

Kundenspezifische Prüfstände für fluidische Baugruppen

Einleitung

Bei den Herstellern fluidischer Geträte besteht aufgrund der großen Produktvielfalt und der besonderen Forderungen an Qualität und Zuverlässigkeit ein hoher Bedarf an speziellen Prüfeinrichtungen. Für kleine und mittlere Serien sowie für den Laboreinsatz werden durch die Automatisierung Dresden GmbH (ADG) modulare Prüfsysteme (Bild 1) als kostengünstige Alternative entwickelt und hergestellt.

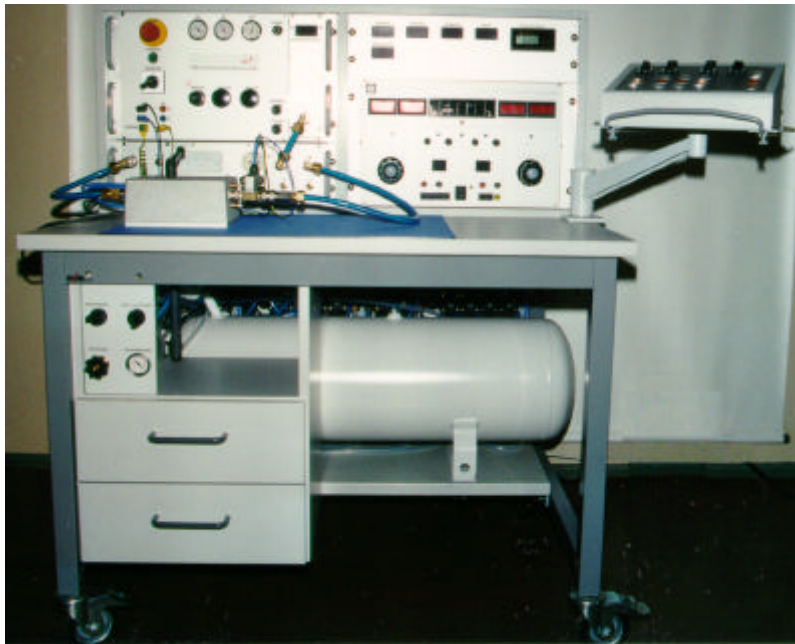


Bild 1: Prüfstand für fluidische Baugruppen

Die modularen Prüfstände dienen dem Test von Niederdruck-Magnetventilen und pneumatischen Baugruppen. Die hohe Flexibilität und der große Funktionsumfang wurden dabei durch den Einsatz eines Ventilschaltfeldes (Bild 2) realisiert, welches den Prüfling wahlweise mit verschiedenen Prüfdrücken und Sensoren verbindet. Die Steuerung des Prüfstandes, die Einstellung der Prüfparameter und die Auswahl der für den jeweiligen Prüfschritt benötigten Sensoren erfolgt über ein separates Bedienpult. In [1] wurde die Konzeption und die Realisierung eines Prüfstands

beispielhaft vorgestellt und ausführlich beschrieben¹. Im vorliegenden Artikel sollen die Anforderungen an rechnergesteuerte Prüfsysteme diskutiert und die Ergebnisse der erfolgten Realisierung bewertet werden.

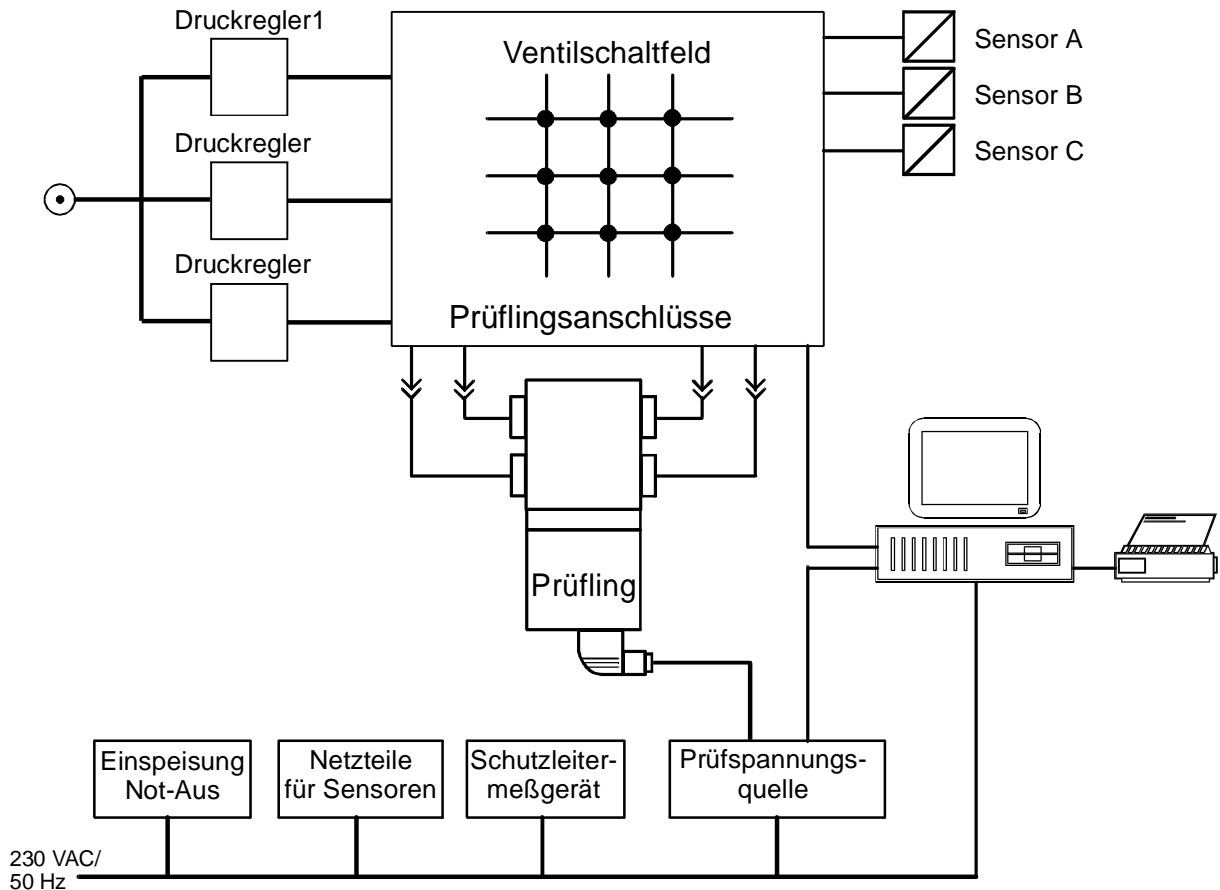


Bild 2: Vereinfachtes Blockschaubild des modularen Prüfsystems

Es werden Lösungsalgorithmen, Ergebnisse und Hard- und Softwarestrukturen beispielhaft dargestellt. Besonders wird auf die Konsequenzen einer Rechnersteuerung für die Konzipierung von modularen Prüfsystemen und für die Erarbeitung von technologischen Vorgaben für die Prüfvorschrift eingegangen.

Intuitives Prüfprozeßverständnis

Das manuelle Prüfen eines Prüflings stellt besondere Anforderungen an den Bediener des Prüfstands. Dieser muß, um eine komplexe Baugruppe zu prüfen, eine Vielzahl von Prüfschritten durchführen. Dazu muß er mehrere Stellwerte vorgeben, viele unterschiedliche Anzeigen physikalischer Meßwerte beobachten und

¹ Die Veröffentlichung kann vom Autor dieses Beitrages angefordert werden.

gegenbenenfalls die zeitliche Veränderung einer Meßgröße mit der Stoppuhr überwachen. Z. B. erfolgt die Überprüfung eines Durchflußreglers durch die Vorgabe eines Steuerdruckes bei gleichzeitiger Bewertung des Durchflusses. Wird der gewünschte Durchfluß nicht erreicht, so wird der Steuerdruck erhöht. Der Bediener schätzt aufgrund seiner Erfahrung, ob die Baugruppe *noch gut* oder *schon schlecht* ist.

Bei der manuellen Prüfung hat der Bediener die Möglichkeit, den Prüfablauf operativ an die aktuellen Gegebenheiten, die sich z.B. durch minimale Produktänderungen, durch den Verschleiß der Prüfeinrichtung, durch Veränderung der äußeren Prüfbedingungen einstellen, anzupassen. Auch hier hilft ihm das intuitive Prüfprozeßverständnis. Trotz der hohen Flexibilität muß dem Bediener immer bewußt sein, daß operative Veränderungen und intuitives Abschätzen Fehler bezüglich der technologischen Vorgaben provozieren. Der Bediener schafft aufgrund seiner physischen Konstitution und seiner individuellen Persönlichkeit weitere Fehlermöglichkeiten (Einstellen falscher Parameter, Ablesen vom falschen Meßgerät als Folgen von Ablenkungen oder Müdigkeit).

Anforderungen an das halbautomatische Prüfen

Die nachstehende Bestimmung der Anforderungen an den technologischen Prüfablauf für eine automatisierte Prüfung von Baugruppen in kleinen oder mittleren Stückzahlen erfolgt unter der Prämisse, daß die Nutzung von Prüfautomaten unter Einsatz selbstlernender Prüfprogramme - im wesentlichen aus Kostengründen - nicht möglich sind. Es muß daher bei der Vorgabe des technologischen Prüfablaufes für den Programmierer des Prüfprogramms viel exakter und vorausschauender gearbeitet werden, weil der Rechner das Prüfprogramm nicht intuitiv ändert und den subjektiven und operativen Gegebenheiten der Prüfung anpassen kann. Während ein schwankender Meßwert bei manueller Prüfung durch eine längere Beobachtungszeit problemlos gemittelt wird, muß bei rechnergestützter Prüfung dieser Fall von vornherein eingeplant und durch rechentechnische Operationen berücksichtigt werden.

Die nachfolgend aufgeführten typischen Merkmale der automatisierten Prüfung müssen, um den Prüfablauf wirksam zu verbessern, bei der Vorgabe der Prüftechnologie berücksichtigt werden.

- Optimierung des zeitlichen Ablaufes der Prüfung
- Erhöhung der Genauigkeit der Prüfung
- Befreiung des Prüfprozesses von den individuellen Eingriffen des Bedieners
- Schaffung von gleichen Prüfbedingungen für alle Prüflinge
- Automatische Meßwerterfassung zur Vermeidung des zufälligen Falschablesens
- Exakte Bestimmung der Zeitdauer zwischen zwei Messungen ohne subjektive Mittelung und Schätzung
- Durchgängige Dokumentation der durchgeführten Prüfung
- Datenarchivierung zur weitergehenden statistischen Auswertung der Prüfungen

Die Praxis verlangt bei der Umsetzung der genannten Forderungen nach einem hochdeterminierten Prüfablauf und gleichzeitiger Einschränkung der Einflußnahme durch den Bediener.

Umsetzung

Die Realisierung erfolgt durch den Einsatz eines Industrie-PCs mit einem graphischen Benutzerprogramm unter MS-Windows. Als Basis für die softwaretechnische Umsetzung diente LabView der Fa. National Instruments. Die graphische Programmierung ermöglicht die einfache Verschaltung unterschiedlicher, komplexer Funktionsmodule, die den Programmierer auch von einer direkten Hardwareprogrammierung befreien (Bild 3). Ein weiterer, wesentlicher Vorteil ist die einfache Gestaltung ansprechender intuitiver Benutzeroberflächen (Bild 4).

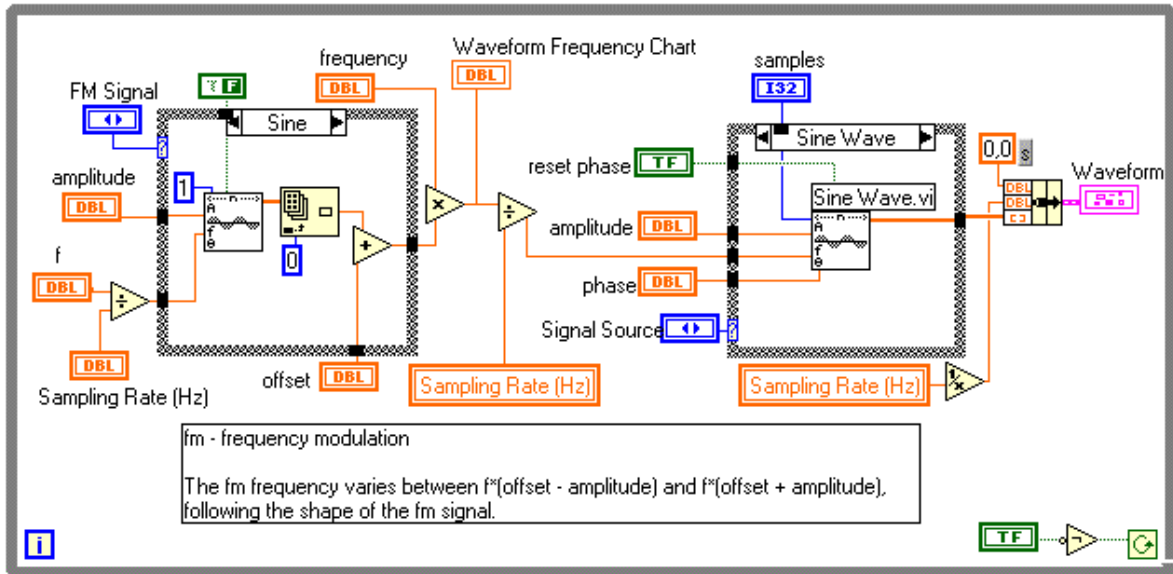


Bild 3: Graphische Programmierung mit LabView

LabView stellt hohe Forderungen an die Speicherausstattung des Industrie-PC, so daß ein zu kleiner Arbeitsspeicher bei einer relativ umfangreichen Applikation, die zudem zeitkritische Aufgaben bewältigen soll, schnell zu Laufzeitproblemen führen kann. Diese anfänglichen Schwierigkeiten unter Windows 3.11 und LabView 3.x konnten durch die Vergrößerung des Arbeitsspeichers und den Wechsel zu Windows 95 und LabView 4.1 schnell ausgeräumt werden.

Die Kopplung zwischen Programm und Prüfprozeß erfolgt mit zwei E/A-Karten. Zum Messen und Stellen analoger Größen wird eine AT-64-MIO-E3 von National Instruments benutzt, da der für diese Karte bereitgestellte Treiber eine einfache Programmierung der Datenerfassung ermöglicht. Die Steuerung der Ventile erfolgt über eine galvanisch-getrennte digitale E/A-Karte mit 48 Kanälen, die sich durch einen direkten Zugriff auf die Speicheradressen problemlos programmieren läßt.

Als Konsequenz für die geforderte Reduzierung von Bedienhandlungen wurden die in [1] beschriebenen Prüfstände für die Automatisierung des Prüfablaufes um Komponenten ergänzt, die die rechnergestützte elektrische Einstellung bestimmter Betriebsparameter ermöglichen. Der Umfang dieser Ergänzung hängt jedoch vom konkreten Einsatzfall ab, da auf elektrisch einstellbare Elemente verzichtet werden kann, wenn die Prüfung unter konstanten Betriebsparametern durchgeführt werden soll. Im Praxiseinsatz hat sich eine Lösung mit einem vom Programm aus elektrisch

einstellbaren Servoventil und vier manuell einstellbaren Druckreglern bewährt, so daß die Steuerkapazität der AT-64-MIO-E3 mit zwei analogen Ausgängen noch nicht voll genutzt wird. Von den 16 zur Verfügung stehenden differentiellen Analogeingängen dieser Karte werden z.Z. ebenfalls nur die Hälfte genutzt.

Prüfsoftware und Prüfprogramme

Die softwaretechnische Realisierung der Programmfunktionalität basiert auf der Aufteilung in ein Steuerprogramm und verschiedene Steuerlisten (Bild 5). Die Steuerlisten enthalten alle zur Untersuchung des jeweiligen Prüflings notwendigen Prüfschritte einschließlich der zahlenmäßigen Vorgaben für Stellwerte, Grenzwerte, Zeitvorgaben usw. Für verschiedene Baugruppen werden verschiedene Steuerlisten bereitgestellt. Dadurch muß das eigentliche Steuerprogramm nicht verändert werden. Das Steuerprogramm erfüllt folgende Aufgaben:

- Verarbeitung der Tastatureingaben des Bedieners
- Anzeige der aktuellen Meßwerte
- Protokollierung der Meßwerte während der Prüfung auf dem Bildschirm, auf dem Drucker und auf der Festplatte
- Messung der zeitlichen Veränderung von Prozeßgrößen
- Anwahl bestimmter Sequenzen der Prüfprogramme
- Bewertung des Prüflings nach der Prüfung mit einer Gut/Schlecht-Aussage
- Software-Not-Aus zur sofortigen Trennung von Prüfprozeß und Prüfsoftware

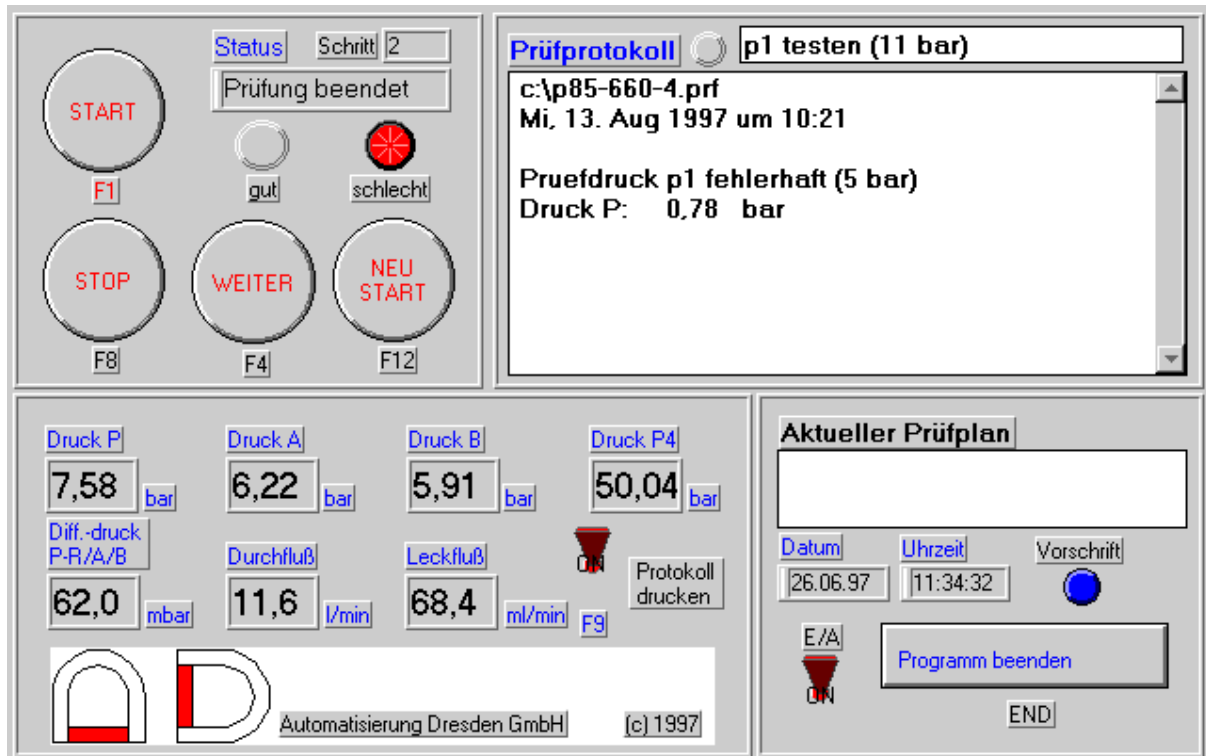


Bild 4: Intuitive Bedienoberfläche mit LabView unter Windows 95

Nach der Initialisierung wartet das Programm zunächst auf die Freigabe durch den Bediener. Danach wird die Steuerliste schrittweise abgearbeitet. Nachdem die digitalen und analogen Werte ausgegeben und gegebenenfalls eine notwendige Beruhigungszeit abgewartet wurde, werden die Messungen durchgeführt, wobei zur Verbesserung des Störabstandes ein Meßwert stets aus der Mittelung von bis zu 100 Einzelmessungen gewonnen wird. Für die Ermittlung des zeitlichen Verlaufes einer Meßgröße kann nach einer weiteren Wartezeit eine zweite Messung durchgeführt werden.

Die ermittelten Meßwerte werden mit den Grenzwerten der Steuerliste verglichen. Das Ergebnis des Vergleichs wird zur Anzeige gebracht. Ist keine Einflußnahme des Bedieners gewünscht, so wird der nächste Schritt abgearbeitet.

Mit den Steuerlisten lassen sich auch komplizierte Prüfabläufe schnell und effizient erstellen. Die Notation der Steuerliste erfolgt als Excel-Tabelle. In dieser Tabelle können die einzelnen Prüfanweisungen mit Kommentaren versehen werden. Die erstellte Steuerliste wird durch ein zusätzliches Programm in die Form gebracht, die die Prüfsoftware bearbeiten kann. Diese Überarbeitung der Steuerliste entfernt den Overhead (z.B. Kommentare) aus dem Programm und verhindert gleichzeitig die Manipulation des Prüfablaufs durch unerlaubte Änderungen.

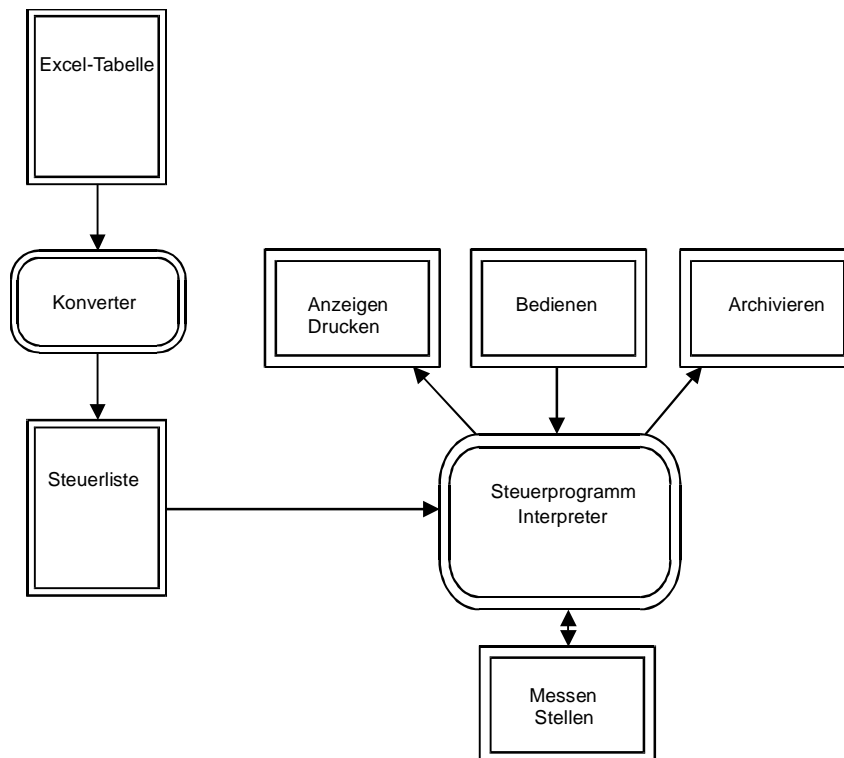


Bild 5: Struktur der Prüfstandssoftware

Um aber dennoch vor Ort kleine Änderungen schnell vornehmen zu können, wurde bei der Konzeption der Prüfsoftware festgelegt, daß die Steuerlisten vorrangig durch den Technologen zur erstellen sind, der Bediener vor Ort aber die Möglichkeit erhält, Parameter und Grenzwerte - nach Rücksprache mit dem Technologen - zu ändern. Die durch den Technologen erstellte Steuerliste kann zu diesem Zweck Variablen enthalten, deren Wert in einer Datei definiert werden. Diese Parameter und Grenzwerte sind dann durch den Bediener leicht anpaßbar. Der Wert dieser Variablen wird im Prüfprotokoll auf der Festplatte vermerkt.

Ist-Stand und Ausblick

In der Praxis zeigte sich deutlich, daß die vorgenommene Aufteilung der Software in Steuerprogramm und Steuerlisten entscheidende Vorteile bei der Inbetriebnahme des Prüfstands hatte. Die bis dahin intuitive Prozeßkenntnis mußte über mehrere iterative Stufen in die Steuerliste übertragen werden. Außerdem wurde die Möglichkeit zur Vereinbarung von Variablen vielfältig genutzt, so daß einzelne Prüfschritte im Experiment optimal angepaßt werden konnten.

In der Praxis ebenfalls positiv aufgenommen wurde der Ersatz des abgesetzten manuellen Bedienpults durch eine Software-Alternative. Diese Alternative erlaubt die Bedienung aller Ventile des Ventilschaltfeldes und damit die Überprüfung der eingebauten Sensoren per Mausklick am Monitor. Besonders der Abgleich des Prüfstands und der Nachweis der Funktionstüchtigkeit konnten mit diesem Programm schnell und effizient durchgeführt werden.

In der Auswertung der gesammelten Erfahrungen wurden folgende wesentliche Vorteile der automatischen Prüfung von pneumatischen und fluidischen Baugruppen bestätigt:

- Prüfung bereinigt von subjektiven Faktoren
- exakte Protokollierung aller Prüfergebnisse und mögliche statistische Weiterverarbeitung
- einfache Anpassung der halbautomatischen Prüfabläufe durch die Nutzung von Tabellen (Excel)
- Meßwertverarbeitung mit vielfältigen arithmetischen Operationen
- aktuelle Hinweise zum Prüfablauf durch das Programm an den Bediener
- intuitive Bedienerführung durch eine komfortable graphische Benutzeroberfläche
- zusätzliche Möglichkeit der Experimentation oder Einzelprüfung mit einem komfortablen Programm

Mit dieser neuen Generation an spezielle Kundenwünsche angepaßter Prüfstände prüft bereits ein namhafter deutscher Hersteller von fluidischen Steuerungssystemen Baugruppen innerhalb seiner Produktion.

Die flexiblen Universalprüfstände erlauben es in der Praxis, Standard-Prüfungen von fluidischen Baugruppen effektiv durchzuführen. Der bisherige Einsatz dieser Prüfstände hat gezeigt, daß im Vergleich mit vollautomatischen Prüfständen eine kostengünstige Alternative geschaffen werden konnte.

Autor:

Dipl.-Ing. Chr. Truöl ,

ADG Automatisierung Dresden GmbH, Lingnerallee 3, 01069 Dresden

- [1] Wiegandt, P.: Magnetventile intelligent prüfen; fluid, mi-Verlag, Jan./Feb. 1997, Seite 40 ff.