**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 76 (1985)

**Heft:** 1

**Artikel:** Elektronik in Werkzeugmaschinen

**Autor:** Brenner, R.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-904535

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 10.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Elektronik in Werkzeugmaschinen

R. Brenner

*Der Schalttellerautomat, einst konzipiert zur Herstellung von einem einzigen bestimmten Industrieteil in grossen Serien (Monoskop), soll, um auch bei kleineren Losgrössen attraktiv zu sein, mit einer höheren Flexibilität ausgestattet werden. Dies wird ermöglicht durch einen modularen Aufbau sowie den Einsatz moderner Elektronik. Der Aufsatz zeigt, wie bei vorgegebenen mechanischen Randbedingungen die Umrüstzeit eines Schalttellerautomaten durch den Einsatz einer angepassten, fortschrittlichen Elektronik wesentlich beeinflusst werden kann.*

*La machine automatique à table tournante, née en son temps pour produire en grande série une seule pièce, doit devenir plus flexible pour être également attractive pour de petites séries. Ceci est possible grâce à une construction modulaire et à l'évolution de l'électronique. L'article montre comment une réduction efficace des temps de transformation des machines automatiques à table tournante peut être obtenue par l'emploi d'une électronique appropriée.*

**Adresse des Autors**

*Rolf Brenner*, Ing. HTL, Firma ALBE S.A., Postfach 115, 6903 Lugano.

## 1. Einleitung

Schalttellerautomaten (Fig. 1) spielen eine Sonderrolle im Gebiet der Werkzeugmaschinen. Ihre Stärke liegt in der Produktion von relativ kleinen Teilen in grossen Serien. Überall wo grössere Flexibilität gefordert oder eine Vereinfachung eines Prozesses gewünscht wird, werden neue elektronische Lösungen in Erwägung gezogen. Das Umsteigen von einer aufwendigen Feinmechanik auf eine aus Standardelementen aufgebaute Elektronik bringt Kostenersparnis, schnellere Entwicklungszeiten und eine noch nie erreichte Universalität mit sich. Wie sich dieser Übergang weg von der Mechanik hin zu einer komplexen, im eigenen Hause entwickelten Elektronik vollziehen kann, soll am Beispiel des ALBE-Schalttellerautomaten gezeigt werden.

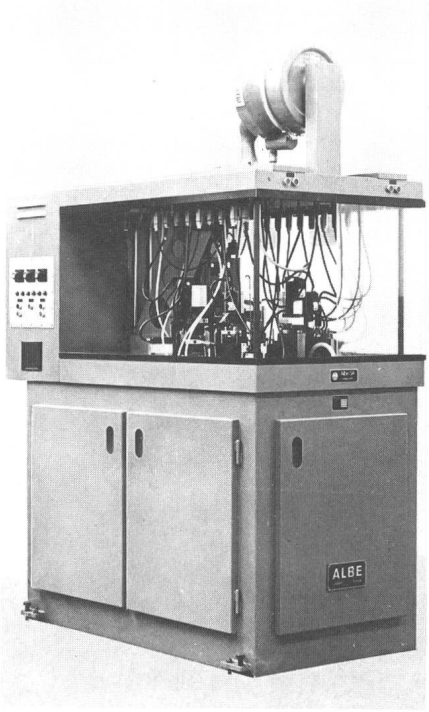


**Fig. 1 Schalttellerautomat PM-20**

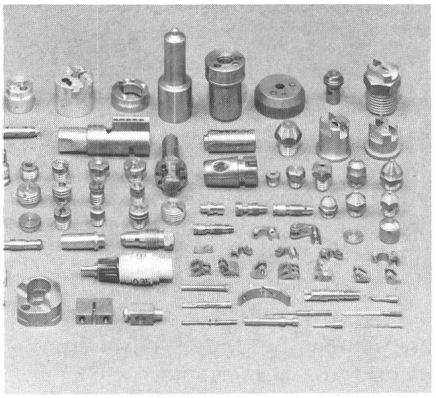

**Fig. 2 Auf Schalttellerautomaten gefertigte Werkstücke**

ALBE, eine Werkzeugmaschinenfirma im Tessin, stellt seit über 25 Jahren Schalttellerautomaten her. Diese, einst entwickelt zur Herstellung von Kugelschreiberspitzen, ermöglichen heute die Herstellung von sehr komplizierten und hochpräzisen Industrieteilen (Fig. 2). Unter anderem ist dieser Erfolg auf den Einsatz moderner Elektronik zurückzuführen. Dieser vollzog sich auf zwei verschiedenen Wegen. Einerseits wurden die konventionellen Automaten modernisiert mit dem Ziel, diese flexibler und für kleinere Losgrössen geeignet zu machen, und anderseits wurde eine komplett neue Entwicklung mit dem Ziel höchster Flexibilität und kürzester Umrichtzeiten angegangen. In beiden Fällen wurde eine möglichst weitgehende Modularität und der Ersatz mechanischer durch elektronische Funktionen angestrebt.

## 2. Elektronik in bestehenden Automaten

Die Auslegung eines konventionellen Schalttellerautomaten ist monoskop. Das heisst, er ist nur für die Herstellung eines Werkstücktyps oder bestenfalls einer Werkstück-Familie (ähnliche Teile) geeignet.

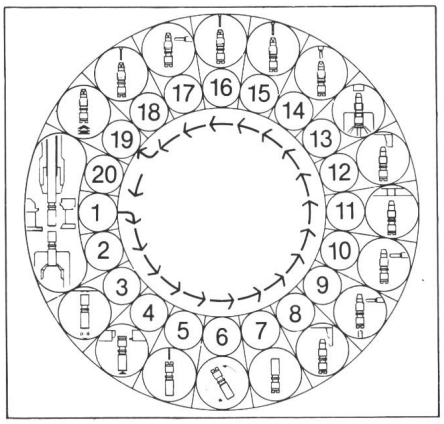


**Fig. 3 Arbeitszyklus für eine Gasdüse aus Messing**

### *2.1 Struktur und Funktionsprinzip*

Auf einem robusten Unterbau werden, je nach herzustellendem Werkstück, verschiedene Bearbeitungsstationen (Fig. 3) (für Bohren, Fräsen, Gewindeschneiden usw.) aufgebaut. Der Vorschub der Stationen wird mittels Kurvenscheiben bewerkstelligt, die genau auf die auszuführende Bearbeitung abgestimmt sind.

Auf dem Rundtisch (Fig. 4) sind die Werkstückaufnahmen (Spannzangen) montiert. Nach jedem Arbeitsschritt folgt eine Tischdrehung zur nächsten Bearbeitungsstation. Gesteuert und überwacht wird der Automat mittels einer Sequenzsteuerung.

### *2.2 Erhöhung der Flexibilität*

Die Flexibilität herkömmlicher Schalttellerautomaten kann vergrössert werden durch den gezielten Einsatz von Elektronik, insbesondere durch:

*speicherprogrammierbare Steuerungen:* einfacherer Steuerungsaufbau und Verdrahtung sowie einfachere Vornahme von Änderungen während des Einrichtens oder der Inbetriebnahme;

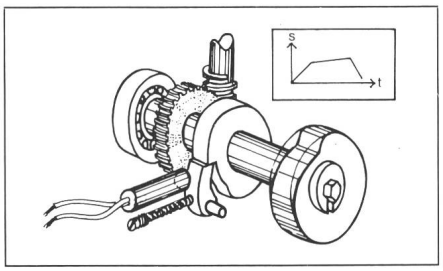


**Fig. 5 Prinzip des Stationenvorschubs**
Kurvenscheibe zu Vorschubeinheit

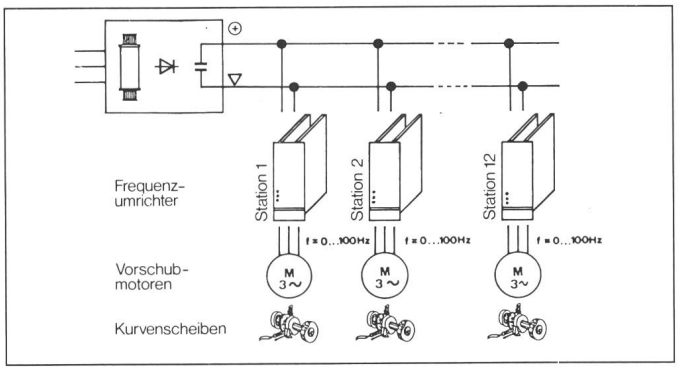


**Fig. 6**
**Prinzip des modularen Vorschubantriebs**

*alphanumerische Displays:* erhöhter Bedienungskomfort dank Bedienerführung, Klartext bei Störungen oder Fehlmanipulationen, Vereinfachung bei einer Veränderung von Arbeitskonditionen.

*dezentralen Vorschubantrieb,* d.h. durch regulierbare Antriebsmotoren für jede Kurvenscheibe (Fig. 5) mit zugeordnetem statischem Frequenzumformer anstelle des zentralen Vorschubantriebs (Fig. 6): Individuelle, der Bearbeitung optimal angepasste Geschwindigkeit jeder Bewegungsachse, Möglichkeit, jede Achse alleine zu fahren und damit erleichtertes Einrichten der Maschinen, Start und Überwachung der einzelnen Bearbeitungsstationen durch zentrale Steuerung und damit freie Programmierung des Ablaufs.

## 3. Elektronik in Automaten neuer Konzeption

Ihr Aufbau unterscheidet sich grundsätzlich von dem eines herkömmlichen Schalttellerautomaten. Er ist konstruiert für die Herstellung von *beliebigen* Werkstücken mit möglichst kurzen Umrüstzeiten. Trotzdem ist die Grundausstattung dieser Automaten von Maschine zu Maschine gleich. Nur wenige zusätzliche Elemente sind Spezialanfertigungen. Voraussetzung eines vielseitig und flexibel einsetzbaren Schalttellerautomaten ist ein mechanisch wie elektrisch kompromisslos modularer Aufbau. Dies bedeutet, dass die einzelnen Bearbeitungsstationen (Fig. 7) sowie die Ele-

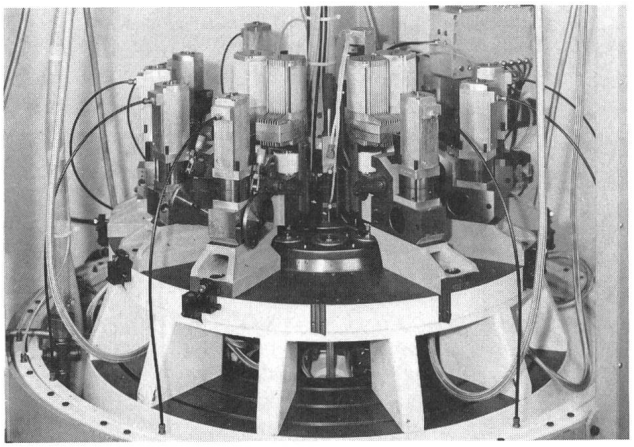

**Fig. 4**
**Bearbeitungseinheiten**

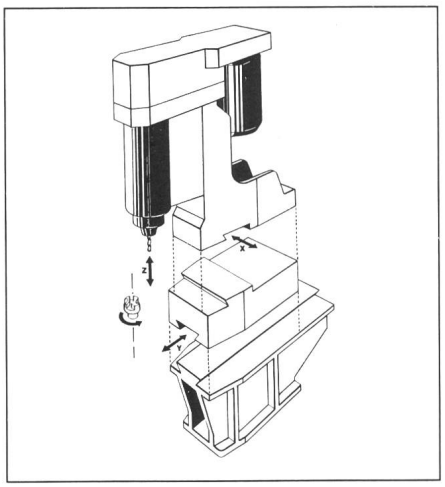


**Fig. 7 Modularer Aufbau einer Bearbeitungsstation**

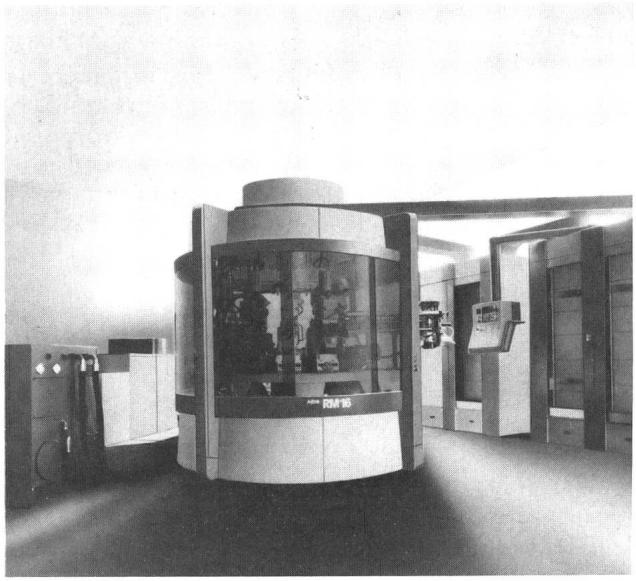

**Fig. 8**
**Schalttellerautomat RM 16 in modularer Bauweise**

mente des Grundsystems der Maschine aus mehreren gleichen Bauteilen aufgebaut sind, die dem Bearbeitungszyklus entsprechend zusammengeschaltet werden können (Fig. 8).

### *3.1 Optimierungsfaktoren*

Die Umrüstflexibilität eines Schalttellerautomaten (von einem Bearbeitungszyklus auf einen anderen) ist von den folgenden Faktoren abhängig:

1. Bearbeitungszyklus (z. B. Reihenfolge der Bearbeitungen am Werkstück)
2. Tischdrehung: 22,5° (16 Bearbeitungsstationen), 45° (8 Stationen)
3. Art der Bearbeitungseinheiten: vertikal, horizontal, 2-Achsen, Gewindeschneideinheit usw.
4. Art der Werkzeuge
5. Werkstückaufnahme
6. Vorschubbewegungen der einzelnen Achsen
7. Spannzangenrotation
8. Zu kontrollierende Arbeitsgänge
9. Lade- und Entladevorrichtung
10. Schnittgeschwindigkeit, Spindelmotorleistung usw.
11. Referenzpunkt
12. Messungen, Kontrollen (am zu bearbeitenden Werkstück oder am Werkzeug) und Korrekturen (Nullpunkt)
13. Programmierung der Maschine
14. Manueller Versuchsbetrieb

### *3.2 Erhöhung der Flexibilität*

Der Reihenfolge der genannten Optimierungsfaktoren entsprechend, kann die Flexibilität der Maschine durch folgende Massnahmen erhöht werden:

1. Der Bearbeitungszyklus zur Herstellung eines neuen Werkstückes wird in der Regel bereits vor dem Umrüsten der Maschine erarbeitet (AVOR). Die Festlegung des Bearbeitungszyklus ist ein wesentlicher Punkt. Von ihm hängt ab:
   - das Einrichten der Maschine (Aufbau),
   - die max. mögliche Kadenz, mit welcher die Maschine das neue Teil fertigen kann,
   - die Qualität des künftigen Werkstücks,
   - die Lebensdauer der Werkzeuge.
2. Autonome, modulare Achsantriebsmodule für Vorschub, Spannzangenorientierung, Lade- und Entladevorrichtung, Tischdrehung,
3. Einsatz von universellen Arbeitsstationen, mit untereinander austauschbaren Elementen,
4. Genormte Werkzeugaufnahmen,
5. Universell verwendbare Werkstückaufnahmen (Spannzangen), die einfach austauschbar sind,
6. Anstelle der mechanischen Kurvenscheiben, welche die Rotationsbewegung der Vorschubmotoren in eine genau definierte Linearbewegung der Bearbeitungsstation umwandeln, tritt eine elektronische, im Dialog programmierbare «Kurvenscheibe» (Schrittmotor und Hydraulik-Verstärker).
7. Die Maschine ist so aufgebaut, dass bei jeder Bearbeitungsposition ein regulierbarer DC-Motor für die Spannzangenrotation angeflanscht werden kann. Somit können auf jeder gewünschten Bearbeitungsstation typische Drehbearbeiten verrichtet werden.
8. Kontrollen (z. B. Werkstück geladen, Werkzeugbruch usw.) können, einmal installiert, an jeder Zyklusstelle abgefragt werden.
9. Ein universell programmierbarer Roboter übernimmt die Beschikkung bzw. die Entsorgung der Maschine.
10. Daten wie z. B. die für die Bearbeitung erforderliche Leistung, der erforderliche Zeitaufwand pro Bearbeitung und Station, können auf Wunsch direkt an der Maschine abgefragt und korrigiert werden.
11. Ein Referenzpunkt kann beliebig eingegeben werden und ist ohne Eingriff ins Nominalprogramm korrigierbar.
12. Automatische Messungen am Werkstück sowie am Werkzeug geben Aufschluss über die Masshaltigkeit des gefertigten Stückes sowie über die Abnützung des Werkzeugs. Eventuelle Abweichungen vom Sollwert können manuell oder automatisch korrigiert werden.
13. Eine bedienergeführte Programmierung erlaubt nicht nur eine Programmierung im AVOR, sondern auch direkt in der Werkstatt auf der Maschine. Im Klartext erscheinen auf dem Video sämtliche zur Programmierung nötigen Fragen und Daten. Auch eine eventuelle Programmkorrektur wird dadurch wesentlich vereinfacht.
14. Beim Einrichten der Maschine ist es oft wünschenswert, nur eine Bearbeitungsstation zu fahren. Je nach Wunsch können Bearbeitungsachsen ausgeschlossen, andere jedoch normal oder blockweise gefahren werden. Somit ist grösstmögliche Sicherheit und Übersicht beim Einrichten des Automaten gewährleistet.

Von den angegebenen Lösungen, welche wesentlich zur Verkürzung der Umrüstzeit beitragen, sind ausser den Punkten 1, 3, 4 und 5 alle eng mit der auf der Maschine eingesetzten Elektronik verknüpft.

### *3.3 Steuerungskonzept*

Figur 9 zeigt die Elektronik zu einem modernen Schalttellerautomaten, die folgende Möglichkeiten beinhaltet:

- frei programmierbare Mehrachsensteuerung für die Koordination von bis zu 32 CNC-Achsen (Dialogsystem)

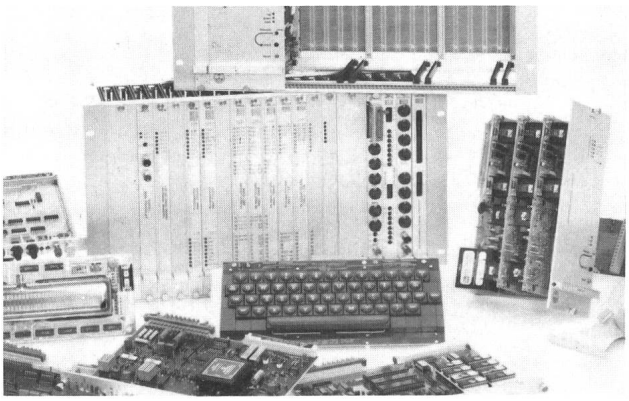

**Fig. 9**
**Elektronik für Mehrachsensteuerung**

- Inbetriebnahme mit Bedienerführung
- drei freie, zusätzliche Schrittmotorachsen für Zusatzfunktionen (z.B. Lader/Entlader usw.)
- Bis zu vier CNC-Achsen pro Arbeitsstation X-Y-Z und Orientierung der Werkstückaufnahme)
- Möglichkeit, pro Achse zwei verschiedene Vorschubzyklen fest abzuspeichern
- Verwendung von nichtflüchtigen Speichern (EEPROM) für Maschinen- und Achsenprogramme
- genormte Schnittstelle (RS 232C) für den Anschluss von Peripheriegeräten.

### *3.4 Struktur der modularen Mehrachsensteuerung*

Die Bedienung und Programmierung des Schalttellerautomaten erfolgt mittels eines drehbaren, übersichtlich gestalteten Satelliten. Ein übergeordneter Prozesskontroller (Master) überwacht den Funktionsablauf und das Werkstückhandling. Eine entsprechende Software erlaubt eine Fehlerdiagnose auf der Maschine. Ein untergeordneter Prozessor (Slave) ist das Bindeglied zwischen den einzelnen Gleichstrommodulen und den Prozesskontrollern. Er koordiniert und synchronisiert die einzelnen CNC-Achsen sowie die Rotation oder Orientierung der Werkstückaufnahmen.

Die Achsmodule erarbeiten die Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Funktionen sowie die Beschleunigungs- und Bremsrampen. Ebenso generieren sie die erforderliche Schrittsequenz zur Ansteuerung eines 5-Phasen-Schrittmotors. Ein in moderner Technologie gefertigter Elektronikleistungsteil erlaubt Schrittfrequenzen von 0–40 KHz. Die Steuermodule für Gleichstrommotoren dienen zum Antrieb der drehbaren Spannzangen (Drehoperationen).

## 4. Schlussbetrachtungen

Die Forderung nach erhöhter Flexibilität führt von den starren mechanischen zu benutzerfreundlichen elektronischen Steuerungen im Baukastensystem. Gute Beispiele dafür sind die vorgehend beschriebenen erfolgreich modernisierten traditionellen Schalttellerautomaten wie auch die komplett neuentwickelten CNC-gesteuerten Rundtaktmaschinen.

**Literatur**


[1] NC-Handbuch '83. Michelstadt/Stockheim, NC-Handbuch-Verlag, 1983.

[2] *F. Müller:* Comando elettronico «Dialogic». Albe-Publicazione TSE 26.3.1984. Agno, Albe, 1984.

[3] *G. Richina:* Proposta flusso allestimento Albe-RM 16. Albe-Publicazione TSM 16.4.1984. Agno, Albe, 1984.