut. Die Programmlänge beträgt rd. 3 kByte. Die Erarbeitung des Programms erfolgte im eigenen Betrieb mit Hilfe des Programmentwicklungssystems MC80, das gleichzeitig in der Entwicklungsphase über einen Bus-Adapter direkt als Steuerrechner verwendet wurde.

Nach Abschluß der Erprobung wurde das Programm auf Speicherschaltkreise U555 programmiert und ZRE-bestückt.

In der Phase der Programmprobung galt es eine Vielzahl von zusätzlichen Problemen zu überwinden, wie z. B. folgende:

- Beherrschung der Verzögerungen im Hydrauliksystem
- Eliminierung mechanischer Schwingungen in der Gesamtanlage
- exakte Positionierung
- Systemabstürze durch Kontaktfehler
- Beseitigung von externen Störimpulsen
- Dimensionierung der Stromversorgung.

Ökonomische Betrachtung

Insgesamt erfolgte die Programmerarbeitung und -erprobung durch 1 Arbeitskraft mit entsprechenden Erfahrungen in einem Zeitraum von 4 Monaten. Der gesamte Einsatzfall wurde innerhalb von 11 Monaten abgearbeitet. Gegenwärtig befindet sich die Anlage in der Erprobung. Nach dem Produktionseinsatz sollen 1,4 Arbeitskräfte bei einem einmaligen Aufwand von 92000 M freigesetzt werden. Gleichzeitig wird 1 Erschwernisarbeitsplatz abgebaut.

Mit der Lösung der Automatisierung des Arbeitsgangs „Ankerputzen“ und der gleichzeitigen Teileerkennung und -sortierung wurde die komplexe Rationalisierung der mechanischen Bearbeitung von Ankerwellen eingeleitet. Hier sollen durch die weitere Automatisierung im Jahr 1987 insgesamt 5,6 Arbeitskräfte freigesetzt werden.

Schlußfolgerungen

Im Ergebnis dieser Entwicklungsleistung lassen sich einige Schlußfolgerungen ableiten:

– Wegmeßsysteme sind neben Positionieraufgaben für die Teileerkennung im entsprechenden Genauigkeitsbereich in den Betrieben der landtechnischen Instandsetzung zweckmäßig und kostengünstig. Voraussetzung sind definierbare Ausgabebedingungen.

- Als Sensoren eignen sich Impulsgeber IG3 oder IG4 vom VEB Kombinat Elektromaschinenbau Dresden.
- Für die weitere Anwendung und Durchsetzung der Mikroelektronik in den Betrieben empfiehlt sich die Anschaffung des Programmentwicklungssystems MC80.
- Es besteht die Notwendigkeit, bestimmte Leistungen für Automatisierungsaufgaben bereits verfügbar zu haben, um z. B. folgende kostengünstige und effektive Lösungen entwickeln zu können:
 - Beschickungsroboter (VEB Rationalisierungsmittelbau Grimmenthal oder VEB LIW Jüterbog)
 - elektronische Steuerungen (VEB LIW Jüterbog)
 - Fördertechnik (z. Z. im Kombinat LTI nicht gelöst)
 - Schweißtechnik (VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal).
- Zur weiteren Senkung der Entwicklungszeiten sind die Konsultationsmöglichkeiten z. B. durch folgende Erfahrungsträger spezieller Entwicklungsleistungen zu erweitern:
 - Einsatz BR 10h (VEB Rationalisierungsmittelbau Grimmenthal, VEB LIW Schwerin)
 - Einsatz K 1520-Steuerung (VEB LIW Jüterbog)
 - Impulsgeber IG3/IG4 (Wilhelm-Pieck-Universität Rostock)

- Einsatz Fördertechnik (VEB Kombinat NAGEMA)
- Entwicklung von Wegmeßsystemen (Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt).

Zusammenfassung

Die Betriebe der landtechnischen Instandsetzung unterliegen der Notwendigkeit der schrittweisen Automatisierung mit flexiblen Produktionsprogrammen. Die hierzu erforderlichen Teileerkennungssysteme lassen sich in vielen Fällen auf der Basis von Wegmeßsystemen aufbauen, die sich kostengünstig auf die zu erzielenden Rationalisierungseffekte auswirken. Der gegenwärtige Ausrüstungsgrad hinsichtlich der Durchsetzung der Mikroelektronik in den Betrieben gestattet bei einer weiteren Verbesserung an Hardware die eigenständige Umsetzung solcher Aufgabenstellungen.

Mit Hilfe einfacher taktiler Sensoren lassen sich so Beschickungs-, Positionier- und Teileerkennungsaufgaben einzeln oder kombiniert lösen.

Bei der Auswahl von Automatisierungsaufgaben ist jedoch immer von Gesamtkonzeptionen auszugehen, da die mit der Lösung von Einzelaufgaben verbundenen Bedingungen und Auswirkungen bis hin in die Produktionsvorbereitung eine komplexe Betrachtungsweise erfordern.

A 4665

Einsatz eines Industrieroboters ZIM 10 zum MIG/MAG-Schweißen

Ing. B. Kümpel, KDT/Ing. C. Fritschek, KDT, VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Schmalkalden, Sitz Breitungen

1. Bisherige Technologie

Die Kanisterhalterproduktion im VEB Kreisbetrieb für Landtechnik (KfL) Schmalkalden, Sitz Breitungen, erfolgte bisher als Serienfertigung in Neststruktur. Dabei wurde das Schweißen des Grundkörpers von 6 Arbeitskräften mit CO₂-Schweißgeräten realisiert. Die Einzelteile des Grundkörpers wurden mit Hilfe einer Vorrichtung gespannt und verschweißt. Nach dem Entspannen des fertig geschweißten Grundkörpers erfolgte das Schweißen des Schlosses und der Hülse. Die damit verbundene zeitliche und räumliche Unterbrechung des Schweißprozesses hatte eine geringe Stückzahl (40 Stück/Schicht) und eine entsprechend hohe physikalische Belastung der Schweißer zur Folge.

2. Aufgabenstellung

Die technische Zielstellung der Rationalisierungslösung (Bilder 1 und 2) beinhaltet, den Schweißprozeß, der bisher an den menschlichen Bewegungsablauf gebunden war, durch einen Schweißroboter zu ersetzen. Der ökonomische Aspekt des Einsatzfalls im VEB KfL Schmalkalden besteht darin, die Anzahl der Handschweißer zur Fertigung von Kanisterhaltern zu verringern, somit für andere Aufgaben freizusetzen und eine Steige-

rung der Arbeitsproduktivität zu erreichen. Der Kanisterhalter (Bild 3) besteht aus Bandstahl St38 40 × 4 und hat eine Masse von 5 kg. Insgesamt werden jährlich 40000 Kanisterhalter produziert.

3. Darstellung der Rationalisierungslösung

Zum Schweißen der Kanisterhalter wird ein Roboter ZIM 10 mit einer technologischen Einheit für das MIG/MAG-Lichtbogen-schweißen eingesetzt. Zum Manipulieren der Schweißteile dient ein Zweistationenmanipulator mit je 2 horizontal und vertikal drehbaren Werkstückspannvorrichtungen. Durch die horizontale Bewegung des Zweistationenmanipulators werden die Werkstückspannvorrichtungen jeweils in den Arbeitsbereich des Roboters bzw. in den Arbeitsbereich des Bedieners geschwenkt. Dadurch ist es möglich, daß gleichzeitig an der ersten Spannvorrichtung geschweißt und an der zweiten Spannvorrichtung eingelegt wird. Die vertikale Drehbewegung der Werkstückspannvorrichtung ermöglicht das Schwenken des Werkstücks in die zum Schweißen benötigten Positionen. Die Beschickung der Spannvorrichtung mit Einzelteilen und die Entnahme der geschweißten

Kanisterhalter erfolgen von Hand. Die Taktzeit am Schweißroboter wird durch das Einlegen und Entnehmen an der Beschickungsstation vom Bediener bestimmt, der auch eine optische Kontrolle der Schweißnähte ausführt.

Die zentrale Steuerbaugruppe verbindet die Robotersteuerung mit der Steuerung des Manipulators und der Schweißprozeßsteuerung. Netzfilter verhindern die Aufnahme von Störimpulsen. Der Manipulator kann als 6-Roboterachse programmiert und betrieben werden. Ein gemeinsamer Grundrahmen, der im Hallenfußboden verankert ist, nimmt den Industrieroboter und den Manipulator auf.

4. Angaben zu den Ausrüstungen

Roboter

- Industrieroboter ZIM 10
- Programmier- und Bedieneinheit mit Monitor und Tastatur
- EPROM-Schreibgerät zum selbständigen Programmieren.

MIG/MAG-Roboterschweißtechnik

- Schweißsteuerung L 1.4 ZIS 11-41
- Schweißgleichrichter G 500 VC/S