



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

Zentrallabor für Elektronik

**Rechnergeführte Automatisierung
von Regelgeräte-Prüfsystemen**

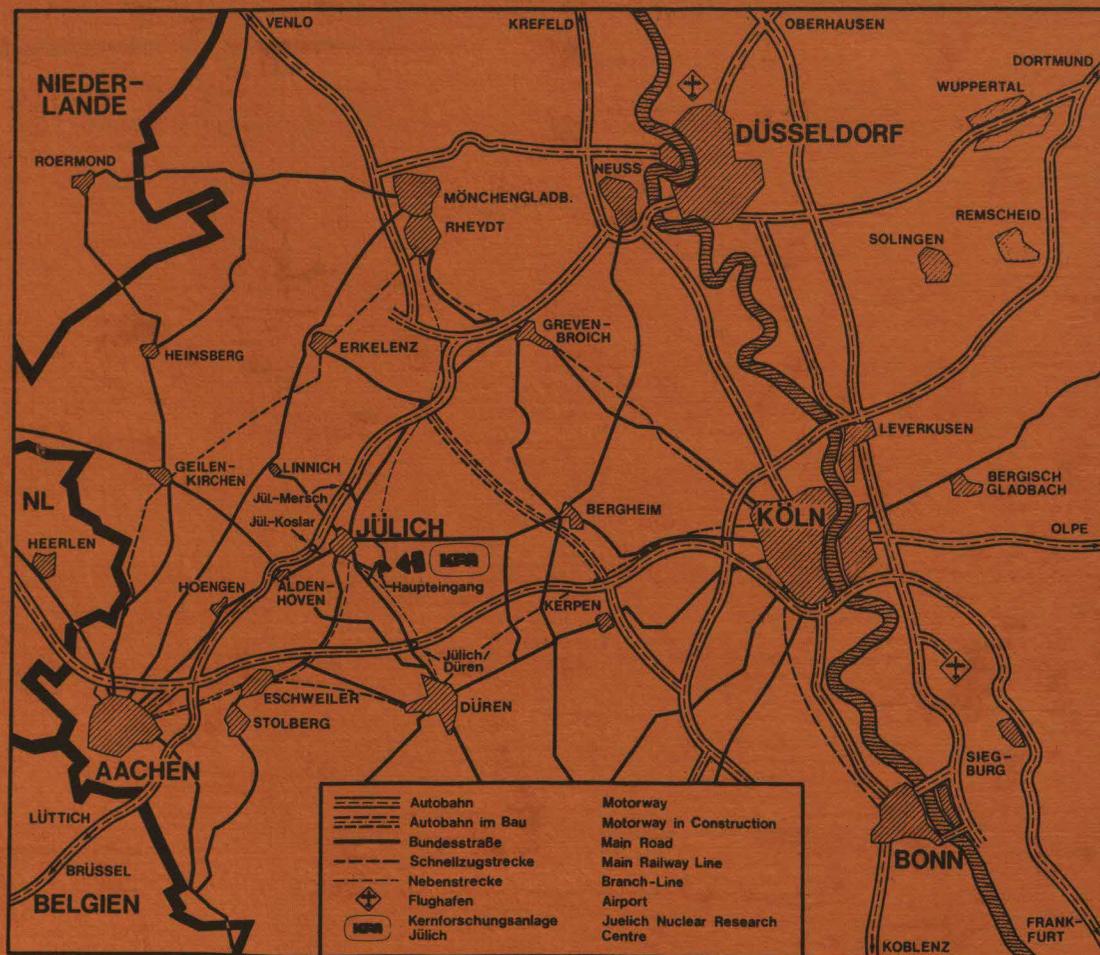
von

K. Zwoll, V. Hendrix, B. Pothen, J. Schmidt

Jül - Spez - 51

Juli 1979

ISSN 0343-7639



Als Manuskript gedruckt

Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 51
 Zentrallabor für Elektronik Jül - Spez - 51

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
 Jülich, Bundesrepublik Deutschland

Rechnergeführte Automatisierung von Regelgeräte-Prüfsystemen

von

K. Zvoll**, V. Hendrix*, B. Pothen*, J. Schmidt**

*Pierburg Luftfahrtgeräte-Union GmbH, Neuß (PLU)

**Zentrallabor für Elektronik der KFA-Jülich GmbH

Dieser Bericht veröffentlicht u. a. Ergebnisse von Forschungsvorhaben, die vom Bundesministerium für Forschung und Technologie im Rahmen des 2. DV-Programms (Projekt Prozeßlenkung mit DV-Anlagen, KFK-Karlsruhe) gefördert wurden.

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	
1.	Einleitung	S. 1
2.	Prüfobjekt	S. 2
3.	Prüfaufgabe	S. 5
4.	Prüfablauf	S. 5
5.	Prüfmittel	S. 7
5.1	Prüfstand	S. 7
5.2	Prozeßsteuerung	S. 8
	Schlußbetrachtung	S. 14

Zusammenfassung

Ein hydromechanischer Kraftstoffregler für Flugzeugstrahltriebwerke ist ein Gerät mit der Hauptaufgabe, den Flugkraftstoff mit Hilfe einer Hochleistungszahnradpumpe auf den vor der Brennkammer benötigten Einspritzdruck zu fördern. Zur Abnahme des Gerätes ist ein vergleichsweise hoher Qualitätssicherungsaufwand notwendig, da Einflußgrößen des Strahltriebwerkes und des verwendeten Kraftstoffs mit Hilfe eines geeigneten Prüfstandes simuliert werden müssen. Der relativ hohe Anteil der Prüfkosten an den Gesamtherstellkosten macht die Automatisierung des Prüfvorganges notwendig. Auf der Basis eines Multiprozessorsystems wird ein Lösungsansatz beschrieben, der einen weitgehend automatischen Prüfablauf erlaubt und später in eine im Aufbau befindliche rechnergesteuerte Produktionssteuerung integriert werden soll.

1. Einleitung

Von der Luftfahrtindustrie wird schon seit Jahrzehnten seitens der Abnehmer und der zuständigen Aufsichtsbehörden ein durchgehendes Qualitätssicherungssystem gefordert. Der Nachweis der Funktionsfähigkeit dieses Systems ist grundsätzlich Voraussetzung für den Abschluß von Entwicklungs- und Lieferverträgen. Qualitätsplanung und -steuerung sowie lückenlose Dokumentation sind in diesem Industriezweig längst geübte Praxis. Gerade wegen des vergleichsweise hohen Qualitätssicherungsaufwandes gilt es auch in der Luftfahrtindustrie, den in vielen Veröffentlichungen und Vorträgen der letzten Zeit beklagten Rückstand der Rationalisierung und Automatisierung in der Qualitätssicherung im Vergleich zu entsprechenden Entwicklungen in der Fertigung selbst, zügig auszugleichen. Dieser Rückstand hat, verstärkt durch die noch immer zunehmenden Qualitätsanforderungen, zur Folge, daß der relative Anteil des Qualitätssicherungsaufwandes an den Gesamtherstellkosten steigt und daß Kontrollzeiten die weitere Verkürzung der Fertigungsdurchlaufzeiten behindern.

Als Beispiel für Maßnahmen auf der Ebene der Teilefertigung, die eine schrittweise Verbesserung dieser Situation zum Ziel haben, ist der Einsatz einer CNC-Koordinatenmeßmaschine seit einem knappen Jahr zu erwähnen. Das Entscheidende an diesem Schritt ist nicht der Betrieb der Koordinatenmeßmaschine an sich - eine der genauesten handbetätigten Koordinatenmeßmaschinen wird seit 10 Jahren eingesetzt - sondern der Automatisierungsgrad. Die Aufgabe der Qualitätssicherung, den Ausstoß von 5 hochgenauen NC-Bearbeitungszentren, die eine Vielzahl verschiedener Teile fertigen, zu überwachen, war mit herkömmlichen Methoden nicht mehr zu erfüllen. Deutlichere Fortschritte werden in diesem Bereich erst erwartet, wenn die weitere Entwicklung die automatisierte Integration von Prüf- und Meßoperationen in den eigentlichen Bearbeitungsprozeß erlaubt.

Das inzwischen in Angriff genommene Projekt "Rechnergeführte Automatisierung von Regelgeräte-Prüfsystemen" erweitert konsequent die Anwendung neuer Technologien auf die Prüfung und Abnahme der vollständigen Geräte und deren Baugruppen.

2. Prüfobjekt

Ein Kraftstoffregler ist wesentlicher Bestandteil des Regelsystems eines Flugzeug-Strahltriebwerkes neuester Entwicklung. Bild 1 zeigt den Prüfstandaufbau eines solchen Reglers.

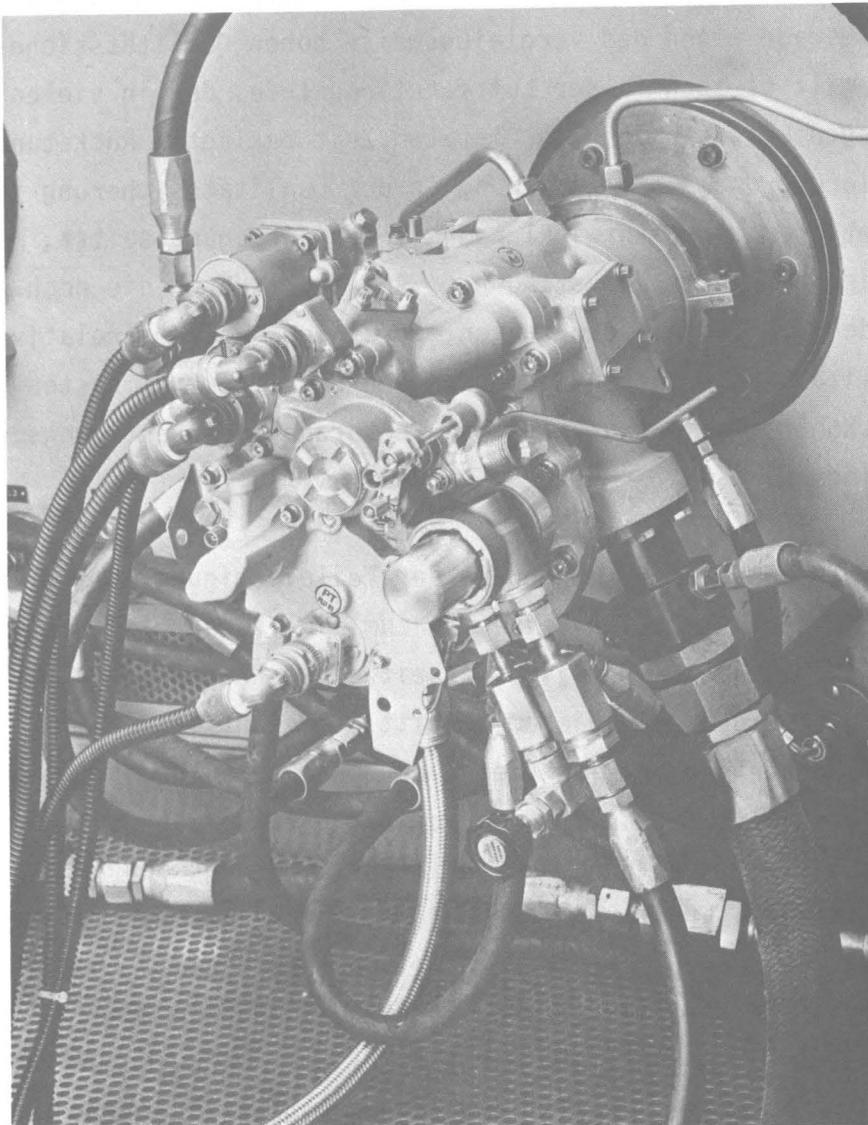


Abb. 1: Kraftstoffregler (PCU 200)

Es handelt sich um ein hydromechanisches Gerät mit den Hauptaufgaben, den Flugkraftstoff mit Hilfe einer Hochleistungszahnradpumpe in Abhängigkeit von verschiedenen Triebwerksparametern auf den vor der Brennkammer benötigten Einspritzdruck zu fördern. Darüber hinaus steuert er den Anlaß- und Abschaltvorgang des Triebwerkes und überwacht verschiedene Prozeßgrößen-Grenzwerte.

In Abb. 2 ist in schematisierter Form der Aufbau des Kraftstoffreglers dargestellt. Auf der linken Seite befindet sich der Einlaß von den Flügeltanks, auf der rechten der Auslaß zum Triebwerk. Die Eingangsgrößen sind verschiedene Luftdrücke (P_3 , P_4), ein mechanisches Drehzahlsignal (NH) und mehrere über einen elektronischen Rechner ermittelte elektrische Spannungen (z. B. Kanal 1,2), die wiederum Funktionen von Drücken, Drehzahlen und Temperaturen des thermodynamischen Prozesses sind. Ausgangsgrößen sind Kraftstoffmengen und Einspritzdrücke.

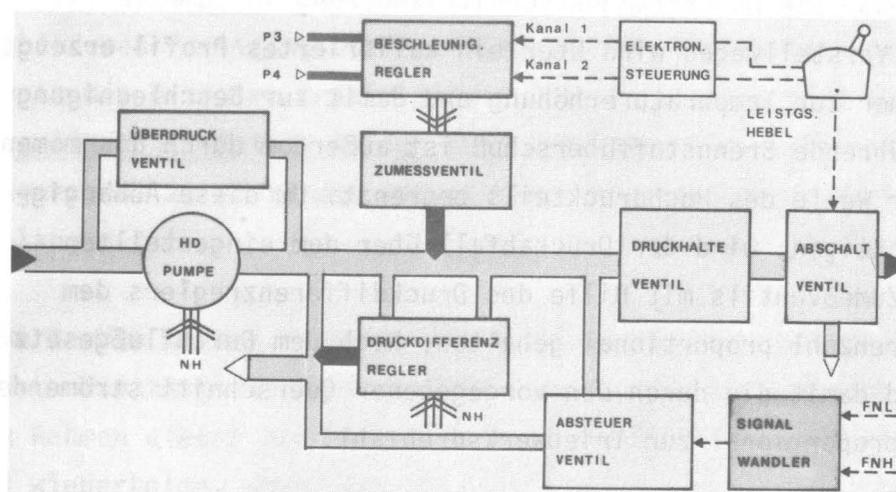


Abb. 2: Schema Kraftstoffregler

Die Hochdruckzahnradpumpe wird von der Welle des Hochdruckteils der Gasturbine über eine Untersetzung angetrieben (NH). Ihr der Drehzahl proportionales Fördervolumen ist von der Regelung nicht direkt beeinflussbar. Die Mengenregelung erfolgt deshalb durch Absteuerung des jeweils zuviel geförderten Anteils und dessen Rückleitung in das Kraftstoffversorgungssystem. Eine typische Aufgabe des Systems ist die Steuerung einer Triebwerksbeschleunigung auf eine höhere Drehzahl, wenn der Flugzeugführer eine höhere Leistung anfordert. Über den Leistungshebel wird eine elektrische Spannung verändert, die an der elektronischen Steuerung anliegt. Unter Berücksichtigung verschiedener Prozeßgrößen, deren Eingang im Blockschaltbild nicht dargestellt ist, bildet der in der Steuerung enthaltene Rechner ein Ausgangssignal, das wiederum in Form einer elektrischen Stromänderung an den Beschleunigungsregler weitergegeben wird.

3. Prüfaufgabe

Der Endabnahme der Geräte im Prüffeld kommt eine ganz wesentliche Bedeutung zu. Der Abnahme-Prüfablauf dient zum Nachweis der vertraglich zugesicherten Eigenschaften an jedem fertigen Gerät. Zur Endabnahme der Geräte gehören als Bestandteil der Qualitätssicherung zusätzliche Testzyklen als Nachweis der Zuverlässigkeit und der Reproduzierbarkeit aller Funktionen. Damit sollen auch die Fehler noch abgefangen werden, die sich trotz aller intensiven Qualitätssicherungsmaßnahmen in den verschiedenen Fertigungsstufen einschleichen können. Dazu gehören auch Tests mit erhöhter Prüfbelastung. Der Endabnahme sind umfangreiche Einregulierungsarbeiten an den oben erwähnten Einstellvorrichtungen vorgeplant, um zu einem vom Auftraggeber abnahmefähigen Serienprodukt zu gelangen.

Die Geräte kommen im Laufe ihrer Nutzungszeit im allgemeinen mehrmals zur Instandsetzung und periodischen Grundüberholung zum Hersteller zurück. Im Rahmen dieser Bearbeitungen sind die gleichen Prüfungen und Abnahmen zu wiederholen, wobei der Rückgriff auf die ursprüngliche Dokumentation wichtige Hinweise auf inzwischen eingetretene Veränderungen gibt. Aus diesem Grunde ist die Gewinnung von Dokumentationsdaten ein unerlässlicher Teil der Prüfaufgaben.

4. Prüfablauf

Die eben skizzierten Einstellarbeiten, die Endabnahme und die dabei gewonnenen Archivdaten erfordern einen sehr komplexen Prüfablauf. Da eine dynamische Simulation der Betriebszustände des Triebwerkes einen wirtschaftlich nicht vertretbaren Aufwand verursachen würde, beschränkt man sich auf die Aneinanderreihung einer Vielzahl statischer Prüfpunkte, deren Folge in einer verbindlichen Prüfvorschrift niedergelegt ist. Die benötigten Eingangsgrößen werden mit Hilfe eines dafür entworfenen Prüfstandes generiert. Für die Grundkalibrierung sind etwa 40 verschiedene Funktionen und Kennlinien zu durchfahren und einzuregulieren. Je Funktion werden 3 bis 12 Prüfpunkte mit unterschiedlichen Eingangsgrößen und Parameterkombinationen eingestellt. 15 verschiedene Stell- und Meßgrößen werden überwacht. Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der Meß- und Stellgrößen des Prüfstandes und des Kraftstoffreglers.

	STELLGRÖSSEN	MESSGRÖSSEN
P R Ü F S T A N D	1. Drehzahl NH 2. Kompressordruck P4 3. Kompressordruck P3 4. Atmosphärendruck PØ 5. Einlaßdruck PBOOST 6. Steuerstrom IXLPC 7. Regelventil VX 8. Regelventil VY 9. Umschalter Kanal 1/2 10. Umschalter MLPC/ELPC	1. Drehzahl NH 2. Kompressordruck P4 3. Kompressordruck P3 4. Atmosphärendruck PØ 5. Einlaßdruck PBOOST 6. Steuerstrom IXLPC 7. Regelventil VX 8. Regelventil VY 9. Umschalter Kanal 1/2 10. Umschalter MLPC/ELPC
K R A F T S T O F F R E G L E R	1. DDR-Einsteller 2. ZMV-Bezugspunkt-Einsteller 3. ZMV.Max. Fluß-Einsteller 4. ZMV-Begrenz. Einsteller 5. BR-Beschleunigungs-Einsteller 6. BR-Verzögerungs-Einsteller 7. BR-Bezugspunkt-Einsteller 8. SW-Bezugspunkt-Einsteller 9. SW-Begrenzungs-Einsteller	1. Einlaßdruck P/BOOST 2. Pumpendruck P/PUMP 3. Einspritzdruck P/BURNER 4. ZMV-Auslaßdruck P/DS-VMO 5. ZMV-Differenzdruck P/D-VMO 6. DHV-Auslaßdruck P/D-PRV 7. Brenner Durchfluß Q

Tab. 1: Meß- und Stellgrößen Prüfstand, Kraftstoffregler

Um in einem iterativen Ablauf zu einer optimalen Einstellung zu gelangen, müssen die Teilfunktionen mehrmals nacheinander durchlaufen werden. Alle Werte sind in ein umfangreiches Protokoll zu übernehmen. Die Protokolle werden archiviert und über die gesamte Lebensdauer des Gerätes verfügbar gehalten. Während eines Prüf- und Abnahmeablaufs werden bis zu 300 Parameter-Einstelloperationen durchgeführt und etwa ebenso viele Meßwerte abgelesen und notiert.

Nach Abschluß der Einstellarbeiten folgt der eigentliche Abnahmelauf, bei dem alle Funktionen des Prüflings in der vorgeschriebenen Reihenfolge ohne Unterbrechung abgefahren werden. Einige ausgewählte Teil-

funktionen werden anschließend aus Sicherheitsgründen im Beisein eines Mitarbeiters der Qualitätskontrolle wiederholt.

5. Prüfmittel

5.1 Prüfstand

Die Abb. 4 zeigt einen konventionellen Prüfstand, wie er bisher zur Durchführung der Prüfaufgaben und -abläufe eingesetzt wird. Zur Simulation der Triebwerkeinflußgrößen benötigt man eine Reihe von Zusatzeinrichtungen. Dazu gehören neben Vordruckpumpen, Kompressoren und Vakuumpumpen ein Gleichstrommotor zum Antrieb der im Prüfling integrierten Hochdruckzahnradpumpe. Darüber hinaus werden Signalgeber, die Parameter der elektronischen Steuerung simulieren und ein System zur Konstantregelung der Temperatur des Prüfmediums (hiervon hängt die Genauigkeit der Mengemessung ab), verwendet.

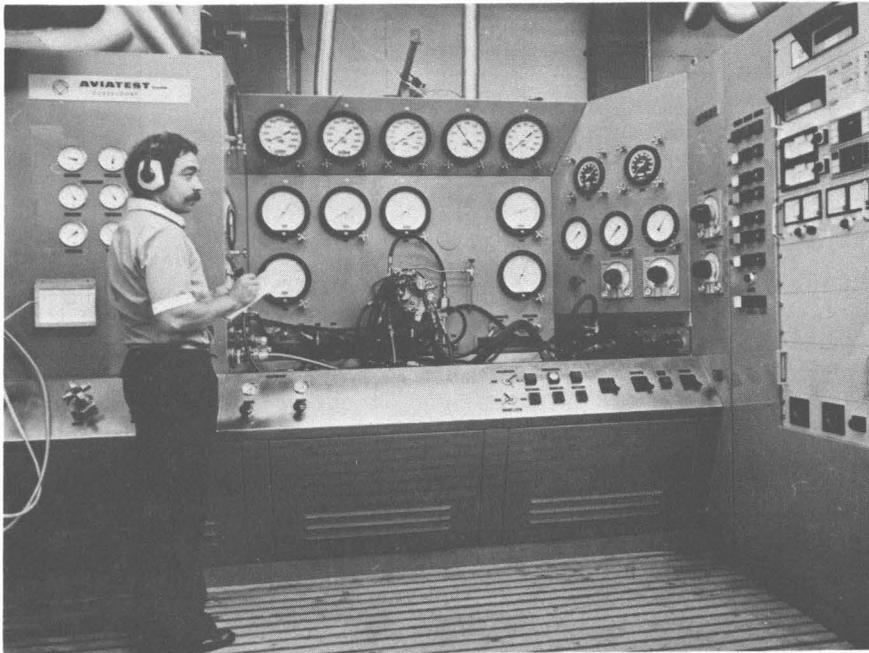


Abb. 4: Konventioneller Prüfstand

Das Prüfmedium ist Flugkraftstoff. Das Prüffeld ist daher ein explosionsgefährdeter Bereich. Alle Prüf- und Meßeinrichtungen sowie deren Installation müssen den Sicherheitsvorschriften entsprechen. Hohe Drehzahlen und Strömungsgeschwindigkeiten im Prüfsystem erzeugen einen Lärmpegel, der das ständige Tragen eines Gehörschutzes erfordert.

Besonders hohe Anforderungen werden an die Flexibilität und daher den modularen Aufbau des Systems gestellt, damit die Prüfstände mit vertretbarem Aufwand und möglichst mit firmeneigenen Mitteln auf Änderungen der Prüfabläufe umgestellt werden können.

Das geplante System soll einen weitgehend dezentralen rechnergeführten Prüfablauf ermöglichen und zu einem späteren Zeitpunkt in das vorhandene und im weiteren Ausbau befindliche rechnerunterstützte Produktionssteuerungssystem einbezogen werden.

Abb. 5 soll noch einmal die generelle Aufgabenstellung des Automatisierungsvorhabens verdeutlichen.

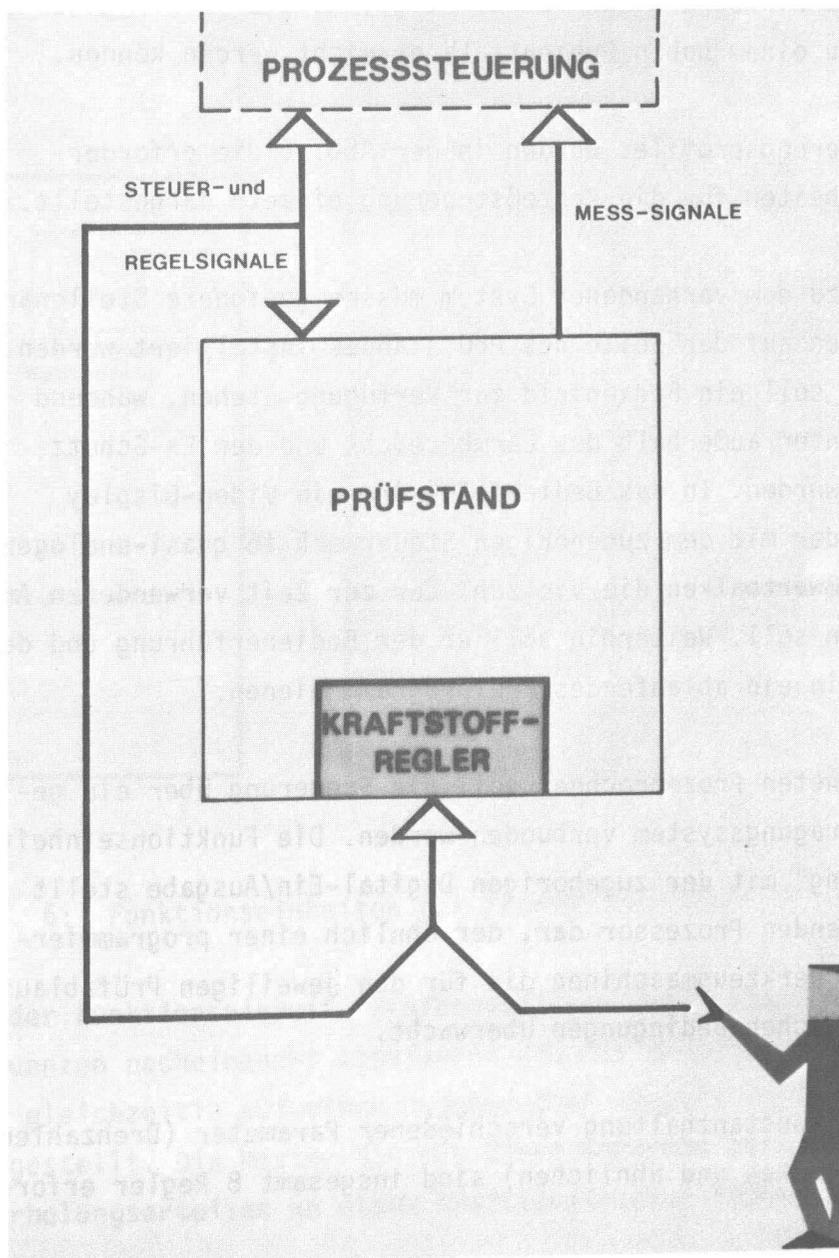


Abb. 5: Schema Prüfsystem mit Kraftstoffregler (PCU 200)

In einem ersten Schritt soll im wesentlichen der Prüfstand selbst und die Erfassung aller Meßgrößen rechnerunterstützt automatisiert werden. Dabei müssen der vollständige Abnahmeablauf, das Durchfahren bestimmter Teilfunktionen und das Anwählen eines bestimmten Prüfpunktes von einem Bedienpult her ausgelöst werden können. Die Einstellarbeiten am Kraftstoffregler werden weiterhin von einem Bedienungsmann vorgenommen.

Es wird erwogen, in einer zweiten Ausbaustufe auch einen Teil der am Prüfling selbst vorzunehmenden Einstellungen mit Hilfe geeigneter Stellantriebe in den automatischen Prüfablauf einzubeziehen. Wir gehen aber davon aus, daß schon der erste Schritt, bei dem die Nachstellungen am Prüfling noch von Hand vorgesehen sind, den zu seiner Durchführung erforderlichen Aufwand wirtschaftlich rechtfertigt, da die vorhin genannten Teilziele jeweils zu einem hohen Prozentsatz erreicht werden können.

Aufgrund des Anforderungsprofils wurden in der Abb. 6 die erforderlichen Funktionseinheiten für die Prozeßsteuerung einzeln dargestellt.

Als Schnittstellen zu dem vorhandenen System müssen geeignete Stellenantriebe und Adaptionen auf der Seite des Prüfstandes installiert werden. Am Prüfstand selbst soll ein Bedienfeld zur Verfügung stehen, während die anderen Komponenten außerhalb des Lärmbereichs und der Ex-Schutzzone untergebracht werden. In das Bedienfeld wird ein Video-Display integriert werden, der mit dem zugehörigen Steuerwerk in quasi-analoger Darstellung über Meßwertbalken die Vielzahl der zur Zeit verwendeten Analoginstrumente ersetzen soll. Weiterhin soll er der Bedienerführung und dem manuellen Eingriff in ein ablaufendes Prüfprogramm dienen.

Mit einem übergeordneten Prozeßrechner soll die Steuerung über ein geeignetes Datenübertragungssystem verbunden werden. Die Funktionseinheit "Zentrale Überwachung" mit der zugehörigen Digital-Ein/Ausgabe stellt einen bit-verarbeitenden Prozessor dar, der ähnlich einer programmierbaren Steuerung bei Werkzeugmaschinen die für den jeweiligen Prüfablauf erforderlichen Bool'schen Bedingungen überwacht.

Zur Einstellung und Konstanthaltung verschiedener Parameter (Drehzahlen, Temperaturen, Luftdrücken und ähnlichen) sind insgesamt 8 Regler erforder-

derlich; für die oben erwähnte zweite Stufe der Automatisierung werden weitere Schrittschaltmotoransteuerungen benötigt.

Über eine Analogeingabe werden etwa 10 Meßwerte zusätzlich zu den verfügbaren Reglergrößen für die Protokollierung zur Verfügung stehen.

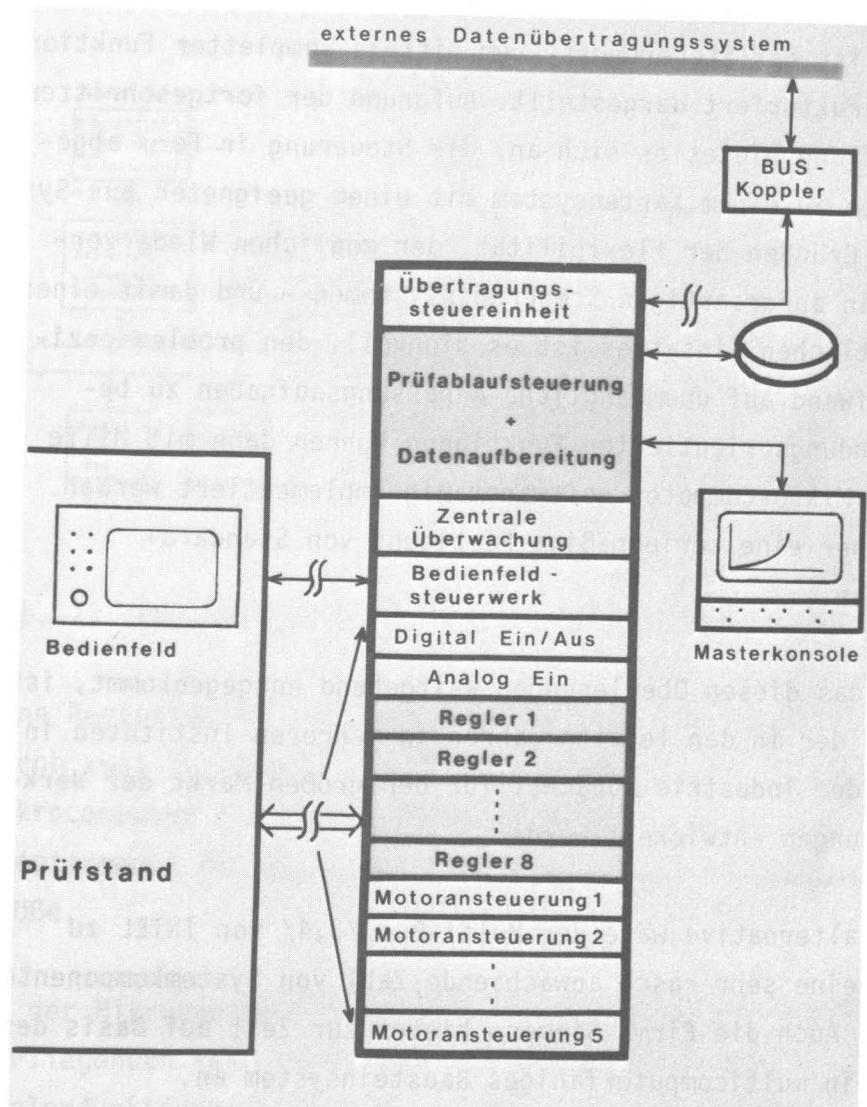


Abb. 6: Funktionseinheiten der Prozeßsteuerung

In der Funktionseinheit "Prüfablaufsteuerung" werden die einzelnen Prüfsequenzen nacheinander abgefahren und die gewonnenen Daten protokolliert und gleichzeitig auf einer zugeordneten Konsole in Kurvenform graphisch dargestellt. Die Master-Konsole dient außerdem dazu, bei Service- und Überholungsarbeiten an einem Kraftstoffregler früher gewonnene Prüfdaten,

die aus der Archivdatei angefordert werden, in anschaulicher Form neben den aktuellen Meßwerten darzustellen. Ein angeschlossener Massenspeicher macht den Prüfablauf auch ohne den Anschluß an den übergeordneten Rechner funktionsfähig.

Eine konventionelle Problemlösung wäre der Einsatz eines Prozeßrechners, der unter einem Echtzeitbetriebssystem mit geeigneter Anwendersoftware arbeitet. In Abb. 6 ist das Steuerungssystem mittels kompletter Funktionseinheiten modular strukturiert dargestellt. Aufgrund der fortgeschrittenen Mikrocomputerentwicklung bietet es sich an, die Steuerung in Form abgeschlossener Einschübe in einem Kartensystem mit einem geeigneten Bus-System zu realisieren. Aus Gründen der Flexibilität, der möglichen Wiederverwendbarkeit - auch in andersartigen Steuerungssystemen - und damit eines möglichst wirtschaftlichen Einsatzes ist es sinnvoll, den problemspezifischen Hardware-Aufwand auf unumgängliche Anpassungsaufgaben zu beschränken. Die anwendungsorientierten Funktionen können dann mit Hilfe eines oder mehrerer Mikro-Computer softwaremäßig implementiert werden. Dadurch läßt sich eher eine serienmäßige Fertigung von Standard-Kartentypen erreichen.

Ein Systemkonzept, das diesen Überlegungen weitgehend entgegenkommt, ist der MPST-Bus /1,2/, der in den letzten Jahren an mehreren Instituten in Zusammenarbeit mit der Industrie zunächst für den großen Markt der Werkzeugmaschinensteuerungen entwickelt wurde.

Als weitere Lösungsalternative wäre der Multi-Bus /3,4/ von INTEL zu nennen, für den es eine sehr rasch anwachsende Zahl von Systemkomponenten auf dem Markt gibt. Auch die Firma Siemens bietet zur Zeit auf Basis des MS-Busses /5,6,7/ ein multicomputerfähiges Bausteinsystem an.

Einen Lösungsansatz für den vorgesehenen Automatisierungskomplex, der auf Basis eines Mehrprozessorsystems in Anlehnung an den MPST-Vorschlag beruht, zeigt die Abb. 7.

In der oberen Hälfte sind alle Teilnehmer des Busses dargestellt, die mit Hilfe geeigneter Mikroprozessoren den Datenverkehr auf dem Bus in irgendeiner Weise steuern können und deshalb aktive Teilnehmer am Bus sind. Die Ein- und Ausgabemodule im unteren Teil der Abbildung erfüllen Anpaßfunktionen und sind jeweils aktiven Teilnehmern zugeordnet.

Die aktiven Teilnehmer sollen im wesentlichen mittels eines gleichen Mikrocomputertyps realisiert werden, der nach spezifischer Software-Zuordnung entweder die Funktionen eines zentralen Steuerwerks mit Bedienfeldsteuerung, eines Mehrfachreglers oder einer Steuereinheit für das übergeordnete serielle Datenübertragungssystem übernehmen soll. Zunächst ist vorgesehen, einen Mikroprozessor des Typs 8086 für dieses Standard-Mikrocomputermodell zu verwenden.

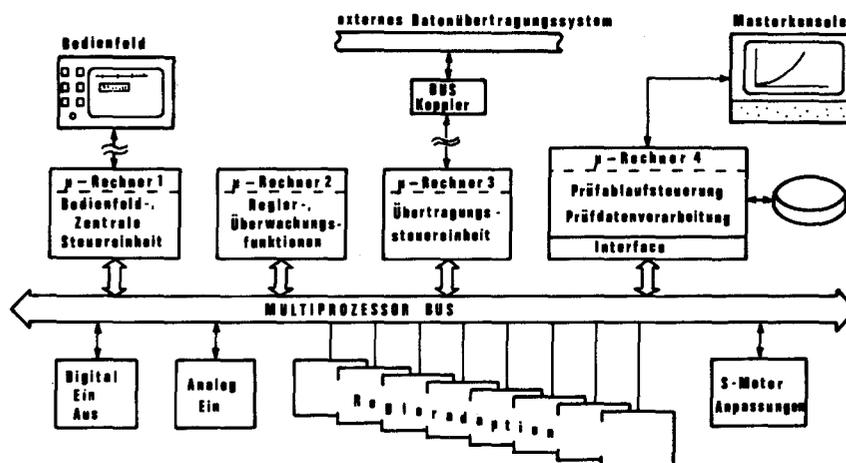


Abb. 7: Lösungsansatz mit Multiprozessorsystem

Eine Reglerfunktionseinheit wird bei Zugrundelegung dieses Konzeptes durch zwei Teilnehmer des Busses realisiert. Dabei übernimmt der Mikrocomputer 2 die Abarbeitung des Regelalgorithmus und das zugehörige Adaptermodul für die jeweilige Regelstrecke, die Aufarbeitung der Stellgröße.

Da der Mikrocomputer 2 mit der Abarbeitung einer Reglerfunktion im vorliegenden Fall nicht ausgelastet ist, ist vorgesehen, alle 8 nötigen Reglerfunktionen in zyklischer Reihenfolge abarbeiten zu lassen.

Für die Aufgaben der zentralen Datenverarbeitung und der Prüfablaufsteuerung wäre natürlich der Mikro-Computereinschub prinzipiell auch geeignet; vorhandene Mikrocomputer wie z. B. LSI-11 von Digital Equipment oder der Mikro-621 der Firma Dietz bieten jedoch einen solchen Umfang an Software-Unterstützung im Bereich der Programmierhilfen, Dienstleistungsprogramme und höheren Programmiersprachen, daß eine geeignete Adaption eines solchen Mikrorechners zur Zeit bedeutend zweckmäßiger erscheint als die neuerliche Implementation dieser Software

in einen Mikroprozessoreinschub. In Zukunft dürfte der rasante Fortschritt der "Silicium Software" hier erhebliche Änderungen bringen, wenn z. B. komplette BASIC-Interpreter, FORTRAN- oder PASCAL-Compiler in Form von Ein-Chip ROM's lieferbar werden.

Als Programmiersprache zum Erstellen der Prüfabläufe ist BASIC bzw. BASEX vorgesehen, das durch entsprechende Erweiterungen an die Multiprozessor-Bus-Peripherie angekoppelt werden soll. Durch Verwendung dieser Gastsprache, die für die auf dem Markt vertriebenen Mikrorechnern meist verfügbar ist, ergibt sich eine besonders anwenderfreundliche und leicht änderbare Programmierung der Prüfabläufe. Durch Auslagerung kompletter Reglerfunktionen in den Bereich des Multiprozessor-Busses werden zeitkritische BASEX-Programmteile vermieden.

Schlußbetrachtung

In Abb. 8 ist das bei der Firma Pierburg im Aufbau befindliche rechnerunterstützte Produktionssteuerungssystem dargestellt. Zur Zeit sind 10 numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen im Rahmen eines DNC-Systems über eine CAMAC serielle Ringleitung mit einem Fertigungsrechner verbunden. Um den Aufbau eines Qualitätssicherungssystems zu ermöglichen, werden in Zukunft mehrere Prüfstände in dieses System integriert. Rechnerausrüstung und Peripherie ist so ausgewählt, daß auch eine on-line Betriebsdatenerfassung demnächst realisiert werden kann. In diesem Zusammenhang und für den Ausbau der Produktionssteuerung ist die dargestellte Kopplung zwischen Betriebsrechner und Fertigungsrechner zu sehen. Auf den bisherigen Erfahrungen aufbauend, wird als weiteres Ziel des Produktionsprozesses die Überwachung der Warmbehandlung in das rechnergeführte System eingebunden.

Der Aufbau des DNC-Systems ist seit etwa einem Jahr abgeschlossen. Bei der Implementation hat die Firma Pierburg auf Entwicklungsergebnisse zurückgegriffen, die im wesentlichen von Mitarbeitern des Zentrallabors für Elektronik der KFA-Jülich und dem Werkzeugmaschinenlabor der TH Aachen im Rahmen eines PDV-Projektes erarbeitet wurden /8/.

Dabei hat sich gezeigt, daß insbesondere für Unternehmen mittlerer Größenordnung die Zusammenführung von Know How aus den Forschungszentren und Hochschulen mit dem Anwender in der Industrie zu einer zukunftsorientierten Problemlösung wesentlich beigetragen hat.

Deshalb hat die Firma Pierburg zur Durchführung des beschriebenen Vorhabens eine enge Zusammenarbeit mit der KFA-Jülich vereinbart. Das Vorhaben wird über das Projekt PDV gefördert. Der gewünschte Innovationseffekt soll durch die Anwendung hochentwickelter moderner Technologie erzielt werden in einem Anwendungsbereich, für den ein hinreichendes anwendungsspezifisches Know How bei der Firma Pierburg vorhanden ist.

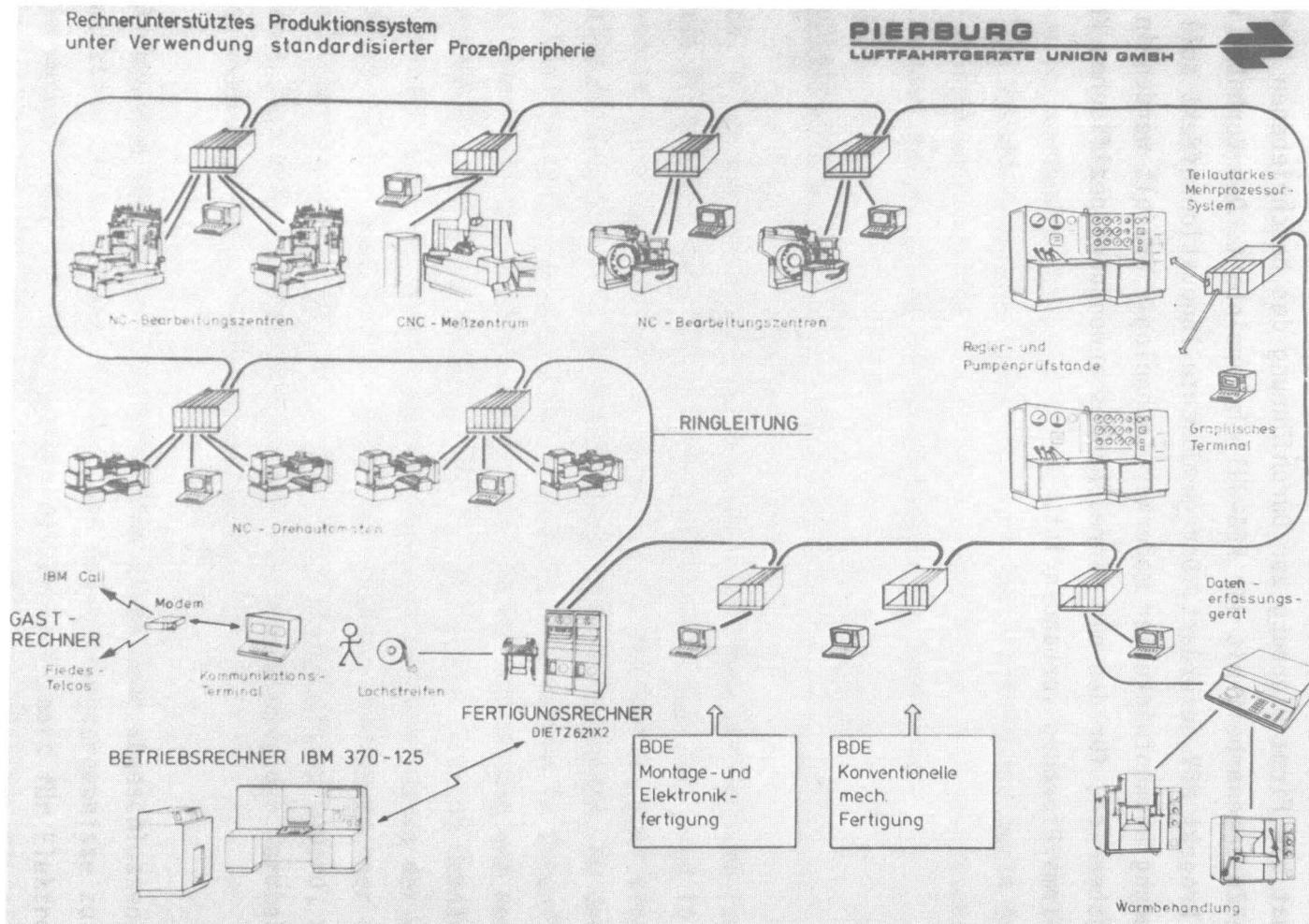


Abb. 8: Rechnerunterstütztes Produktionssystem mit standardisierter Prozessperipherie (CAMAC)

Literaturstellen

MPST-Bus

- /1/ Stute, G.
Grundgedanken von MPST
Informationstagung MPST am 23.2.1978
Hrsg. vom ISW - Institut für Steuerungstechnik, Stuttgart 1978
- /2/ Spieth, U.
Aufbau und Betriebsweise eines modularen Mehrprozessor-
Steuersystems für die Fertigungstechnik
PDV-Berichte KfK PDV 165
Prozeßlenkung mit Mikroprozessoren, Dez. 1978, S. 211-233
Hrsg. W. Arndt

Multibus

- /3/ Adams, G. und Rolander, T.
Design Motivations for Multiple Processor Microcomputer Systems
Computer Design, März 1978, S. 81-89
- /4/ Kuhn, K.
Mehrrechner- und echte Multiprozessor-Systeme mit fertigen
µP-Platinen
Elektronik 1979, Heft 8, S. 77-80

AMS

- /5/ Advanced Micro Computer / Siemens
Technische Beschreibung AMS 85-D2
Zentralcomputer Ausgabe 1.79
- /6/ Advanced Micro Computer / Siemens
The AMS-Bus
Februar 1979

- /7/ **Advanced Micro Computer / Siemens**
Technische Beschreibung AMS 85-D26 Kombinerter Speicher
Ausgabe 1.79
- /8/ **Zenner, K., Zwill, K.**
Modulares DNC-System mit standardisierten Komponenten
Technische Rundschau, Bern, Nr. 21, 23. Mai 1978