

# GRUNDIG

## TECHNISCHE INFORMATIONEN

ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTRONIK, RADIO-, FERNSEH- UND TONBANDTECHNIK



### GRUNDIG

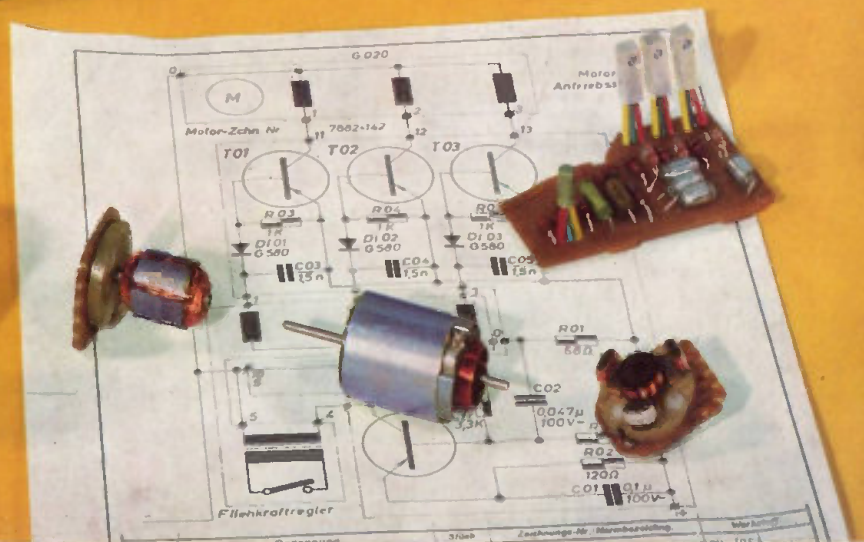
## TK 6 L

Das erste  
Tonbandgerät  
der Welt  
mit kollektorlosem  
Gleichstrommotor

JUNI

1965

12. Jahrgang



## Inhaltsübersicht

Juni 1965

12. Jahrgang

### TONBAND

Kollektorlose Gleichstrommotoren  
für Tonbandgeräte 887

Die neuen GRUNDIG Mischpulte  
Mono-Mixer 420 und Stereo-Mixer 422 901

### RUNDFUNK

GRUNDIG Spitzen-Reisesuper „Satellit“ 896  
Gesamtschaltbild „Satellit“ 899/900

### DIKTIERGERÄTE

GRUNDIG Stenorette 200,  
das Diktiergerät mit Kurztonträger 891

### ELEKTRONIK

Numerische Werkzeugmaschinen-Steuerungen 905  
Eine einfache numerische Werkzeug-  
maschinen-Steuerung 906  
Fernaugen-Einsatz bei der Börsenkurs-  
Übertragung 907

### WICHTIGER HINWEIS

Falls die Jahres-Schutzgebühr von 6.- DM für 1965 noch nicht entrichtet wurde, bitten wir unsere Leser, diese auf das Postscheckkonto Nürnberg 36879 einzuzahlen.

Nur dann kann eine Weiterbelieferung erfolgen. Bitte auf Zahlkartenabschnitt angeben: Für GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN, Bezugsgebühr 1965.



## GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN

Zeitschrift für Elektronik, Radio-,  
Fernseh- und Tonbandtechnik

Herausgeber: GRUNDIG WERKE GmbH.  
Technische Direktion  
8510 Fürth (Bay.), Kurgartenstraße 37  
Redaktion: H. Brauns

GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN erscheinen in zwangloser Folge und werden auf Anforderung kostenlos an Fachgeschäfte und Fachwerkstätten sowie die in diesen Betrieben tätigen Werkstattleiter und Service-Techniker abgegeben.

Allen übrigen Interessenten ist der Bezug gegen eine Schutzgebühr von 6.- DM pro Jahr (einschließlich Versandkosten) möglich, zahlbar auf Postscheckkonto Nürnberg 36879, GRUNDIG Werke GmbH, Fürth (Bay.). (Die Bestellung erfolgt am einfachsten auf Zahlkartenabschnitt.) Die Schutzgebühr für Einzelhefte beträgt 1.50 DM

Druck: Karl Müller, Rath bei Nürnberg

Wichtig!

Leider sind ältere Hefte nicht mehr nachlieferbar. Nachdruck von Beiträgen aus „GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN“ ist bei ausführlicher Quellenangabe und Zusendung von Belegexemplaren ohne weitere Genehmigung gestattet.



# GRUNDIG auf der Deutschen Funkausstellung 1965 in Stuttgart

27. August bis 5. September, täglich von 9 bis 19 Uhr

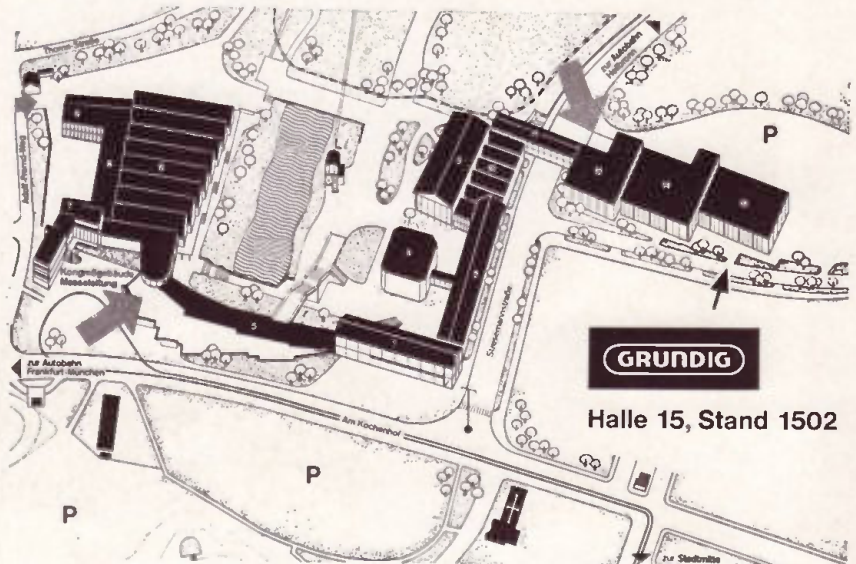
Seit vielen Jahren gehört die Deutsche Funkausstellung zu den interessantesten und beliebtesten Großveranstaltungen der deutschen Städte. Sie lockt regelmäßig Hunderttausende von Besuchern an und findet auch im Ausland lebhaftes Interesse. Nach zwei erfolgreichen Ausstellungen unter dem Berliner Funkturm in den Jahren 1961 und 1963 wählte die deutsche Funkindustrie für 1965 Stuttgart, die Landeshauptstadt von Baden-Württemberg, als Veranstaltungsort.

Das Ausstellungsgelände, gelegen im Höhenpark Killesberg, bietet die richtige Kulisse für eine so lebendige und attraktive Schau.

Der 1200 Quadratmeter große Stand der GRUNDIG Werke in Halle 15 des Funkausstellungsgeländes auf dem Killesberg bietet einen vollständigen Überblick über das breite Sortiment an GRUNDIG Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräten, verbunden mit einer ganzen Reihe hochinteressanter Neuheiten.

Alles in allem ist die Deutsche Funkausstellung 1965 in Stuttgart nicht nur eine umfassende Demonstration der Leistungsfähigkeit der deutschen Funkindustrie und der deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten, sondern auch ein gesellschaftliches Ereignis ersten Ranges für die ganze Stadt und für alle Besucher dieser Stadt während der Ausstellungszeit.

Der in aller Welt bekannte Stuttgarter Fernsehturm mit seiner eleganten Konstruktion ist — mit der Darstellung einer FM-Welle — zum Symbol der diesjährigen Deutschen Funkausstellung geworden. Er ruft Fachleute und Interessenten aus aller Welt zu dieser eindrucksvollen Schau.



Halle 15, Stand 1502

Messe- und Ausstellungsgelände Stuttgart-Killesberg

Erstmals im

GRUNDIG

TK 6 L

DR. H. MOCZALA

H.-W. PIEPLOW

# Kollektorloser Gleichstrommotor für Tonbandgeräte

Der Umschlag dieses Heftes zeigt die Schaltung und die Einzelteile eines neuen kollektarlosen Gleichstrom-Kleinstmotors. Bei ihm ist der klassische Kommutator durch elektronische Bauelemente ersetzt. Der umlaufende Dauermagnet wird von drei feststehenden Spulen beaufschlagt, die ihrerseits über je einen Transistorschalter mit der Spannungsquelle verbunden sind. Die Ansteuerung der Transistorschalter erfolgt durch eine Hochfrequenzanordnung, wobei der von einem Oszillator erzeugte Hochfrequenzfluß von einem mit dem Läufer umlaufenden Steuersegment auf die feststehenden Steuer-spulen der Transistorschalter verteilt wird. Zur Drehzahlregelung kann der bekannte Fliehkraftschalter verwendet werden. Der im folgenden ausführlich beschriebene Motor zeigt das gleiche Verhalten wie der Gleichstrom-Kleinstmotor klassischer Bauart. Bei einer Leistungsabgabe von etwa 0,5 W arbeitet er mit Wirkungsgraden von mehr als 40 Prozent.

## Batterie-Tonbandgeräte

Auf dem Gebiet der elektronischen Geräte für die Wiedergabe von Musik hatte die aufkommende Transistorisierung nicht nur die Industrie, sondern auch die Benutzer zu der Meinung verleitet, die Zukunft der Geräte liege in der Netzunabhängigkeit. Tatsächlich läßt auch die Bedeutung, die dem Gattungsbegriff „schnurlos“ beigelegt wurde, einen starken Wunsch der Verbraucherschaft erkennen, die Geräte unabhängig von der Netzsteckdose, also unabhängig von einem vorgegebenen Ort betreiben zu können. Die Begeisterung für die Schnurlosigkeit mußte jedoch in dem Maße verebben, in dem sich ihre Nachteile bemerkbar machten. Die Kilowattstunde aus der gegenüber anderen Batterien mit Abstand wirtschaftlichsten Monozelle kostet immer noch rund 250 Mark, ist also etwa zweitausendmal teurer als die Kilowattstunde aus der Netzsteckdose.

Diese Kostenrechnung mußte vor allem bei Tonbandgeräten ins Gewicht fallen, weil deren Motoren mit etwa 1...1,5 W Leistungsaufnahme eine Grundbelastung darstellen, die immer und ganz unabhängig davon bezahlt werden muß, wie sparsam man auch sonst mit Lautstärke und anderen die Batterien entladenden Faktoren umgeht. Hinzu kommt bei Tonbandgeräten, daß eine bestimmte Darbietung vor der Wiedergabe zuerst aufgenommen werden muß; die Batteriebelastung für die Wiedergabe ist also zunächst doppelt so groß und verringert sich erst mit der Häufigkeit, mit der ein und dieselbe Aufnahme abgespielt wird.

Die divergierenden Forderungen nach ortsunabhängigem Betrieb und erträglichen Betriebskosten haben dazu geführt, batteriebetriebene Tonband- und andere Geräte der Unterhaltungselektronik mit einem Netzteil zu versehen, das entweder zusätzlich zu den Batterien in das Gerät eingebaut ist oder gegen Batterien ausgewechselt werden kann.

So einleuchtend und logisch diese Entwicklung klingt, so weitreichend waren die Folgerungen, die sich für die Technik derartiger Kombinationsgeräte ergaben, und so intensiv waren die Entwicklungsarbeiten, die sowohl auf der

Motoren- als auch auf der Geräteseite erforderlich waren, um zufriedenstellende Kombinationsgeräte zu schaffen. Folgende Umstände müssen hierbei berücksichtigt werden:

a) Als Antrieb batteriegespeicherter Tonbandgeräte kommt nur ein Gleichstrommotor in Betracht, weil nur ein Gleichstrommotor bei den verlangten kleinen Leistungen von 1...2 W und bei den notwendigerweise kleinen Betriebsspannungen unter 10 V Wirkungsgrade von rund 50% und hohe Anlaufdrehmomente aufweist.<sup>1) 2)</sup>

b) Von einem Tonbandgerät mit Netzteil erwartet der Benutzer dasselbe Verhalten wie von einem normalen Netzgerät, insbesondere also ein störungs- und wartungsfreies Arbeiten des Antriebsmotors während eines langen Zeitraumes; gerade dieses Verhalten ist aber mit Gleichstrom-Kleinstmotoren wegen der Gleitkontakte schwierig zu erreichen.

Hinzu kommt eine nicht ganz zu beherrschende Antälligkeit der hochglanzbearbeiteten Kommutatoren und Reglerschleifringe gegenüber ungünstigen kli-

matischen Verhältnissen sowie die Forderung nach einem möglichst geräuschlosen Lauf, der mit einem Kollektor und den auf ihm schleifenden Bürsten schwer zu erfüllen ist.

Schon vor rund zwei Jahren sind daher in Kombinationsgeräten Gleichstrom-Kleinstmotoren eingeführt worden, bei denen wenigstens das Reglerschleifbürstensystem als das bei weitem stör anfälligste Teil vermieden und durch ein bürstenloses Reglersystem ersetzt worden ist.<sup>3)</sup> Im Folgenden soll nun über weitere Entwicklungsarbeiten berichtet werden, die zu einem vollständig bürstenlosen Gleichstrom-Kleinstmotor für die Tonbandgeräte geführt haben.

## Prinzip der kontaktlosen Kommutierung

Der hohe Wirkungsgrad von Gleichstrom-Kleinstmotoren ist bekanntlich auf die Tatsache zurückzuführen, daß die drehmomentbildenden Stromkräfte nicht wie beim Wechselstrom-Asynchronmotor über den Umweg eines von der Läuferstellung unabhängig umlaufenden Drehfeldes erzeugt werden müssen. Während sich beim Asynchronmotor ein Drehmoment nur ausbilden kann, wenn vom Drehfeld transformatorisch über den Luftspalt Verlustleistung auf den Läufer übertragen wird, ist beim Gleichstrommotor über den Kommutator nur derjenige Wicklungsstrang eingeschaltet, der relativ zu einem konstanten Gleichfeld günstig, also drehmomentbildend, liegt. Schon von hier aus erhellt, daß mit

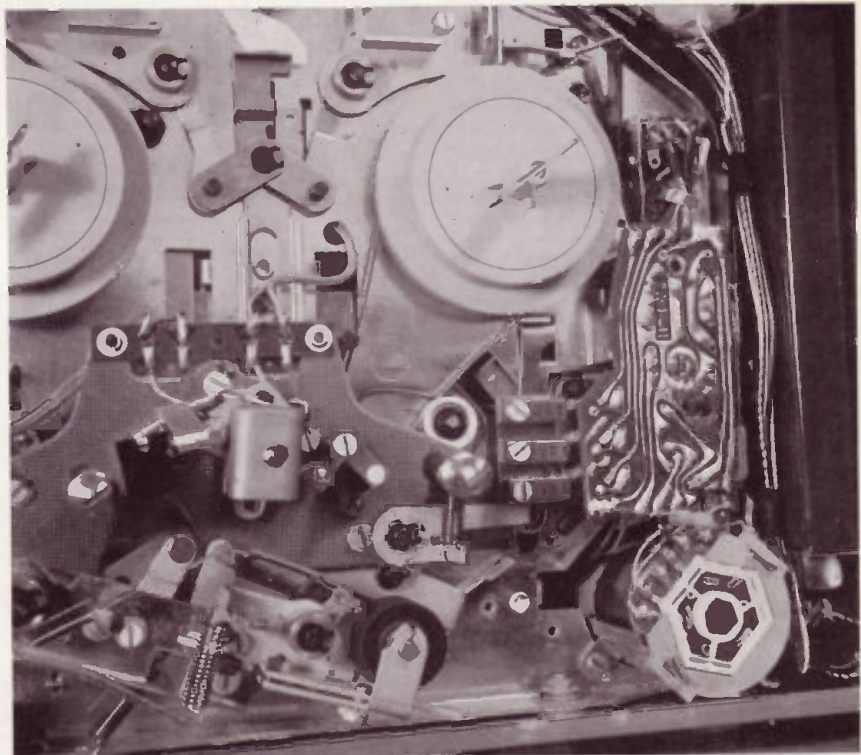


Bild 9

Rechts unten im Bild ist der im GRUNDIG TK 6 L verwendete kollektorlose Gleichstrommotor zu sehen, darüber die Schaltungsplatte mit den drei am Chassis befestigten Schalltransistoren

Wechselrichter und Wechselstrommotoren arbeitende Gleichstromantriebe im Wirkungsgrad benachteiligt sind und für unsere Überlegungen ausscheiden.

Die kontaktlose Kommutierung läuft also letzten Endes auf die Aufgabe hinaus, eine bestimmte geometrische Anordnung, nämlich die jeweilige und gerade vorhandene Läuferstellung berührungslos zu erkennen und zu identifizieren und dann diese Feststellung zur Steuerung von Schaltorganen zu verwenden, die die einzelnen Wicklungsstränge in geeigneter Weise an Spannung legen.

Das Problem ist nicht neu; beispielsweise ist es schon seit Jahrzehnten bekannt, den Ausschlag hochempfindlicher Drehspulmehwerke dadurch abzutasten und zum Regeln auszunutzen, daß der Zeiger einen auf eine Fotozelle fallenden Lichtstrahl mehr oder weniger abschattet oder kapazitiv einen Oszillator verstimmt.<sup>3)</sup> Fotoelektrisch arbeiten dann auch die bis jetzt bekanntgewordenen burstenlosen Gleichstrommotoren.<sup>4), 5)</sup>

Aus verschiedenen Gründen, nicht zuletzt wegen der mechanischen Robustheit, und weil sich die für Tonbandgeräteeantriebe unerläßliche Drehzahlstabilisierung leicht mit der Elektronik kombinieren läßt, wurde das einfache und bewährte System der Hochfrequenz-Abtastung gewählt.<sup>6)</sup> Damit besteht also der burstenlose Gleichstrommotor aus einem umlaufenden Permanentmagneten als Läufer, aus dem „Hochfrequenz-Kommutator“ nebst Drehzahlregler und einer Ständerwicklung, die aus mehreren elektronisch vom Hochfrequenz-Kommutator gesteuerten Strängen besteht.<sup>7)</sup>

Ersichtlich wird der elektronische Aufwand um so größer, je mehr Wicklungsstränge gesteuert werden müssen; daher sind drei Stränge vorgesehen, weil dies die kleinstmögliche Anzahl der Leitschleifen darstellt, die bei allen möglichen Läuferstellungen immer ein ausreichendes Drehmoment zu erzeugen imstande ist.

Der Hochfrequenz-Kommutator setzt sich aus dem feststehenden Steuerkern 3 und dem mit dem Magneten 1 gemeinsam umlaufenden Steuersegment 2 zusammen (Bild 1). Die drei Außenschenkel des Steuerkerns tragen die Steuerspulen 31, 32 und 33; sie werden einzeln durch das Steuersegment 4 magnetisch verkettet. Die Oszillatortspule 4 mit dem parallel-

liegenden Schwingkreis-Kondensator 5 ist Bestandteil eines Rückkopplungsschwingers für etwa 100 kHz; der von dieser Oszillatortspule ausgehende Fluß durchsetzt in der in Bild 1 gezeichneten Stellung die Steuerspule 31, da das Steuersegment 2 den magnetischen Kreis zwischen diesen beiden Spulen schließt.

Die transformatorisch induzierte Spannung der Spule 31 steuert nach der Gleichrichtung den Transistorschalter 21 an, der nun die Spannung der Spannungsquelle 7 zur Ständerwicklung 11 durchschaltet. Durch das Zusammenwirken des Stromes der Ständerwicklung 11 mit dem Magneten 1 entsteht ein Drehmoment, das den Magnetläufer im Uhrzeigersinn dreht. Das mitumlaufende Steuersegment 2 steuert den Hochfrequenzfluß nach einer Drehung von etwa 120° gegenüber der gezeichneten Stellung auf die Steuerspule 32 um; damit übernimmt die Ständerwicklung 12 die Erzeugung des Drehmomentes. Anschließend wird die Ständerwicklung 13 eingeschaltet.

Die Umschaltung der Ständerwicklung erfolgt auch hier wie beim klassischen Gleichstrommotor überlappend, so daß ein sicherer Anlauf des Motors aus allen Stellungen sichergestellt ist (Bild 2).

Allerdings werden die Ständerwicklungen ungünstiger ausgenutzt als im klassischen Fall; denn sie werden nur in einer Richtung vom Strom durchflossen und bleiben nur während eines Drittels

je Umlauf eingeschaltet. Der kollektorlose Motor hat also gleiches funktionelles Verhalten und einen gleichen Mechanismus der Drehmomentbildung wie im klassischen Fall, jedoch werden die Kupferverluste höher. Selbstverständlich erlauben kompliziertere Schaltungen, die Ständerwicklungen günstiger auszunutzen, nur muß dann der bessere Wirkungsgrad mit einem höheren Aufwand für die elektronische Schaltung bezahlt werden.

### Konstruktiver Aufbau

Der äußere Aufbau wurde der üblichen Bauform von Gleichstrom-Kleinstmotoren angepaßt: ein auf beiden Seiten von Lagerdeckeln abgeschlossenes Rohr stellt den äußeren Mantel dar (Bild 3). Der umlaufende zweipolige Magnet 1 ist als Außenläufer ausgebildet, auf der Stirnseite der aus Magnet und Träger gebildeten Läuferglocke befindet sich das Steuersegment 2. Der Steuerkern 3 ist an dem einen Lagerdeckel befestigt, der andere Lagerdeckel trägt das Ständerpaket 8 mit der dreisträngigen Ständerwicklung 11, 12 und 13. Die drei Ständerwicklungen sind über den Durchmesser in zwei gegenüberliegenden Nuten des 6-nutigen Ständerpaketes gewickelt, untereinander sind die Wicklungsstränge um 120° versetzt.

Der Außenläufer mit seinem hohen Trägheitsmoment sorgt trotz der geringen Anzahl von Wicklungsumschaltungen je Läuferumdrehung für einen ruhigen Lauf. Die innenliegende Ständerwick-

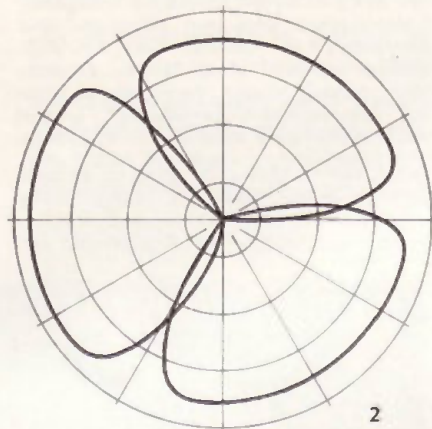
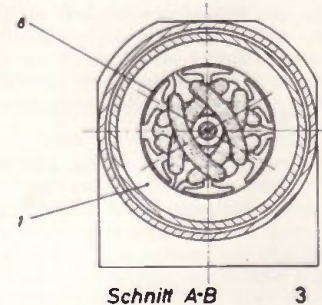


Bild 2 Polardiagramm der Strangströme in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Steuersegmentes



- 1 = Umlaufender Magnetring
- 2 = Steuersegment
- 3 = Steuerkern
- 4 = Oszillatortspule
- 8 = Ständerpaket
- 11, 12, 13 = Ständerwicklung
- 31 = Steuerspule

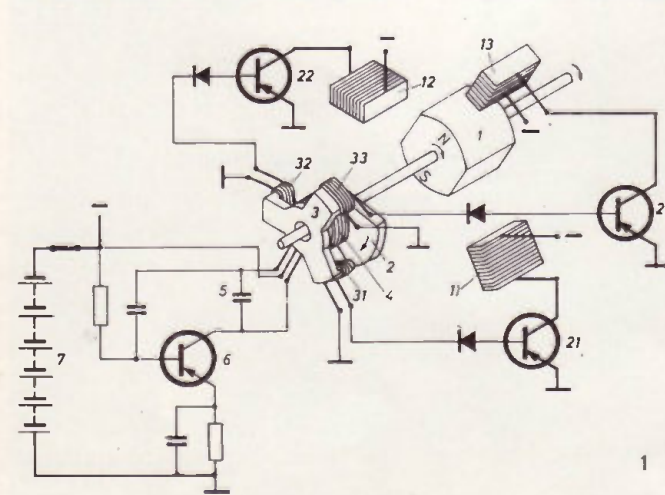


Bild 1 Prinzip der elektronischen Kommutierung

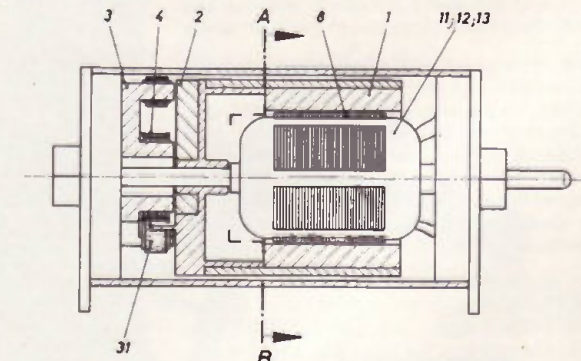


Bild 3 Aufbau des Gleichstrom-Kleinstmotors mit elektronischer Kommutierung

- 1 = Umlaufender Magnet
- 2 = Steuersegment (Ferrit)
- 3 = Steuerkern (Ferrit)
- 4 = Oszillatortspule
- 5 = Schwingkreis-Kondensator
- 6 = Oszillator-Transistor
- 7 = Spannungsquelle
- 11, 12, 13 = Ständerwicklung
- 21, 22, 23 = Transistorschalter
- 31, 32, 33 = Steuerspule

lung zeichnet sich durch kurze Stirnverbindungen aus und somit durch kleinere Wicklungswiderstände und kleinere Kupferverluste.

Die Lötverbindungen zu der elektronischen Schaltung befinden sich an beiden Lagerdeckeln.

### Elektronische Schaltung

In der Schaltung des Gleichstrom-Kleinstmotors mit elektronischer Kommutierung (Bild 4) muß besonders die Ansteuerung der Transistorschalter 21, 22 und 23 besprochen werden. Durch das Steuersegment 2 soll der magnetische Fluß der Oszillatorspule 4 möglichst vollständig verketet werden; nur während des Umschaltens dürfen zwei Steuerspulen beaufschlagt werden. Praktisch läßt es sich jedoch nicht verhindern, daß neben der angekoppelten Steuerspule auch die anderen Steuerspulen von einem kleinen Streufluß schwach durchsetzt werden. Die von dem Streufluß induzierten Spannungen können zu Fehlströmen in den Transistorschaltern führen, die in diesen Augenblicken möglichst gut gesperrt sein sollen. Man kann diesen störenden Effekt dadurch verhindern, daß man eine sperrende Vorspannung in Reihe mit den Steuerspulen schaltet.

In Bild 4 stellt sich diese Vorspannung am Kommutierungswiderstand 9 ein, wenn über ihn der Steuerstrom eines der Transistorschalter fließt. Der durchgeschaltete Transistorschalter sorgt mit seinem eigenen Steuerstrom dafür, daß die anderen Transistorschalter trotz Streufluß im Steuerkreis keine Fehlströme führen können.

Wie aus Bild 4 hervorgeht, gelten für die Dimensionierung des kontaktlosen Gleichstrommotors ganz analoge Überlegungen wie im klassischen Fall:

1. Die am durchgeschalteten Transistor verbleibende Restspannung wirkt wie der zwischen Bürste und Kollektor vorhandene Spannungsabfall wirkungsgradverschlechternd und muß daher möglichst klein gehalten werden.

2. Betriebsspannung und Gegen-EMK legen die notwendige Sperrspannung des Schalttransistors fest.

3. Der Anlaufstrom beziehungsweise der Strangstrom im festgebremsten Zustand darf nicht größer werden als der zulässige Collectorstrom des Transistors.

Für die im vorliegenden Fall verwendeten Transistoren liegen die maximal zulässigen Grenzwerte der Collectorspannung bei 32 V und des Collectorstroms bei 1,0 A. Aus den Kennlinien (Bild 5) gehen die einzelnen Schaltzustände deutlich hervor: bei 10 V Betriebsspannung wird im durchgeschalteten Zustand der Transistor mit einem Basisstrom von  $I_B = -16 \text{ mA}$  angesteuert, so daß sich im Stillstand eine Collectorrestspannung von 0,45 V als Schnittpunkt der Transistorkennlinie mit der Widerstandsgeraden  $14 \Omega$  der Ständerwicklung einstellt; 95,5% der Betriebsspannung stehen also als treibende Nutzspannung zur Verfügung. Ähnliche Verhältnisse liegen bei einer Betriebsspannung von 5 V vor: der Transistor wird mit einem Basisstrom von  $I_B = -7 \text{ mA}$  angesteuert, die Collectorrestspannung beträgt 0,3 V, also 94% der Betriebsspannung stehen als Nutzspannung zur Verfügung. Man ersieht aus diesem Diagramm den Einfluß der

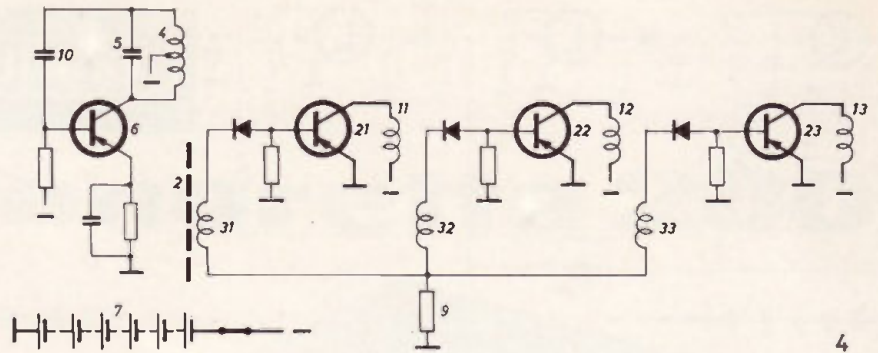


Bild 4 Schaltbild der elektronischen Kommutierung

- 2 = Steuersegment
- 4 = Oszillatorspule
- 5 = Schwingkreis-Kondensator
- 6 = Oszillator-Transistor
- 7 = Spannungsquelle
- 9 = Kommutierungswiderstand
- 10 = Rückkopplungs-Kondensator
- 11, 12, 13 = Ständerwicklung
- 21, 22, 23 = Transistorschalter
- 31, 32, 33 = Steuerspule

Oszillatorauslegung, und daß der Wirkungsgrad sofort ganz wesentlich absinkt, wenn es nicht gelingt, den Arbeitspunkt links vom Knie der Transistor-kennlinie zu halten.

Man erkennt aber auch, daß, wenn diese Bedingung erfüllt bleibt, große Änderungen der Betriebsspannung nur geringe prozentuale Änderungen der Nutzs-spannung zur Folge haben. Die Dimensionierung des Oszillators ist also wesentlich für die Gesamtplanung eines kollektorlosen Gleichstrommotors.

Der kleine Reststrom, der durch den gesperrten Transistorschalter fließt, ist aus dem Diagramm (Bild 5) ebenfalls ersichtlich.

### Drehzahlregelung

Wie bereits erwähnt, muß die Drehzahl eines Antriebsmotors für Tonbandgeräte sehr konstant gehalten werden, und zwar nach DIN 45 511 auf  $\pm 2\%$  in allen vorkommenden Betriebszuständen. Diese Regelung läßt sich bei der angegebenen elektronischen Kommutierung mit Fliehkraftschaltern in außerordentlich einfacher Weise durchführen.

Bei Erreichen der Regeldrehzahl muß der Fliehkraftschalter die Oszillatorschwingung abschalten. Als besonders günstig hat sich für diesen Zweck eine Schaltung erwiesen, bei der der Fliehkraftschalter den Rückkopplungs-zweig des Oszillators beeinflusst. Der Fliehkraftschalter 51 befindet sich zusammen mit der Reglerspule 50 in unmittelbarer Nähe des Steuersegments auf dem Läufer. Bei zusammengebautem Motor läuft die Reglerspule im Raum zwischen Oszillatorspule 4 und den auf den Schenkeln des Steuerkerns befindlichen Steuerspulen 31, 32 und 33 um.

Wird nun die Reglerspule bei Erreichen der Regeldrehzahl vom Fliehkraftschalter kurzgeschlossen, so wird zunächst unter der Annahme weiterhin konstanter Oszillatorschwingung ein Teil des Hochfrequenzflusses in den Streuweg gedrängt, so daß die Spannung in der angeschalteten Steuerspule sinkt. Damit sinkt aber auch der Steuerstrom des betreffenden Transistorschalters und der Spannungsabfall am Kommutierungswiderstand 9. Da die Spannung am Widerstand 9 starke hochfrequente Bestandteile hat, kann sie zur Rückkopplung herangezogen werden. Zu diesem Zweck wird der Widerstand 9 über den Rückkopplungskondensator 10 mit der Basis des Oszillatortransistors verbunden (Bild 6). Sinkt nun die Rückkopplungsspannung infolge des schließenden Fliehkraftschalters, so wird bei richtiger Dimensionierung die Rückkopplungsbedingung des Oszillators nicht mehr erfüllt, und die Oszillatorschwingung reißt ab.

Fällt die Drehzahl so weit, daß der Fliehkraftschalter wieder öffnet, so schwingt der Oszillator wieder an, wobei für den Beginn des Anschwingvorgangs die Hilfskondensatoren 41, 42 und 43 den Rückschuß der Hochfrequenz gegen Masse vornehmen. Diese Rückkopplungssteuerung bietet den Vorteil, daß die Schaltung auch mit stark streuenden Bauelementen aufgebaut werden kann, ohne daß Organe zur Einstellung des gewünschten Betriebspunktes notwendig wären.

Um den Fliehkraftschalter besonders betriebssicher zu machen, wird die Reglerspule mit vielen Windungen ausgeführt. Die damit verbundene höhere Spannung verhindert Kontaktschwierigkeiten.

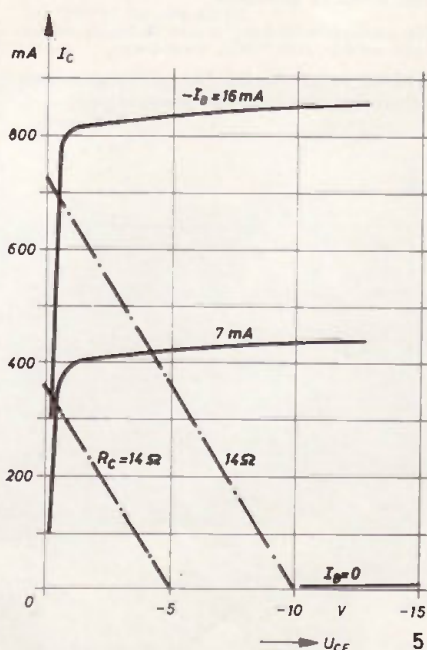
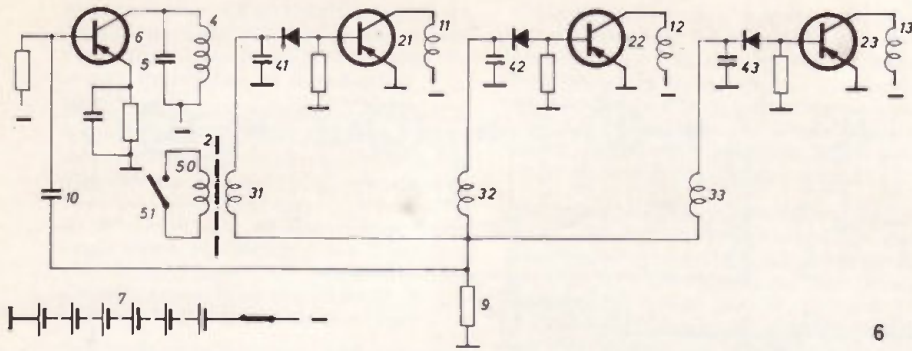


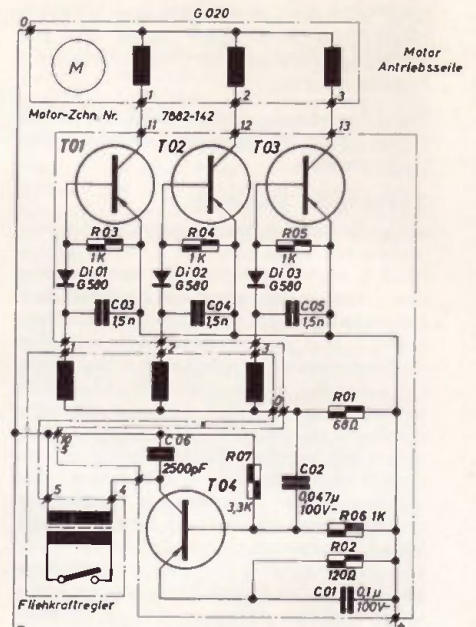
Bild 5 Mechanismus des Schalttransistors



- 2 = Steuersegment
- 4 = Oszillatortspule
- 5 = Schwingkreis-Kondensator
- 6 = Oszillator-Transistor
- 7 = Spannungsquelle
- 9 = Kommutierungswiderstand
- 10 = Rückkopplungs-Kondensator
- 11, 12, 13 = Ständerwicklung
- 21, 22, 23 = Transistorschalter
- 31, 32, 33 = Steuerspule
- 41, 42, 43 = Hilfskondensator
- 50 = Reglerspule
- 51 = Fliehkraftschalter

▲ Bild 6 Schaltbild mit Drehzahlregler

► Bild 10 Schaltung des im TK 6 L verwendeten kollektorlosen Motors



Bei Motoren mit Erregerspulen, die wie im vorliegenden Fall nur in einer Richtung vom Betriebsstrom durchflossen werden, bietet sich neben der Fliehkraft noch ein rein elektrisches Kriterium an für die Drehzahl, nämlich die vom umlaufenden Magnetsläufer in der Erregerspule induzierte Spannung: Während der stromlosen Phase wird in jedem Wicklungsstrang (11, 12 und 13 in Bild 1) eine EMK induziert, die streng proportional der Drehzahl ist, und die sich nach entsprechender Gleichrichtung zum Steuern der HF-Amplitude des Oszillators verwenden läßt. Man gelangt auf diese Art von einer Digital- zu einer Analogregelung sehr hoher Drehzahlgenauigkeit und zu einem Motor, bei dem die Wellenlagerung das einzige mechanisch beanspruchte Teil darstellt. (Näheres darüber im nächsten Heft.)

#### Technische Daten und Anwendung

Der Motor mit einem Durchmesser von 29 mm und einer Länge von 53 mm hat zusammen mit der Schaltung nach Bild 6 in einer speziellen Auslegung folgende Kennwerte:

Drehmoment	12 pcm
Drehzahl	3000 min <sup>-1</sup>
Bei Betrieb ohne Regler:	
Motorstrom	145 mA
Betriebsspannung	5,8 V
Wirkungsgrad ohne Oszillatorstrom	43%
Bei Betrieb mit Regler, gemessen bei einer Betriebsspannung von 9 V:	
Motorstrom	150 mA
Oszillatorstrom ungefähr	17 mA

Bild 7 zeigt das Drehzahlverhalten des Motors in Abhängigkeit von der Betriebsspannung mit dem Belastungsmoment als Parameter, Bild 8 gibt den Zusammenhang zwischen Motorstrom und Nutzdrehmoment.

Für den Einbau in Tongeräte sind Aufhängeelemente vorgesehen, die eine günstige Körperschallisolation des Motors gegenüber dem Gerät garantieren.

Mit dem GRUNDIG TK 6 ist seit mehreren Jahren ein Tonbandgerät auf dem Markt, dessen Motor als einer der ersten seinerzeit bereits ohne Schleifringe und Schleifbürsten im Regleraggregat arbeitete.

Dieses Gerät war wegen des kombinierten Netz-Batteriebetriebes geradezu dafür prädestiniert, mit Hilfe des büstenlosen Gleichstrommotors modernisiert zu werden, und zwar unter bewußter Beibehaltung der bewährten übrigen mechanischen und elektrischen Bauelemente. Bild 9 zeigt ein geöffnetes Gerät mit eingebautem kollektorlosem Gleichstrommotor: man erkennt rechts unten vor der einen Motoranschlußplatte das sechseckige Federelement der Zentralaufhängung, darüber die Druckplatte mit der gesamten Kommutierungs- und Reglerelektronik, aus der nur links die drei Schalttransistoren herausgezogen und zur besseren Wärmeleitung direkt an das Chassis geschraubt sind. Mit einem solchen Gerät lassen sich gehörig nach DIN 45 507 bewertete Tonhöhenchwankungen von  $\pm 0,1\%$  bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit und von  $\pm 0,15\%$  bei 4,75 cm/s ohne weiteres erreichen. Die Gesamtstromaufnahme bei Zimmerlautstärke liegt bei 200 mA entsprechend einer Batterielebensdauer von etwa 15 Stunden.

Die Erstveröffentlichung dieses Beitrages ist im *radio mentor*, Heft 5/1965, erschienen.

Bild 10 zeigt die im TK 6 L verwendete Schaltung des kollektorlosen Motors.

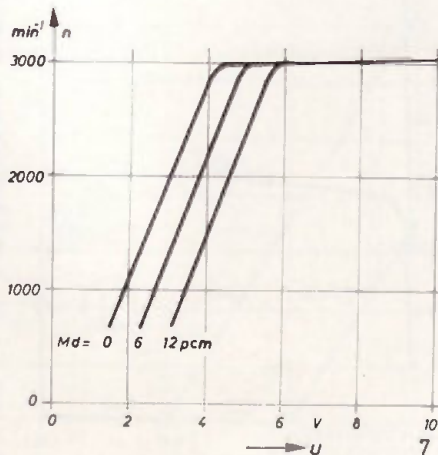


Bild 7 Motordrehzahl als Funktion der Batteriespannung (Drehmoment als Parameter)

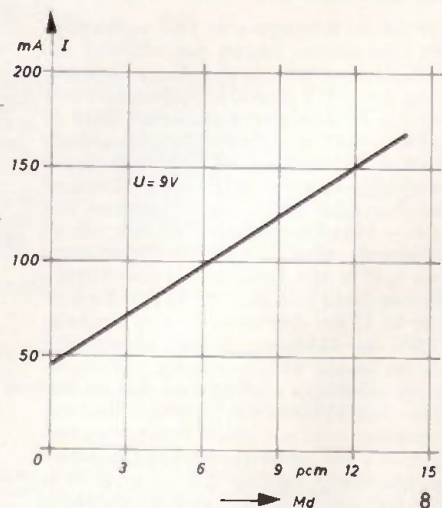


Bild 8 Motorstrom als Funktion des Drehmoments

#### Literatur

- 1) H. Siekmann: Feinwerktechnische Antriebe mit Gleichstrom-Kleinstmotoren. *Feinwerktechnik* 67 (1963) S. 459-468.
  - 2) H. Geiger und H. Brouns: TK 4 und TK 6, zwei neue GRUNDIG Tonbandkoffer in Volltransistorschaltung für Netz- und Batteriebetrieb. GRUNDIG Technische Informationen 1962, S. 434-450.
  - 3) H. Scholl: Das in den Universal-Tonbandgeräten TK 4 und TK 6 angewandte HF-Regelverfahren zur Konstanthaltung der Motordrehzahl. GRUNDIG Technische Informationen 1963, S. 519-523.
  - 4) USA-Patent 2 829 324
  - 5) P. A. Studer: Development of a brushless dc motor for satellite application. NASA-TN, D-2108, Februar 1964.
  - 6) G. Rotchiff und B. J. Clifton: *Journ. Scient. Instr.* 41 (1964), S. 268.
  - 7) O. Grimm: Fernzählung mit elektronischen Impulsgebern. *Elektrizitätswirtschaft* 61 (1962), S. 599-603.
- Vergleiche hierzu auch:  
D. Teuber: Elektrische Maschine für die Loge-regelung von Raumfahrzeugen über längere Zeiten. *ETZ-A* 86 (1965), S. 20-23.  
M. Lovet: Petits moteurs magnétoélectriques à mouvement pendulaire et rotation continue fonctionnant sans contacts électriques intermédiaires. *Ann. franç. Chronométrie* 8 (1954), S. 117-124.

H. NIEHUS

GRUNDIG

# stenorette 200

Das ideale Diktiergerät  
mit Kurztonträger



Bild 1  
Gesamtansicht der Stenorette 200

Die Stenorette 200 ist ein Diktiergerät zur Verwendung von Tonfolien mit einer gesamten Aufnahmezeit von 8 Minuten. Alle Funktionen, die bei einem Diktat notwendig sind, werden vom Stielmikrofon aus gesteuert. Das Einschleiben der Folie erfolgt über die Tischplatte in den Schacht, wobei sie dann, wenn das Ge-

rät auf „Start“ steht, von selbst eingezogen wird. Am Ende des Diktates wird durch Betätigen der Auswerttaste die Folie aus demselben Schacht wieder ausgeworfen. Im nachfolgenden Artikel ist der konstruktive Aufbau sowie die Arbeitsweise der einzelnen Funktionen im Gerät beschrieben.

Das komplette Gehäuse besteht aus einem Boden und einem Gehäuseoberteil. Für beide Teile wird als Werkstoff ein schlagfestes Polystyrol verwendet.

Das Gerät selbst ist auf einer Montageplatte aus Stahlblech montiert. Die Montageplatte ist mittels vier Zylinderschrauben mit dem Boden verschraubt. Für die Mikrofonablage sind unter dem Boden an beiden Seiten Führungen angebracht, so daß sie auf der gewünschten Seite bequem eingeschoben werden kann. Die vier Gummifüße gewähren dem Gerät einen festen Stand und verschonen die Tischplatte vor Beschädigungen. Das Gehäuseoberteil ist mit drei Schrauben, die unten eingeschraubt werden, mit dem Boden verbunden. Mit einem Geldstück werden die Schrauben gelöst und das Gehäuse kann bequem abgenommen werden. Die Minutenskala sowie die farbigen Fenster für Betrieb-, Aufnahme- und Telefonanzeige sind an der Frontseite des Gehäuses übersichtlich angebracht und durch eine Klarsichtscheibe abgedeckt. An der Rückwand zwischen den Luftschlitzen befindet sich ebenfalls eine Klarsichtscheibe, durch die, vor Inbetriebnahme des Gerätes, die jeweilige eingestellte Netzspannung von außen abgelesen werden kann.

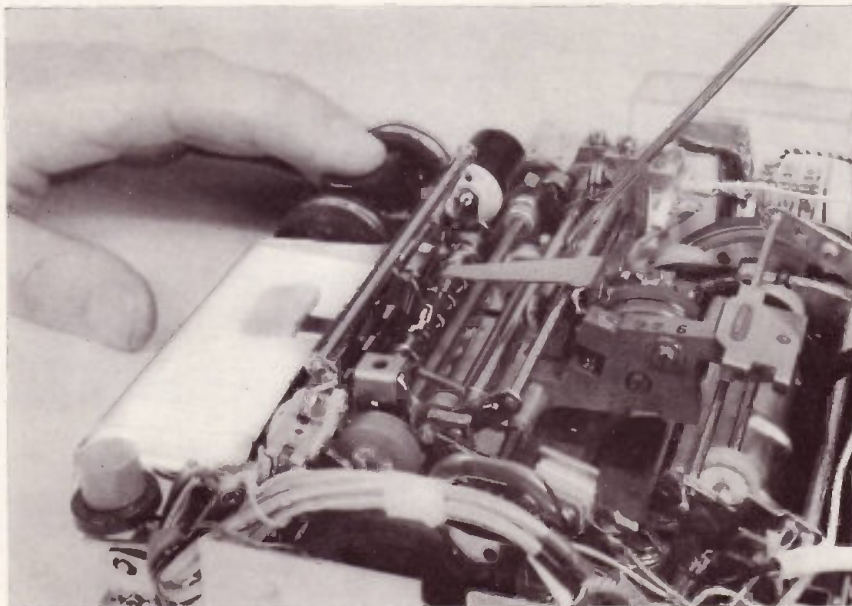


Bild 2  
Blick in den Innenaufbau der Stenorette 200

Der mechanische Teil des Gerätes setzt sich im wesentlichen aus zwei Baugruppen zusammen: A) Antrieb, B) Laufwerk.

### A) Antrieb

Der komplette Antrieb besteht aus einem Außenläufermotor und einer sinnvollen Kombination zwischen Reibrad und Riemtrieb zur Kraftübertragung. Zur Erläuterung der Arbeitsweise siehe Bild 3. Der Motor (1) ist durch einen Befestigungswinkel (2) fest mit der Montageplatte verschraubt. Der Lagerbock (3), an dem der Reibradsatz (4) gelagert ist, ist durch einen Bolzen (5) am Befestigungswinkel pendelnd befestigt. Bei normalem Vorlauf erfolgt der Reibradandruck durch einen Gleichstrommagneten (6). Auf den Druckbolzen (7), der mit dem Magnetanker (8) verbunden ist, liegt eine vorgespannte Druckfeder (9).

Beim Anziehen des Magnetankers verschiebt der Druckbolzen den Lagerbock, bis das Vorlaufreibrad (10) an die Motorwelle angedrückt wird. Von der Vorspannung der Druckfeder hängt es ab, wie groß der Reibradandruck ist. Die vorgespannte Feder hat den Vorteil, daß der Magnet bei einem großen Hub keine große Federkraft zu überwinden braucht, sondern erst bei kleinem Hub muß der Magnet die erforderliche große Andruckkraft anziehen. Um das Klappgeräusch, das beim Anziehen des Magnetankers auftritt, zu vermindern, ist auf dem Magnetkern ein einstellbares Dämpfungsglied eingebaut. Zieht der Magnetanker an, so wird der Stoß über das Druckstück (12) von dem elastischen Kunststoff (13) aufgefangen.

Der Antrieb des Laufwerks erfolgt mit einem vulkanisierten Gewebeflächriemen (14), der durch zwei Spannrollen (15) mittels einer Zugfeder (16) gespannt wird.

Beim schnellen Rücklauf und Folienauswurf wird durch Anheben der Schaltleiste (17) das Rücklaufreibrad (18) mit dem Motorwellenbund (19) in Eingriff

gebracht, so daß das Laufwerk rückwärts läuft. Eine einstellbare Druckfeder (20) zwischen Schaltleiste (17) und Montageplatte (21) sorgt dafür, daß bei Gerötestellung „Aus“ die Reibräder nicht im Eingriff stehen, sondern eine Mittelstellung zur Motorwelle bzw. Motorwellenbund einnehmen. Dadurch werden Druckstellen und bleibende Verformungen am Reibbelag vermieden.

### B) Laufwerk

Das Gestell des Laufwerkes ist aus Silumin (GD Al Si 12) Druckguß hergestellt. Dadurch wird eine große Stabilität erreicht. An dem Gestell sind alle Baugruppen, die für die vielseitigen Funktionen notwendig sind, montiert.

Die Folie läuft über zwei vulkanisierte Gummiwalzen und wird jeweils auf der rechten Seite von einer festen und links von einer federnden Endkapselscheibe gegen ein seitliches Verschieben geführt.

Beim geradlinigen Folienweg zwischen den beiden Walzen sind auf der rechten Seite Führungen angebracht, an denen die Folienkante entlang läuft.

Die Walzen sind auf gehärteten Stahlwellen angeschraubt, die wiederum in wartungsfreien Sinterlagern laufen. Um ein Axialspiel der Walzen zu vermeiden, liegen auf einer Seite der Wellen Federscheiben. Die Antriebsräder am Laufwerk haben einen aufvulkanisierten Gummibelag und sind auf die Wellen aufgedreht. Die beiden Walzen müssen gleiche Drehzahlen haben, deshalb läuft über die Reibräder ein vulkanisierter Gewebeflächriemen, der durch zwei Spannrollen mittels einer Zugfeder gespannt wird. Da hierbei Gummi auf Gummi läuft, ergibt sich ein hoher Reibungskoeffizient, der den Gleitschlupf auf ein Minimum begrenzt. Die Funktion des Laufwerkantriebs ist im Abschnitt A beschrieben worden. Für die Umlenkung der Folie ist an der hinteren Walze ein festes Führungsblech angebracht, das die Walze an ihrem Umfang bis zur

Hälfte überdeckt. Das vordere Führungsblech ist beweglich und wird bei jedem Folienumlauf von dem Folienstoß durch die Reibung mit hochgezogen und fällt dann durch das Eigengewicht wieder ab.

Damit wird erreicht, daß im Vorlauf der Folienanfang — der bestrebt ist, tangential zu laufen — sich der Walze anschmiegt, bis er am Höchstpunkt die Walze wieder verläßt. Bildliche Darstellung siehe Bild 4.

Ist beim schnellen Rücklauf das vordere Führungsblech bereits abgefallen, so ist der Schacht zum Folienauslauf frei. Ergibt sich die Stellung, daß der Folienstoß innerhalb des vorderen Führungsbleches liegt, so wird durch die Reibung des Folienstoßes das vordere Führungsblech beim Rücklaufen mit nach unten gezogen und die Folie kann ebenfalls frei über den Schacht auslaufen. Hierzu Bild 5.

Als Tonträger wird eine Kunststoffolie verwendet. Auf der beschichteten Seite der Folie sind Rillen eingepreßt, die schräg zur Folienkante verlaufen. Die Schrägstellung der Rillen wurde so ausgelegt, daß am Folienstoß der Übergang von einer Rille zu nächsten Rille gegeben ist. Zur bildlichen Erläuterung siehe Bild 6. Der Polschuh des Hör- und Sprechkopfes läuft in diesen Rillen und wird damit über die gesamte Folienbreite transportiert. Die Unterbrechung der Aufzeichnung, die zwangsläufig am Folienstoß auftritt, dauert maximal ca. 23 msec und wird bei einem Diktat wegen ihrer kurzen Zeit vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen.

Für den Transport der Folie sorgen an jeder Walze zwei Andruckrollenpaare, deren Wellen in V2a Lagerschalen laufen. Die auf die Wellen drückenden Schneckenfedern bestimmen den Andruck der Rollen. Ein gleichmäßiger Andruck der Rollenpaare trägt im wesentlichen zu den Gleichlaufeigenschaften des Gerätes bei.

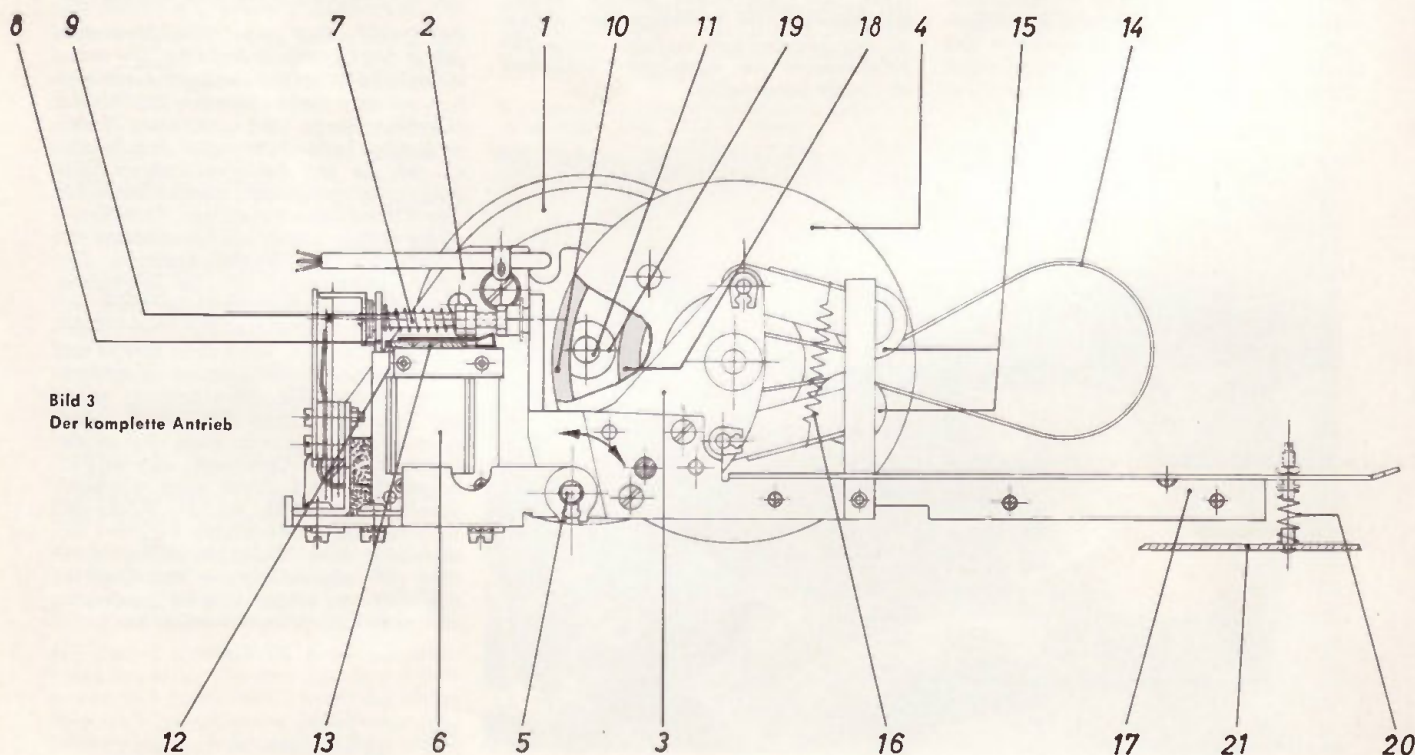


Bild 3  
Der komplette Antrieb



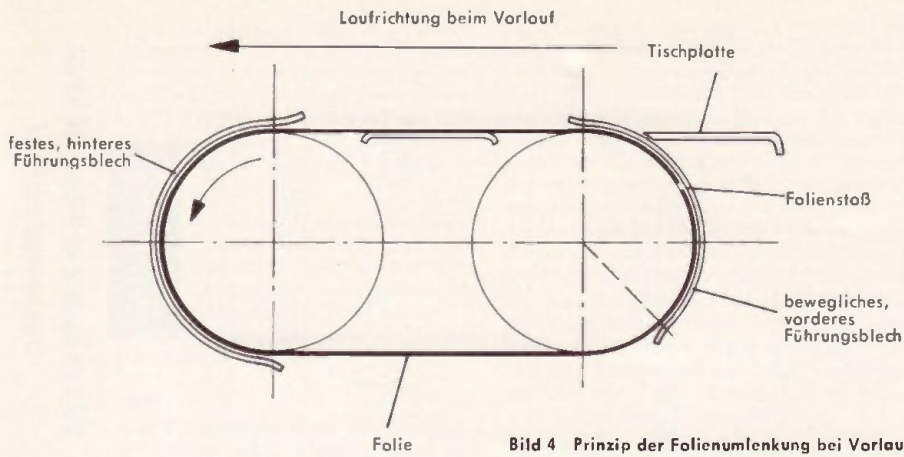


Bild 4 Prinzip der Folienumlenkung bei Vorlauf

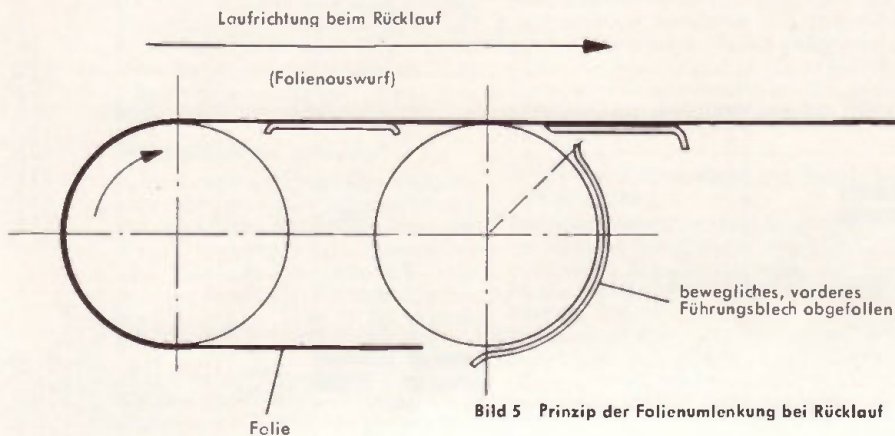


Bild 5 Prinzip der Folienumlenkung bei Rücklauf

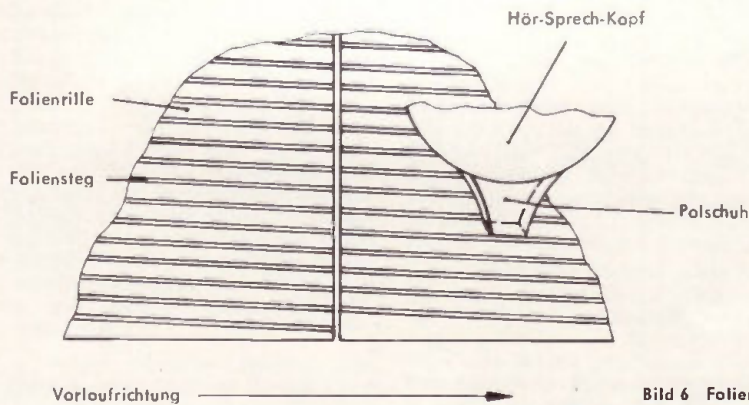


Bild 6 Folienstoß

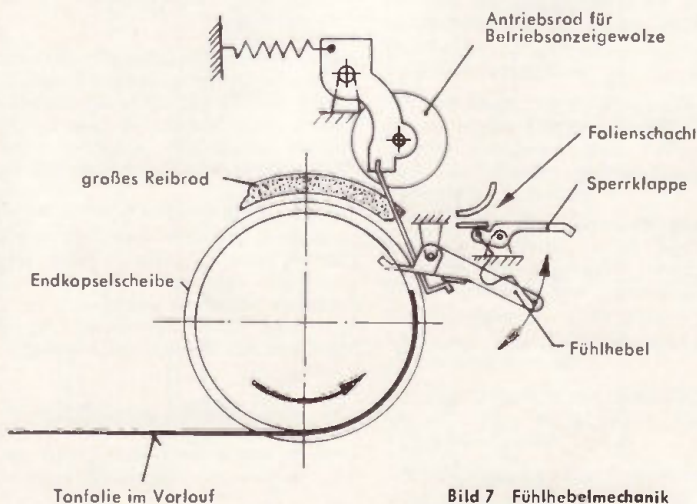


Bild 7 Fühlhebelmechanik

## Bedienungsmöglichkeiten

1. Inbetriebnahme
2. Start-Vorlauf am Mikrofon (Wiedergabe)
3. Einschieben der Folie
4. Aufnahme am Mikrofon
5. Kurzurücksetzen am Mikrofon
6. Start und Kurzurücksetzen mit Hand- oder Fußschalter
7. Aufnahme mit Telefonadapter
8. Abhörtaste
9. Auslaufen der Folie
10. Abschalten des Gerätes

### 1. Inbetriebnahme

Beim Einschalten des Gerätes wird der Netzschalter geschlossen, das Lämpchen L2 leuchtet auf und der Motor läuft an. Vom Nocken am Rändelrad wird über ein Druckstück der Netzschalter eingeschaltet. Gleichzeitig wird von dem Druckstück ein Hebel gesteuert, der die Abhebebrücke, auf der der Kopf ruht, absenkt, so daß die Polspitze des Kopfes auf der Führungsplatte liegt.

### 2. Start-Vorlauf am Mikrofon bei Wiedergabe

Durch Betätigen der Starttaste am Mikrofon wird der Stromkreis für den Vorlaufmagneten eingeschaltet. Der Kontakt H am Mikrofonstecker wird über D auf Masse geschaltet. Damit kommt der Vorlaufmagnet über Kontakt H, VM und a1 zum Anzug, C 26 liegt parallel zur Magnetspule und löscht die Abreißfunken an den Kontakten, die beim Abschalten des Magneten entstehen.

### 3. Einschieben der Folie

In Pfeilrichtung wird die Folie waagrecht über die Tischplatte in den Einlaufschacht eingeschoben. Die Schräge an der Folie schiebt die Einlaufsperrfeder zur Seite, so daß sie an das erste Transportrollenpaar gelangt, das gemeinsam mit der Walze bei angezogenem Vorlaufmagneten (Start) den automatischen Einzug bewirkt. Durch die Einlaufsperrfeder wird ein falsches Einschleiben von Folien verhindert. Die eingelaufene Folie betätigt einen Fühlhebel, der einerseits den Einlaufschacht mit einer Klappe schließt und dadurch das versehentliche Nachschieben einer zweiten Folie verhindert und andererseits die Betriebsanzeige in Gang setzt.

Diese Fühlhebelmechanik arbeitet im einzelnen wie folgt:

Der Folienanfang stößt an den Fühlhebel an und schwenkt diesen so weit um, bis er auf der Folie aufliegt. Die Sperrklappe ist mit dem Fühlhebel durch einen Zugdraht verbunden. Bei der Schwenkbewegung des Fühlhebels wird die Sperrklappe hochgestellt, so daß der Einlaufschacht geschlossen ist.

Am Rollenhebel, an dem das Antriebsrad für die Betriebsanzeigewalze gelagert ist, ist ein Zugdraht befestigt, der den Rollenhebel ebenfalls mit dem Fühlhebel verbindet.

Der Andruck des Antriebsrades an das große Reibrad erfolgt durch die Schwenkbewegung des Fühlhebels. Die Betriebsanzeigewalze wird nun über einen biegsamen Draht von dem Antriebsrad in Drehung versetzt.

### 4. Aufnahme am Mikrofon

Folie ist eingeschoben, damit ist Kontakt f geöffnet und Transistor T 7 leitend.



Wird nun am Mikrofon die Aufnahme-taste gedrückt, so ist der Kontakt A am Mikrofon über E und D mit Masse verbunden. Dadurch zieht das K-Relais über r3; t1; T7; K-Relais, L1 und a1 an und hält sich selber über den Selbsthaltekontakt k3. Das Lämpchen L1 am Gerät leuchtet auf.

Lämpchen L4 bekommt ebenfalls Strom über A, k3, E, D = Masse und B, t6, R-Magnet a1, und zeigt damit an, daß das Gerät auf Aufnahme geschaltet ist. Wenn keine Folie im Gerät ist, bleibt T7 über f-Kontakt gesperrt und verhindert damit Aufnahme.

### Endsignal

Kurz vor Folienende wird der Endkontakt e1 über eine Kontaktbahn mit Masse verbunden. Der Unterbrecherkontakt U1 liegt in Serie des Stromkreises und wird über eine Exzenterscheibe bei laufendem Gerät geschaltet. Damit kommen vom Folienende mehrere (6...7) kurze Summertöne, die das Ende anzeigen.

### 5. Kurzurücksetzen am Mikrofon

5.1 Wünscht man während des Diktates oder des Abhörens den letzten Absatz nochmals zu hören, so bedient man sich des Kurzurücksetzens. Zur Betätigung wird die Starttaste am Mikrofon über Start hinausgeschoben und dadurch die Kontakte B und E über D an Masse gelegt.

5.2 Dabei wird der Rücksetzmagnet über t6 auf Masse geschaltet und kommt über a1 zum Anziehen. Durch den angezogenen Magneten wird über eine Schubstange ein Reibrad mit einer Segment-scheibe an das große laufende Reibrad angedrückt und mitgenommen, dadurch fällt der Pimpel von dem Segment der Scheibe ab und der Kontakt n1 wird geschlossen. Wird während des Rücksetzvorganges die Schiebetaste am Mikrofon wieder auf Start bzw. Stop gebracht, so fällt der Rücksetzmagnet erst ab, wenn das Segment der Scheibe den Kontakt n1 wieder öffnet. Eine Zugfeder am Rücksetzhebel hebt das Reibrad ab und drückt den stromlosen Anker über die Schubstange an seinen Anschlag und schaltet gleichzeitig die Federsätze um.

5.3 Bei einem schnellen Schalten der Schiebetaste von Stellung Kurzurücklauf auf Stop bleibt der Stromkreis des Vorlaufmagneten über den Kontakt r1 solange geschlossen, bis der Rücksetzmagnet abfällt und den Kontakt r1 öffnet.

5.4 Wird bei Stellung Aufnahme über „Start“ das Kurzurücksetzen eingeschaltet, so öffnet der Kontakt r3 am Rücksetzmagnet und unterbricht den Stromkreis vom K-Relais, das damit abfällt und auf Wiedergabe umschaltet.

### 5.5 Mechanischer Vorgang

Das kleine Reibrad, das am Rücksetzhebel gelagert ist, wird von einer Schubstange beim Anziehen des Magnetankers an das große laufende Reibrad angedrückt. Die Andruckkraft bestimmt die einstellbare Druckfeder am Magnetanker.

Der Rücksetzvorgang verlangt drei Bewegungen: Abheben des Kopfes, Verschieben des Kopfes um einen Rillenabstand und Aufsetzen des Kopfes auf die Folie.

a) Abheben des Kopfes: Auf der Exzenterscheibe, die auf der linken Seite der Welle angeschraubt ist, gleitet eine gewölbte Blatffeder, die das Rücksetzgestänge — durch Ansteigen der Exzenterkurve — in eine Drehbewegung versetzt. Da der Mittelpunkt der Mitnehmerkurve gegenüber dem Rücksetzgestänge versetzt ist, hebt das Rücksetzgestänge beim Abgleiten der Mitnehmerkurve den Kopf hoch, drückt das Lederplättchen an und hält den Kopf in Höchststellung fest.

b) Verschieben des Kopfes: Das Verschieben erfolgt dann über eine langsam ansteigende Segmentscheibe, die mit der Exzenterscheibe fest verbunden ist. Der Weg des Rücksetzens ist genau auf Rillenabstand eingestellt.

c) Aufsetzen des Kopfes: Beim Abgleiten der gewölbten Blatffeder zum Tiefpunkt der Exzenterkurve hin geht das Rücksetzgestänge — durch die Drehbewegung — wieder in seine Ruhelage zurück. Gleichzeitig gleitet die Mitnehmerkurve vom Rücksetzgestänge ab und somit setzt die Polspitze wieder auf die Folie auf.

### 6. Start und Rücksetzen mit Hand- oder Fußschalter

Die Anschlußbuchse des Hand- oder Fußschalters ist parallel zur Mikrofonbuchse geschaltet. Die Arbeitsweise der Funktionen ist damit die gleiche, wie unter Punkt 5 bis 5.3 beschrieben wurde. Die Bedienung Start und Kurzurücklauf mit dem Hand- oder Fußschalter bezieht sich nur auf Wiedergabe, denn das K-Relais kann nicht mittels Hand- oder Fußschalter auf Aufnahme umgeschaltet werden.

### 7. Aufnahme mit Telefonadapter

7.1 Die Folie ist bereits eingelaufen, damit der Kontakt f öffnet und der Transistor T7 leitet. Der Telefonadapter ist angeschlossen. Die Telefontaste am Federsatzwinkel wird betätigt, damit alle Kontakte mit der Bezeichnung t umschalten. Das Lämpchen L3 (im Fenster Telefon-Symbol) leuchtet über t5 auf. Das K-Relais kommt über a1; L1 (leuchtet auf); K-Relais; T7; t4 auf Masse zum Anzug und schaltet auf Aufnahme.

7.2 Die Kontakte 3 und 4 in der Telefonadapterbuchse wurden durch Einstecken des Telefonadaptersteckers verbunden, weil im Stecker die Kontakte 3 und 4 über eine Brücke geschlossen sind. Kontakt 4 liegt an Masse, wobei Kontakt 3 über t7 am Vorlaufmagnet liegt, der dann über a1 anzieht.

7.3 Durch den geöffneten t-6-Kontakt werden die gegebenenfalls angeschlossenen Fernbedienungs-Einrichtungen abgeschaltet. Fehlbedienungen werden dadurch vermieden.

7.4 Am Ende der Telefonaufnahme wird durch nochmaliges Drücken die Taste wieder ausgelöst. Die Federsätze mit den Kontakten t gehen wieder in ihre Ruhestellung zurück.

Um ein sicheres Abfallen des K-Relais zu gewährleisten, wird beim Zurückschalten der Kontakt t4 zuerst von Masse getrennt und dann schließt t1.

Der Kondensator C 23 dient zur Funkenlöschung des K-Relais bei normaler Mikrofonaufnahme.

Bei Telefonaufnahme ist er abgeschaltet, um ein schnelles Abfallen des K-Relais zu gewährleisten.

7.5 Beim Drücken der Folienauswerftaste wird ebenfalls die Klinke an der Tele-

fontaste ausgelöst, so daß die Kontakte t in ihre Ruhestellung zurückgehen. Der Kontakt a1 an der Auswerftaste wird gleichzeitig geöffnet und bringt das K-Relais und den Vorlaufmagneten zum Abfallen.

### 8. Abhörteste

Mit dieser Einrichtung ist die Möglichkeit gegeben, den Kopf blitzschnell auf jede beliebige Stelle der Folie zu setzen. Die Betätigung erfolgt durch Drücken und anschließendes Verschieben der Taste nach rechts oder links. Der Kopf muß bei diesem Bedienungsvorgang von der Folie abgehoben haben. Beim Drücken wird das Gestänge an der Taste geschwenkt und über einen Hebel die Kopfabhebebrücke angehoben, die dann den Kopf von der Folie abhebt.

### 9. Auslaufen der Folie

9.1 Beim Drücken der Auswerftaste wird der Kontakt a1 geöffnet und Vorlaufmagnet sowie das K-Relais — wenn diese eingeschaltet sind — fallen ab.

9.2 Der Zwischenhebel auf der Schaltwelle hebt die Schaltleiste, die mit dem Lagerbock verbunden ist, an und bringt das Rücklaufrad mit der Motorwelle in Eingriff. Das Laufwerk wird dadurch in Auslaufrichtung angetrieben und das vordere Führungsblech fällt ab (siehe Bild 5). Wenn das Folienende den Fühlhebel verläßt, wird dieser durch eine Zugfeder in Ruhestellung gebracht. Das Antriebsrad von der Betriebsanzeigewalze bleibt stehen und die Sperrklappe öffnet. Die Folie, die von den Andruckrollen transportiert wird, läuft nun durch den Einlaufschacht über die Tischplatte wieder nach außen und kann abgenommen werden.

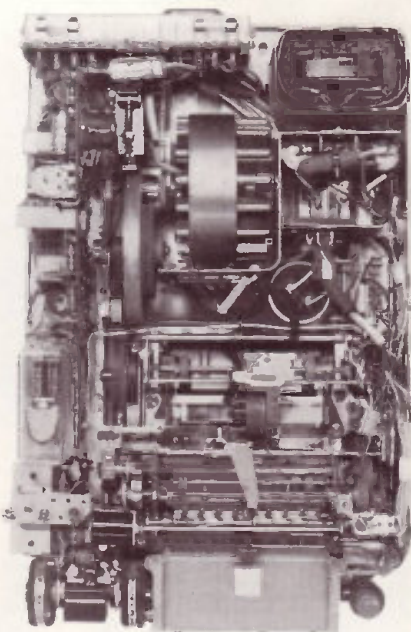


Bild 8 Blick in den Aufbau und die Mechanik der GRUNDIG Stenorette 200

9.3 Zur gleichen Zeit wird von einem Anschlag auf der Schaltwelle beim Drücken der Anlauffaste der Kopf von der Folie abgehoben. Das Abheben des Kopfes erfolgt über den Hebel, der die Abhebebrücke steuert.

Der Hebel, auf dem die Schneckenwelle gelagert ist, schwenkt aus, und somit greift die Schneckenwelle in den Kopf-

(Fortsetzung auf Seite 904)

# Satellit

## Ein Spitzen-Reisesuper mit ungewöhnlicher Kurzwellen-Ausstattung



Bild 1

Die betont kurzwellenfreundliche Ausstattung ist das besondere Merkmal des komfortablen GRUNDIG Spitzenreisesupers „Satellit“ mit insgesamt dreizehn Wellenbereichen. Neben UKW, Mittel- und Langwelle besitzt dieses Gerät nicht nur vier überlappende KW-Bereiche (1,6 bis 30 MHz, entsprechend 10 bis 187 m), sondern es sind noch weitere sechs gespreizte Bereiche speziell für den Empfang der Kurzwellen-Rundfunkbänder (16-, 19-, 25-, 31-, 41- und 49-Meter-Band) mit umschaltbarer Bandskala vorhanden. Die vier durchgehenden KW-Bereiche kann man auf der großflächigen Hauptskala abstimmen, wobei auch eine Feineinstellung (Kurzwellenupe) wirksam ist. Jede der beiden Skalen hat ihren eigenen Abstimmknopf, so daß man zwischen zwei auf Hauptskala und Bandskala voreingestellten Kurzwellenstationen durch Tastendruck schnell umschalten kann. Wird ein Programm in mehreren Bändern zugleich ausgestrahlt, so läßt sich auf diese Weise bei plötzlich auftretenden Störungen oder heftigem Fading rasch auf eine zweite Verbindung ausweichen (Diversity-Betrieb). Zusammen mit dem UKW-Duplexantrieb sind grundsätzlich sogar drei verschiedene Programme durch Tastendruck wählbar.

Angesichts der vorliegenden Gerätekonzeption mit vier KW-Bereichen, KW-Lupe und sechs gespreizten Bändern mag sich die Frage aufdrängen, ob denn dieser mehrfache Aufwand auf Kurzwellen gerechtfertigt sei. Hierzu kurz folgende Überlegungen: Für den weitgespannten Empfangsbereich von 1,6 bis 30 MHz bringt selbst die Aufteilung auf

vier Teilbereiche mit einer Gesamtlänge von fast 60 cm noch nicht die erwünschte Sicherheit beim Einstellen und schnellen Wiederfinden einer Station. Eine wesentliche Verbesserung kann zwar durch eine Feinverstellung des Oszillators (KW-Lupe) erzielt werden. Sie geht jedoch auf Kosten der Wiederauffindbarkeit der Sender, weil die Stelle, an der ein bestimmter Sender auf der Skala erscheint, von der jeweiligen Einstellung der Kurzwellenupe abhängt. Erschwerend kommt noch hinzu, daß viele Stationen ihre Programme in verschiedenen Sprachen ausstrahlen und daher nicht ohne weiteres zu identifizieren sind.

Leichte Sendereinstellung und zugleich große Sicherheit beim Wiederfinden bietet nur die echte Bandspreizung. Will man jedoch dem passionierten Kurzwellenfreund nicht die Möglichkeit nehmen, auch zwischen den Bändern auf Sendersuche zu gehen, so kann andererseits nicht auf durchgehende Bereiche verzichtet werden. Deshalb also beim „Satellit“ vier durchgehende Kurzwellenbereiche mit KW-Lupe als Abstimmhilfe für alle Fälle und zusätzlich die sechs wichtigsten KW-Rundfunkbänder in einer getrennten Abstimmereinheit, die eine bequeme sichere Einstellung garantiert.

Die gute Reproduzierbarkeit in den gespreizten Bändern erleichtert zugleich die Orientierung auf den durchgehenden Bereichen.

### Eingangsschaltung

Wie aus dem Blockschaltbild (Bild 3) hervorgeht, sind für die dreizehn Wellenbereiche drei getrennte HF-Eingänge, nämlich UKW-Mischteil, KW-Tuner und AM-Mischteil mit Vorstufe für Kurzwellen vorhanden. Eingebaute und externe Antennen werden durch Tastendruck wahlweise in Betrieb genommen. Bei KW-Empfang mit Teleskopantenne gelangt die HF-Energie entweder an die Vorstufe (KW 1—4) oder zum KW-Tuner (KW 5—10). Bei Empfang mit Außenantenne wird die Autoantennenbuchse angeschaltet, zu der über einen UKW-Sperrkreis die Buchse für AM-Außenantennen parallel liegt. Kontakt Ant 2 schaltet einen Symmetrierübertrager an den Eingang zum UKW-Mischteil, damit auch symmetrische Dipole verwendbar sind. Ant 5 schaltet die Ferritantenne für Mittel und Lang ein und Kontakt ML schaltet sie an die Basis des AM-Mischtransistors T 5. Die jeweils nicht benötig-

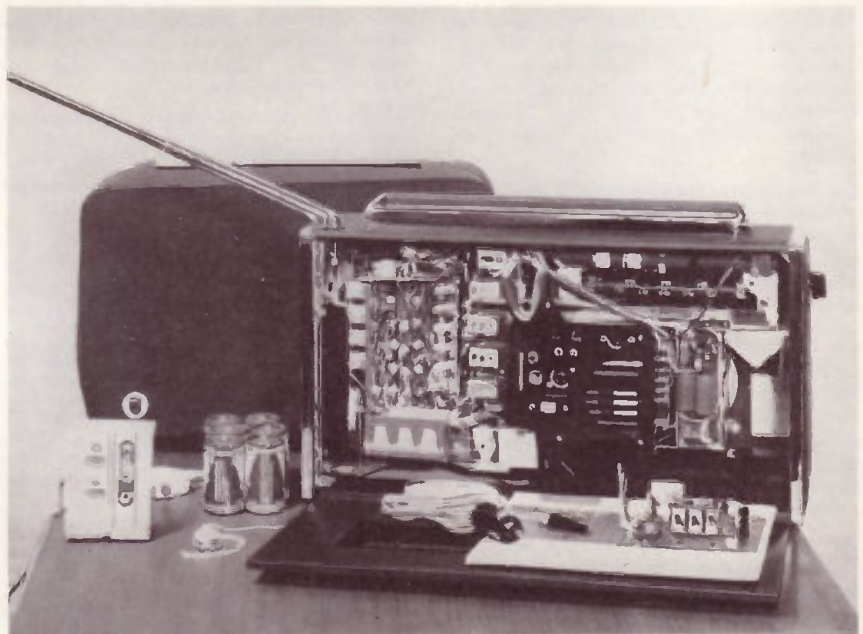


Bild 2  
GRUNDIG „Satellit“ bei geöffneter Rückwand und mit verschiedenem Zubehör

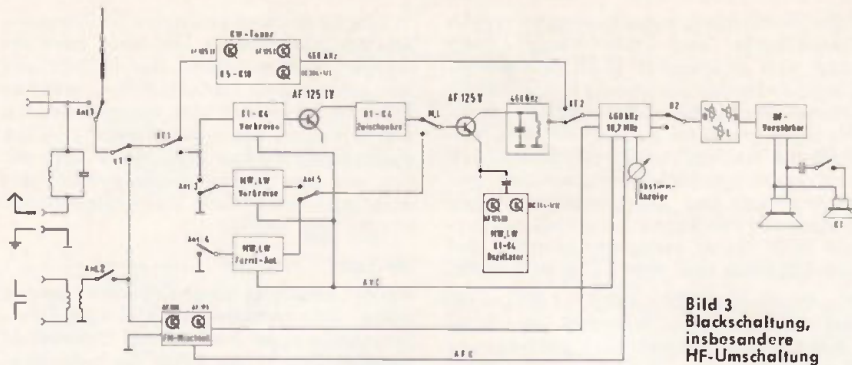


Bild 3  
Blackschaltung,  
insbesondere  
HF-Umschaltung

ten MW- und LW-Vorkreise setzt Ant 3 außer Funktion. Bei Empfang auf KW 1 bis 4 wird das Eingangssignal durch die Vorstufe T 4 verstärkt und nach weiterer Selektion durch abgestimmte Zwischenkreise der Mischstufe T 5 zugeführt.

**Induktive Kurzwellen-Lupe**

Die KW-Feinabstimmung an der getrennten AM-Oszillatorstufe T 6 ist relativ einfach gelöst: Ein Aluminiumblech wird den in einer Reihe angeordneten Oszillatortuben über eine Kurvenscheibe genähert. Die Größe der Blechabschnitte bestimmt den Frequenzhub (Bild 4), die Form der Kurvenscheibe ergibt einen annähernd linearen Frequenzverlauf über den Drehbereich. Neben der einfachen Funktionsweise besteht der Vorzug dieser induktiv wirkenden KW-Lupe vor allem darin, daß ihr Frequenzhub mit der Frequenzvariation des kapazitiv abgestimmten Kreises in einem linearen Zusammenhang steht. Bei einer kapazitiven Feinverstellung durch Trimmer, Kapazitätsdioden oder auch durch Eigenkapazität des Oszillator-Transistors würde sich dagegen der Frequenzhub der Lupe mit der dritten Potenz der Frequenzvariation des Kreises ändern.

Nimmt man beispielsweise einen Feinabstimmbereich von 30 kHz bei eingedrehtem Abstimmendrehkondensator und eine Frequenzvariation von 3:1 an, so würde in diesem Fall der Hub einer kapazitiven Lupe im ausgedrehten Zustand auf das 27 fache, nämlich 810 kHz, ansteigen.

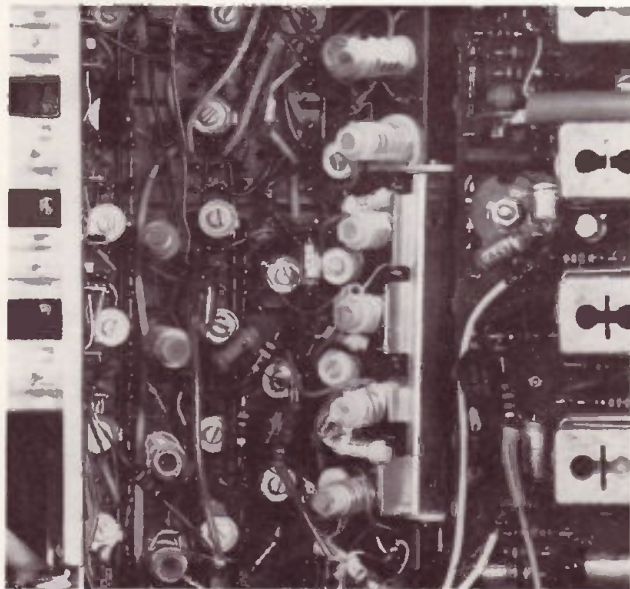


Bild 4  
Induktive Kurzwellenlupe

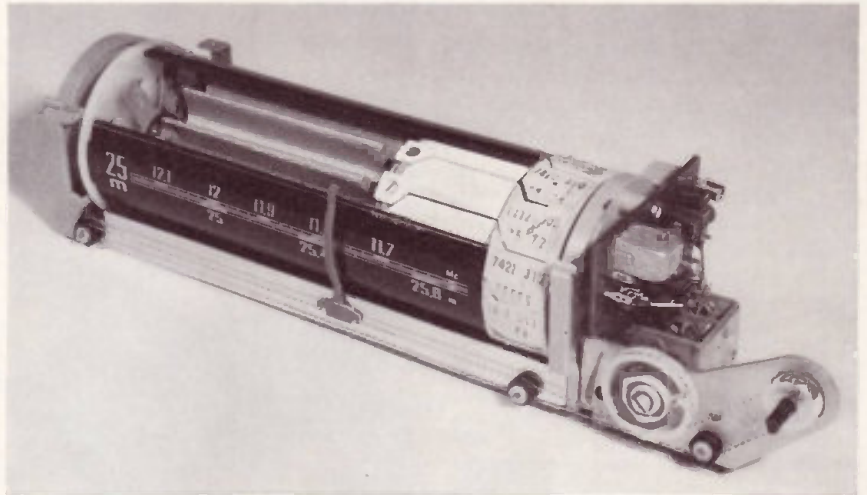


Bild 5 Kurzwellen-Schaltertuner des „Satellit“

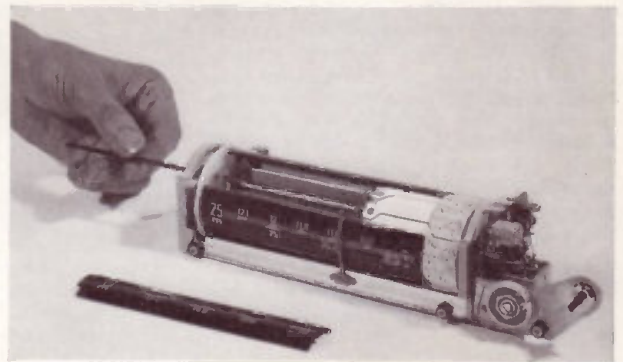
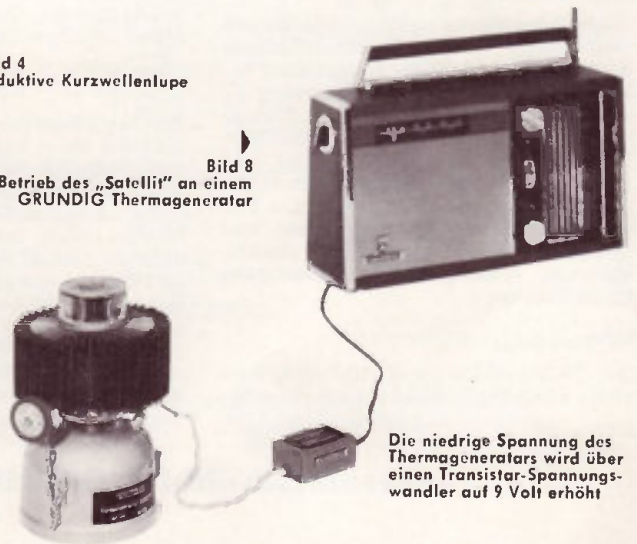


Bild 6  
Abgleich der Spulen  
des Schaltertuners

Bild 4  
Induktive Kurzwellenlupe

Bild 8  
Betrieb des „Satellit“ an einem  
GRUNDIG Thermagenerator



Die niedrige Spannung des Thermagenerators wird über einen Transistor-Spannungswandler auf 9 Volt erhöht

Die Frequenzsicherheit des Oszillators wird durch den zusätzlich angeordneten Regeltransistor T 7 mit Referenzdiode erhöht, eine Schaltung, die schon von anderen GRUNDIG Reisesupern her bekannt ist. Sie konnte nunmehr durch Einsatz einer Siliziumdiode vereinfacht werden.

**Kurzwellen-Schaltertuner**

Der KW-Tuner Bild 5, mit Drehschalter und umschaltbarer Skala, ist ein kompletter Baustein. Er liefert 460 kHz Zwischenfrequenz und wird separat geprüft und abgeglichen.

Auf eine abgestimmte Vorstufe wurde hier verzichtet, um günstige Abmessungen für den Tuner zu erhalten. Durch die kleinen Frequenzvariationen und den

vorteilhaften Aufbau (Spulenrevolver) werden nahezu die gleichen elektrischen Daten erreicht, wie man sie mit Vorstufe und bei einem Aufbau im üblichen Drucktastenaggregat erzielen würde. Dies trifft vor allem für die rauschbegrenzte Empfindlichkeit bei den größeren Wellenlängen zu. Die verstärkungsbegrenzte Empfindlichkeit liegt dagegen etwas niedriger. Die Grundverstärkung des Gesamtgerätes ist jedoch so hoch, daß dies nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die Empfindlichkeitswerte eines wahllos herangegriffenen Seriengerätes sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

#### Empfindlichkeit für:

Wellen- bereiche	6 dB		200 mW
	Rausch- abstand	26 dB Rausch- abstand	Ausgangs- leistung
Mit abgestimmter Vorstufe			
KW 1	6,9–2,8 $\mu$ V	120–45 $\mu$ V	3,8–1,5 $\mu$ V
KW 2	1,9–2,2 $\mu$ V	25–29 $\mu$ V	1,0–1,5 $\mu$ V
KW 3	1,6–2,0 $\mu$ V	23–27 $\mu$ V	3,2–5,5 $\mu$ V
KW 4	1,8–2,5 $\mu$ V	24–29 $\mu$ V	1,9–6,0 $\mu$ V
KW-Tuner ohne Vorstufe			
49 m	2,0 $\mu$ V	24 $\mu$ V	5,0 $\mu$ V
41 m	2,3 $\mu$ V	28 $\mu$ V	5,8 $\mu$ V
31 m	2,0 $\mu$ V	23 $\mu$ V	5,0 $\mu$ V
25 m	2,4 $\mu$ V	29 $\mu$ V	7,0 $\mu$ V
19 m	2,2 $\mu$ V	26 $\mu$ V	6,0 $\mu$ V
16 m	2,9 $\mu$ V	32 $\mu$ V	8,0 $\mu$ V

Bemerkenswert ist eine Besonderheit der Oszillatorschaltung des Tuners. Die Rückkopplung erfolgt nicht wie sonst über den Kollektor, sondern über die Basis, die durch eine kleine Kapazität von 6 pF am Hochpunkt des Kreises angekoppelt ist. Diese Schaltung, im Prinzip ein Dreipunkt-Oszillator, hat den Vorteil, daß man eine Anzapfung an der Oszillatordspule spart und damit je Bereich einen Umschaltkontakt weniger benötigt. Eine solche Anordnung funktioniert allerdings nur bei kleinen Frequenzvariationen gut. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß sich die Ankopplung der Basis an den Kreis und damit die Rückkopplungsbedingungen wesentlich ändern, wenn der Drehkondensator beispielsweise eine Variation von 1:10 aufweisen würde.

Der Arbeitspunkt des Oszillators wird hier ebenfalls durch einen zusätzlichen Transistor (T 3) mit Referenzdiode stabilisiert.

#### UKW-Mischteil

Dieser Baustein mit automatischer Scharf-abstimmung ist in Standardschaltung ausgeführt, die keiner besonderen Erläuterung bedarf. Die Vorspannung für die Nachstimmidiode BA 102 wird durch eine weitere Siliziumdiode stabilisiert. Der Mesa-Transistor AF 106 kommt nicht nur in der Vorstufe, sondern auch in der selbstschwingenden Mischstufe zum Einsatz. Dadurch werden Stabilität und gleichbleibende Eigenschaften erreicht, die eine reibungslose Serierfertigung gewährleisten.

#### ZF-Verstärker

Der ZF-Verstärker ist für 10,7 MHz vierstufig ausgelegt, wobei jedoch die mög-

liche Verstärkung zugunsten einer hohen Trennschärfe und guten Begrenzung nicht voll ausgenützt wird. Das Schaltungsprinzip hat sich bereits im GRUNDIG Ocean-Boy als besonders stabil und zuverlässig erwiesen und kommt ohne einstellbare Neutralisation aus. Alle Stufen sind durch gedruckte Kapazitäten fest neutralisiert. Der Ratiodetektor konnte hinsichtlich der Begrenzung und Symmetrie nach etwas verbessert werden. Bei AM-Empfang sind drei Stufen in Betrieb.

Die Demodulation erfolgt bereits nach der zweiten Stufe, während die dritte Stufe bei AM lediglich als Verstärker zur Gewinnung der Abstimmanzeigenspannung für das eingebaute Drehspulinstrument wirkt. Der komplette ZF-Verstärker ist ein 145 x 50 mm großer Baustein, der für sich geprüft und vollständig abgeglichen zur Empfängeranmontage angeliefert wird.

#### BFO-Zusatz

Für den Empfang unmodulierter Telegrafiesender erforderliche Hilfsoszillator wird als Zusatzteil geliefert (Bild 7) und läßt sich nachträglich in den „Satellit“ einsetzen. Bei der Geräteausführung „Satellit-Amateur“ ist dieser BFO-Zusatz jedoch bereits ab Werk eingebaut.

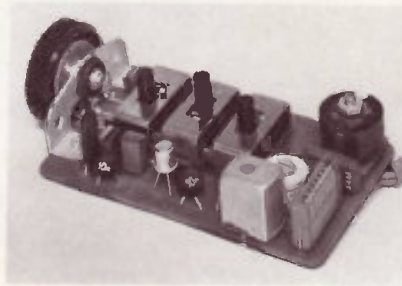


Bild 7 Der BFO-Zusatz zum „Satellit“

Der schaltbare Hilfsoszillator schwingt auf der Zwischen-Frequenz und seine Spannung wird zur Überlagerung in die zweite AM-ZF-Stufe an der Basis von T 11 eingespeist. Mit der Kurzwellenlupe kann man auch auf den durchgehenden Bereichen die Höhe der Schwebungsfrequenz — etwa 800 bis 1000 Hz — gut einstellen und dabei das weniger gestörte Seitenband aussuchen. Die Amplitude der Schwebungsfrequenz, welche nach der Gleichrichtung durch die AM-Diode entsteht, hängt von den Amplituden der überlagerten Spannung  $U_{ZF}$  und  $U_{BFO}$  ab. Das Schwingungsbild der Schwebung ähnelt dem einer modulierten Spannung. Die Hüllkurve schwankt dabei zwischen den Werten:

$$A_{\max} = U_{ZF} + U_{BFO}$$

$$A_{\min} = U_{ZF} - U_{BFO}$$

Der „Modulationsgrad“ ist also am größten, wenn beide Amplituden gleich groß sind. Das bedeutet, daß die zugeführte BFO-Spannung klein sein muß, wenn schwache Sender deutlich hörbar werden sollen. Um aber auch stark einfallende Sender verarbeiten zu können, läßt sich die automatische Verstärkungsregelung (AVC) am BFO-Zusatz abschalten. Die HF-Verstärkung des Empfängers ist dann von Hand regelbar, so daß beide Amplituden auf etwa gleiche Höhe gebracht werden können. Schließ-

lich ist es auch vorteilhaft, alle Frequenzen zu unterdrücken, die nicht benötigt werden. Hierzu enthält der BFO-Zusatz ein schaltbares 1000-Hz-Filter, welches Rauschen, Prasseln und dergleichen auf ein Minimum reduziert. Für alle diese zusätzlichen Bedienungsorgane befindet sich auf der Rückseite des Empfängers eine gut vorbereitete und entsprechend beschriftete Stelle.

#### NF-Teil

Bei AM-Empfang sorgt eine 5-kHz-Sperre dafür, daß senderseitig bedingte Interferenzstörungen weitgehend unterdrückt werden. Das ist vor allem für brauchbaren KW-Empfang sehr wichtig. Auf UKW und TA wird selbstverständlich keinerlei Beschränkung der Höhen vorgenommen und der Frequenzbereich des NF-Verstärkers voll ausgenützt.

Der Lautstärkereger am Eingang des dreistufigen NF-Verstärkers weist drei Abgriffe auf. Sie gewährleisten in Verbindung mit einem umfangreichen, sorgfältig dimensionierten Klangregelnetzwerk bei jeder Lautstärke eine optimale Wiedergabe. Getrennte Bass- und Höhenregler erlauben es außerdem, die Wiedergabe den jeweiligen Erfordernissen anzupassen. Treiberstufe und Gekentakt-Endstufe sind temperatur- und spannungsstabilisiert und arbeiten zwischen  $-15^{\circ}$  und  $+55^{\circ}$  C einwandfrei.

Eine Spannungsgegenkopplung linearisiert den Frequenzgang und bewirkt einen niedrigen Klirrfaktor.

Die Lautsprecherkombination mit schaltbarem Spezial-Hochtonsystem (1...14 Kilohertz) ist in der Lage, auch höchste Tonfrequenzen bei UKW-Empfang oder TA-Betrieb abstrahlen. Der Hauptlautsprecher ist 17 x 12 cm groß und besitzt ein Magnetsystem mit 10 500 Gauß.

#### Stromversorgung

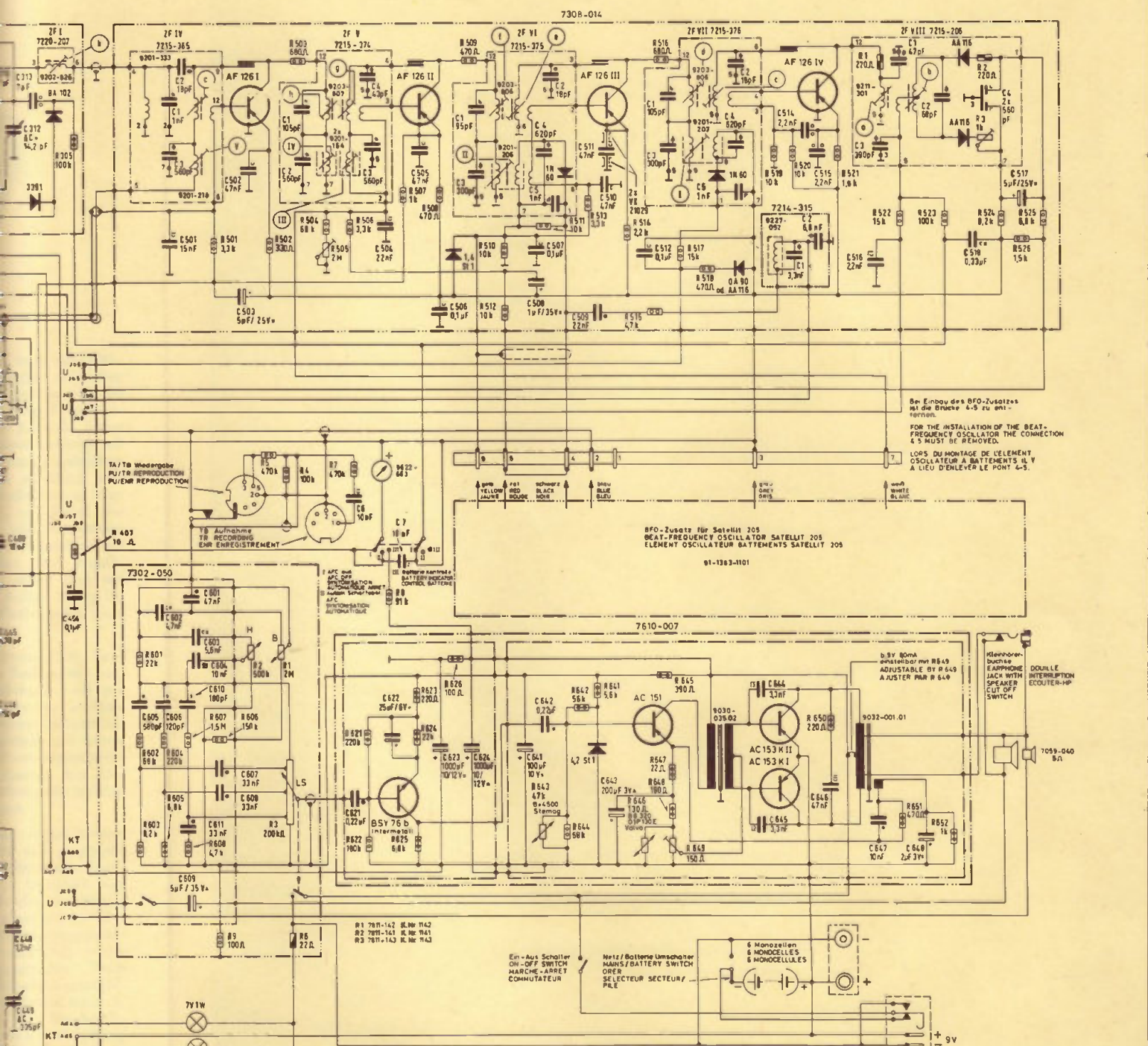
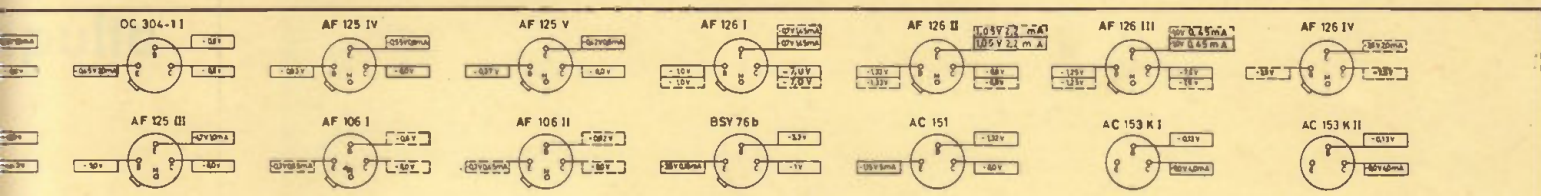
Die Stromversorgung ist einem Spitzengerät entsprechend universell für Batterie- und Netzbetrieb ausgelegt. Die Betriebsart wählt man an einem rückwärtigen Umschalter. Sechs Manozellen und das herausnehmbare GRUNDIG Netzteil TN 12 haben nebeneinander Platz im Gehäuse. Außerdem ist noch eine Anschlußbuchse für äußere Stromquellen (z. B. 6 V Autobatterie) vorhanden. Bei Netz- oder Autobatterie-Betrieb sind die Skalen dauernd beleuchtet. Die Betriebsspannung läßt sich durch Umschalten des Abstimmanzeiginstrumentes jederzeit kontrollieren.

#### Blockbauweise

Das Gerät weist keine einheitliche Druckschaltplatte auf, sondern es ist nach dem Baugruppen-Prinzip aufgebaut. Bei Reiseempfängern dieser Größe bietet ein in kompakte Baugruppen gegliederter Schaltungsaufbau manche Vorteile. Er hilft nicht nur das vorhandene Gehäusevolumen gut auszunutzen, sondern ist zugleich auch ein sicherer Weg, gegenseitige Beeinflussungen bei komplizierten Schaltungen zu vermeiden. Da die getrennten Baugruppen außerdem für sich vorgeprüft und vollständig abgeglichen werden können, erweist sich die Blockbauweise auch für die Belange von Fertigung und Service als durchaus zweckmäßig.

## Gesamtschaltbild GRUNDIG Reisesuper »Satellit« →



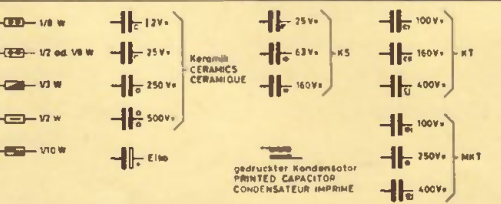


Bei Einbau des BFO-Zusatzes mit die Brücke 4-5 zu entfernen.  
 FOR THE INSTALLATION OF THE BEAT-FREQUENCY OSCILLATOR THE CONNECTION 4.5 MUST BE REMOVED.  
 Lors du montage de l'élément oscillateur à batteries le pont 4-5 à être enlevé.

BFO-Zusatz für Satellit 205  
 BEAT-FREQUENCY OSCILLATOR SATELLIT 205  
 ELEMENT OSCILLATEUR SATELLIT 205  
 91-1383-1101

VOLTAGES MEASURED WITH GROUNDING TUBE VOLTMETER 10/31 V AT 9V BATTERY VOLTAGE MEASURED TOWARDS POSITIVE MEASURING VALUES ARE FOR  
 AN und PU FM WITHOUT ANTENNA-SIGNAL

TENSIONS MESUREES AVEC VOLTMETRE DE TUBES GROUNDING AUX VALEURS 10/31 V A UNE TENSION DES PILES DE 9V AU POLE POSITIF VALEURS COMPRISES POUR  
 AN und PU FM SANS SIGNAL ANTENNE



2F VII	1	2	3	4
C	516, 515	516, 515	516, 515	517
R	519, 520, 521	522, 523, 524	525, 526, 527	528, 529, 530



Spitzen-Reisesuper  
**Satellit**  
 Gesamtschaltbild



K. BRÜNNER

# Die neuen GRUNDIG-Mischpulte MONO-MIXER 420 und STEREO-MIXER 422

Die bisher im Zubehörprogramm geführten Mischpulte 607 und 608 wurden durch neue, sowohl technisch als auch formlich verbesserte Typen ersetzt. Das Monomischpult 607 war als sogenanntes passives Mischpult aufgebaut. Es wurden nur Dämpfungsglieder und Regler verwendet. Dadurch trat natürlich ein Spannungsverlust ein, der vor allem beim Mikrofoneingang verhältnismäßig hohe Eingangsspannungen erforderte. Außerdem mußte das gesamte Mischpult hochohmig ausgelegt werden. Das hatte Höhenverluste bei der Aufnahme zur Folge. Dazu kommt, daß nur hochohmige Mikrofone anschließbar waren. Für eventuelle Verlängerungen mußten die bekannten Verlängerungskabel mit Übertrager verwendet werden. Der Einbau eines Hallanschlusses war nicht möglich, dadurch wurden die Anwendungsmöglichkeiten beschnitten, da doch viele Tonbandamateure die Einmischung eines Hallsignals verlangen. Diese genannten Nachteile sind nun durch den neuen GRUNDIG Monomixer 420 aufgehoben.

Der **Monomixer 420** ist in flacher, bedienungsgerechter Bauweise entwickelt worden. Im Gegensatz zum Mischpult 607 mit Drehregler werden, wie in vielen Studioanlagen, Flachbahnschieberegler verwendet. Damit können die zu mischenden Tonquellen feinfühlig, übersichtlich und gut reproduzierbar eingestellt werden. Der Monomixer besitzt 5 Eingänge: Mikro 1, Mikro 2, (bzw. Radio), Phono 1 und Phono 2. Bis auf Mikro 1 und 2 besitzt jeder Kanal einen eigenen Vorregler, mit dem die Grundpegel der Plattenspieler, Tonbandgeräte oder des Rundfunkgerätes an die Mikrofonspannungen angepaßt werden. Einmal richtig eingestellte Vorregler verhindern Übersteuerungen bei der Aufnahme. Die Mikrofoneingänge sind niederohmig mit anschließenden Transistorverstärkern.

Die Verstärkung dieser Stufen ist so eingestellt, daß unter Berücksichtigung der für rückwirkungsfreies Mischen erforderlichen Entkopplungswiderstände, bei einer Eingangsspannung von 0,1 mV (diese entspricht bei üblichen Mikrofonen einem Schalldruck von 1  $\mu$ bar) am Ausgang eine Spannung von rund 2 mV

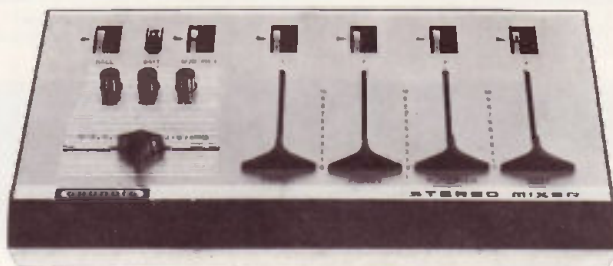


Bild 2  
GRUNDIG  
Stereo-Mixer 422



Bild 1 GRUNDIG Mono-Mixer 420

steht. Mit dieser Mindestspannung kann bei allen Tonbandgeräten noch Vollaussteuerung erreicht werden. Im normalen Betriebsfall ist die Spannung jedoch wesentlich höher; damit steigt auch der Rauschabstand. Wichtig ist bei der Einpegelung der Anlage, daß die Vollaussteuerung am Tonbandgerät bei voll aufgezogenen Mikrofonreglern und dem höchsten zu erwartenden Schalldruck vorgenommen wird, alle anderen Tonquellen müssen dann mit den zugehörigen Vorreglern bei offenem Hauptregler auf Vollaussteuerung gepegelt werden.

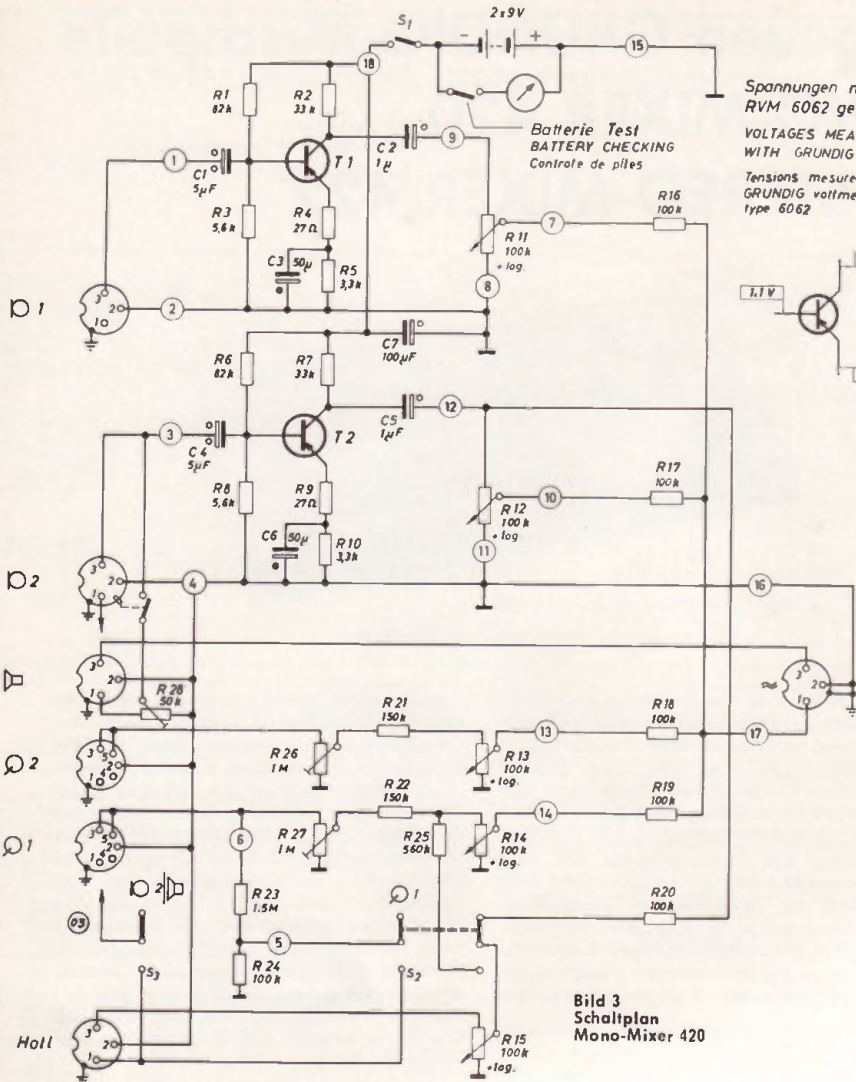
Am Aussteuerungsregler des Tonbandgerätes darf dabei nichts mehr verstellt werden. Eine weitere Verbesserung des Monomixers 420 gegenüber dem Mischpult 607 besteht im fest eingebauten Hallregler mit entsprechendem Wahlschalter. Die Nachhalleneinheit, z. B. HVS 1, wird dabei an die Hallbuchse angeschlossen. Es können zwei Eingänge verhallt werden. Einmal der Phono-1-Eingang und wahlweise der Mikrofon-2-Eingang. Beim letztgenannten Eingang muß dabei ein hoch-niederohmiges Mikrofon (genormte Bezeichnung HL) angeschlossen sein, wie es üblicherweise für Tonbandgeräte verwendet wird. Die Wahl des zu verhallenden Kanals erfolgt mit zwei Drucktasten. Der Hallregler selbst ist, genau wie die Kanalregler, als Flachbahnschieberegler vorgesehen. Eine Besonderheit besitzt die Mikrofonbuchse 2. Dieser Eingang ist mit einer Schaltschleife aufgebaut. Dadurch wird bei gleichzeitigem Anschluß von Radio und Mikrofon 2 dem Mikrofon Vorrang eingeräumt. Soll eine Rundfunksendung

eingebledet werden, so muß der Stecker des Mikrofon 2 gezogen sein. Der Rundfunkeingang besitzt genau wie die beiden Phonoingänge einen Pegelvorregler. Außerdem ist der Kontakt 3 der Radiobuchse (Wiedergabeanschluß) mit dem Kontakt 3 der Ausgangsbuchse durchverbunden. Da der Anschluß des Monomixers an die Radiobuchse des Tonbandgerätes erfolgt, ist damit die Möglichkeit geschaffen, die Aufnahme vom Tonband über den Monomixer mit dem Rundfunkgerät oder dem Musikschränk wiederzugeben, ohne daß ein lästiges Umstecken der Kabel nötig ist. Der Mixer braucht zur Wiedergabe nicht eingeschaltet zu werden.

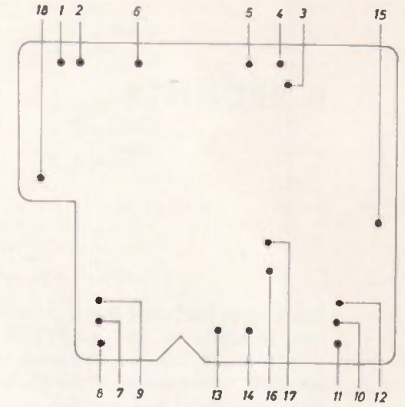
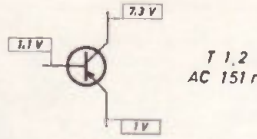
Auf die Schaltung der Phono- bzw. Tonbandeingänge sei noch besonders hingewiesen. Bei diesen Buchsen sind die Kontakte 3 und 5 miteinander verbunden. Angeschlossene Stereo Plattenspieler werden damit automatisch auf Mono geschaltet. Bei Mono-Tonbandgeräten ist der Kontakt 5 nicht belegt, bei Stereogeräten werden ebenfalls die beiden Kanäle parallel geschaltet.

Die Transistorstufen der Mikrofonverstärker sind mit Rücksicht auf geringste Störspannung mit rauscharmen Transistoren des Typs AC 151 bestückt. Aus Stabilitätsgründen wurde die verhältnismäßig hohe Betriebsspannung von 18 V vorgesehen. In Mikrofoneingangsstufen werden die Regler grundsätzlich hinter den Verstärkern eingeschaltet. Beim Herunterregeln der Mikrofonspannungen wird damit gleichzeitig die Rauschspannung herabgesetzt. Der Rauschabstand bleibt damit in jeder Regelstellung gleich hoch. Bei dieser Schaltungstechnik besteht jedoch die Gefahr einer Übersteuerung der Verstärkerstufe bei hohen Schalldrücken. Die dabei auftretenden Verzerrungen lassen sich mit dem Regler naturgemäß nicht mehr vermindern.

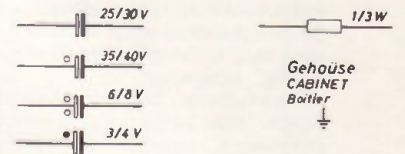
Hohe Aussteuerbarkeit und Verstärkung der Stufe erfordern daher auch entsprechend hohe Betriebsspannungen. Gleichzeitig wird dadurch eine wirksame Temperaturstabilisierung möglich. Die Mikrofonverstärker des Monomixers vertragen maximal eine Eingangsspannung von 15 mV. Ausgehend von einer Mikrofon-



Spannungen mit GRUNDIG  
RVM 6062 gegen Masse gemessen  
VOLTAGES MEASURED TO CHASSIS  
WITH GRUNDIG VTVM 6062  
Tensions mesurées a chassis avec  
GRUNDIG voltmetre a lampe universelle  
type 6062



Druckplatte gesehen auf Bestückungsseite  
PRINTED CIRCUIT BOARD - COMPONENT SIDE  
Plaque circuit imprimée - cote d'équipement



### Stereomixer 422

Infolge des gleichartigen Aufbaues gelten für den ebenfalls neu entwickelten Stereomixer 422 die gleichen allgemeinen Erläuterungen wie beim vorher genannten Monomixer 420. Auf die Besonderheiten soll nachstehend näher eingegangen werden.

Der grundsätzliche Aufbau ist der gleiche, wie beim Monomixer 420, also 2 niederohmige Mikrofoneingänge, 1 Radioeingang und 2 Phono- bzw. Bandeingänge. Selbstverständlich ist auch ein Hallanschluß mit Wahlschalter und Regler vorhanden. Hierzu kommt beim Stereomixer ein sogenannter Richtungsreg-

empfindlichkeit von 0,1 mV können demzufolge Schalldrücke bis zu 150 µbar verarbeitet werden. Dieser Schalldruck entspricht ca. 118 Phon, erreicht also fast die Schmerzschwelle. Bei Studio-Kondensatormikrofonen, die infolge eines eingebauten Vorverstärkers eine zum Teil zehnfach höhere Spannung abgeben, ist eventuell ein Verteiler nötig. Dieser Verteiler kann z. B. aus einem Längswiderstand von 10 bis 15 kΩ und einem Teilwiderstand von 1 kΩ bestehen. Im allgemeinen ist ein derartiger Teiler nicht erforderlich. Heim-Kondensatormikrofone älterer Bauart (wie z. B. GKM 17) können an dem neuen Mono-Mischpult nicht angeschlossen werden. Zur Kontrolle der Batteriespannung wurde ein Meßinstrument eingebaut. Dieses Meßinstrument wird nur auf Knopfdruck eingeschaltet und belastet die Batterie mit dem fünffachen des im Betrieb entnommenen Stromes, damit werden schlechte Aufnahmen infolge alter Batterien sicher vermieden. Die Skala ist in zwei Felder eingeteilt (Gut — Schlecht). Liegt der Zeiger im roten „Schlehtfeld“, so sollten die Batterien ausgewechselt werden. Andernfalls sinken Verstärkung und Aussteuerbarkeit sehr schnell ab. Mit einem Batteriesatz und 2 Stunden Betrieb pro Tag lassen sich 100 Betriebsstunden erreichen. Da ein solches Mischpult jedoch kaum 2 Stunden pro Tag läuft, ist also die Batteriehaltbarkeit praktisch gleich der Lagerfähigkeit.

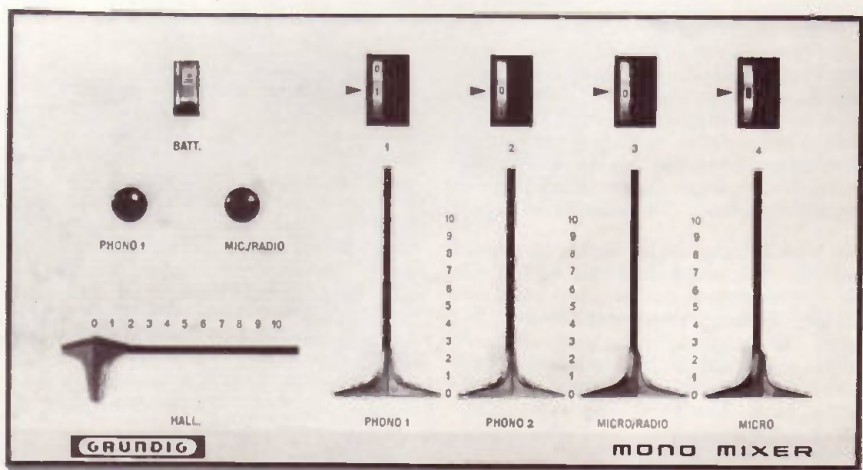
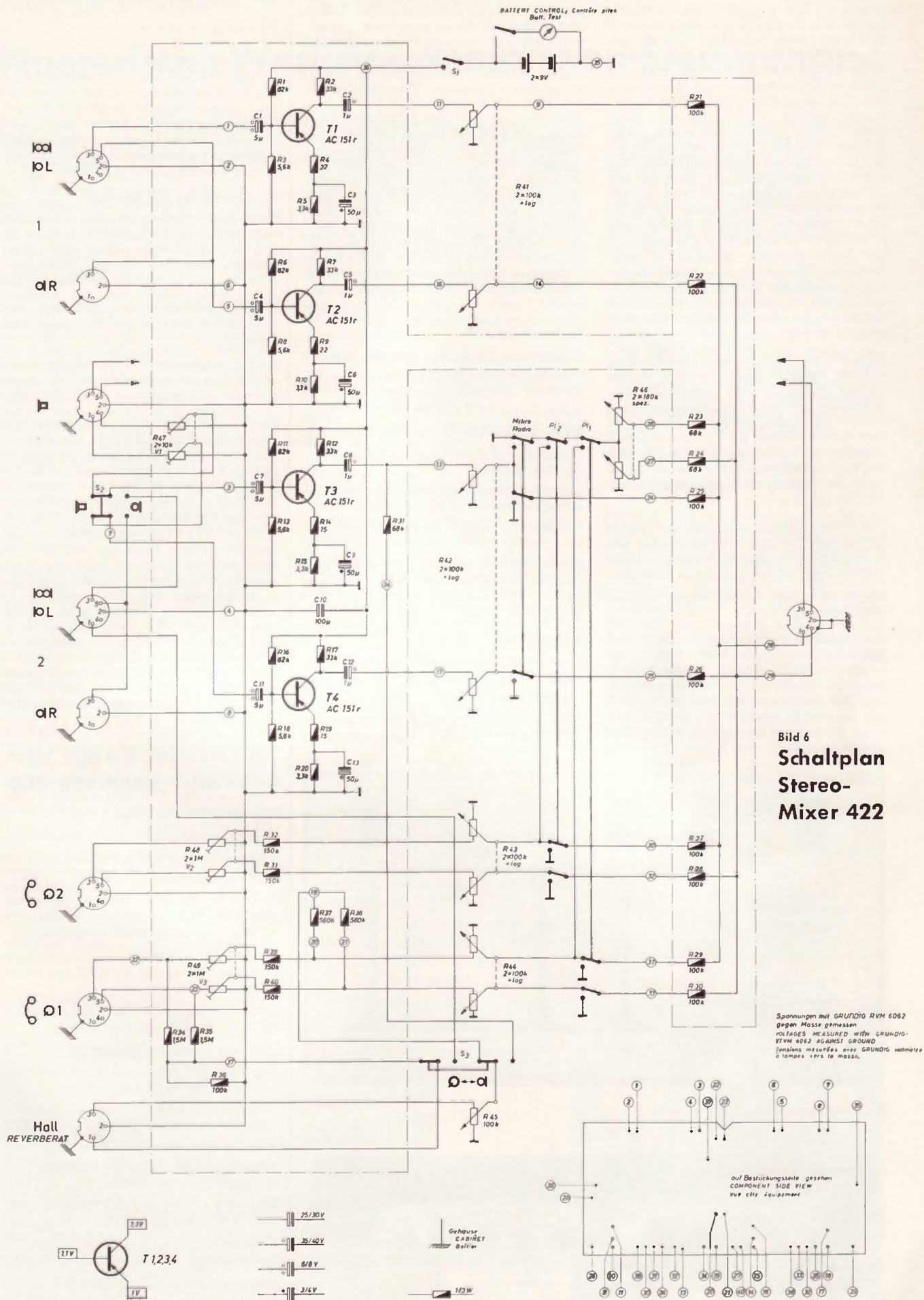


Bild 4 Bedienungsplatte Mono-Mixer 420



Bild 5 Buchsen-Anschlußfeld Mono-Mixer 420



ler, der wahlweise auf den Mikro/Radio-kanal, auf Phono 1 und Phono 2 schaltbar ist. Die Eingänge sind entsprechend der Stereonorm ausgelegt. Die Transistorstufen sind genauso wie beim Monomixer aufgebaut und besitzen auch die gleichen Eigenschaften und Verstärkungen. Die Umschaltung des Mikro-Radio-kanals erfolgt nicht mehr mit einer Schaltbuchse, sondern mit einem zwei-poligen Schiebeschalter auf der Buchsenplatte an der Geräterückseite. Die Mikrofoneingangsbuchsen sind sowohl für getrennte Mikrofone als auch für ein Stereomikrofon mit nur einem Anschlußstecker geeignet, genormte Bezeichnung L. Die Anschaltung erfolgt niederohmig. Der Richtungsregler gestattet es, eine Monoschallquelle an einem beliebigen Ort innerhalb der Basisbreite einzublen- den. Damit können wirkungsvolle Effekte vor allem bei der Schmalfilmvertonung erreicht werden.

Beim Hallanschluß ist eine Besonderheit wichtig. Verhallt kann nur das an die Buchse Mikro 2 links angeschlossene Mikrophon werden. Im Normalfall er- scheint dann das verhallte Signal auf dem linken Kanal. Da an die Mikro-2- links-Buchse jedoch auch der Richtungs- regler anschaltbar ist, kann auch dieses verhallte Signal beliebig eingeblen- det werden.

Der Stereomixer ist ebenfalls mit einem Batterietestinstrument ausgestattet. Die Betriebsdauer ist jedoch kürzer als beim Monomixer und liegt bei ca. 80 Stunden.

Nun noch einige Bemerkungen zu bei- den Geräten.

Die Gehäuse sind äußerlich gleich und unterscheiden sich im wesentlichen nur in der Beschriftung und in der Anord- nung des Hall- und Richtungsreglerfel- des. Die Gehäuse sind flach in Pullform mit den Maßen 340 x 185 x 73 mm. Das Ge- wicht mit Batterie beträgt ca. 1,8 kg. Das

Auswechseln der Batterien geschieht von der unteren Seite des Gerätes. Der Boden muß dabei im Gegensatz zum Stereo- mixer 608 nicht mehr ganz abgenommen werden. Unter dem Hall- bzw. Richtungs- regler ist eine herausnehmbare Kunst- stoffplatte eingesetzt. Darunter liegen gut zugänglich die beiden 9-V-Transi- storbatterien in Kunststoffhaltern. Beim Austausch muß auf festen Sitz der Kon- taktplatten in den Batteriekontakten geachtet werden. Die an der Gehäuse- oberkante angeordneten Rändelräder (Vorregler, Hallregler, Umschalter, Netz- schalter) sind breiter und durch einsei- tige Anordnung der Zahlenstreifen bes- ser ablesbar als beim Stereomixer 608. Außerdem wurde durch das in die Breite gezogene Gehäuse eine bessere und bedienungsgerechtere Ausführung er- reicht.

#### Technische Daten:

##### Gemeinsam für Mono- und Stereomixer

Erforderliche Eingangsspannung für 2 mV/39 k $\Omega$  am Ausgang

Mikro 1 und 2 0,1 mV bis 15 mV an 3 k $\Omega$ ,

Radio 0,1 mV bis 10 V an mindest. 3 k $\Omega$ ,

Phono 1 und 2 60 mV bis 10 V an min- destens 160 k $\Omega$ ;

Frequenzumfang für 2 dB Abfall an den Bereichsgrenzen 40 Hz ... 20 kHz;

Geräuschabstand, bezogen auf den Mi- xereingang und bewertet nach DIN 45405

Mikro  $\geq$  46 dB bei 1  $\mu$ b Schalldruck und

Mikrofonempfindlichkeit von 0,1 mV/ $\mu$ b;

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

Radio  $\geq$  60 dB bezogen auf 1 mV Ein- gangsspannung.

## Stenorette 200

(Fortsetzung von Seite 895)

mitnehmer ein. Auf der Schneckenwelle ist ein kleines Reibrad angeschraubt, das bei dem gleichen Ausschwenken mit dem großen Reibrad in Eingriff kommt. Da das Laufwerk rückwärts läuft, wird der abgehobene Kopf an seinen rechten Anschlag transportiert und der Zeiger geht auf Skalenstellung null zurück.

#### 10. Abschalten des Gerätes

Beim Abschalten wird das Druckstück vom Nocken am Rändelrad betätigt, so daß der Netzschalter öffnet, das Lämpchen L2 erlischt, und der Motor wird stromlos. Das Druckstück betätigt gleich- zeitig einen Hebel, der die Abhebe- brücke hochhebt und damit den Pol- schuh am Kopf von der Führungsplatte abhebt.

Die Reisesicherung ist nur wirksam, wenn der Kopf in einem Bereich von 0 bis 1 mm von seinem Anschlag entfernt ist. In diesem Bereich ist er sicher, wenn vorher die Auswertfaste gedrückt wurde. Die Verriegelung erfolgt direkt beim Abhe- ben des Kopfes, wenn der Kopfhalter an seinem Anschlag liegt. Ist der Kopfhalter in einem Bereich bis zu 1 mm von seinem Anschlag entfernt, so trifft, beim Abhe- ben des Kopfes, der Zahn des Kopfhalters auf die Verriegelungsklinke auf, versetzt diese in Drehung, und der Steg verriegelt den hinteren Zahn des Kopf- halters. Durch einen seitlichen Stoß kann es vorkommen, daß der Kopfhalter an seinen Anschlag gebracht wird. In diesem Fall wird die Verriegelung durch eine Zugfeder nach unten gezogen — ohne daß der Kopfhalter frei wird — und der Zahn des Riegels greift hinter den Zahn des Kopfhalters. Damit ist die Stellung der Reisesicherung wie im ersten Fall erreicht.

### TECHNISCHE DATEN der GRUNDIG Stenorette 200

Stromart: Wechselstrom 50 Hz

Netzspannung: 110 u. 220 V umschaltbar

Netzanschluß: 3-adrig mit Schukostecker

Leistungsaufnahme: 34 W

Betrieb an anderen Spannungsquellen:

über 40 W Wechselrichter an Autobatterie

oder Gleichstromnetz anschließbar

Sicherungen trägt:

primär 0,2 A bei 220 V; 0,4 A bei 110 V;

sekundär 0,8 A

Kontrollämpchen: 3 Zwerglämpchen 7 V

100 mA; 28 V 25 mA (im Mikrofon)

Tonträger: Folie mit Rillen

Diktatzeit und Laufgeschwindigkeit:

8 Minuten bei N 5,2 cm/s  $\pm$  5%

Tonkopf: Dreischenkelkopf mit auswech- selbarer Polspitze (Lebensdauer einer Spitze mindestens 1000 Stunden)

Vormagnetisierung und Löschung:

mit Hochfrequenz 20 kHz

Frequenzumfang und Störabstand:

300 ... 3000 Hz; ca. 40 dB

Automatic:

Verstärkungsregelung bei Aufnahme

Abmessungen: 313 x 200 x 93 mm

Gewicht: 4,5 kg

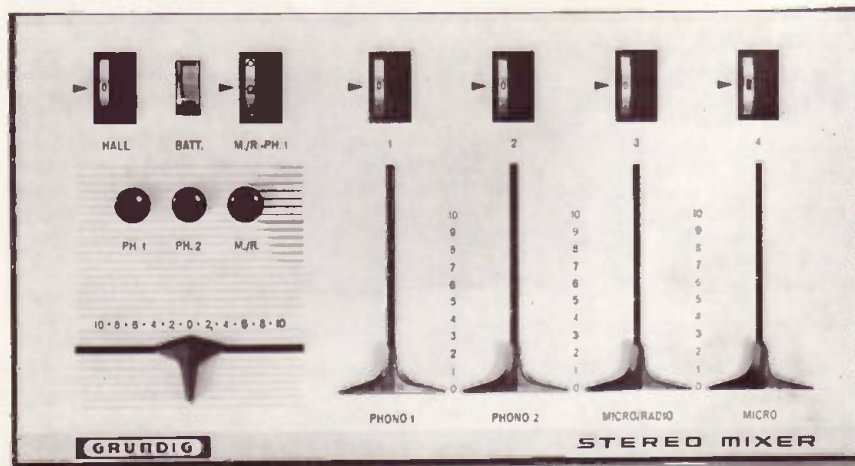


Bild 7 Bedienungsplatte Stereo-Mixer 422

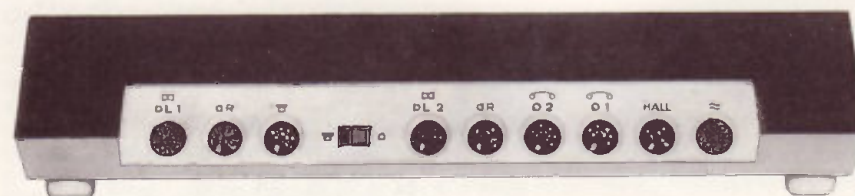


Bild 8 Buchsen-Anschlußfeld Stereo-Mixer 422

# Numerische Werkzeugmaschinen-Steuerungen

Numerische Werkzeugmaschinensteuerungen sind ein in den letzten Jahren in steigender Anzahl eingesetztes Hilfsmittel zur Rationalisierung der Fertigung in der metallverarbeitenden Industrie. Sie ermöglichen eine durchgreifende Rationalisierung auf dem Gebiete der Einzelteil- und Kleinserienfertigung, bei Herstellungsaufgaben also, die bis vor wenigen Jahren als nicht automatisierbar galten.

Die Geschichte der numerischen Steuerungen ist relativ kurz, sie umfaßt nur etwa ein Jahrzehnt. Ausgangspunkt war der Großflugzeugbau in den Vereinigten Staaten, dessen Bearbeitungsprobleme mit den herkömmlichen Mitteln nicht mehr lösbar waren.

Wurde zunächst nach einer Möglichkeit gesucht, das abtastbare Modell in der Kopiermaschine zu umgehen, so zeigte sich bald, wie universell die gefundene Methode angewendet werden konnte und welche tiefgreifende Umgestaltung im gesamten Fertigungsablauf diese „Revolution des Arbeitsverfahrens“ auslösen sollte.

Numerische Steuerung, der Begriff leitet sich ab von numerus = Zahl, bedeutet ein System, das Zahlen „verstehen und verwerten“ kann.

Um die Bedeutung eines solchen Systems näher zu kennzeichnen, soll kurz der Vorgang der spanenden Bearbeitung von Werkstücken betrachtet werden. Die notwendigen Arbeitsangaben für den Mann an der Maschine finden sich in der Konstruktionszeichnung und im Arbeitsplan. Die Konstruktionszeichnung enthält einmal alle Formangaben über das Werkstück in Form von Maßzahlen, zum anderen bestimmt sie die Oberflächengüte und gibt Toleranzen an. Der Arbeitsplan enthält in mehr oder weniger ausgearbeiteter Form die Angaben, die zum Erzielen der in der Zeichnung vorgeschriebenen Form des Werkstückes benötigt werden.

Aus beiden Informationskanälen entnimmt der Arbeiter an der Maschine die Angaben über den Endzustand des Werkstückes und über den Weg dazu.

Die Angaben über den Ausgangszustand erhält er vom Roh- bzw. Halbtteil selbst, das durch Anlageflächen, Körnerpunkte und Anreißlinien vorbereitet ist. Aus allen Angaben, die er mit seiner Erfahrung und seinem Fachkönnen bewertet, entstehen letzten Endes einfache Stellbefehle, die er über die Bedienungselemente an die Maschine überträgt.

Es ist klar, daß eine derartige Fertigung stark von dem Können des Facharbeiters beeinflußt ist und die Qualität des Werkstückes von ihm subjektiv sehr stark beeinflußt wird.

Für Einzelstücke gilt dies ganz allgemein, bei Serien kommt noch der Gesichtspunkt der Gleichmäßigkeit der einzelnen Werkstücke hinzu.

Um rationeller zu fertigen, sind zwei Wege beschriftet worden. Der eine versucht durch Verwendung von hochwertigen Werkzeugen und Maschinen die Bearbeitungszeit selbst, also die Hauptzeit, zu senken. Dieser Weg ist sehr erfolgreich verlaufen und für alle Bearbeitungsverfahren gültig.

Der zweite Weg zielt auf Herabsetzung der Nebenzeit, d. h. aller Zeiten, in denen die Bearbeitung vorbereitet wird und nicht direkt Werkzeug und Werkstück im Eingriff miteinander stehen.

Für den großen Bereich der Massenerstellung von Teilen läßt sich der Einfluß eines Bedienungsmannes gänzlich eliminieren durch die Verwendung von Automaten. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Transferstraße, wie sie im Automobilbau eingesetzt wird.

Bei mittleren Serien lohnt sich die Anschaffung einer speziellen Maschine oder von Maschinengruppen kaum, da die relativ häufigen Umstellungen die Ausnutzung zu gering halten. Für solche Bearbeitungsfälle ist ein spezieller Maschinentyp im Einsatz. Betrachten wir nochmals den Fluß der Information an der Werkzeugmaschine, so läßt sich folgendes Schema aufstellen.

Die notwendigen Angaben liegen in Zeichnung und Arbeitsplan gespeichert vor. Dieser Speicher wird gelesen und

die Daten vom Bedienungsmann in Stellbefehle für die Maschine umgesetzt, natürlich unter Berücksichtigung der Form des Werkstückes und der Eigenart der Maschine. Überträgt man die Daten von Zeichnung und Arbeitsplan in von der Maschine direkt ablesbare Speicher, so ist damit die Aufgabe des Bedienungsmannes erfüllt.

Solche direkt lesbaren Speicher sind im Einsatz weit verbreitet. Abtastbare Modelle für Kopiermaschinen stellen den höchsten Ausbaugrad solcher starrer Formspeicher dar, deren Form in diesem Falle direkt die Form des Werkstückendzustandes analog darstellt. Einfachere Vertreter aus der Gruppe der starren Formspeicher sind Nockenleisten, die in verschiedenen Ausbauten die Bewegungen der Maschinen festlegen.

Allen Speichern dieser Art ist gemeinsam, daß sie als starre Formspeicher mit der Genauigkeit hergestellt werden müssen, die von dem Werkstück erwartet wird. Ihre Aufstellung und ihr Wechsel an der Maschine sowie die relativ eng begrenzte Zahl von Speicherstellen lassen sie nur für bestimmte Angaben geeignet erscheinen. Die Idee für die numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen geht von einem flexiblen Speicher aus, der alle oder einen Teil der Bearbeitungsangaben enthält, von der Maschine bzw. ihrer Steuerung direkt gelesen werden kann und über die Stellglieder der Maschine einen automatischen Betrieb gewährleistet. In der Praxis kann dieser Speicher ein Lochstreifen, ein Lochkartenpaket oder ein Magnetband sein. In diesem Speicher liegen alle Daten in Ziffernform gespeichert vor, die die numerische Steuerung lesen und verarbeiten muß.

Aus der Aufgabenstellung der numerischen Steuerung ergibt sich eine Aufgliederung der Anlage in einzelne Funktionsgruppen.

Die Sollwertbildung erfolgt in der Eingabebaugruppe. Aus der Information, die vom Lochstreifen gelesen wird, werden Signale abgeleitet, die elektronisch weiter verarbeitet werden können. Diese

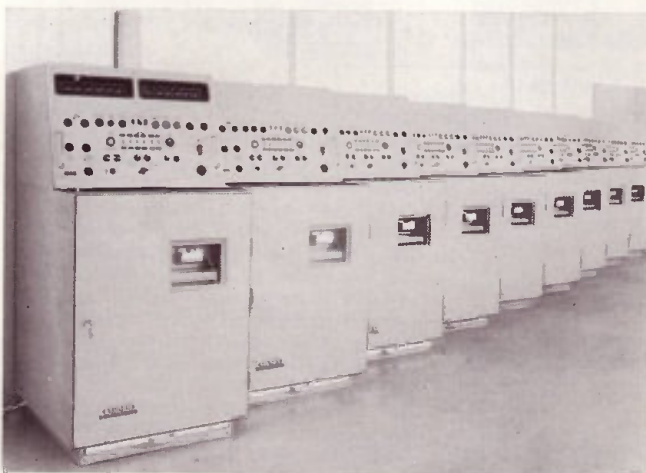


Bild 1  
Serienfertigung  
numerischer Werkzeugmaschinen-  
steuerungen in den  
GRUNDIG Werken

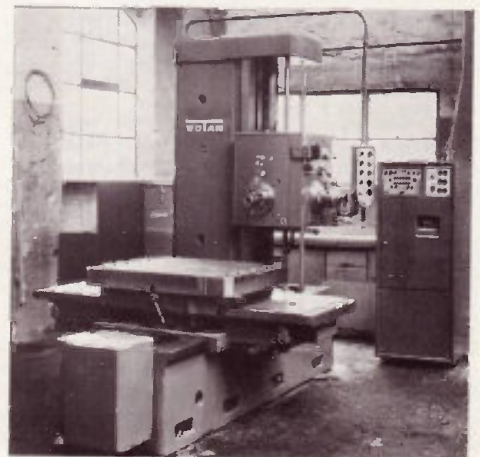


Bild 2  
Waagrecht-Bohr-  
und Fräswerk mit  
GRUNDIG  
numerischer Werkzeugmaschinen-  
steuerung für Hand-  
und Lochstreifenein-  
gabe, 2 Koordinaten,  
mit Anzeige der  
Drehzahlen,  
Vorschübe und  
Werkzeuge

# Eine einfache numerische Steuerung für Werkzeugmaschinen

W. BONISCH

Es wird eine numerische Steuerung für Werkzeugmaschinen mit Lochstreifen-Eingabe beschrieben, die unter bewußtem Verzicht auf seltener vorkommende Einrichtungen die Einführung der Automation auch an verhältnismäßig einfachen Maschinen gestattet, ohne daß dabei unangemessen hohe Investitionskosten entstehen.

Eine wesentliche Aufgabe bei der Rationalisierung der Fertigung kommt der Automatisierung der Einzel- und Kleinserienfertigung zu. Während bei der Massenfertigung von Teilen schon frühzeitig automatisch arbeitende Systeme mit gutem Erfolg eingesetzt wurden, galt die Einzel- und Kleinserienfertigung lange Zeit als nicht automatisierbar. Erst durch den Einsatz elektronisch arbeitender Steuerungen sind die technischen Möglichkeiten gegeben, auch auf diesem Gebiet mit Erfolg zu automatisieren. Allerdings ist der Sprung zur elektronischen Steuerung so groß und so vielversprechend, daß die Entwicklung zunächst zur Steuerung für hochgezüchtete Genauigkeitsmaschinen ging. Diese Art von Steuerung schöpft alle Möglichkeiten von Elektronik und Maschine aus und bedingt daher einen so hohen technischen Aufwand, daß sie für die große Zahl der einfachen Produktionsmaschinen nicht geeignet ist.

Um auch für die einfache Werkzeugmaschine eine im Aufwand tragbare numerische Steuerung zu schaffen, blieben bei der Entwicklung, über die hier berichtet werden soll, einige Möglichkeiten bewußt unberücksichtigt. Ziel der Überlegungen war eine Steuerung, bei der unter Verzicht auf selten gebrauchte Sonderausstattungen, aber nicht auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit, eine Anpassung an möglichst viele einfache Produktionsmaschinen möglich sein sollte. Aus diesen Forderungen entstand die numerische GRUNDIG Werkzeugmaschinensteuerung als ausbaufähige Positioniersteuerung mit inkrementalem Wegmeßsystem.

## Aufbauprinzip

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Zweikoordinaten-Steuerung. Die

←  
Signale werden schließlich in einem Sollwertspeicher festgehalten.

Die zweite Informationseingabe kommt von der Seite des Werkstückes. Seine Istmaße müssen durch ein Meßsystem erfaßt und ebenfalls in elektronische Signale umgesetzt werden. Als Istwert liegen diese Angaben ebenfalls in einem Speicher, dem Istwertspeicher fest.

Die dritte Baugruppe ist eine Vergleicherschaltung, die Soll- und Istwert vergleicht und aus der Differenz beider elektronische Aussagen ableitet.

Eine vierte Baugruppe schließlich wandelt diese Aussagen in Stellbefehle für die Maschine um und steuert deren Bewegungen.

Die GRUNDIG numerische Steuerung stellt eine Möglichkeit zur Verwirklichung dieser Ideen dar. Sie soll in ihrem Aufbau nachstehend beschrieben werden.

W. Bönisch

Hauptbaugruppen Istwertfassung, Sollwertvorgabe, Soll - Istwert - Vergleichler und Stellglieder sind durch die zentrale Steuereinheit verbunden. Sie erhält die Angaben über die Betriebsart der Steuerung von den Bedienungselementen des Steuerpultes und die Rückmeldungen über den Zustand der Maschine und der Steuerung. Außerdem dient sie der Aufbereitung und Verteilung der von den Eingabe-Baugruppen kommenden Information in die einzelnen Speicher, Anzeige- und Auswerteschaltungen. Die Ergebnisse der Informations- und Funktionsprüfungen werden ebenfalls in dieser Steuereinheit verarbeitet und weitergeleitet.

Die Eingabe der Information in die Steuerung erfolgt durch Lochstreifen und durch einen Handeingabeblock. Letzterer enthält einen Satz Dekadenschalter zur Voreinstellung des Sollwertes sowie je Koordinate zwei Richtungstasten zur Auswahl der Bewegungsrichtung. Außer den Weginformationen werden durch



Bild 2  
Bedienungspult für Zweikoordinaten-Steuerung

die Handeingabe keinerlei Befehle an die Maschine eingegeben; die Hilfsfunktionen müssen über die normale Handbedienung der Maschine ausgelöst werden. Bei Lochstreifeneingabe können sowohl Weg- als auch Schaltinformationen vollautomatisch eingelesen werden.

Der mechanisch arbeitende Lochstreifenleser wird von der Steuerung und der Information im Lochstreifen beeinflusst.

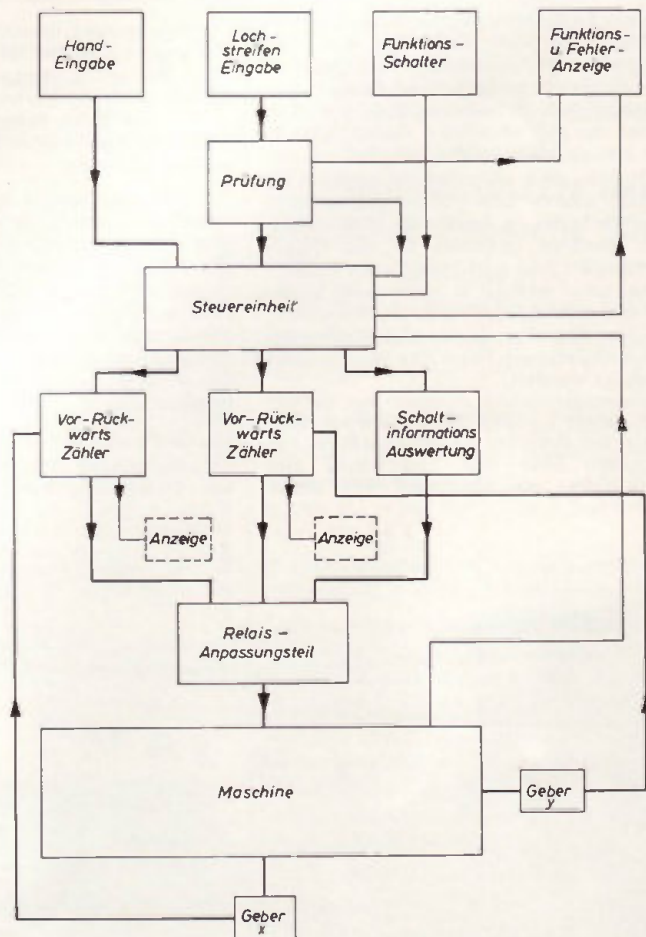


Bild 1 Prinzipaufbau der Zweikoordinaten-Steuerung mit Schaltinformationen

— Signalleitung  
— Steuerleitung

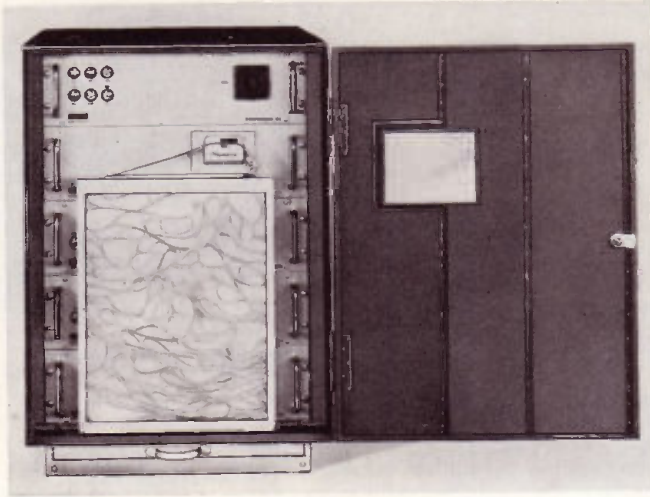


Bild 3 Kompletter Steuerschrank mit Lochstreifen-Kassette

Die Programmierung der Lochstreifen erfolgt alphanumerisch in einem achtspurigen Code entsprechend dem Codevorschlagn 8 b der VDI-Empfehlung 3259. Jedes Wort besteht aus Adresse und Subadresse und stellt eine Einheit zur Auslösung einer bestimmten Funktion der Maschine dar. Mehrere Worte, die zusammen alle Angaben für einen Arbeitszyklus der Maschine enthalten, werden in einem Satz zusammengefaßt und durch eine Satznummer gekennzeichnet. Zwischen Lochstreifenleser und Informationsverteiler ist eine Prüfeinrichtung geschaltet, die verschiedene Prüfungen durchführt. Die Einzelzeichenprüfung scheidet alle nicht zugelassenen Zeichen aus und erkennt außerdem einfache Fehler im Streifen oder beim Lesevorgang. Die Prüfung auf richtige Wortlänge schließt eine Überprüfung der Programmierarbeit ein und erfährt folgende Worte: Satznummer 4stellig, Weginformation 8stellig, Schaltinformation 3stellig; Abweichungen von den vorgegebenen Werten kommen zur Anzeige und gleichzeitig wird die Ausgabe von Kommandos an die Maschine unterbunden. Die geprüften Weg- und Schaltinformationen gelangen durch den Informationsverteiler, gesteuert von den Adressen, in die entsprechenden Arbeitsspeicher. Für die Weginformationen ist der Arbeitsspeicher ein Vor-/Rückwärtszähler, der außerdem noch als Istwertspeicher und Soll-Istwert-Vergleicher Verwendung findet. Die Zusammenfassung dieser drei wesentlichen Funktionen in einem Gerät ist für die Art und den Aufbau der Steuerung maßgebend. Je Koordinate ist ein Vor-/Rückwärtszähler vorhanden.

#### Funktionsablauf

In der Ausgangsstellung der Maschine ist der Zählerstand Null. Bei der Eingabe des ersten Sollwertes werden die Zähler dekadentweise, entsprechend dem eingegebenen Wert, durch Impulse voreingestellt. Bewegt sich das gesteuerte Maschinenteil, so erhält der zugehörige Zähler vorzeichenrichtige Impulse, deren Zahl der zurückgelegten Strecke entspricht. Diese Zählimpulse lassen den Zähler vom voreingestellten Wert in Richtung Null zählen. Beim erneuten Erreichen des Zählerstandes Null hat das Maschinenteil den eingegebenen Sollwert erreicht und wird über

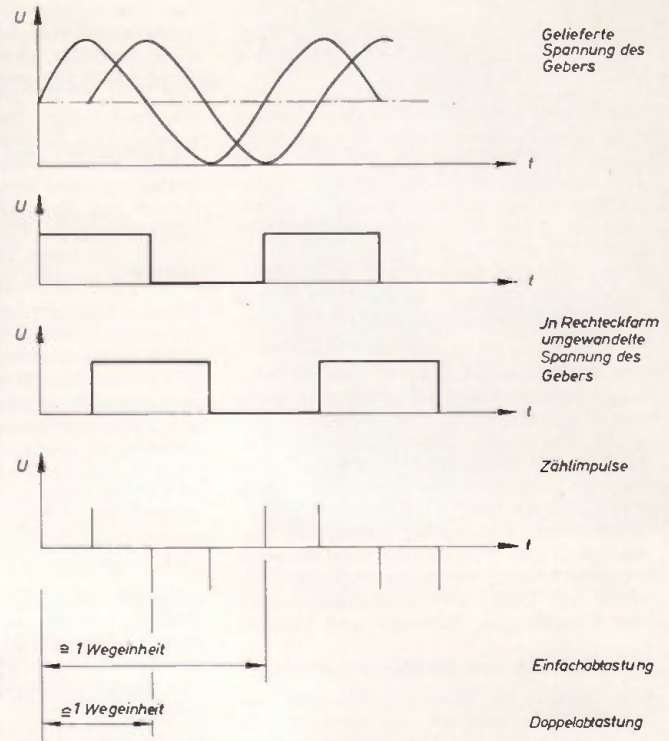


Bild 4 Auswertung der Signale des Wegmeßsystems

einen Abschaltkreis stillgesetzt. Um eine ausreichende Sicherheit beim Abschalten und die verlangte Genauigkeit im Erreichen der Position zu gewährleisten, muß vor dem Erreichen des Sollwertes eine Geschwindigkeitsumschaltung erfolgen. Diese ist doppelt ausgeführt und wird ebenfalls durch Abschaltkreise vom Soll-Istwert-Vergleicher aus gesteuert.

Die Vorabschaltssignale werden in bestimmten, durch Schalter wählbaren Abständen vom Zählerstand Null abgeleitet. Das erste Signal bewirkt die Umschaltung Eilgang — Vorschub, das zweite die Umschaltung Vorschub — Schleichgang und das dritte die Endabschaltung. Durch die mögliche Vorverlegung des Endabschaltpunktes wird erreicht, daß trotz der endlichen Schaltzeiten der elektromagnetischen Bauteile und der kinetischen Energie des Maschinenteiles der Sollwert genau eingefahren wird.

Sollte trotz dieser Einstellungen der Sollwert bei irgendeiner Positionierung nicht genau angefahren werden, so sorgt eine automatische Überlaukkorrektur in allen Dekaden für eine selbsttätige Erfassung der Abweichung. Die mit Überlauf erreichte Position wird nicht korrigiert, wohl aber wird der Überlauf bei der Eingabe der nächstfolgenden Position vorzeichenrichtig verarbeitet. Durch diese „Fehlerspeicherung und -korrektur“ können sich Positionierfehler, bedingt durch Verschiebungen des Maschinenteiles beim Klemmen und Bearbeiten, nicht auf die folgenden Positionen auswirken. Dieser Tatsache kommt deshalb so viel Gewicht zu, weil die einzelnen Positionen, bedingt durch nur einen Hauptspeicher je Koordinate, als Kettenmaße eingegeben und verfahren werden.

#### Meßwerterfassung und -verarbeitung

Neben Sollwerteingabe und Vergleicherschaltung ist die Istwertfassung die dritte wichtige Baugruppe der numerischen Steuerung. Für die inkrementale

Positioniersteuerung erfolgt die Istwertfassung durch fotoelektrische Impulsgeber. Diese können im Aufbau weitgehend den Erfordernissen der Werkzeugmaschine und den mit ihr durchzuführenden Bearbeitungsaufgaben angepaßt werden.

Die Geber sind als Lineargeber oder Drehgeber ausgebildet. Lineargeber besitzen den Vorteil, daß sie direkt am Maschinenteil angebracht werden können und somit Fehler durch Übertragungsglieder entfallen. Rotationsgeber lassen sich demgegenüber besser gegen Staub und Kühlwasser schützen und sind meist einfacher zu justieren. Bei kleinen Maschinen werden die Rotationsgeber direkt an der Antriebsspindel angebracht oder, falls die Genauigkeitsforderungen höher sind, durch eine Präzisionsspindel angetrieben. Bei großen Verfahrenen ist die Verbindung zwischen Maschinenteil und Rotationsgeber über Präzisionszahnstange und Ritzel vorteilhaft, da die Zahnstange die direkte Anbringung mit den Linearmotoren gemeinsam hat und dabei, infolge ihrer gröberen Bauart, unempfindlicher gegen Verunreinigungen ist. Allen Gebern ist gemeinsam, daß sie zwei um 90 Grad gegeneinander in der Phase verschobene Spannungen liefern, deren Phasenlage die Bewegungsrichtung und deren Periodendauer die Auflösung des Weges bestimmt.

Die von den Gebern erzeugten sinusförmigen Spannungen werden im Geber oder unmittelbar danach in Rechteckimpulse umgewandelt und über eine Verbindungsleitung dem Richtungsdiskriminator der Vor-/Rückwärtszähler zugeführt. Der Richtungsdiskriminator gibt ein der Phasenlage der Eingangsspannungen entsprechendes Richtungssignal an die Steuerung ab. Werden nur die Vorderflanken der Rechteckspannungen ausgewertet, so spricht man von Einfachabtastung, bei der die Signalperiode des Gebers die Wegeinheit darstellt. Erfolgt eine Zählung der Vorder- und

Rückflanken, so entspricht bei dieser Doppelabtastung (Impulsverdopplung) die Periode zwei Wegeinheiten. Bild 4 zeigt diese Verhältnisse.

Die Impulsformerstufen an den Gebern und spezielle Schaltungen vor den Richtungsdiskriminatoren sorgen für eine störungsfreie Übertragung der Nutzsingale. Diesem Punkt kommt deshalb eine so große Bedeutung zu, weil das inkrementale Meßverfahren auf einer Impulzzählung beruht und damit Störimpulse auf der Leitung zwischen Geber und Istwertspeicher Positionierfehler verursachen.

Die erreichbare Auflösung der Verfahrenswege ist abhängig von der Auflösung des Wegmeßsystems und in diesem Falle durch die Größe des Inkrementes bestimmt. Die Genauigkeit, mit der eine Position angefahren wird, wird aber auch noch von weiteren Faktoren beeinflusst. Wesentliche Einwirkung haben die Genauigkeit der Führungsbahnen des gesteuerten Maschinenteiles und die Konstanz der Daten der Antriebselemente, der Kupplungen, Bremsen und Ventile.

### Verarbeitung von Schaltinformationen

Die Schalter zur Wahl der Ab- und Umschaltpunkte werden experimentell so eingestellt, daß die Maschine eine Position in der kürzest möglichen Zeit mit der gewünschten Genauigkeit erreicht. Die Wahl der Geschwindigkeitsstufen erfolgt nach ähnlichen Gesichtspunkten, wobei die Störungen beim Einfahren infolge wechselnder Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen sind. Wie Bild 1 zeigt, kann die Steuerung auch Schaltinformationen verwerten. Unter dem Begriff Schaltinformationen sind alle Befehle zusätzlich zur Weginformation zusammengefaßt. Die Schaltinformationen sind in Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe besitzt eine eigene Adresse. Die vier wichtigsten Gruppen sind Werkzeugart, Spindeldrehzahl, Vorschubgeschwindigkeit und Hilfsfunktionen wie Kühlwasser, Schmierung, Klemmbefehl usw.

Die Auswertung und Ausgabe der Schaltinformation übernimmt ein Kreuzschienenverteiler, der in Relais-technik ausgeführt ist. Er hat Speichereigenschaft und erlaubt weitgehende Variationsmöglichkeiten für die Gruppenbildung und Gruppengröße. Ein Relaisanpassungsteil übernimmt ferner die Befehlsausgabe von der Steuerung an die Maschine. Es dient als Leistungsverstärker für die Steuerkommandos und wird in seiner Auslegung den jeweiligen Einsatzbedingungen angepaßt. Durch dieses Anpassungsteil ist auch die Steuerung von bereits im Einsatz stehenden Maschinen möglich, sofern deren Daten für den Aufbau einer numerischen Steuerung in Frage kommen.

Eine Anzeige des Istwertes ist nicht vorgesehen, da bei dem Verfahren der Kettenmaßverarbeitung für diese Anzeige ein getrennter Speicher notwendig wäre. Der Vor-/Rückwärtszähler läßt sich allerdings mit einer Anzeige ausstatten, die im Augenblick der Eingabe den Sollwert und beim Erreichen der Koinkidenz von Soll- und Istwert den Zählerstand Null anzeigt.

### Zusatzeinrichtungen für besondere Anforderungen

Die Steuerung ist so aufgebaut, daß Erweiterungen jederzeit möglich sind. Neben

der Ausbaumöglichkeit der Schaltinformationsgruppen lassen sich daher auch spezielle, durch die Maschine bedingte Forderungen berücksichtigen.

Für Positionieraufgaben ist es oft notwendig, den Sollwert nur von einer Seite aus anzufahren. Durch eine Schaltungsänderung wird erreicht, daß beim Anfahren aus der nicht zugelassenen Einfahrriichtung die Position zunächst überlaufen und dann von der zugelassenen Seite aus erreicht wird (Schleifenfahren).

Werden häufig spiegelsymmetrische Teile bearbeitet, dann kann die Steuerung durch einen Quadrantenwahlschalter ergänzt werden. Die Programmierarbeit verkürzt sich in diesen Fällen, da nur die Arbeitsgänge eines von vier Quadranten im Lochstreifen enthalten sein müssen. Bei der Bearbeitung werden zunächst die programmierten Arbeitsgänge ausgeführt und nach Ablauf dieses Programmteiles der Quadrantenschalter auf den folgenden Quadranten eingestellt.

Beim abermaligen Durchlauf des Lochstreifens erfolgt nunmehr die Bearbeitung entsprechend dem eingestellten Quadranten. Ein Beispiel für diese Art von Bearbeitungsproblemen sind Kesselböden.

Die Erweiterung der Positioniersteuerung zur Streckensteuerung ist durch den Zusatz von zwei weiteren Baugruppen möglich. Die eine dieser Zusatzbaugruppen dient der nachträglichen Korrektur der Werkzeugabmessungen und erspart das Arbeiten mit voreingestelltem Werkzeug. Für Fräsarbeiten wird außerdem die Wirkung der Vorabschaltpunkte unterdrückt, so daß bei der Betriebsart „Fräsen“ der Sollwert mit konstanter Arbeitsgeschwindigkeit angefahren wird. Die zweite Zusatzbaugruppe ist ein Zwischenspeicher, der zwischen Lochstreifenleser und Steuereinheit eingefügt wird. Dieser Speicher übernimmt die Zeittransformation beim Einlesen der Information und verhindert, daß zwischen zwei Arbeitsgängen Wartezeiten infolge der niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit des Lochstreifenlesers auftreten.

### Mechanische Konstruktionseinzelheiten

Der mechanische Aufbau der Steuerung gliedert sich in drei getrennte Geräte-teile. Das Bedienungspult, Bild 2, enthält alle zum Betrieb der Steuerung notwendigen Elemente sowie die Anzeigen für Betriebszustand, Fehler und Satznummer. Es ist so aufgebaut, daß es nachträglich in bereits vorhandene Bedienungsfelder eingesetzt werden kann.

Der Steuerschrank, Bild 3, enthält die elektronischen Baugruppen und deren Stromversorgung, den Lochstreifenleser und die Bandkassette. Die einzelnen volltransistorisierten Schaltgruppen sind auf steckbaren Druckschaltungsplatten aufgebaut, die in den verschiedenen Funktionseinschüben untergebracht sind.

Dieses Bausteinsystem erlaubt eine einfache Erweiterung und erleichtert den Austausch etwa gestörter Baugruppen. Ein Beispiel eines Funktionseinschubes zeigt Bild 5.

Das Anpassungsteil, Bild 6, ist je nach Maschinentyp verschieden weit ausgebaut. Der Grundrahmen ist zum Einbau in den Starkstromschrank der Maschine ausgelegt und wird mit der entsprechenden Anpassungsschaltung versehen.



Bild 5 Steuereinschub einer Zweikoordinaten-Steuerung als Beispiel für den Aufbau der Anlage

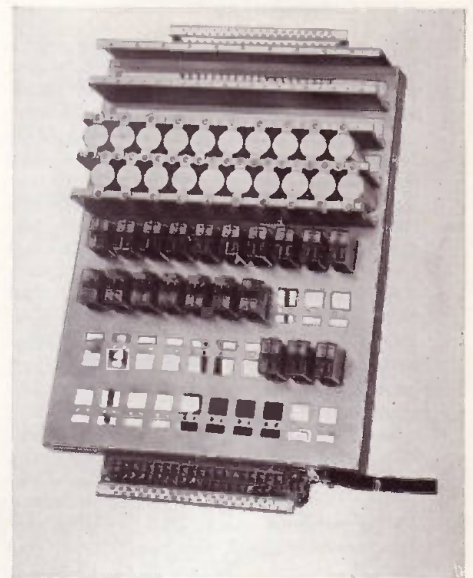


Bild 6 Relaisanpassungsteil zum Einbau in den Starkstromschrank der Maschine



Bild 7 Steuerung, Bedienungspult und numerische Anzeige in einem Schrankgestell



# Die Börse in München erweitert ihr Kurs-Übertragungssystem

## Neuartiger Reichweiten-Verstärker im Einsatz

Die rege Teilnahme weiter Bevölkerungskreise an der Entwicklung des Effektenmarktes hoben die Börse in stärkerem Maße als bisher in den Brennpunkt des allgemeinen Interesses gerückt. Neuzeitliche Einrichtungen und alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten werden deshalb genutzt, um den technischen Ablauf des Börsengeschehens den heutigen Erfordernissen anzupassen.

Diese an allen bedeutenden Börsenplätzen sich zeigende Entwicklung veranlaßte die Börse in München, in sehr fortschrittlicher Weise einen neuen Weg der Kursbekanntmachung zu beschreiten. Über zwei Fernsehkameras werden die von einem Dia-Skriptgeber auf zwei Tafeln in einem Format von 180 x 180 cm geschriebenen Kursnotierungen abgetastet und auf eine Reihe von Wiedergabegeräten übertragen. Diese sind innerhalb des Börsengebäudes in den einzelnen Arbeitsräumen der Banken aufgestellt und ermöglichen es, sämtliche Kurse der im Börsensaal gehandelten Wertpapiere schneller und besser als bisher verfolgen und auswerten zu können.

Um die Übertragung dieser Kurse auch in die Schalterhallen bzw. Arbeits- und Kundenberatungsräume der Banken vornehmen zu können, werden z. Zt. in pasteigenen Kanölen Koaxialkabel einer besonders stabilen Spezial-Ausführung verlegt. Mit Hilfe mehrerer Reichweiten- und Trennverstärker, die in den Labors der GRUNDIG Werke entwickelt wurden, werden die von den beiden Kameras ausgehenden videofrequenten Bildsignale jeweils am Ende einer Übertragungsstrecke verstärkt, so daß für die einzelnen Wiedergabegeräte stets

ein einwandfreies Eingangssignal zur Verfügung steht. Da die volltransistorisierten und in Druckschaltungstechnik ausgeführten Verstärker verhältnismäßig geringe Abmessungen besitzen, können sie je nach den örtlichen Gegebenheiten unmittelbar neben den Wiedergabegeräten oder in deren nächster Nähe untergebracht werden. Die videofrequente Bildübertragung weist gegenüber der bisher häufig angewandten HF-Übertragung verschiedene Vorteile auf.

Einmal ist die Übersprechdämpfung von Kabel zu Kabel verhältnismäßig niedrig — damit wird auch weitgehend den Forderungen der Deutschen Bundespost entsprochen — zum anderen treten bei Anwendung dieses Verfahrens keine Modulationsverluste auf, so daß jederzeit ein scharfes, gut auswertbares Fernsehbild zur Verfügung steht. Die Bedeutung dieser Neuerung wird außerdem noch dadurch unterstrichen, daß nunmehr Reichweiten zu erzielen sind, die bisher nur dem trägerfrequenten Verfahren vorbehalten waren.

Wegen der ausgezeichneten Rationalisierungserfolge haben auch eine Reihe von Geldinstituten die professionelle Fernsehtechnik in ihren Dienst gestellt. Sie erzielen dadurch eine vereinfachte Abwicklung des Scheckverkehrs, der infolge der ständig wachsenden Verbreitung des bargeldlosen Zahlens entsprechende organisatorische Maßnahmen erforderlich gemacht hatte.

Da dabei nur kürzere Strecken zu überbrücken sind, steht das Problem der Reichweite nicht so im Vordergrund wie bei der Börsenanlage München, wo Informationen ähnlichen Inhalts über Strecken von mehreren Kilometern zu übertragen sind. He-



▲ Börsensaal mit den beiden Dia-Skriptgebern, die mit GRUNDIG Fernaugen abgetastet werden



▲ Auf den in den Bankräumen aufgestellten Wiedergabegeräten lassen sich die Kursnotierungen einfach und schnell ablesen

### Wirtschaftlichkeit

Der Aufbau der Steuerung aus Bausteinen ermöglicht die notwendige Anpassung an die verschiedenen Maschinentypen. Wenn auch das Arbeitsgebiet infolge der Beschränkung auf im wesentlichen Positionieraufgaben eingengt ist, so liegt doch gerade in diesem Arbeitsgebiet ein Großteil der anfallenden Werkstücke. Infolge des begrenzten Aufwandes kann die Steuerung an vielen einfachen Produktionsmaschinen angebaut werden, ohne daß die angestrebte Kosteneinsparung durch allzu hohe Investitionskosten belastet wird.

Der wirtschaftliche Einsatz der numerischen Steuerung gerade bei den einfachen Fertigungsmaschinen bringt erhebliche Einsparungen an Fertigungszeit und -kosten mit sich. Die Nebenzeiten für Spannen und Ausrichten der Werkstücke und vor allen Dingen das Einstellen der Positionen werden verkürzt. Das Anreißen, normalerweise ein zeitraubender Vorgang, entfällt völlig. Bei der numerisch gesteuerten Maschine wird für jedes Werkstück der genaue Arbeitsablauf von der Arbeitsvorbereitung bestimmt.

Damit kann die beste Maschinenausnutzung mit der günstigsten Arbeitsschrittfolge in Einklang gebracht werden. Der

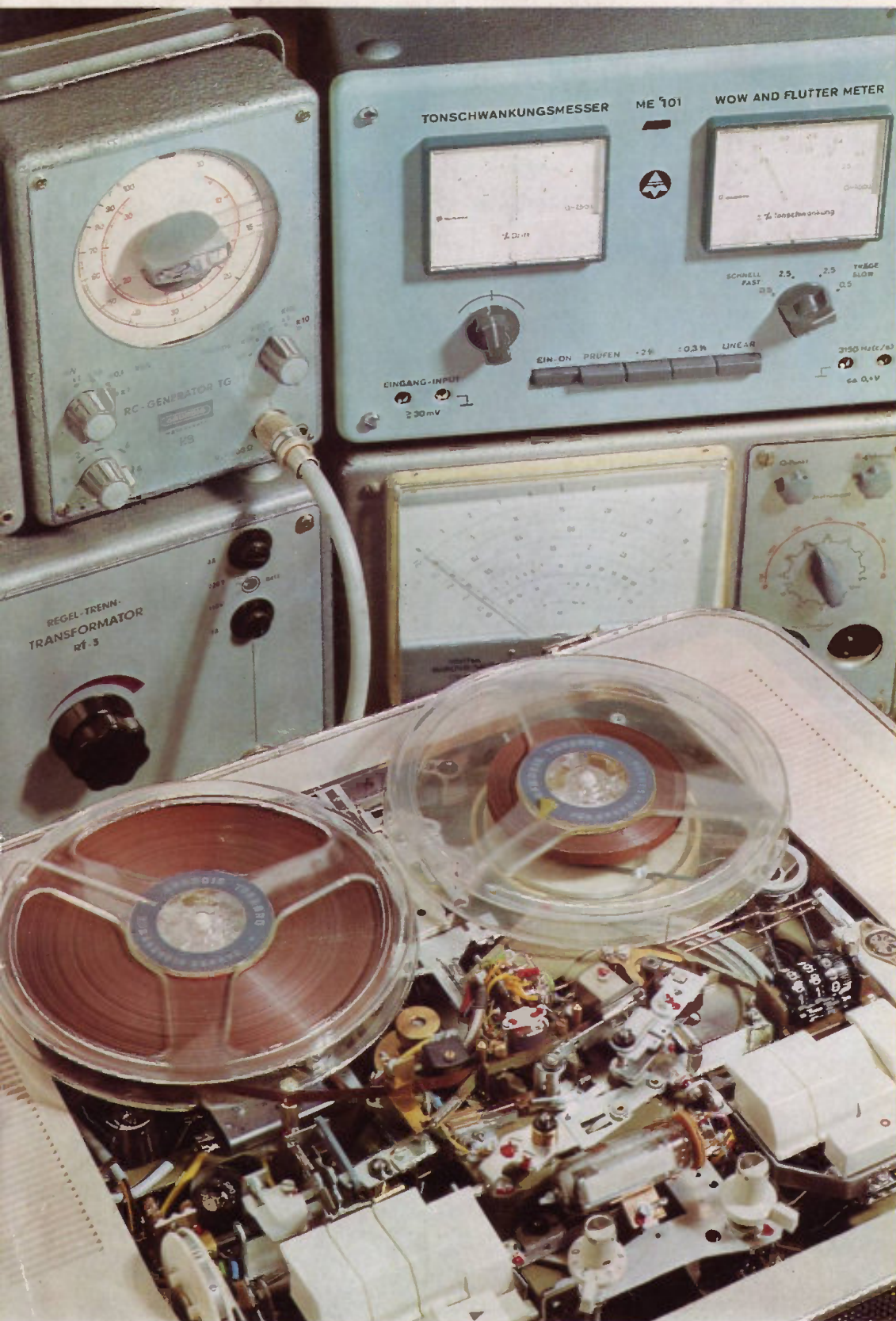
Bedienungsmann übernimmt lediglich die Überwachung und Wartung der Maschine und kann auf den Arbeitsablauf, insbesondere auf das Einfahren der Positionen, keinen Einfluß ausüben. Auf diese Weise werden subjektive Fehler ausgeschaltet, so daß zusätzlich zur Verkürzung der Fertigungszeiten eine weitgehende Verringerung der Ausschulquote kommt. Abgesehen von der erheblichen Verkürzung der Umrüstzeiten beim Wechsel der Serie entfallen auch Kosten für Lehren und Vorrichtungen, da die numerisch gesteuerte Maschine ebenso als Meßmaschine eingesetzt werden kann. Ganz allgemein bringt die automatische Fertigung eine Erhöhung der Gleichmäßigkeit der Teile bei gleichzeitiger Verringerung der Fertigungskosten mit sich. Diese Auswirkungen werden um so mehr sichtbar, je mehr Maschinen mit numerischen Steuerungen ausgerüstet werden und je besser sich die dabei völlig veränderte Zusammenarbeit zwischen Konstruktionsbüro und Werkstatt über das Programmierbüro eingespielt hat.

(Aus „Die elektrische Ausrüstung“, Industrielle Elektronik und Automation, Spezialzeitschrift für die Anwendung elektrischer Anlagen und Regeleinrichtungen in der Industrie und Verfahrenstechnik, Vogel-Verlag, Würzburg.)



**GRUNDIG**

# MESSGERÄTE



Unser Bild zeigt  
einen  
mustergültigen  
Tonbandgeräte-  
Serviceplatz

Links oben:  
(am Bildrand)  
Tonfrequenz-Röhrevoltmeter  
**TV 1**

Daneben:  
RC-Tonfrequenz-Generator  
**TG 11**

Rechts oben:  
Tonhörschwankungsmesser  
**ME 101**

Links unten:  
Regel-Trenntransformator  
**RT 3**

Rechts unten:  
Universal-Röhrevoltmeter  
**RV 3**

Foto: Contzler

**UNENTBEHRLICH FÜR DEN FACHGERECHTEN SERVICE**