



7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Thematik

Der Schwerpunkt von Rationalisierungsmaßnahmen lag zunehmend im Einsatz von flexiblen und bedienarmen Fertigungsabschnitten und im Einsatz von Industrierobotern. Er bot die Voraussetzung für die erforderliche Leistungssteigerung, verbunden mit hohen ökonomischen Effekten.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde, auch im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Nachfolgefahrzeugs IFA L 60, ein bedienarmer Fertigungsabschnitt, nachfolgend „Achswellenfertigung“, gestaltet, der sowohl die Achswellen des Fahrzeugs W 50 wie auch die des Nachfolgefahrzeugs L 60 bearbeiten konnte.

Die Umgestaltung des gesamten Fertigungsablaufs wurde im Rahmen eines Forschungs-und Entwicklungsthemas realisiert. Dieses Thema stand unter staatlicher Aufsicht (F/E-Staatsplanthema), das insbesondere die überbetrieblichen Entwicklungsaufgaben sowie die Beistellung entsprechender Hardware sicherte.

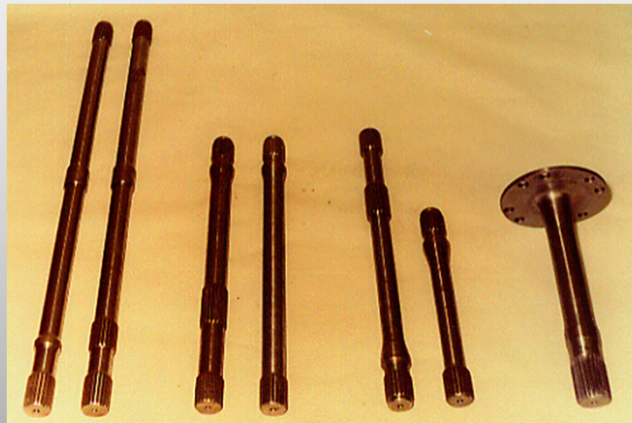
Der Fertigungsabschnitt wurde nach hinreichender Erprobung und der Erreichung der ökonomischen Kennziffern 1986 dem Produktionsbereich für die Serienfertigung übergeben.

Dieser integrierte gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitt (IGFA) stellte eine technische Spitzenleistung dar, insbesondere durch das komplexe Zusammenwirken modernster Technologien mit prozessflexibler Industrierobotertechnik.

Dieser Abschnitt sicherte eine nahezu automatisierte Fertigung aller Achswellen für beide Fahrzeugtypen.

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Achswellensortiment W 50 und L 60

Bild 1

Ausgangszustand

Die bisherige Produktion von Achswellen erfolgte dezentral an verschiedenen Einzelarbeitsplätzen in Betrieben des Kombinates. Das war mit einem hohen Aufwand an Kosten, Organisation und Transport verbunden. Außerdem resultierten daraus lange Durchlaufzeiten der Teile verbunden mit einer großen Umlaufmittelbindung. Die Herstellung erfolgte, je nach Variante, als Reibschweiß-Stauchteil bzw. aus Rundmaterial. Hoher Zerspanungsaufwand und Materialverlust traten auf.

Die Herstellung der Achswellen umfasste die Arbeitsgänge Ablängen, Drehen, Bohren, Kaltwalzen des Keilwellenprofils sowie das abschließende Vergüten im Salzbad.

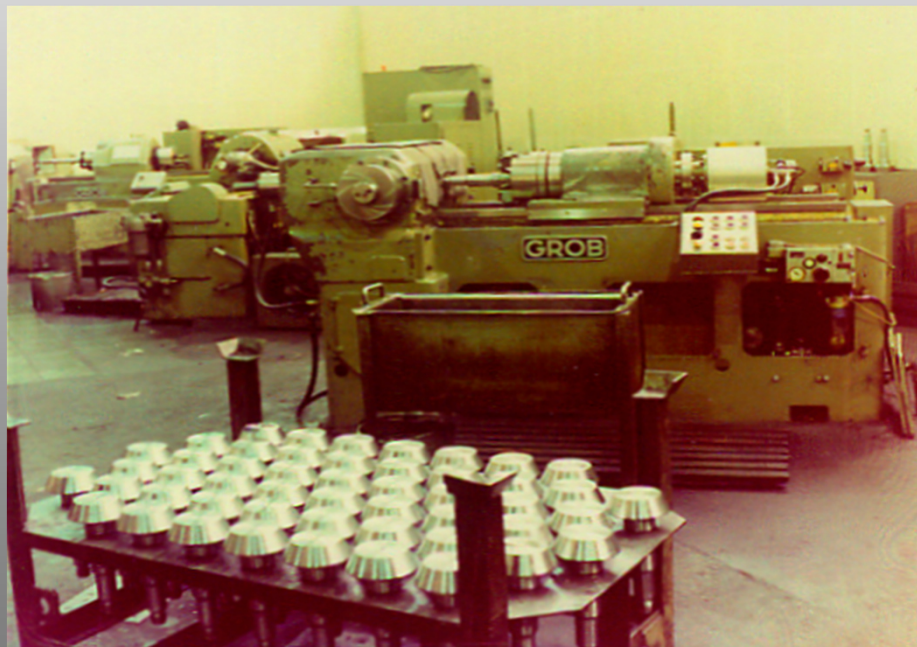
Auf Grund der dezentralen Produktion mit Einzelmaschinen war die Fertigung nur mit manueller Beschickung und erheblicher körperlicher Belastung der Werk tätigen möglich.

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Das Kaltwalzen der Verzahnung erfolgte auf Maschinen der Firma GROB, die sich gegenüber dem konventionellen Fräsen von Keilwellenprofilen durch eine hohe Produktivität auszeichneten. Verfahrensbedingt trat dabei allerdings eine hohe Lärmbelastung von ca. 100 db an den Arbeitsplätzen auf.



Kaltwalzmaschine Fa. GROB

Bild 2

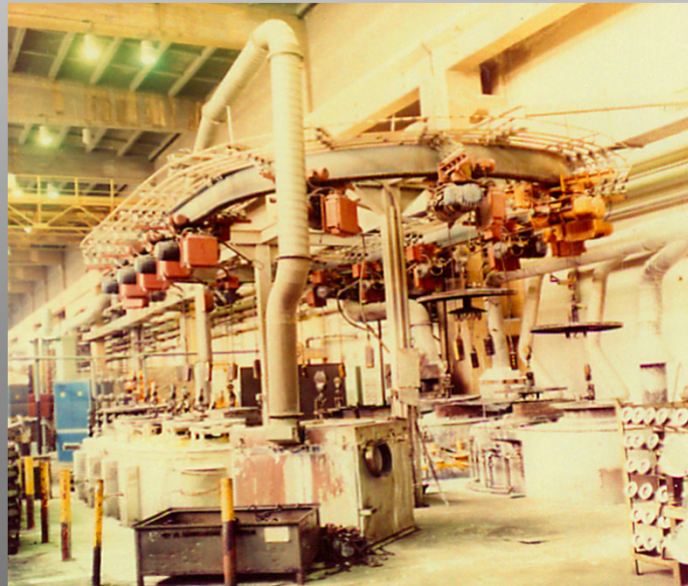
7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Das Vergüten der Achswellen erfolgte in zwei Salzbadanlagen. Dieses Verfahren war sehr energieaufwändig. Für die Werkstätigen wurden die Arbeitsbedingungen durch Hitze, Staub und hohe körperliche Belastung erschwert. Die dabei verwendeten zyanidischen Salze belasteten die Umwelt.

Hinzu kam, dass der konstruktiv vorgegebene Einhärtetiefenbereich von 4,3 bis 8 mm nicht mit ausreichender Prozessstabilität eingehalten werden konnte. Erhöht wurde diese Unsicherheit noch durch das Fehlen einer Möglichkeit, die Einhärtetiefe (EHT) zerstörungsfrei ermitteln zu können. Sie konnte nur metallografisch und weil zerstörend, eben auch nur als teure und zeitaufwändige Stichprobenprüfung durchgeführt werden.



Härteanlage

Bild 3

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Zielstellung

Mit dem Entwicklungsauftrag für den IFA L 60 war die Produktion neuer Achswellen notwendig, die in ihren Abmessungen nicht auf den vorhandenen Grundausrüstungen herstellbar waren. Aus diesem Grunde wurde mit den erforderlichen Investitionen die Aufgabe gestellt, die Achswellen des L 60 und W 50 mit hoher Effektivität und Auslastung in einer zentralisierten Fertigung zu produzieren. Aufgabenstellung und Zielstellung des Pflichtenheftes des F/E-Themas enthielten den Auftrag, alle Erkenntnisse und Erfahrungen für bestmögliche ökonomische Ergebnisse zu nutzen. Daraus leitete sich ab:

- Die bisherige konstruktive Gestaltung der Achswellen gründlich zu prüfen und daraus notwendige Änderungen für die Rationalisierung abzuleiten, z. B. Materialgüte, Toleranzen, Funktionsmaße.
- Den Einsatz hochproduktiver, materialsparender Umformverfahren für die Rohlingsherstellung vorzusehen.
- Den Einsatz hochproduktiver Technologien und Ausrüstungen für jeden Arbeitsgang zu sichern.
- Die Beschickung und Entnahme der Achswellen durch komplexen Industrierobotereinsatz mit effektiver Magazinierung vorzusehen.
- Die Sicherung der Qualität durch arbeitsplatzintegrierte automatische Messtechnik zu berücksichtigen.
- Die Gewährleistung einer hohen Flexibilität der Arbeitsplätze bezüglich des Produktionssortimentes zu sichern.



7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



- Die Auswahl eines für diesen Prozess optimalen Lager- und Transportsystems.
- Die komplexe Ver- und Entsorgung der Hilfsstoffe.
- Die Herstellung von nicht handelsüblichen Ausrüstungen im kombinateigenen Rationalisierungsmittelbau.
- Die Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen an jedem Arbeitsplatz.

Ergebnisse

Im Ergebnis der Forschungs- und Entwicklungsarbeit entstand ein zentralisierter technologischer Prozess mit hoher Produktivität und Flexibilität, in dem die im Bild 1 dargestellten Achswellentypen bearbeitet wurden. Unter den voran gestellten Prämissen wurden die im folgenden dargestellten Ergebnisse durch die zielgerichtete Arbeit erreicht.

Konstruktive Veränderung

Durch Werkstoffumstellung von 62 Si Cr 5 auf 34 Cr 4 war es möglich, eine neue Härtetechnologie einzuführen. Eine Anpassung der Bauteilmaße und -toleranzen ermöglichte den Einsatz einer neuen Verzahnungstechnologie für das Keilwellenprofil der Achswellen.

Rohteilherstellung

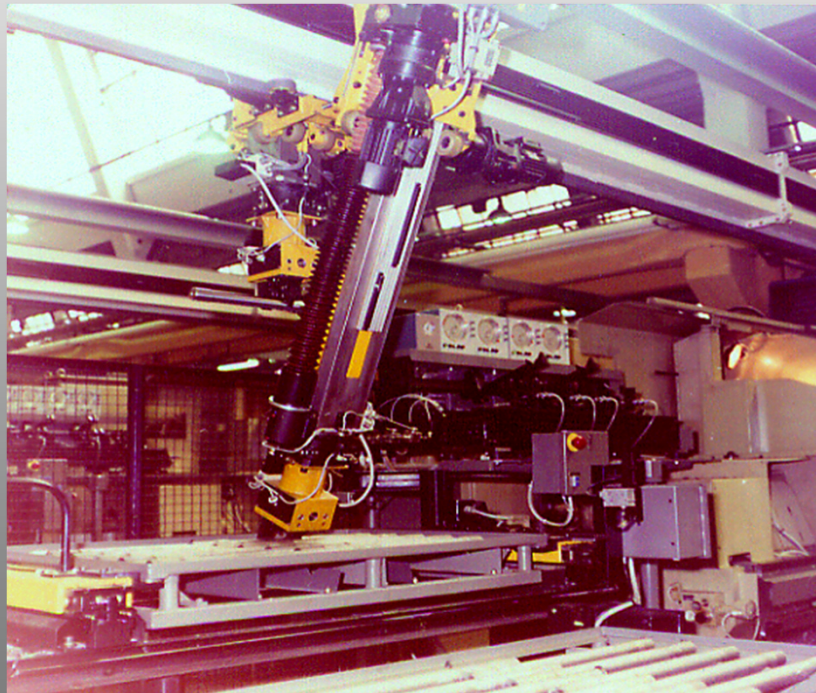
Für die Achswellen mit Flansch wurde das im Rahmen der Rekonstruktion des Schmiedebereichs realisierte hochproduktive Fließpressen eingeführt. Sechs weitere Achswellen wurden auf Feinschmieden umgestellt, Woraus sich eine wesentliche Reduzierung des Materialverbrauchs ergab.

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Moderne Technologien Die spanende Bearbeitung erfolgte mit Hilfe CNC-gesteuerter Drehmaschinen vom VEB Maschinenfabrik „Hermann Matern“ Magdeburg und durch die von der betrieblichen Instandhaltung modernisierter Kopierdrehmaschinen.



CNC-gesteuerte Drehmaschine mit
Mehrstellen-Messeinrichtung und
Portalrobotern

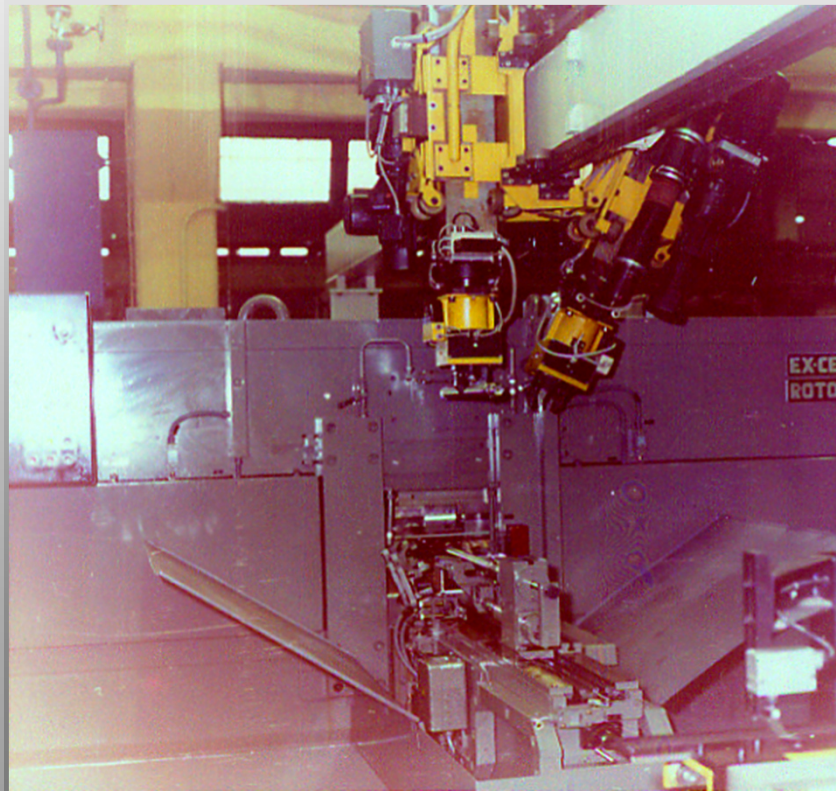
Bild 4

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Für die Herstellung des Keilwellenprofils wurde erstmals in der DDR die RotoFlo-Kaltwalztechnologie der Fa. Ex-Cell-O eingesetzt.



Verzahnung von Achswellen im
RotoFlo-Verfahren mit Roboterbeschickung

Bild 5



7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Damit reduzierte sich die Stückzeit für das Walzen des Profils von durchschnittlich 1 min auf 10 s pro Achswelle. Weiterhin senkte sich die Lärmbelastigung am Arbeitsplatz auf 80 db. Ferner wurde Produktionsfläche freigesetzt.

Die Wärmebehandlung der Achswellen wurde in Verbindung mit der genannten Werkstoffumstellung vom Salzbadvergüten auf induktives Mittelfrequenzhärten umgestellt. Mit den vom VEB Inducal Göllingen hergestellten Induktions-Härteanlagen wurden die beschriebenen Nachteile des Salzbadvergütens vermieden. Mit der Umstellung wurden ferner ca. 640 000 m³ Stadtgas / a eingespart.

Bezüglich des Problems des zerstörungsfreien Nachweises der EHT war aus der Literatur bekannt, dass man mittels magnetinduktiver Werkstoffprüfung eventuell die EHT ermitteln könnte, wenn man ein Gerät benutzt, das eine Mittelfrequenzmessung erlaubt.

Es wurden Versuche mit dem Gerät „eddyliner“ der Firma ibg-Prüfcomputer, Ebermannstadt/BRD im Internationalen Handelszentrum der DDR in Berlin organisiert und durchgeführt.

Die Ergebnis der Versuche verlief positiv. Ein entsprechendes Gerät wurde importiert und mit Erfolg für die Prozessüberwachung eingesetzt.

Einsatz von Industrierobotern

Das eingesetzte Portalmanipulatorsystem PMS 60, das in zwei Varianten zum Einsatz kam, sicherte durch die magazinierte Bereitstellung der Achswellen die automatische Beschickung der Werkzeugmaschinen. Dieses Industrierobotersystem wurde im kombinatseigenen Rationalisierungsmittelbau, dem VEB IFA Ingenieurbetrieb Hohenstein-Ernstthal entwickelt und produziert.

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Das Palettenbereitstellungs- und Vereinzlungssystem gewährleistete den automatischen Betrieb auf insgesamt acht Maschinenplätzen über eine Schicht unabhängig voneinander.

Das Beschicken zweier Mittelfrequenzhärteanlagen erfolgte im Wechsel durch einen Industrieroboter ZIM 60 (DDR-Produkt), der mit einem speziellen Doppelgreifersystem betriebseigener Entwicklung ausgerüstet war.

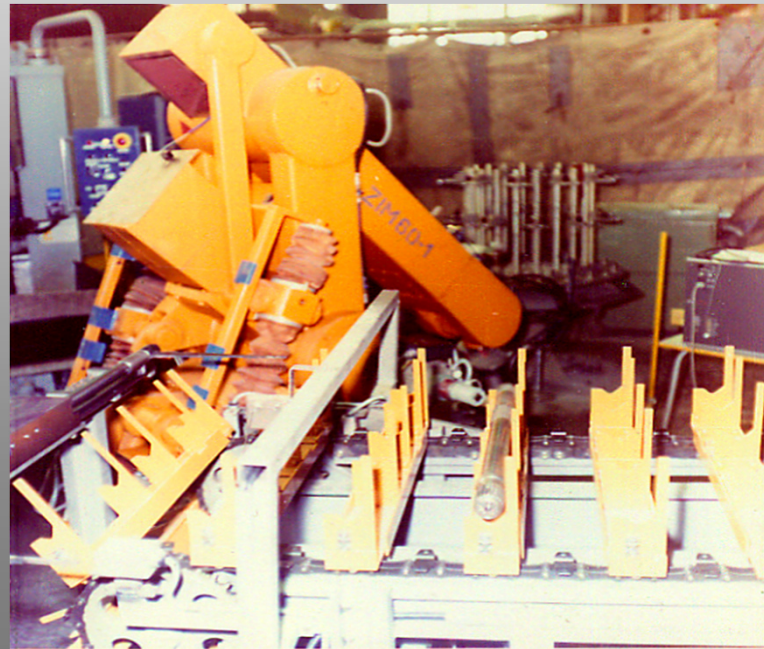


Bild 6



7.3.1.8.2.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Die Qualitätskontrolle an den Arbeitsplätzen der Drehbearbeitung wurde durch eine in den technologischen Prozess integrierte Mehrstellenmeßeinrichtung gesichert. Diese Messtechnik war ebenfalls eine kombinatseigene Entwicklung.

Das Prinzip der losen Verkettung der Arbeitsplatzgruppen gewährleistete eine hohe Flexibilität des gesamten Fertigungsabschnittes. Durch Einsatz speicherprogrammierbarer Steuerungen an den Werkzeugmaschinen und Portalen der Arbeitsplatzgruppen war ein einfaches und schnelles Umrüsten gegeben.

Das realisierte Lager- und Transportsystem mit manuell zu betätigendem Regalbediengerät entsprach den Erfordernissen nach Flexibilität und Ökonomie.

Alle Werkzeugmaschinen waren innerhalb des Produktionsabschnittes mit einer zentralen Kühlmittel-Aufbereitungsanlage sowie Späneentsorgung verbunden.

Insgesamt waren im Fertigungsabschnitt acht Werkzeugmaschinen, zwei Mittelfrequenzhärteanlagen und zwei Einkammerwaschmaschinen sowie der beschriebenen Industrierobotertechnik eingesetzt.

Bedienung

Der Prozess wurde von drei Arbeitskräften betreut. Der Arbeitsinhalt bestand in der Überwachung des Prozesses, dem Einrichten bzw. Umrüsten der Werkzeugmaschinen und Industrierobotertechnik sowie in der Bedienung des Regalbediengerätes.

Rationalisierungseffekte

Die ökonomischen Ergebnisse resultierten aus dem Einsatz neuer Rohteile, der Anwendung neuer Technologien sowie dem komplexen Einsatz der Industrierobotertechnik.

Die Ergebnisse konnten erzielt werden, da bereits in den Entwicklungsetappen stets als Leitmotiv das Aufwand-Nutzen-Verhältnis bestimmend war. So konnten gegenüber dem vorangegangenen Prozess



7.3.1.8.2.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



die Arbeitsproduktivität auf 540 % gesteigert werden. Auch in den Kombinatbetrieben (Zulieferbetriebe) wurden Fertigungszeiteinsparungen in Höhe von 57.000 Stunden jährlich erreicht. Dazu kamen Einsparungen an Walzstahl, Stadtgas, Energiekosten und Transportkosten. Insgesamt betrug die Kosteneinsparung 3,6 Mio. Mark jährlich. Die Rückflussdauer lag bei 3,4 Jahren. Neben den kostenseitigen Effekten verbesserten sich die Arbeitsbedingungen wesentlich.

Richten der Achswellen

Dem beschriebenen Fertigungsabschnitt für Achswellen, Antriebswellen und Antriebskegelrädern wurde eine Richtanlage nachgeordnet, die ebenso in einem automatisierten Fertigungsabschnitt eingebunden war. Die Zuführung zur und Entnahme aus der Richtpresse erfolgte durch zwei Industrieroboter vom Typ ZIM 60-1 (DDR-Produkt).
(Layout Bild 7)

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Layout -
Richtbereich

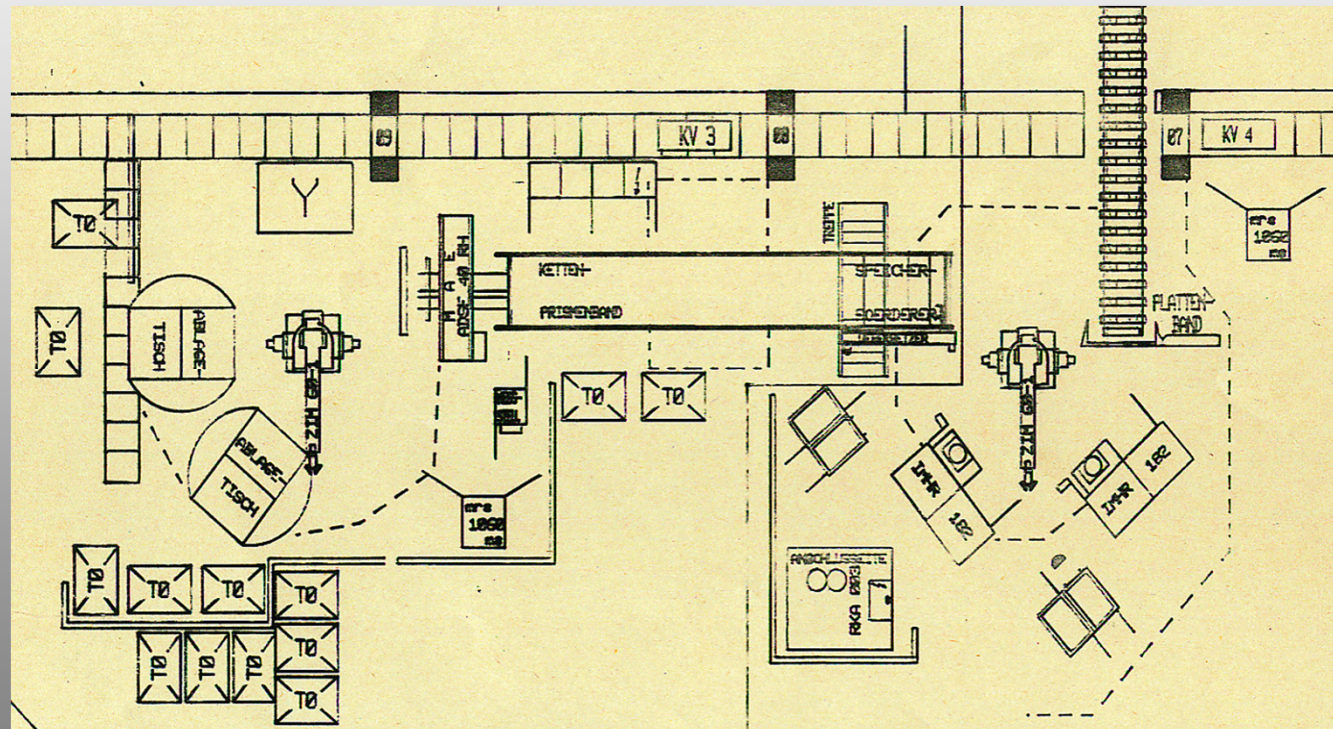


Bild 7

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Richtpresse

Kernstück des Richtbereichs war eine vollautomatische Richtpresse vom Typ MAE ADSF 40 RH der Firma Maschinen- und Apparatebau Götzen GmbH u. Co KG, Erkrath mit Transport- und Speichersystem, Umrüstautomatik, Reißprüfeinrichtung, automatischer Werkstückerkennung und zugestrichelt eine Schnittstelle (7. Achse) für die Ansteuerung der Industrieroboter ZIM 60-1.

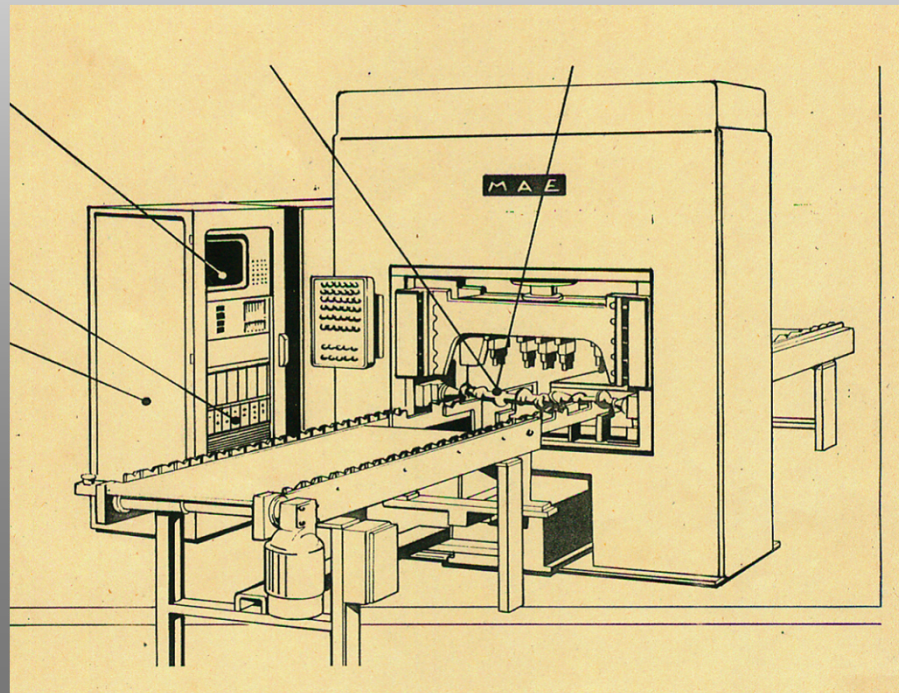


Bild 8: Richtpresse

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Automatischer Richtablauf

Im vollautomatischen Ablauf wurde das Werkstück durch den Hubbalkenförderer in die Richtstation der Richtmaschine getaktet, gespannt und in Messposition gebracht. Mit einer Kontrolldrehung wurde die Rundlaufabweichung an allen Messstellen ermittelt und der höchste Schlag nach oben unter den Richtstempel positioniert.

Der Ablauf des Richtvorganges wird vom Werkstoffverhalten, von der Ausgangskrümmung, der Winkellage des Schlages an den Messstellen und der geforderten Richtgenauigkeit bestimmt.

Der Richtablauf wurde komplett auf dem Bildschirm dargestellt und das Ende des Richtvorganges für jedes Werkstück im Klartext angezeigt.

Die Richtergebnisse bereits gerichteter Werkstücke wurden von der Steuerung gespeichert und für die weitere Optimierung des Richtablaufs herangezogen.

Der Richtablauf wurde durch eine abschließende Kontrollmessung, in der die Einhaltung der zulässigen Toleranzen an allen Messstellen nochmals geprüft wurden, beendet.

Der Hubbalkenförderer entnahm das gerichtete Werkstück und förderte es aus der Maschine. Werkstücke, die nicht der geforderten Qualität entsprachen, wurden ausgesondert.

Die erreichbaren Richtgenauigkeiten sind generell abhängig von der Anzahl der Richtmessstellen, der Ausgangskrümmung und dem Werkstoffverhalten. Die Systemgenauigkeit der Maschine lag bei 0,005 mm und die Messgenauigkeit bei 0,001 mm.

7.3.1.8.10 Achswellenfertigung

Dipl.-Ing. Werner Hellmuth



Ökonomische Effekte

Mit der Einführung des automatischen Richtens für diesen Teileumfang gegenüber dem manuellen Richten auf hydraulischen Pressen ergab sich eine enorme Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch Entfall körperlich schwerer Arbeit.

Als rechnerischen Nutzen stellten sich folgende Werte dar:

-Arbeitskräfteeinsparung	6 VbE (Vollbeschäftigteneinheiten)
-Zuwachs an IWP (Industrieller Warenproduktion)	8.500,- TM/a
-Zuwachs Nettogewinn	1.000,- TM/a
-Rückflußdauer	4,9 Jahre

Quellen

- Firmenprospekt
- Veröffentlichung von Sommerlade, Urbanke, Steinicke; „Kraftfahrzeugtechnik, H12/1987“
- Korrekturleser Urbanke
- Unterlagen zur Investitionsvorbereitung von 1989