

Forschung und Entwicklung von Hardware in der Industrie sowie Ausbildung in der Fakultät Elektrotechnik an der TH Karl-Marx-Stadt

Erich Bürger

Am Schösserholz 46
09127 Chemnitz

1 Forschung und Entwicklung von Hardware in der Industrie

1.1 Vorbemerkungen

Die Tätigkeit in Forschung und Entwicklung für Baugruppen der Informatik setzt nicht nur umfangreiche theoretische Kenntnisse voraus, sondern auch praktische Erfahrungen auf dem zukünftigen Tätigkeitsfeld. Das Studium solcher Kenntnisse erfuhr der Verfasser beispielsweise als Student an der damaligen Technischen Hochschule Dresden bei Prof. N. Joachim Lehmann (theoretische Forschung) und Prof. Siegfried Hildebrand (gerätetechnische Forschung und Entwicklung). Beide Hochschullehrer haben entscheidend dazu beigetragen, seit Beginn ihrer Tätigkeit als Hochschullehrer in der DDR die Forschung und Entwicklung auf diesem Fachgebiet durch fachliche Hochschulbildung von Absolventen auf fachlich hohem Niveau zu fördern.

1.2 Auftrag durch Prof. N. J. Lehmann

Durch gute Zusammenarbeit der Hochschullehrer auch verschiedener Fachrichtungen und Fakultäten an den Technischen Hochschulen und Universitäten wurden Studenten schon zeitig gefordert und gefördert. Sie wurden auch bald in die Forschungsarbeit der Institute einbezogen. Nach Absprache zwischen den Professoren Hildebrand und Lehmann erhielt der Verfasser als Student den Auftrag, für den in der Entwicklung befindlichen Digitalrechner D2 eine Eingabeeinheit zu entwerfen. Die Aufgabenstellung für dieses Gerät hatte Prof. Lehmann vorgegeben. Die Eingabe der Informationen sollte mit Hilfe einer Schreibmaschinen-Tastatur erfolgen.

Abbildung 1 zeigt die konstruktive Lösung für das Gerät. Die Eingabedaten wurden mit Hilfe der Baugruppe eingegeben, die mit der Tastatur der Schreibmaschine verbunden war.

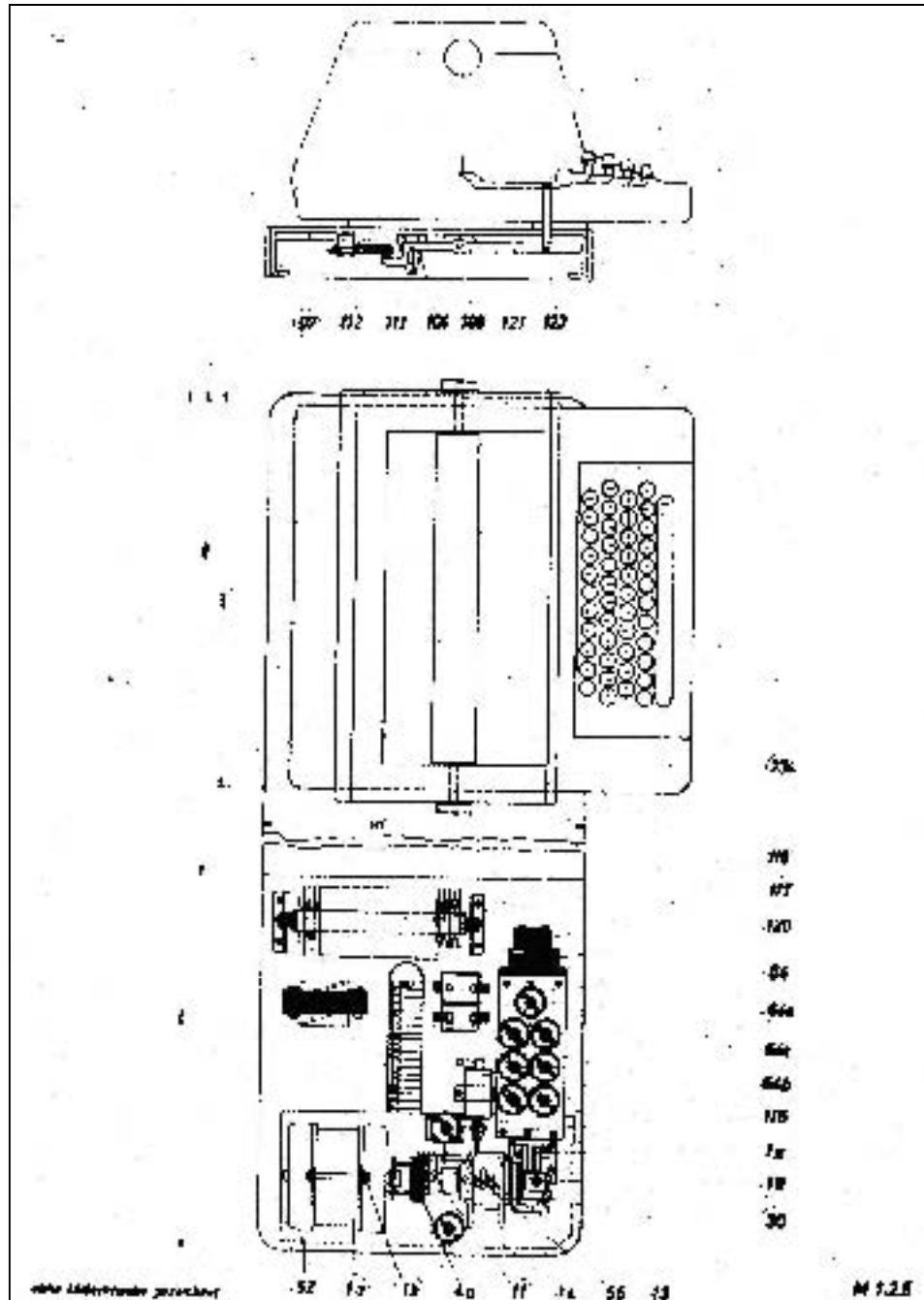


Abbildung 1: Eingabegerät für Digitalrechner

1.3 Datenverarbeitungsanlage ROBOTRON 300

Der Ruf aus den Unternehmen nach Unterstützung der Fertigung und nach Fachkräften mit guter konstruktiver Ausbildung wurde in den fünfziger Jahren dringender. Wissenschaftliche Untersuchungen in den Hochschulinstituten an Geräten erfolgten mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit der gefertigten Erzeugnisse zu verbessern. Ab 1954 wurden in Dissertationen beispielsweise Büromaschinen untersucht, die als Eingabeeinheiten konzipiert waren. Ziel war, eine höhere Arbeitsgeschwindigkeiten und eine bessere Funktionssicherheit zu erreichen. Eine weitere Absicht war, neue Entwicklungsteams auf dem Fachgebiet der Informatik in Unternehmen aufzubauen – so beispielsweise in Chemnitz.

Nach Gesprächen zwischen dem wissenschaftlichen Leiter des VEB ELREMA in Chemnitz, Dr. J. Schulze, und Prof. Hildebrand erhielt der Verfasser nach Abschluß der Dissertation ein Angebot als Leiter des Bereiches Ein- und Ausgabegeräte im VEB ELREMA für die neu zu entwickelnde Datenverarbeitungsanlage R 300. Ein Jahr später erfolgte zunächst der Einsatz als Konstrukteur, 1963 als Chefkonstrukteur und Direktor für Forschung. Durch Einstellung weiterer Absolventen formierte sich bald ein Team erfahrener und junger Konstrukteure, die entschlossen waren, neue Lösungswege in der Informatik erfolgreich zu beschreiten.

Das Ziel war die Entwicklung einer neuen Elektronischen Datenverarbeitungsanlage mit der Bezeichnung ROBOTRON 300. In kurzer Zeit wurde die Anlage entwickelt und fertiggestellt. Im Oktober 1966 folgte ein für alle wichtiger Tag: Die Vorstellung der Anlage R 300 auf der internationalen Messe „interorgtechnica“ in Moskau. Die moderne Konzeption erregte bei den Besuchern aus vielen Ländern Aufsehen. Führende Staatsmänner der damaligen Sowjetunion überzeugten sich von der Leistungsfähigkeit dieser Anlage. Der Vorsitzende des Präsidiums der UdSSR sprach sich anerkennend über die Leistungen der Entwicklungsingenieure aus.

In Abbildung 2 ist das Blockschaltbild, in Abbildung 3 die Gesamtansicht und in Abbildung 4 der Lochbandkode der Anlage R 300 zu sehen [BW69].

Die Zentraleinheit mit dem Steuerwerk, Rechenwerk und Hauptspeicher bildete das Kernstück der Anlage R 300. An diese zentrale Einheit waren alle anderen Geräte und Baueinheiten angeschlossen. Die Zentraleinheit war über drei Kanäle mit den Eingabeeinheiten verbunden. Jeder Kanal war gepuffert (Eingabepuffer 1 bis 3). Es konnten die im Blockschaltbild unten links angegebenen Eingabeeinrichtungen angeschlossen werden. Waren die Informationen vorwiegend in Lochkarten gespeichert, dann konnten ein Kanal oder mehrere Kanäle durch Lochkartenleser belegt werden. Sollten die Informationen durch Lochbandleser eingegeben werden, dann konnten die Kanäle durch Lochbandleser belegt werden. Auch die Belegung eines Kanals durch Geräte der Datenfernübertragung war bereits möglich. Die Übertragungsgeschwindigkeit der Daten zwischen Zentraleinheit und peripheren Geräten war beachtlich. So erfolgte der Datenaustausch zwischen den Magnetbändeinheiten und der Zentraleinheit mit einer Geschwindigkeit von 33.000 Zeichen je Sekunde.

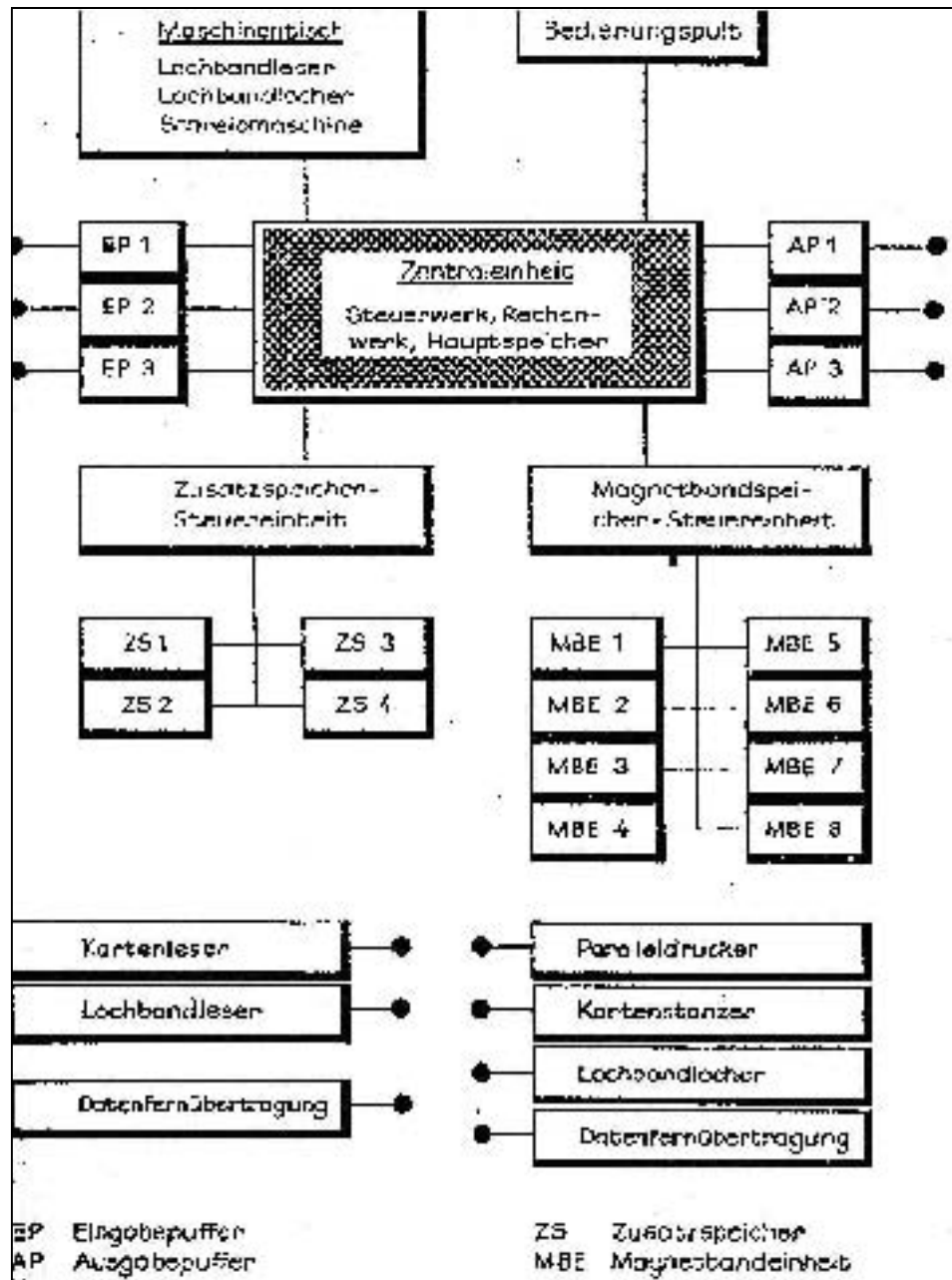


Abbildung 2: Blockschaltbild der Datenverarbeitungsanlage R 300

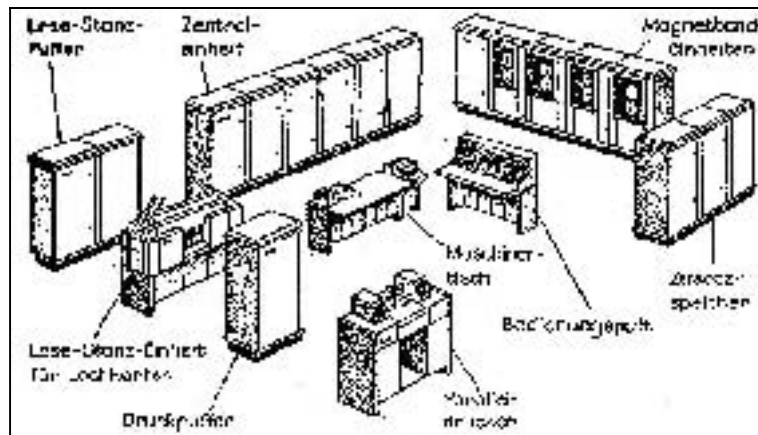


Abbildung 3: Gesamtansicht der Datenverarbeitungsanlage R 300

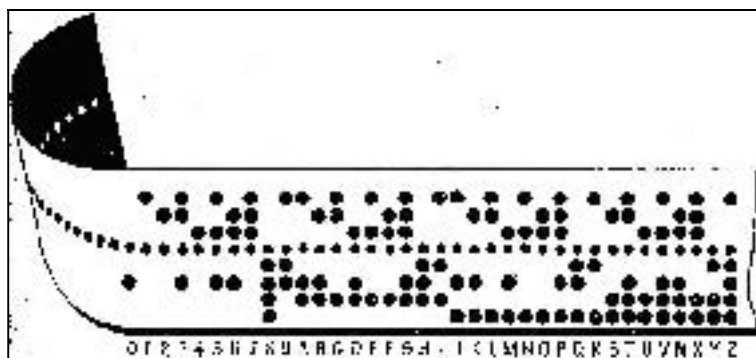


Abbildung 4: Lochbandcode der Datenverarbeitungsanlage R 300

2 Ausbildung in der Fakultät Elektrotechnik an der TH Karl-Marx-Stadt/ TU Chemnitz

2.1 Voraussetzungen für die Lehrtätigkeit

Für eine Berufung als Hochschullehrer mußte der Kandidat die von der Hochschul- bzw. Universitätsleitung bestimmten Anforderungen erfüllen, die vom Wissenschaftlichen Rat festgelegt wurden. In erster Linie waren dies wissenschaftliche Befähigung auf dem Fachgebiet und erfolgreiche Tätigkeit als Leiter wissenschaftlicher Teams. Diese Nachweise waren von den Kandidaten zu erbringen.

Während meiner Tätigkeit als Leiter des Entwicklungsteams bei ELREMA erreichte mich die Berufung des Wissenschaftlichen Rates der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt, Zunächst wurde ich zum Dozenten für Konstruktion informationsverarbeitende Geräte berufen, nach erfolgreicher Habilitation erfolgte 1970 die Berufung zum Professor für Informationstechnik (Konstruktion von Datenverarbeitungsanlagen).

2.2 Ziel der Institutsgründung

Der Wissenschaftliche Rat übertrug mir zunächst die Aufgabe, in der Fakultät für Elektrotechnik ein Institut für Feinwerktechnik aufzubauen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Instituts sollten vor allem der Zusammenarbeit mit Chemnitzer Unternehmen dienen. Zu diesem Zweck wurden die Forschungsergebnisse regelmäßig – vorwiegend in Form von Seminaren – an Konstruktionsabteilungen Chemnitzer Kombinate vermittelt, zum Beispiel an das Kombinat Haushaltgeräte FORON. Ausgehend von der Erkenntnis, daß der Preis der Erzeugnisse von der optimalen Konstruktion bestimmt wird, wurden gleichermaßen Konstrukteurinformationen entwickelt, deren neueste Ergebnisse in Fortbildungsveranstaltungen für Konstrukteure und zu Tagungen vorgestellt wurden [Bü86], [Bü90].

2.3 Gründung der Fachrichtung Gerätetechnik

Im Jahre 1974 wurde die Fachrichtung Gerätetechnik gegründet. Sie resultierte aus den anspruchsvollen Zielen nach Erhöhung des Effekts der konstruktiven Tätigkeit durch Mechanisierung, Automatisierung und Anwendung der Informatik. Diese Ziele bestimmten die Konzeption der neuen Fachrichtung mit dem eigenständigen Chemnitzer Profil. Danach sollte sich der Schwerpunkt von Ausbildung und Forschung vor allem auf die Peripherie der Rechentechnik orientieren. In Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern wurde dieses Profil ständig den Anforderungen der Praxis angepaßt. Die positiven Wertungen und der hohe Bedarf an Absolventen der Gerätetechnik zeigten sehr bald, daß damit die Erwartungen der Industrie erfüllt wurden. Das Absolventenbild entsprach dem modern ausgebildeten Konstrukteur, der Gerätetechnik mit Hilfe der Rechentechnik nach neuesten Methoden zu entwickeln vermochte und der die Grundlagen für die Erstellung und den Umgang mit CAM/CAD-Systemen beherrschte. Umfangreich waren die Aktivitäten auch auf wissenschaftlichem Gebiet, was durch eine kaum mehr übersehbare Menge von Veröffentlichungen und Vorträgen zu belegen ist.

2.4. Informatik im Konstruktionsprozeß

Als eine wichtige Aufgabe für Ausbildung und Forschung ergab sich, den zeit- und kostenaufwendigen Prozeß der Anfertigung der Druckstockzeichnungen für die Leiterplattenfertigung entscheidend zu verbessern. Ermittlungen hatten ergeben, daß im Büromaschinenwerk Sömmerda etwa zweihundert Stunden je Leiterplatte für den Elektronischen Tischrechner erforderlich waren. Auch in zahlreichen anderen Betrieben zeigte sich ein derartiger Engpaß.

Schon ab 1972 wurde daher begonnen, die Informatik für die Konstruktion von Bauteilen und Baugruppen zu nutzen. Dafür wurde der Forschungskomplex „Grafische Datenerfassung und -verarbeitung“ geschaffen [BD92]. Im Ergebnis wurden unter Nutzung der Systemtechnik zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der „Kleinrechen-technik“ entwickelt und produziert.

Zu einem frühen Zeitpunkt mußte jedoch festgestellt werden, daß die Nutzung der Rechentechnik (Informatik) für die Konstruktion mechanischer Bauteile und Baugruppen auf Grund ihrer Besonderheiten gegenüber dem Anwendungsgebiet der Elektrotechnik/Elektronik international zurückgeblieben war. Man begann deshalb parallel zu den Forschungsarbeiten, Grundlagenuntersuchungen für die Entwicklung von Konstruktionsarbeitsplätzen für den Einsatz im Maschinenbau bzw. der Gerätetechnik durchzuführen. Im Ergebnis konnte von 1974 bis 1977 eine Gerätesystemkonzeption erarbeitet werden, die eine langfristige modulare Entwicklung von reißbrettorientierten Konstruktionsarbeitsplätzen in drei Ausbaustufen vorsah.

2.5 Ergebnisse der Systemkonzeption für den Einsatz der Rechentechnik (Informatik)

Es wurden folgende drei Ausbaustufen konzipiert:

1. Intelligentes digitalgrafisches Datenerfassungsgerät durch die Kombination von konventionellem Reißbrett und Digitalisierfunktion.
2. Interaktives digitalgrafisches Datenverarbeitungssystem hoher Leistungsfähigkeit durch die zusätzliche Integration eines Plotters in das oben genannte System.
3. Aufbau eines Rechnernetzes durch Kopplung mehrerer Arbeitsplätze der zweiten Stufe an einen Zentralrechner zur weiteren Steigerung der rechentechnischen Leistungsfähigkeit für den Konstrukteur.

Den Ausbaustufen gemeinsam waren zwei Merkmale:

1. Eine hohe Effektivität durch simultane automatische digitale Datenerfassung beim Entwerfen sowie nutzerfreundliche Gestaltung der Kommunikation zwischen Konstrukteur und Rechananlage, ausschließlich unterstützt durch Menü-technik über Reißbrett/Bildschirm und
2. Dialogprogramme.

2.6 Anwendungen in Unternehmen

Für den Betrieb VEB Carl Zeiß Jena wurde die erste Ausbaustufe eines derartigen reißbrettorientierten Konstruktionsarbeitsplatzes von 1977 bis 1980 entwickelt, als Labor-muster realisiert und getestet. Als rechentechnische Verarbeitungseinheit kam das Mikrorechnersystem K 1510 zum Einsatz. Die praktische Erprobung brachte wertvolle Erkenntnisse für die Weiterführung der Forschung.

Die zweite Ausbaustufe wurde von 1980 bis 1984 für das Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus realisiert. Dabei wurden weitere Verbesserungen vorgenommen; beispielsweise die Ablösung des K 1510 durch ein neues System K 1520 und ein umfangreiches und ausgereiftes Softwarepaket. Die Betriebe waren an der Nutzung solcher Konstruktionsarbeitsplätze interessiert. Beispielsweise übernahm das Kombinat ROBOTRON die Forschungsergebnisse auf der Basis eines Nutzungsvertrags, um sie in einen „Reißbrettorientierten Konstruktionsarbeitsplatz“ einfließen zu lassen. Eine öffentliche Präsentation erfolgte erstmals 1984 auf der Leipziger Frühjahrsmesse. Das industriell gefertigte Erzeugnis erhielt die Bezeichnung ROBOTRON A 5510.

2.7 Rechnerunterstütztes Konstruieren

Eine wichtige Voraussetzung für die Automatisierung der Montage ist rechnerunterstütztes automatisierungsgerechtes Konstruieren von Einzelteilen, Baugruppen und Produkten. Die Bemühungen im Montagevorbereitungsprozeß richten sich also auf die Automatisierung. Für eine rationelle Lösungsfindung im Konstruktionsprozeß erweisen sich Regeln, Beispiele und Programme als optimale Hilfsmittel. Daß dafür die Unterstützung durch Rechnerprogramme unerlässlich ist, hatten wissenschaftliche Mitarbeiter dieses Fachgebietes bald erkannt und dies durch folgende Untersuchungen zu belegen gewußt:

Noch immer ist die Montage der zeitintensivste Teil bei der Fertigung von Produkten. Der Anteil der Kosten für die Herstellung der Produkte in der Gerätetechnik bzw. Feinwerktechnik jedoch beträgt mehr als 50 %, wie Untersuchungen im Institut Feinwerktechnik bereits 1990 ergaben. Dieser hohe Kostenanteil konnte nur durch Rationalisierung der Montage, insbesondere durch flexible rechnerunterstützte Automatisierung – verbunden mit gleichzeitiger Verbesserung von Produktqualität und Terminverkürzung – reduziert werden. Zudem war der Einsatz einfacher, zuverlässiger Betriebsmittel möglich. Als wichtigste Voraussetzung dafür ergab sich die durch Informatik unterstützte automatisierungsgerechte Konstruktion einschließlich angepaßter Strukturierung und Standardisierung der Produkte. Als bedeutender Nebeneffekt solcher Produktgestaltung erwies sich minimale Einarbeitungszeit bei noch erforderlicher Montage.

Vom Anwender (Konstrukteur) des automatisierungsgerechten Konstruierens wird darauf verwiesen, daß die Forderungen an das automatisierungsgerechte Konstruieren sehr umfangreich sind. Wie Untersuchungen ergaben, ist dieser Hinweis berechtigt. Deshalb war das Institut Feinwerktechnik bemüht, der Praxis Unterstützungsmittel bereitzustellen. In erster Linie waren dies Regeln, Maßnahmen und konstruktive Lösungsbeispiele sowie Programme.

Abbildung 5 zeigt ein Beispiel aus einem Band mit bewährten Regeln für die Gestaltung automatisierungsgerechter Baugruppen und Hinweise auf CAD-Lösungen. Mit diesen wird nicht nur die konstruktive Ausbildung, sondern auch die Praxis wesentlich unterstützt.

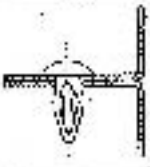
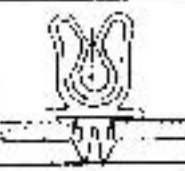
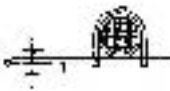
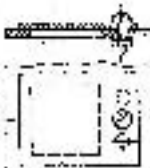
Regel: Nutze die elastischen Eigenschaften der Werkstoffe für einfaches Fügen!			
Nr.	ungünstig	gunstig	Bemerkung
1.			zwei Blachteile durch „Plast-niet“ verbunden
2.			Verschraubung für Griff durch Plastikteil ersetzt
3.			Schraubverbindung durch rostendes Element ersetzt (33)
4.			Schraube durch Rostelement ersetzt; einfachere Montage, geringere Kosten (33)
5.			Schraubverbindung und Lage-sicherung durch ein Plastikteil ersetzt: geringerer Aufwand (33)

Abbildung 5: Konstrukteurinformation

Literaturverzeichnis

- [BW69] Bürger, E. und G. Wittmar: Datenverarbeitung, Urania-Verlag Leipzig 1969.
- [Bü86] Bürger, E: Robotergerechte Gerätekonstruktion, TU Karl-Marx-Stadt 1986.
- [Bü90] Bürger, E: Automatisierungsgerechtes Konstruieren, TU Karl-Marx-Stadt 1990.
- [BD92] Bürger, E. u. W. Dötzel: Zwei Jahrzehnte Gerätetechnik an der THK und 30 Jahre Lehre und Forschung 1962 – 1992 an der TU Chemnitz.