



# Inhaltsübersicht

Heft 3/1969

16. Jahrgang

## TONBAND-TECHNIK

GRUNDIG	
Batterie-Tonbandgerät TK 3200 HiFi	371
Gesamtschaltbild TK 3200 HiFi	381/382
GRUNDIG	
Hi-Fi-Stereo-Tonbandgeräte TK 246 und TK 248	419
Aussteuerungs-Automatik mit Feldeffekt-Transistor	423
Gesamtschaltbild TK 248 HiFi	431/432
Neue GRUNDIG Halbspur-Mono- und Viertelspur-Stereo-Tonköpfe nach dem Ringkernsystem	401
Die automatische Bandendabschaltung der GRUNDIG Batterie-Tonbandgeräte TK 2200 und TK 2400	445

## FERNSEH-BILDAUFZEICHNUNGSTECHNIK (VIDEO-RECORDER)

Der Video-Recorder GRUNDIG BK 100	385
Schaltungstechnik des Video-Recorders BK 100	391
Gesamtschaltbild BK 100	383/384
Die Bedienung des GRUNDIG Video-Recorders BK 100	394
Der Bild-Ton-Adapter 900 zum Anschluß des Video-Recorders BK 100 an Fernsehempfänger	397

## HIFI-STEREO-TECHNIK

GRUNDIG	
HiFi-Tuner-Verstärker RTV 650	404
Gesamtschaltbild RTV 650	413/418

## REISESUPER

GRUNDIG Satellit 210 und Satellit 210 Amateur	435
Gesamtschaltbild Satellit 210	433/434

## AUTOSUPER

GRUNDIG Weltklang 4501	439
Gesamtschaltbild WK 4501	438
GRUNDIG 6/12-Volt-Spannungswandler für 12-Volt-Autosuper	443



## Das GRUNDIG Batterie-Tonbandgerät TK 3200 HiFi

erfüllt zusätzlich zu den DIN-Vorschriften (HiFi-Norm 45 500) als Reportergerät in folgenden Punkten die „Grundsätzlichen Anforderungen an Magnettonanlagen der Arbeitskommission Studioteknik der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland“ vom 12. August 1965:

1. Bandgeschwindigkeit
2. Schlupf
3. Tonhöenschwankungen
4. Hochlaufzeit

Ausführliche Technische Daten des TK 3200 auf Seite 380 dieses Heftes



**GRUNDIG**

## Technische Informationen

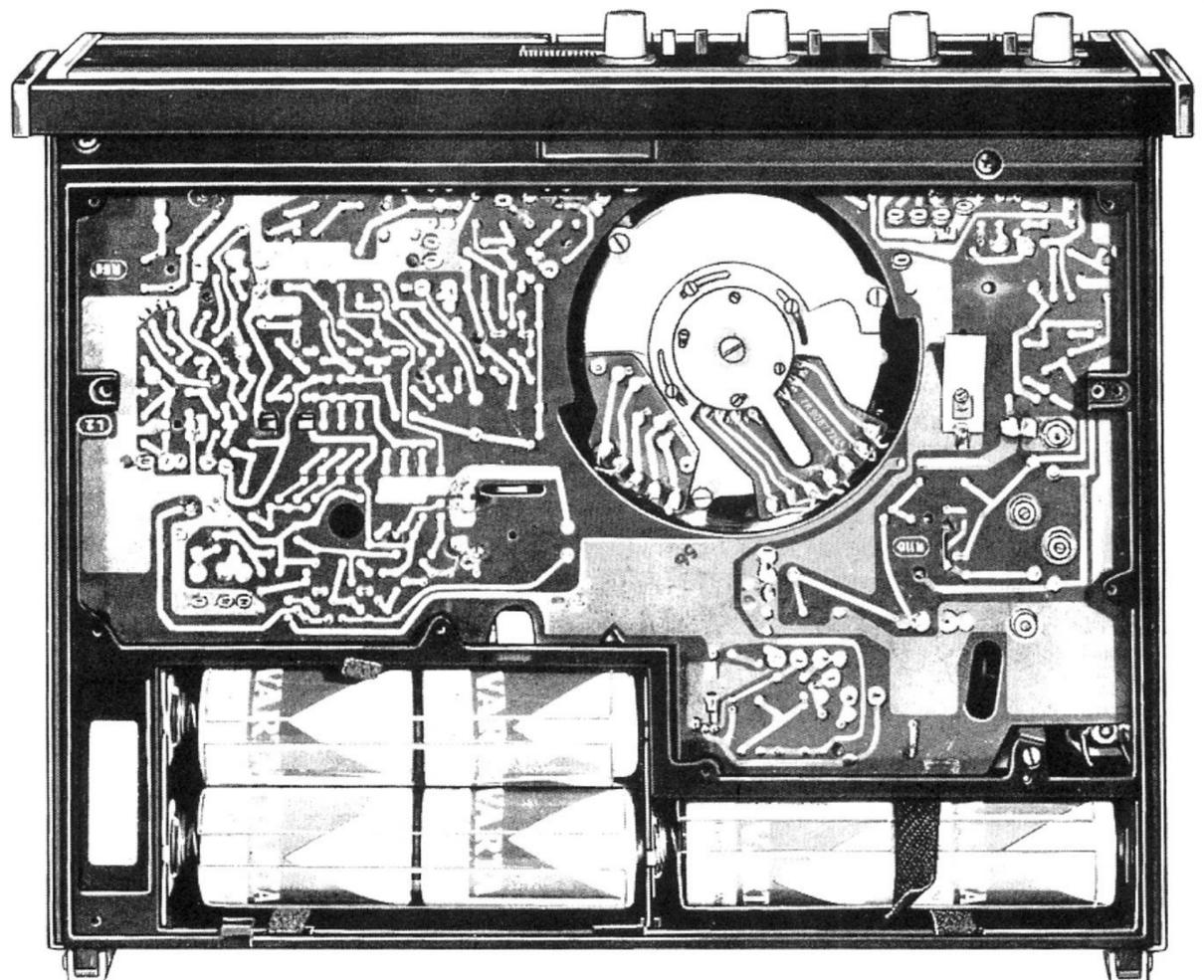
Zeitschrift für Electronic, Radio-, Fernseh- und Tonband-Technik  
Herausgeber: GRUNDIG WERKE GmbH  
Technische Direktion  
8510 Fürth (Bayern), Kurgartenstraße 37  
Redaktion: H. Brauns

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 368 79, GRUNDIG Werke GmbH, Fürth (Bayern). (Die Bestellung erfolgt am einfachsten auf Zahlkartenabschnitt.) Die Schutzgebühr für Einzelhefte beträgt 1.50 DM.

Herausgabedatum: Funkausstellung 1969  
Druck: Karl Müller, Roth bei Nürnberg

Nachdruck von Beiträgen aus GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN ist bei ausführlicher Quellenangabe und Zusendung von Belegexemplaren ohne weitere Genehmigung gestattet.



Unteransicht des GRUNDIG Batterie-Tonbandgerätes TK 3200 bei abgenommener Bodenplatte

H. BUTTE  
H. SINNING  
W. NICKEL



# TK 3200 HiFi

Das Batterie-Tonbandgerät der Spitzenklasse

Mit dem GRUNDIG TK 3200 wurde ein tragbares, batteriebetriebenes Reporter-Tonbandgerät entwickelt, welches die Grundforderungen, die ernsthaft arbeitende Tonbandamateure stellen, voll erfüllt.

Das Gerät ist einfach in der Bedienung, betriebssicher und robust. Die formschöne Gestaltung und außerordentlich flache Bauweise sind weitere Merkmale. Ein wesentlicher Vorteil ist die Anwendbarkeit von 15-cm- $\phi$ -Spulen.

Alle diese Vorzüge machen dieses neue Gerät für den Einsatz als Reportergerät hervorragend geeignet.

Eine zu dem Gerät passende Tragetasche erleichtert den Transport und die Bedienung bei Außenaufnahmen. Das TK 3200 besitzt eine fernbedienbare Pauseneinrichtung, die vom Mikrofon aus betätigt werden kann. Alle anderen Funktionen sind drucktastengesteuert.

Wesentliches Merkmal des Gerätes ist das neuartige Antriebssystem, nämlich ein Direktantrieb-Außenläufer-Tonwellen-Motor mit elektronischer Drehzahlstabilisierung sowie eine Bandzugregelung für konstanten Bandzug über den gesamten Wickeldurchmesser.

## Konstruktiver Aufbau

Das Gerät ist so konstruiert, daß ein stabiler und servicefreundlicher Aufbau erreicht wurde. Es setzt sich aus zwei Haupt-Baugruppen zusammen, nämlich dem Gehäuseoberteil, welches das gesamte Laufwerk beinhaltet, und dem Gehäuseunterteil, in dem sich die Stromversorgung und die Verstärkerdruckplatte befindet (siehe Titelbild dieses Heftes).

## Oberteil

Ein Leichtmetall-Druckgußchassis verleiht dem Laufwerk und dem gesamten Gerät eine große mechanische Stabilität. In dem Druckgußchassis sind alle funktionsbestimmenden Bauelemente des Laufwerkes untergebracht und direkt befestigt. Ober- und Unterteil sind durch Scharniere miteinander verbunden. Somit ist durch einfaches Aufklappen ein Zugang zu den mechanischen und elektrischen Bauteilen möglich (Bild 2). Auch in dieser Stellung ist das Gerät voll funktionsfähig.

Außer den mechanischen Laufwerk-Bauteilen sind im Gehäuseoberteil die kompletten Bandführungselemente einschließlich Magnetköpfe, die Oszillator-druckplatten und die Druckplatten für die Motorelektronik des Tonwellenmotors untergebracht.

## Unterteil

Es besteht, wie das Oberteil, ebenfalls aus Leichtmetall-Druckguß. Hier sind die Verstärkerdruckplatten mit den zugehörigen Anschlußbuchsen und die Stromversorgung untergebracht. Der sogenannte Batteriekasten ist mit in das Druckgußteil eingearbeitet und von der Elektronik und dem Laufwerk räumlich



Bild 1 GRUNDIG TK 3200

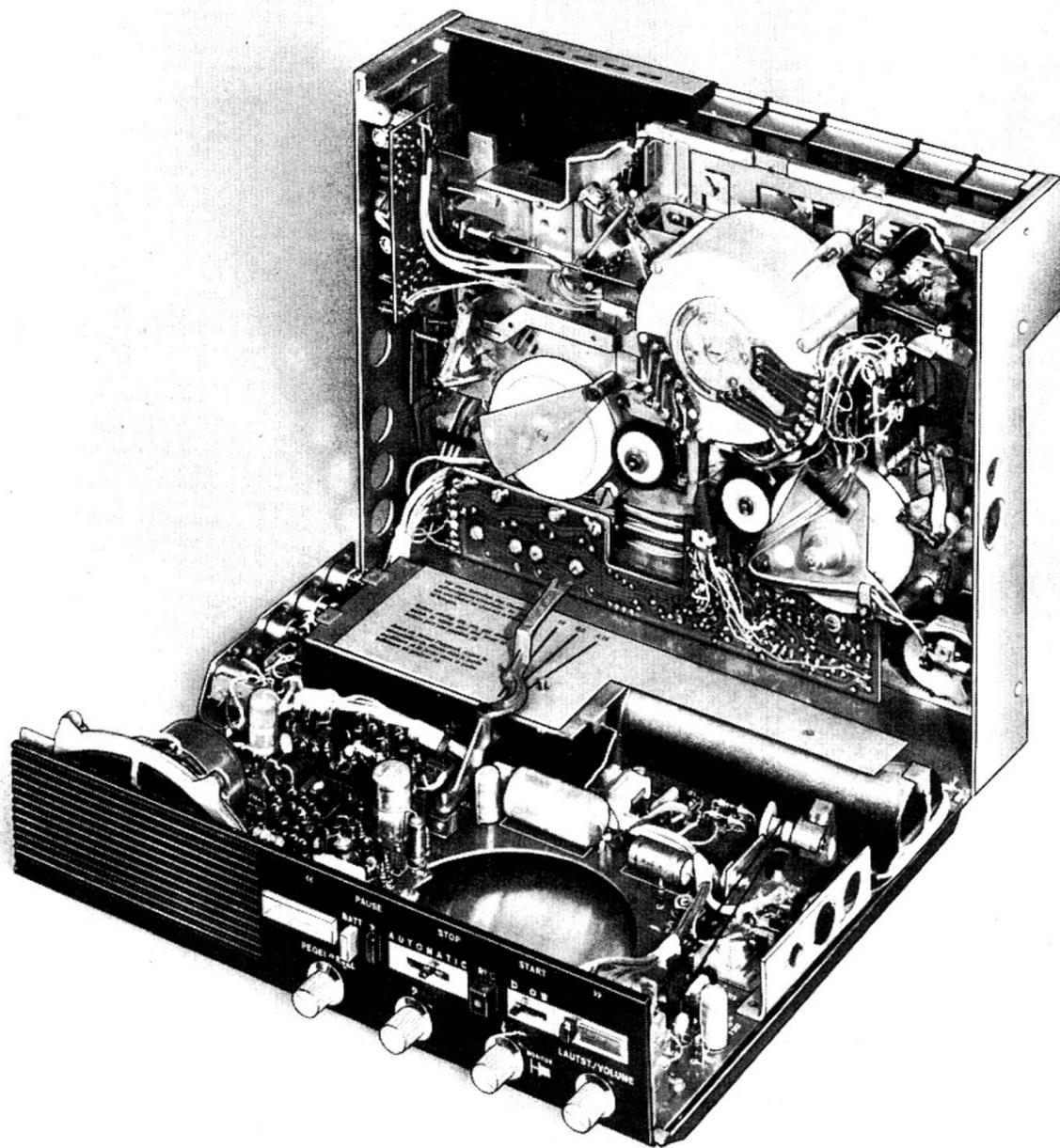
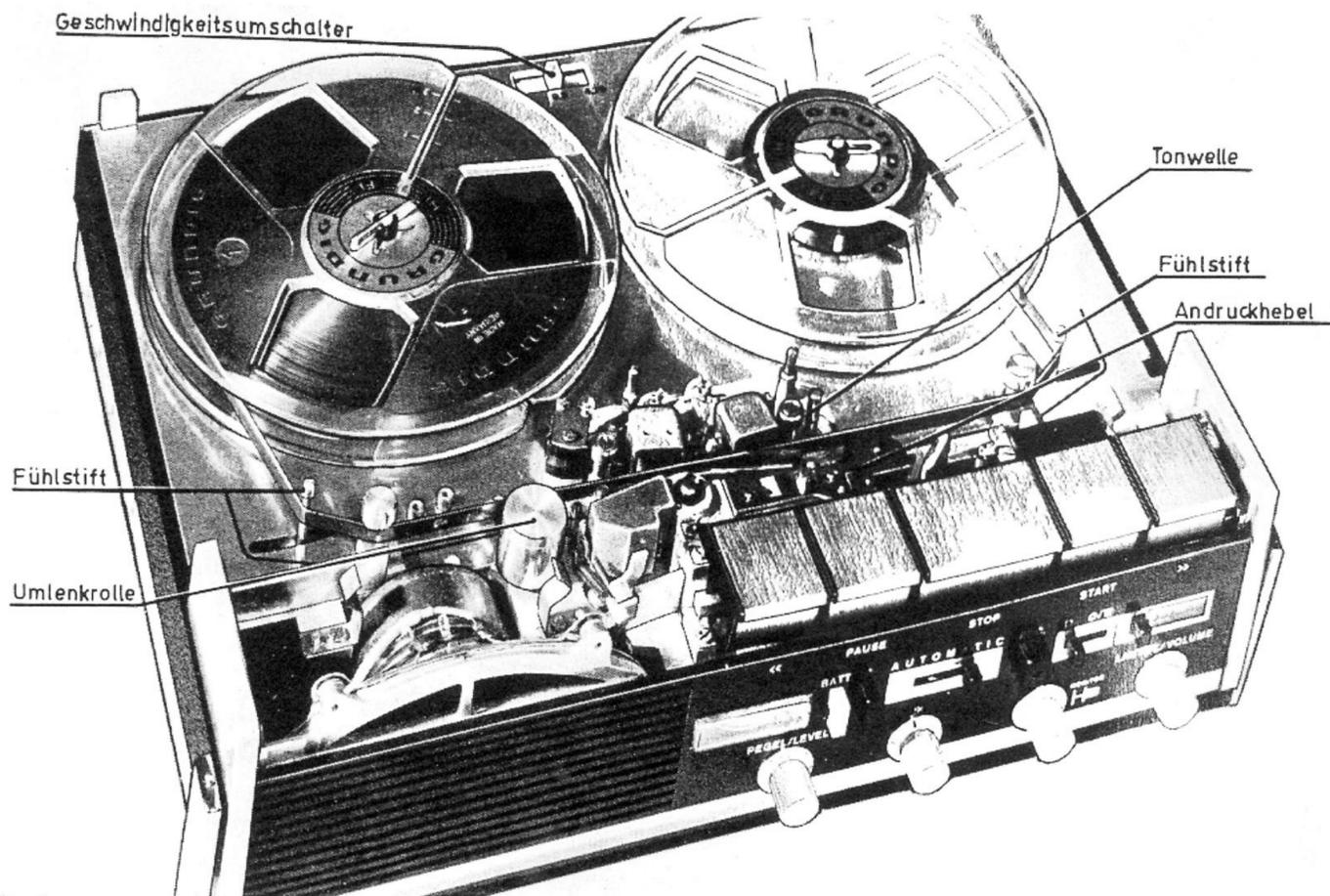


Bild 2 Der Innenaufbau des TK 3200



**Bild 3**  
TK 3200  
bei abgenommenen  
Kopfabdeckungen

getrennt. Ein Bodenblech verschließt gemeinsam den Batteriekasten und die Printseite der Druckplatte.

### Betriebsfunktionen

#### Spielbetrieb

Das Tonband läuft in der nach DIN 45 511 genannten Laufrichtung von links nach rechts mit der Tonträgerschicht nach innen (**Bild 2**). Vom linken Wickelteller kommend läuft das Tonband über den linken Fühlstift des mechanisch geregelten Bremssystems und über den ersten Höhenführungsbolzen. Eine danach folgende Umlenkrolle sorgt einerseits für eine Beruhigung des Bandlaufs vor dem Löschkopf und gewährleistet andererseits eine genaue Umschlingung des Bandes am Löschkopf.

Danach folgen drei weitere Bandführungsbolzen, zwischen denen sich der Aufnahme- und der Wiedergabekopf befindet. Diese Köpfe sind im Gegensatz zum festmontierten Löschkopf in allen Ebenen einstellbar. Somit ist eine optimale Einstellung von Bandlauf, Aufnahme und Wiedergabe möglich.

Danach folgt die Tonwelle des Tonwellenmotors in Verbindung mit der Andruckrolle. Ein weiterer Höhenführungsbolzen und der Fühlstift des rechten Bremssystems bilden den Übergang zum rechten Wickelteller.

#### Bandtransport

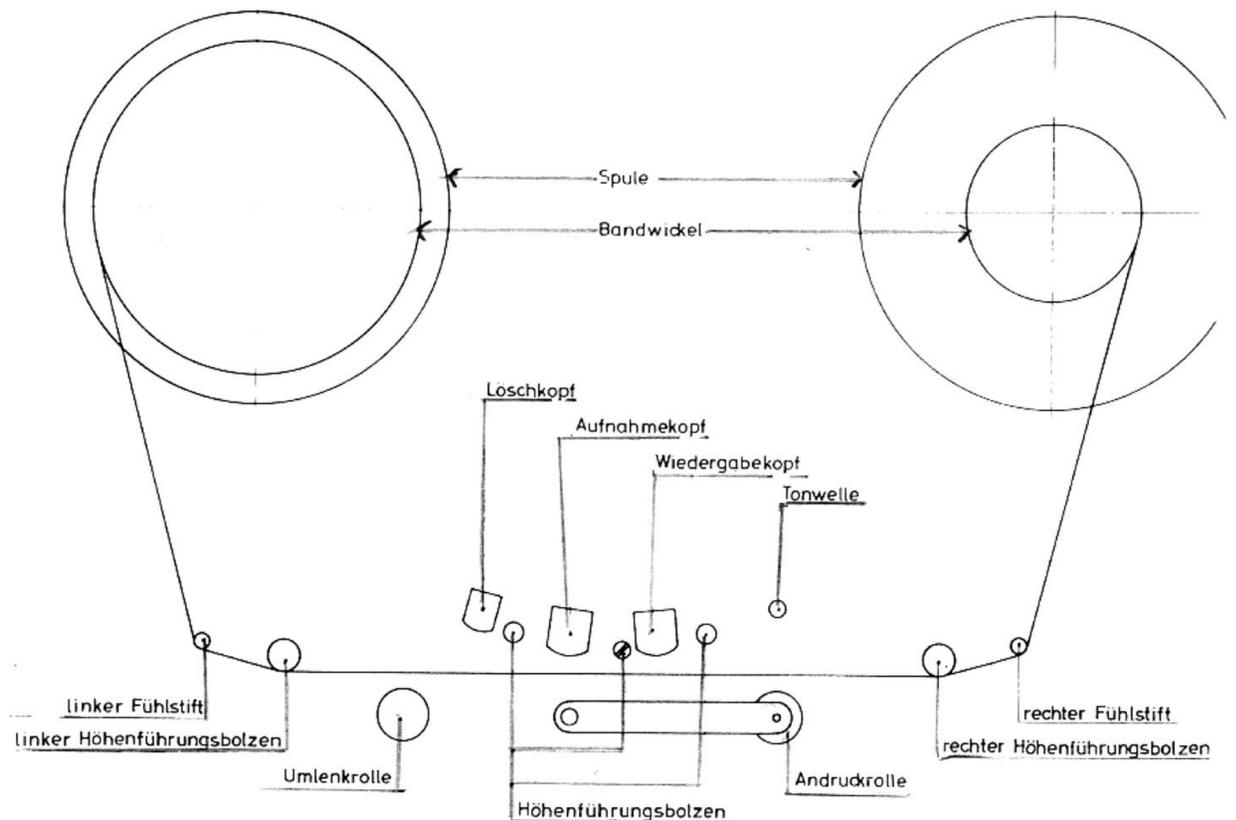
Der Bandtransport wird dadurch erreicht, daß das Tonband von einer Andruckrolle gegen die rotierende Tonwelle gedrückt wird. Dabei wird das Tonband von der Tonwelle mitgenommen. Beim TK 3200 ist die Tonwelle die verlängerte Achse eines Tonwellenmotors. Ihr Durchmesser und ihre Drehzahl sind bestimmend für die Bandgeschwindigkeit

$$v = \frac{D \cdot p \cdot n}{60} \text{ cm/s}$$

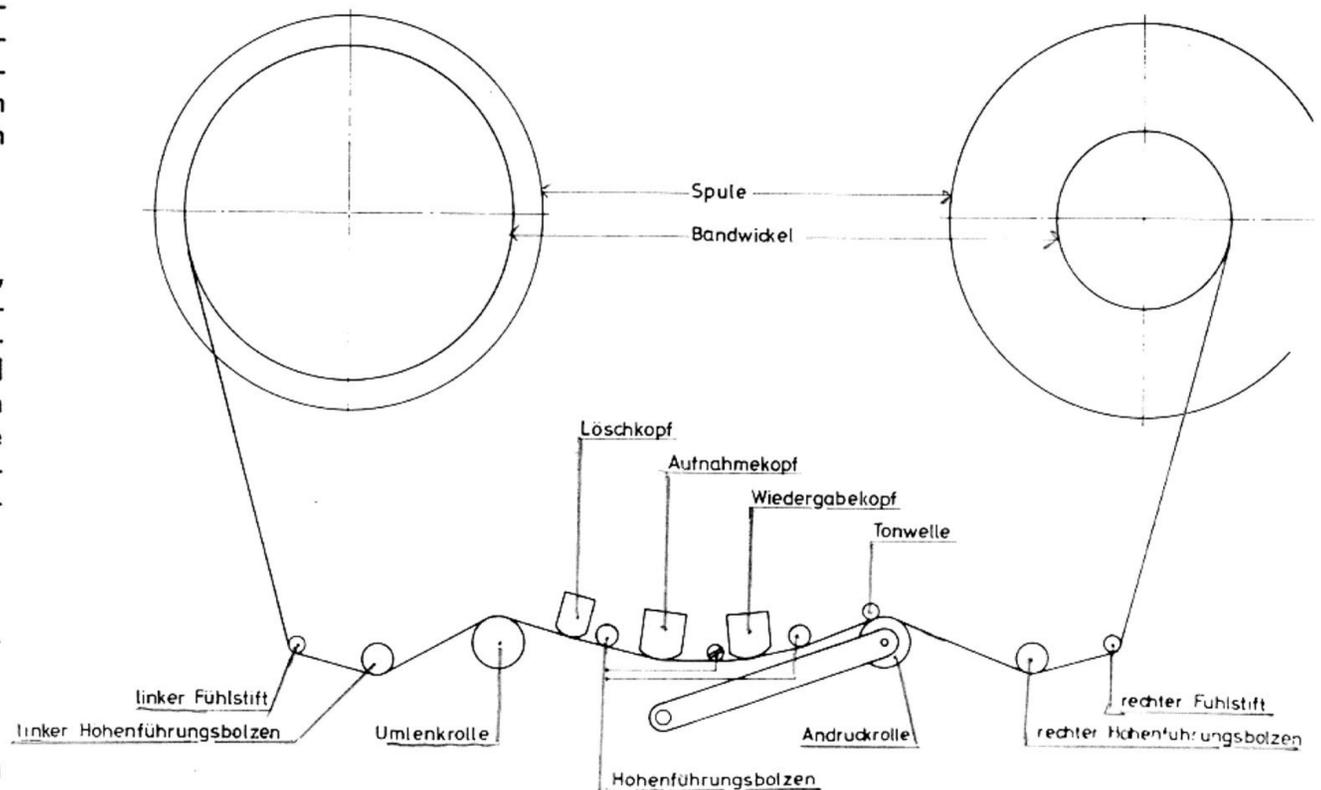
wobei „n“ in U/min und „D“ in cm eingesetzt werden.

Das ergibt bei einer Tonwelle von  $D = 0,4 \text{ cm}$

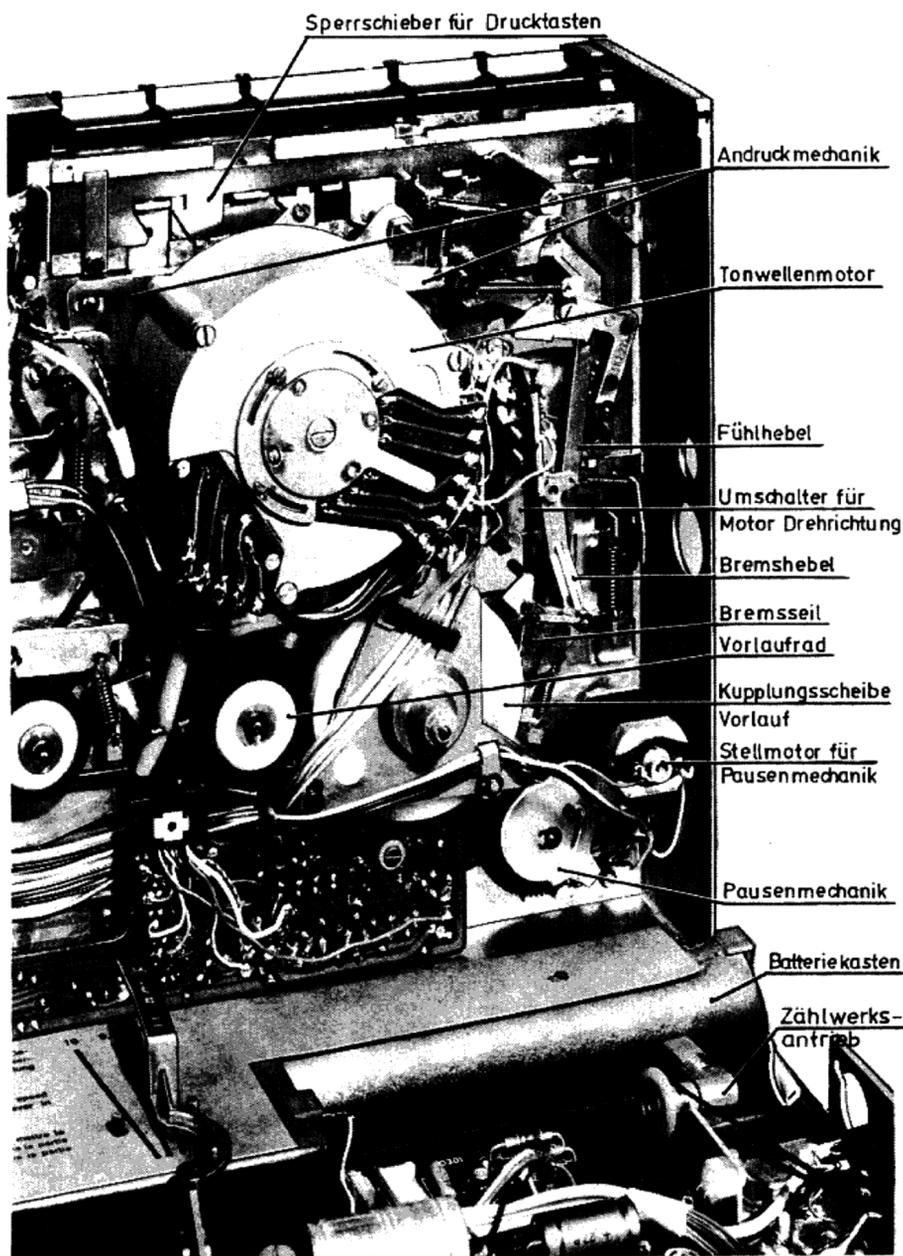
für $v = 19 \text{ cm/s}$	$n = 910 \text{ M/min}$
$v = 9,5 \text{ cm/s}$	$n = 455 \text{ M/min}$
$v = 4,75 \text{ cm/s}$	$n = 227,5 \text{ M/min}$



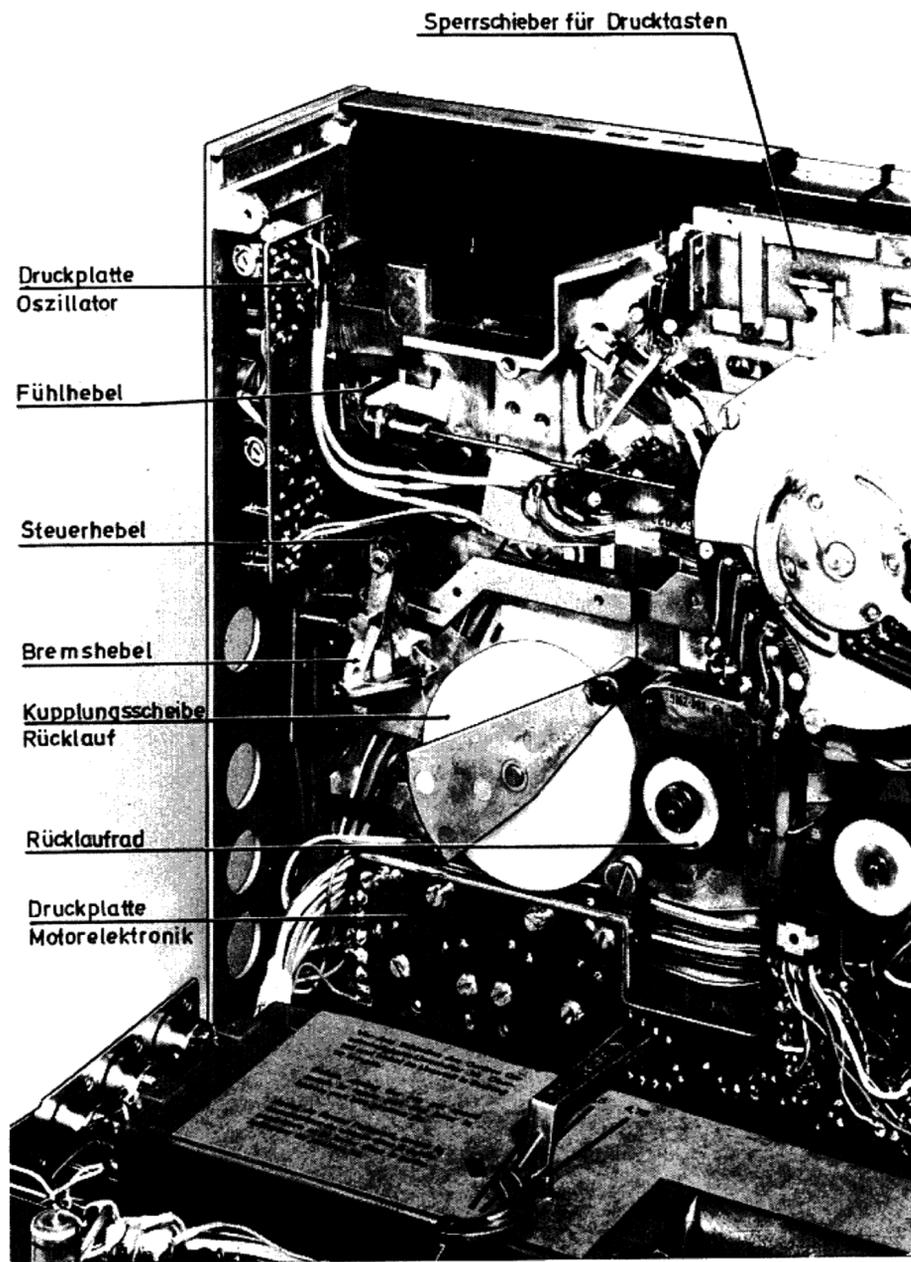
**Bild 4** Bandlaufschema Schneller Vor- und Rücklauf



**Bild 5** Bandlaufschema Aufnahme- bzw. Wiedergabebetrieb



**Bild 6**  
Blick auf Motor, rechte Rutschkupplung und Motor für Pausenmechanik



**Bild 7** Blick auf die linke Rutschkupplung

Für eine konstante Drehzahl der Tonwelle und somit des Bandtransportes sorgt eine elektronische Drehzahlregelung (siehe Kapitel über den Motor des TK 3200). Sie gewährleistet, daß die Tonwelle, bezogen auf das Motorgehäuse und somit auch auf das Gerät, immer mit konstanter Wickelgeschwindigkeit gedreht wird. Durch die Aufbautechnik des Motors (Außenläufer) und die schnell arbeitende Regelung werden selbst beim Bewegen des Gerätes in radialer Richtung zur Tonwelle keine Relativbewegungen ausgeführt, die die Gleichlaufwerte ungünstig beeinflussen könnten (Trudelsicherheit). Infolge ihres Beharrungsvermögens sind drehende Teile bestrebt, auf Grund ihrer kinetischen Energie ihre Wickelgeschwindigkeit beizubehalten. Bei einigen Laufwerkkonstruktionen von Portable-Tonbandgeräten, die auch im Tragen betrieben werden können, werden zwei miteinander verbundene gegenläufige Schwungmassen verwendet, deren auftretende Relativbewegungen gegenläufig sind und sich deshalb teilweise aufheben.

Die elektronische Regelung des Motors beim TK 3200 sorgt dafür, daß die Relativbewegungen zwischen Tonwelle und Motorgehäuse so klein sind, daß auftretende Fehler innerhalb des von den Rundfunkanstalten verlangten Toleranzbereiches für batteriebetriebene Reporter-Tonbandgeräte liegen.

Um den notwendigen Bandzug für den Band-Kopfkontakt herzustellen, wird das Tonband mittels eines sogenannten Andruckbändchens an die Kopfspiegel gedrückt. Dieser Andruck erzeugt ca. 60% des erforderlichen Bandzuges; der Rest

wird durch Abbremsen des Abwickeltellers erreicht.

Wird die Abwickelseite mit einem konstanten Moment gebremst, so ergibt sich bei Verwendung genormter Bandspulen während des Betriebs eine Radienänderung von 3:1. Damit ändert sich der Bandzug nach  $P = M_b \cdot r$  mit abnehmendem Wickelradius. Dies würde zu einem höheren Schlupf des Tonbandes zwischen Tonwelle und Andruckrolle führen. Um dies zu vermeiden, ist es erforderlich, den Bandzug über den gesamten Wickelradius konstant zu halten.

Bei Heimtonbandgeräten für horizontalen Betrieb genügt es im allgemeinen, den Bremsmoment über eine gewichtsabhängige Kupplung zu regeln. Bei portablen Geräten ist dies wegen der meist vertikalen Betriebslage nicht möglich.

Beim TK 3200 wurde die Bandzugregelung über ein weiter unten beschriebenes mechanisches Bremssystem erreicht. Auf eine Regelung der Aufwickelseite wurde verzichtet, da sich dadurch keine nennenswerten Vorteile für die Bandaufwickelgeschwindigkeit ergeben. Um beim Umspulen ebenfalls einen konstanten Bandzug zu erhalten, wird auch hier der Bremsmoment der jeweils abwickelnden Seite geregelt. Dadurch entstehen auch beim schnellen Umspulen weitgehend konstante Bandwickelverhältnisse.

#### Wickelantrieb und Bremssystem

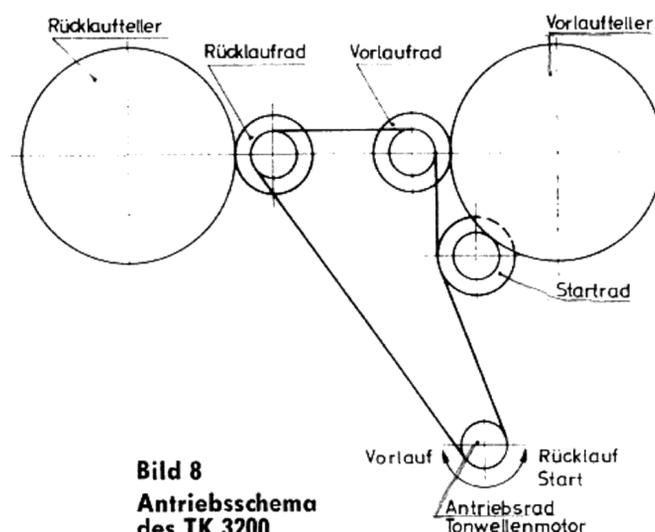
Die Antriebskraft wird vom Tonwellenmotor aufgebracht und über Antriebsriemen und Reibräder auf die Wickelteller übertragen. Bei einer Umgebungstemperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+55^{\circ}\text{C}$  ist

das Gerät in allen Betriebslagen voll funktionsfähig. Dabei war es besonders für den Wickelantrieb erforderlich, bei negativen Temperaturen wenig Reibstellen und kurze ziehende Riementrums zu erhalten. Es wurde deshalb ein zwar elektrisch aufwendiger, aber mechanisch sicherer Weg beschriftet.

Wie aus **Bild 8** ersichtlich, muß der Motor bei „Schnellem Vorlauf“ seine Drehrichtung ändern, dafür ist aber in dieser Betriebsstellung das ziehende Riementrum kurz und somit auch bei  $-20^{\circ}\text{C}$  ein einwandfreier Betrieb möglich.

Für den erforderlichen Betriebszustand wird das jeweilige Kupplungsrad betätigt und somit der Kraftschluß zwischen Motor und Wickelteller hergestellt.

Auf der abwickelnden Seite sorgt das bereits erwähnte mechanische Bremssystem für den Rückhalte moment. Die Bremsen arbeiten einmal als Stopfbremsen beim Auslauf aus dem schnellen



**Bild 8**  
Antriebsschema des TK 3200

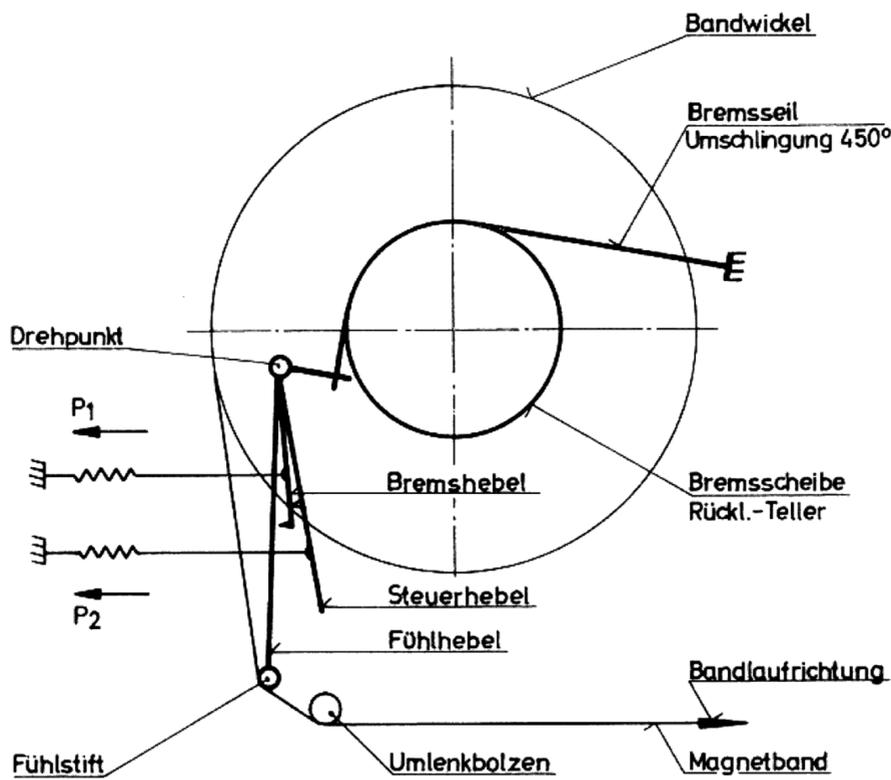


Bild 9 Bandlauf- und Regelschema linker Wickelteller

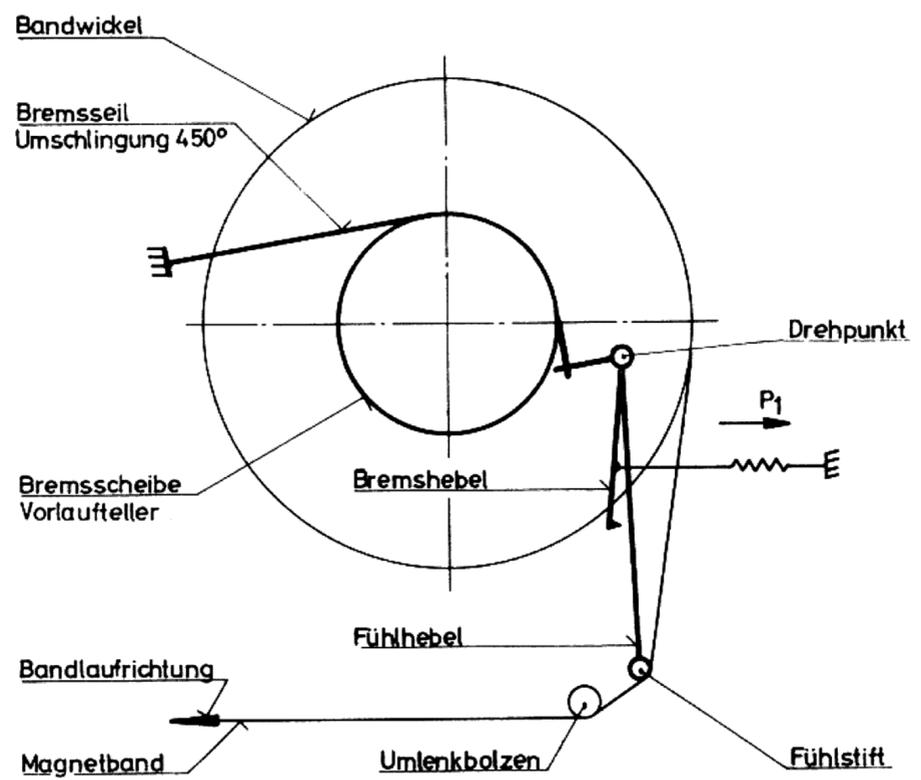


Bild 10 Bandlauf- und Regelschema rechter Wickelteller

Vorlauf bzw. Rücklauf, zum anderen als Betriebsbremse zur Erzielung eines konstanten Bandzuges auf der Abwickelseite. Die Bremsen wurden, um diesen Anforderungen zu genügen, als Seilbremsen mit einseitig wirkender Seilkraft (Servobremse) ausgeführt. Sie bestehen aus glasfaserverstärkten Nylonseilen, welche die Bremsstrommeln um ca. 450° umschlingen. Die Konstruktion der Seilbremse gewährleistet eine geringe spezifische Belastung der Brems-elemente und größere Lebensdauer bei höherer Betriebssicherheit.

Zur Konstanzhaltung der Bandzüge bei verschiedenen Wickeldurchmessern muß das Rückhaltemoment der Umschlingungsbremse geändert werden. Gemäß Bild 9 erzeugt das Tonband durch die Umschlingung des Fühlstiftes am Fühlhebel eine vom Bandzug und Wickeldurchmesser abhängige Kraftkomponente.

Eine am Bremsseil angreifende Zugkraft  $P_1$  wird von dieser Kraftkomponente vom Fühlhebel über den Bremshebel übertragen, zum Teil kompensiert. Durch entsprechende Wahl der Federkräfte und Lage des Brems- und Fühlhebels wird erreicht, daß das Rückhaltemoment so geändert wird, daß sich über den gesamten Bandwickel ein annähernd konstanter Bandzug einstellt.

Bei schnellem Vor- und Rücklauf arbeiten die Bremsen mit einem Rückhaltemoment, bei dem sich ein Bandzug von 60 p einstellt. Bei Spielbetrieb, Bild 9, wird das Rückhaltemoment der Abwickelseite derart verändert, daß sich ein Bandzug von ca. 35 p einstellt. Die Differenz auf 75 p wird von den Band-Andruckbändchen und der Umschlingung an den Höhenführungsbolzen aufgebracht. Die Veränderung der Rückhaltekraft bei Spielbetrieb geschieht wie folgt:

Der Bremshebel am linken Wickelteller ist als Doppelhebel ausgebildet. Der eigentliche Bremshebel, der ein Spiegelbild des rechten Bremshebels darstellt, erzeugt die Rückhaltekraft  $P_1$  für die Bandzugregelung bei Spielbetrieb. Bandzug ca. 35 p. Hierbei wird der sogenannte Steuerhebel, welcher die

Zusatzkraft  $P_2$  bei schnellem Vorlauf bringt, von der Regelmechanik derart getrennt, daß im Regelbereich die Rückhaltekraft  $P_2$  nicht wirksam ist.

#### Aufwickelkupplung

Das von der Tonwelle abgewickelte Tonband wird auf der rechten Seite, der Aufwickelseite, wieder aufgespult. Der rechte Wickelteller wird über eine Rutschkupplung angetrieben. Diese Kupplung funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die Bremsen, nämlich mit Seilumschlingung. Eine Rutschkupplung in der bekannten Art, aufgebaut als Scheibenkupplung, war für dieses Gerät ungeeignet. Diese Kupplung mußte mit festem eingestelltem Aufwickelmoment eingestellt sein und würde diesen Wert, bei Temperaturwechsel ebenso wie über eine längere Betriebszeit gesehen, sehr stark ändern.

#### Kupplungsaufbau (Bild 12)

Die Antriebsscheibe der Aufwickelkupplung ist mit einer Seilscheibe verbunden, welche von einer Seilwindung umschlungen ist. Die Einspannpunkte dieser Seilwindung sind auf der abtreibenden Kupplungsscheibe befestigt.

Über die fest in der Kupplungsscheibe montierte Achse wird das an der Seileinspannstelle wirkende Drehmoment auf den Wickelteller übertragen.

Die Lage der Rückhaltekraft  $P_1$  ist so gewählt, daß die Drehrichtung öffnend auf die Seilumschlingung wirkt. Durch Einstellung der Rückhaltekraft ist eine

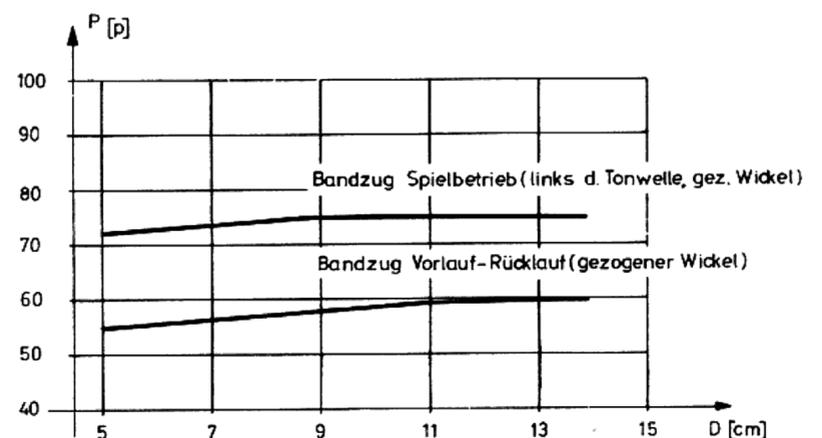


Bild 11  
Bandzug in Abhängigkeit vom Wickeldurchmesser

Einstellung der Drehmomentabgabe möglich.

Die Seilumschlingung beträgt 360 Winkelgrade. Damit ist gewährleistet, daß sich ein Radialschlag der Reibfläche in der Seilscheibe nicht als Seillängenänderung auswirkt. Diese hätte eine Änderung des Rückhaltemomentes und somit des Aufwickelzuges zur Folge. Derartige Änderungen könnten periodisch auftreten, also mit der Umdrehungszahl der Kupplung pulsieren und sich ungünstig auf den Bandschlupf zwischen Tonwelle und Andruckrolle auswirken.

Die Vorlauf-Rutschkupplung ist eingestellt auf ein abgebendes Drehmoment von 180 pcm.

#### Laufwerksteuerung

Alle Funktionen des Laufwerkes werden mechanisch über Drucktasten gesteuert, mit Ausnahme der fernbedienbaren Pausenstellung.

Die Pausentaste ist als Fortschalttaste ausgebildet, d. h. daß beim ersten Betätigen der Taste der Bandtransport unterbrochen, beim zweiten wieder eingeleitet wird.

Beim Betätigen der Pausentaste dreht der Pausenschieber einen Umlenkhebel (Bild 13), welcher eine Schubstange gegen die Kulisse der Andruckmechanik drückt und dabei die Andruckrolle von der Tonwelle abhebt.

Gleichzeitig wird ein nicht dargestellter Bremshebel betätigt und dadurch die Aufwickelkupplung gebremst. Der Bandtransport wird unterbrochen.

Ein Stift am Pausenschieber rastet in die Fortschaltklinke ein. Bei nochmaligem Drücken der Pausentaste gibt die Fortschaltklinke den Stift wieder frei, der Pausenschieber geht zurück, die Bremse wird gelüftet, die Andruckrolle drückt wieder das Tonband gegen die Tonwelle, und der Bandtransport wird fortgesetzt.

### Fernbedienung der Pausenstellung

Das TK 3200 weist eine Fernbedienung auf, welche es gestattet, die Funktion der Pausentaste über einen elektrischen Kontakt, z. B. den Schalter eines Mikrofons, zu steuern. Die hier verwendete Fernbedienung hat zwei wesentliche Merkmale: 1. Echter Bandstop durch Abheben der Tonrolle von der Tonwelle; 2. Aufrechterhaltung der Pausenstellung mit geringer Leistung. Viele Geräte unterbrechen die Spannungszufuhr zum Antriebsmotor, was bewirkt, daß einmal beim Ausschalten auf Grund der kinetischen Energie in den Antriebselementen (z. B. Tonwellen-Schwungmasse) das Tonband noch ein Stück weiter transportiert wird, die Andruckrolle weiterhin auf die Tonwelle drückt (Verformung der Andruckrolle) und zum anderen beim Wiedereinschalten ein „Anlaufjaulen“ nicht zu vermeiden ist.

Bei anderen Geräten wird die Pausenfunktion über einen Elektromagneten eingeleitet. Das hat den Nachteil, daß während der Pausenstellung ein Haltestrom für den Magnet der Batterie entnommen wird.

Im GRUNDIG TK 3200 wird ein Servomotor zur Steuerung der mechanischen Pausenstellung eingesetzt (Bilder 6 u. 13).

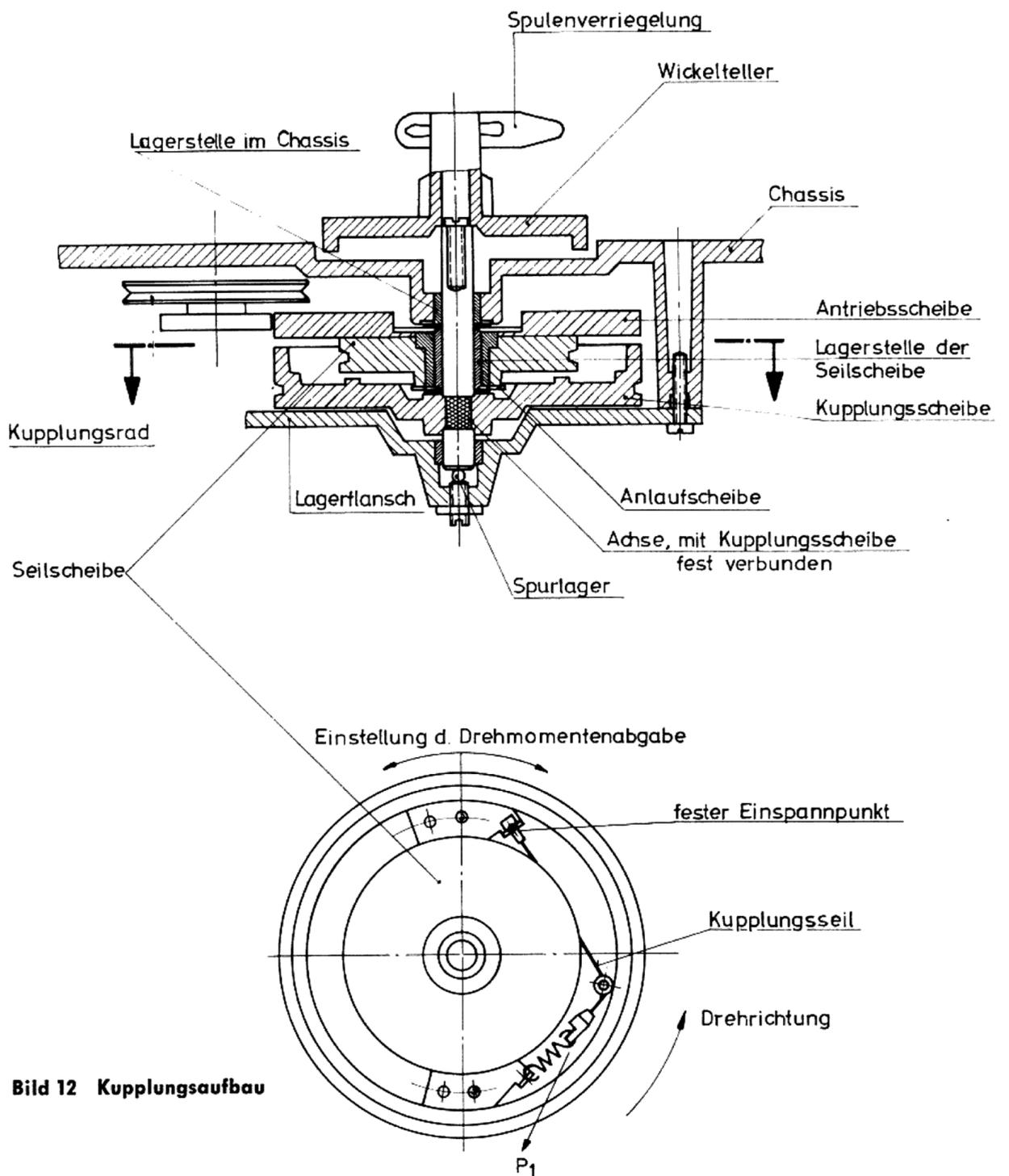


Bild 12 Kupplungsaufbau

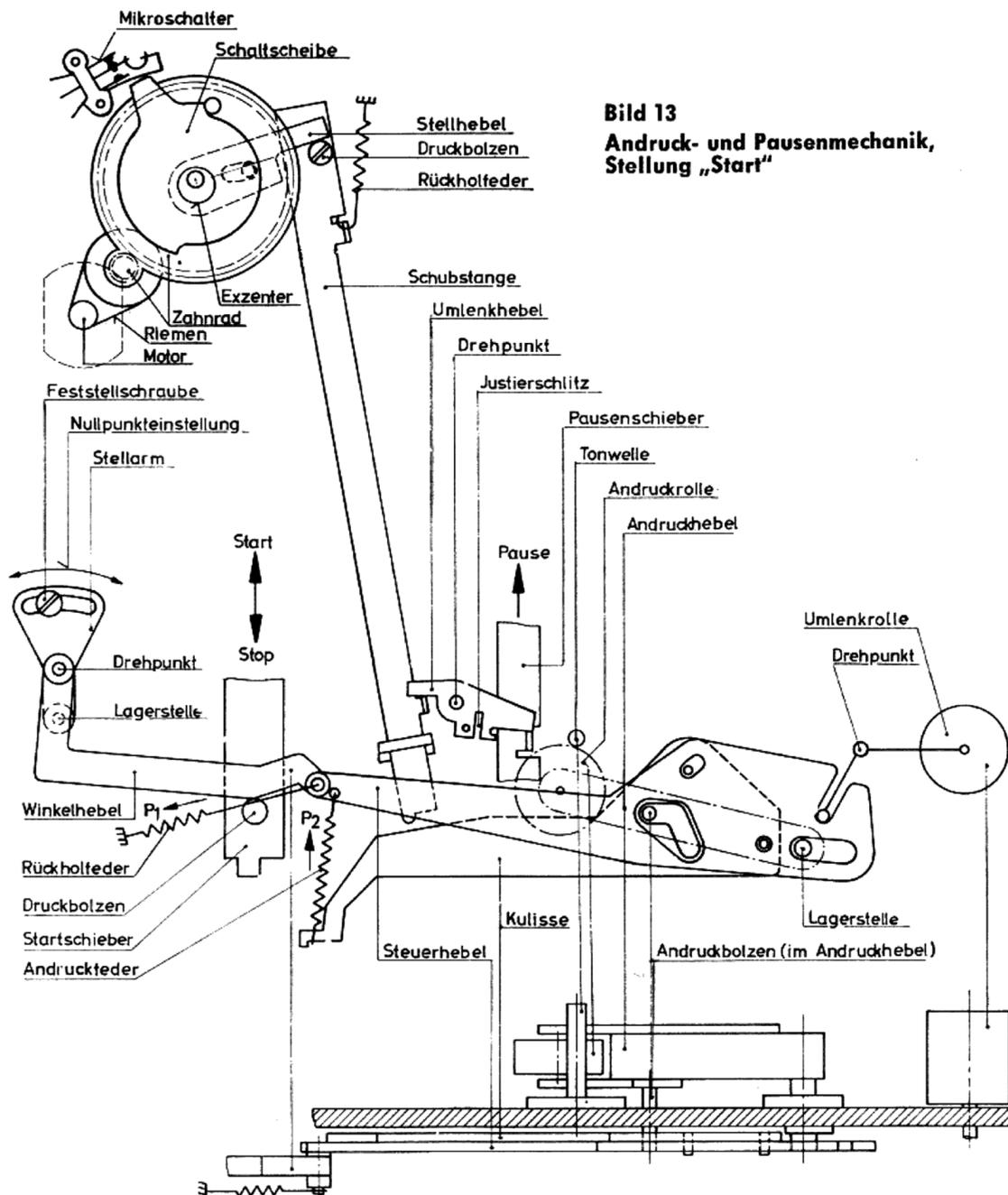


Bild 13 Andruck- und Pausenmechanik, Stellung „Start“

Bild 13 zeigt die Funktion der Pausen-Fernbedienung.

Ein kleiner Elektromotor treibt über ein kombiniertes Riemen-Zahnradgetriebe einen Exzenter, welcher über einen Stellhebel die Schubstange gegen die Andruckmechanik drückt und die Tonrolle von der Tonwelle abhebt. Dabei wird ein nicht dargestellter Bremshebel betätigt, welcher die Aufwickelkupplung bremst.

Die Steuerung des Motors erfolgt über eine Transistor-Relais-Schaltung, welche von dem Fernbedienungsschalter (Mikrofon- oder Fußschalter) angesteuert wird. Eine auf dem Exzenter sitzende Schaltscheibe steuert einen Mikroschalter, welcher als Endschalter arbeitet und in der jeweiligen Endstellung (Pause oder Start) der Pausenmechanik den Motor außer Betrieb setzt. Als Haltestrom fließt nur der Strom der Relais-schaltung. Der Mikroschalter bewirkt in Verbindung mit dem Relais gleichzeitig eine Umschaltung der Drehrichtung und eine elektrodynamische Bremsung des Motors.

Wird in Stellung „Pause“ der Fernbedienungsschalter vom Gerät getrennt (z. B. Stecker des Schaltmikrofons herausgezogen), so dreht der Stellmotor, angesteuert über einen Schaltkontakt von der Fernbedienungsbuchse, die Mechanik automatisch in Ruhestellung, d. h., die Pausenstellung wird unterbrochen und das Tonband weitertransportiert.

## Der Motor des TK 3200

Der Antrieb des TK 3200 erfolgt durch einen elektronisch geregelten Tonwellen-Motor, der von der Firma Siemens speziell für dieses Gerät entwickelt wurde. Dieser Motor gestattet eine relativ einfache Antriebsmechanik, da alle Umschaltvorgänge, wie Vorlauf, Rücklauf sowie die drei Geschwindigkeiten elektronisch gesteuert werden.

Da die Motorachse gleichzeitig Tonwelle ist, entfällt eine aufwendige Untersetzung. Von der Motorachse werden die beiden Wickelteller über einen Rundriemen angetrieben.

Der Motor ist als kollektorloser Gleichstrom-Langsamläufer aufgebaut. Um eine hohe Polzahl zu erreichen, was für einen guten Gleichlauf und eine kurze Ausregelzeit sehr wichtig ist, wurden die vier Wicklungen unterteilt. Es entstand so ein 16 poliger Motor (8 Wicklungshälften = 16 Pole) mit geringem elektronischem Steuer Aufwand, da nur vier Wicklungen (4 Leistungstransistoren) angesteuert werden müssen.

**Bild 14** zeigt den prinzipiellen Aufbau des Motors.

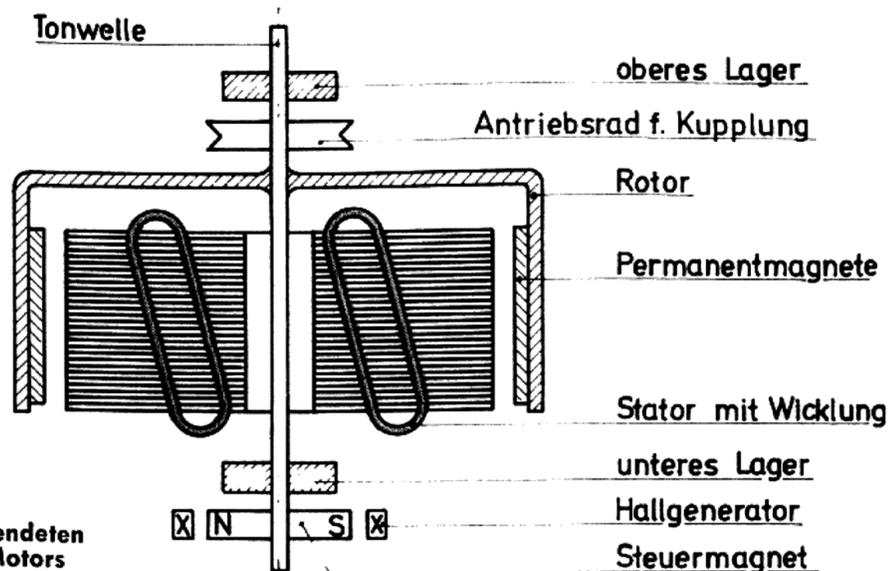
### Prinzipieller Aufbau

Der Motor ist als Außenläufer aufgebaut. Eine umlaufende Weicheisenglocke, der Rotor, ist mit der Tonwelle starr verbunden und trägt auf der Innenseite 16 Permanentmagnete.

Der mit schrägen Nuten versehene, feststehende Teil des Motors, der Stator, ist innerhalb des Rotors angeordnet. Er trägt die Wicklungen. Die schräge Nutung wurde gewählt, um einen weichen Übergang von Pol zu Pol zu erzielen. Bei geraden Nuten würde der Rotor durch die plötzlich angreifenden Kräfte zu ungleichmäßigen Beschleunigungen der Tonwelle neigen.

Auf der Motorachse (Tonwelle) sitzt, unter dem oberen Lager, das Antriebsrad für die beiden Kupplungen. Das obere Lager wurde möglichst hoch gesetzt, um eine Auslenkung der Tonwelle durch die Andruckrolle, die mit einer Kraft von ca. 700 p andrückt, zu verhindern. Auf der Achse befinden sich, unterhalb des unteren Lagers, außerdem ein 16 poliger runder Steuermagnet, der die zwei feststehenden Hallgeneratoren ansteuert.

Um die Laufruhe des Motors auf die geforderten Werte zu bringen, ist der Stator nicht starr mit dem Motorgehäuse verbunden. Ein Dämpfungselement hält



**Bild 14**  
Aufbau des im TK 3200 verwendeten Direktantrieb-Außenläufer-Motors

Schwingungen des Stators vom Gerät fern.

Durch die schräge Nutung entstehen auch in axialer Richtung Kräfte, die durch ein federndes axiales Gegenlager (im Bild 14 nicht gezeichnet) aufgenommen werden. Der Motor ist mit drei Schrauben (M 4) im Gerät befestigt. Zwölf Anschlüsse dienen zur Verbindung mit der Motorelektronik. Die Steuerelemente können in radialer Richtung verstellt werden, ähnlich wie die Bürstenbrücke eines Kollektormotors.

Durch einen kleinen Luftspalt zwischen Stator und Rotor werden hohe magnetische Flußdichten und damit ein guter Wirkungsgrad (ca. 30% bei 910 U/mm im geregelten Zustand) erreicht.

Da sich die Batteriespannung während der Entladezeit ändert und auch mechanische Belastungsschwankungen (z. B. beim Tragen des Gerätes auftreten), muß die Drehzahl des Motors durch eine Regelschaltung konstant gehalten werden. Eine in sich geschlossene Regelstrecke besteht aus einem Sollwertgeber (Soll Drehzahl), einem Istwertgeber (eine der Drehzahl proportionale Spannung) und einer Vergleichsstufe, in der Ist- und Sollwert verglichen werden. Ein Steuer teil wandelt das von der Vergleichsstufe kommende Signal in eine singemäße Drehzahländerung um.

**Bild 15** zeigt das Prinzip der Regelschaltung. (Zur besseren Übersicht wurde nur eine Wicklung dargestellt.)

Der Sollwert wird durch einen doppelt stabilisierten konstanten Strom dargestellt. Eine doppelte Stabilisierung war

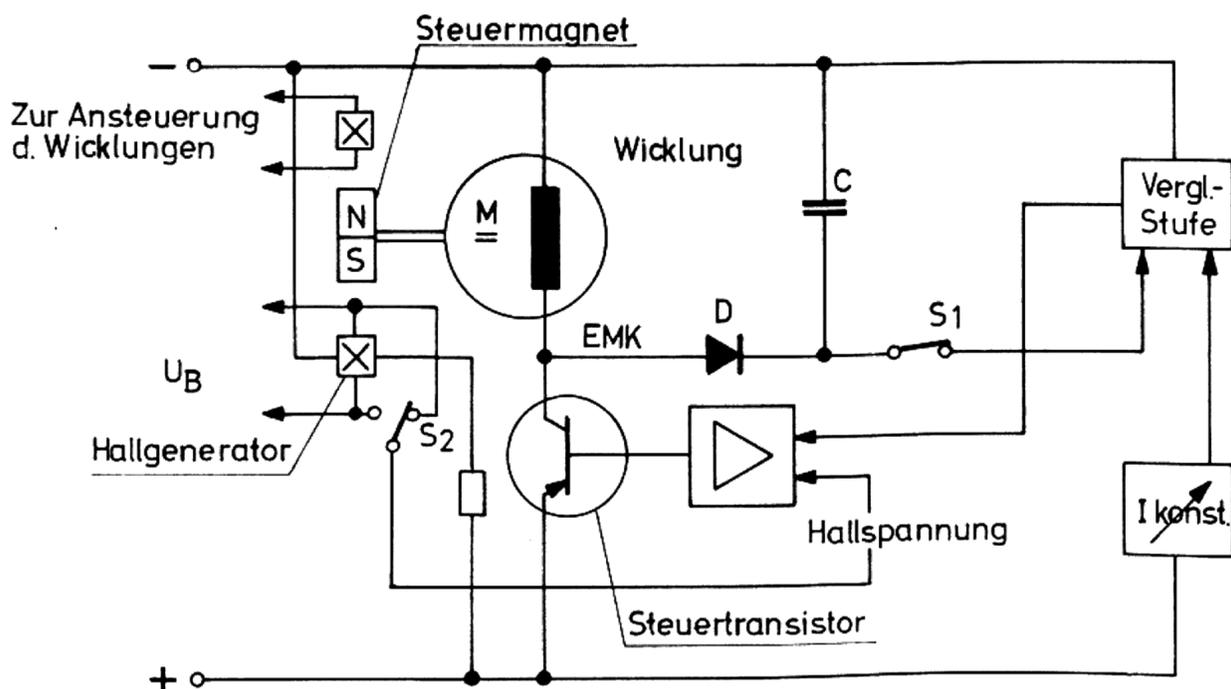
notwendig, da jede Änderung des Sollwertes direkt auf die Drehzahl eingeht. Da der Istwert als Drehzahl vorliegt, muß er erst in eine proportionale Spannung (bzw. Strom) umgewandelt werden, um ihn in einer elektronischen Schaltung verarbeiten zu können. Dabei wurde sich die Tatsache zunutze gemacht, daß in den Wicklungen eine der Drehzahl proportionale Gegen-EMK induziert wird ( $e = \frac{d\Phi}{dt}$ ). Diese EMK ist eine Wechsel-

spannung. Sie wird mit einer Diode (D) gleichgerichtet und mit dem Kondensator (C) geglättet. An diesem Kondensator steht als Istwert eine der Drehzahl proportionale Gleichspannung. Da der Eingangswiderstand für die Vergleichsstufe als konstant angesehen werden kann, steht somit auch ein der Drehzahl proportionaler Iststrom zur Verfügung.

In der Vergleichsstufe werden nun Ist- und Sollstrom verglichen. Die Differenz dient, zusammen mit dem in der folgenden Verstärkerstufe hinzukommenden Steuerimpuls vom Hallgenerator, zur Ansteuerung des Steuertransistors. Dieser Transistor teilt der Wicklung dann im richtigen Augenblick nur soviel Strom zu, daß die Soll Drehzahl gerade gehalten wird. Wird der im geregelten Zustand geschlossene Schalter S1 geöffnet, so erhält die Vergleichsstufe keinen Iststrom mehr. Sie erhält dadurch die Information, daß der Motor scheinbar zu langsam läuft und steuert somit den Steuertransistor voll durch. Der Motor läuft unregelt mit seiner maximalen Drehzahl. Diese Betriebsart wird für den schnellen Vor- und Rücklauf gebraucht. Damit der Motor eine Drehbewegung ausführen kann, müssen die Wicklungen von Pol zu Pol fortlaufend ein- bzw. ausgeschaltet werden. Das so im Stator erzeugte Drehfeld wird magnetisch auf den Rotor übertragen.

Die Aufgabe des Umschaltens (Kommutierung) wird bei einem herkömmlichen Gleichstrommotor durch den Kollektor zusammen mit den Bürsten übernommen. Da beide Teile verschleifen, bilden sie die Hauptausfallursache der Kollektormotoren.

Beim TK-3200-Motor wurde deshalb eine kontaktlose Steuerung der Wicklungsströme angewandt. Es bot sich der Hallgenerator als Übertragungsglied an. Der Hallgenerator ist ein Halbleiterbauelement mit vier Anschlüssen. Wird es von einem Steuerstrom durchflossen, so gibt es eine sogenannte Hallspannung ab, wenn es in ein Magnetfeld gebracht wird.



**Bild 15** Prinzipschema der Motorsteuerung

## Technische Daten des TK 3200-Motors

<b>Drehzahlen:</b>	$n_1 = 910$ U/min (19 cm/s)	geregelt
	$n_2 = 455$ U/min (9,5 cm/s)	
	$n_3 = 227,5$ U/min (4,75 cm/s)	
	$n_4 = 1300$ U/min Umspulbetrieb bei 9 V und 120 pcm	
<b>Spannungen:</b>	$U = 6,3$ (7) – 9 V kurzzeitig 10 V bei 19 cm/s	
	$U = 5,5$ – 9 V kurzzeitig 10 V bei 9,5 und 4,75 cm/s	
<b>Drehzahl- abweichung:</b>	$\Delta n = \pm 1\%$ (19 u. 9,5 cm/s)	für Spannungen w. oben u.
	$\Delta n = \pm 1,5\%$ (4,75 cm/s)	TUmg. = +5 ... +45° C
	$\Delta n = \pm 2\%$ (19 u. 9,5 cm/s)	für Spannungen w. oben u.
	$\Delta n = \pm 2,5\%$ (4,75 cm/s)	TUmg. = –20 ... +5° C TUmg. = +45 ... +55° C
<b>Stromaufnahme:</b>	$I \leq 305$ mA bei 9 V und 85 pcm	
<b>Geräusch- entwicklung:</b>	Der Motor erzeugt im Gerät max. 40 Phon, gemessen nach DIN 45 633	

Der auf der Achse sitzende, eingangs erwähnte, 16 polige Steuermagnet läuft an zwei feststehenden (aber radial verstellbaren) Hallgeneratoren vorbei und steuert so den Zeitpunkt der Wicklungsströme.

Die Drehrichtung des Motors hängt von der Polarität der Hallspannungen ab. Durch Umkehr dieser Steuerspannungen (mit S 2) kann sie auf einfache Weise geändert werden (schneller Vorlauf).

Eine Änderung der Drehzahl (Geschwindigkeitsumschaltung erfolgt durch Ändern des konstanten Sollstromes, der für die drei Geschwindigkeiten getrennt mit Einstellwiderständen fest eingestellt wird. Die Umschaltung erfolgt mit einem Schiebeschalter.

Die Regelung reagiert auf Belastungsschwankungen (z. B. Tragen des Gerätes) sehr schnell. Diese Eigenschaft wird noch durch das Außenläuferprinzip (die Kräfte greifen mit einem großen Hebelarm an) und die hohe Polzahl unterstützt. Dadurch ergeben sich für den Gleichlauf und die Trudelsicherheit hervorragende Werte.

Wegen der guten Regeleigenschaften konnte auf einen aufwendigen Tachogenerator zur Istwertausgabe verzichtet werden, was sich günstig auf den Preis des Antriebs auswirkte. Die Drehzahlkonstanz ist so gut, daß die Forderungen der Rundfunkanstalten erfüllt werden (siehe technische Daten).

Durch den magnetisch vollkommen geschlossenen Aufbau des Motors (Weicheisenglocke) dringen keine elektromagnetischen Störungen nach außen, die den Störabstand des Gerätes ungünstig beeinflussen könnten. Der Motor hat praktisch keine verschleißenden Teile, wenn man von den Lagern absieht. Aber auch hier wurde durch Sinterlager eine hohe Lebensdauer erzielt.

### Schaltfunktionen des Laufwerks

Nach Auflegen der Spulen muß das Tonband gestrafft werden. Der linke Bandführlhebel wird nach innen gezogen und durch den Bandkontakt K 1 die Betriebsspannung eingeschaltet.

Das Instrument und Zählwerk kann nun beleuchtet werden. Die Taste mit dem Kontakt b 1 ist hierzu rastbar. Die Be-

triebsspannungsanzeige erfolgt mit der Drucktaste i 1.

Bei gedrückter Taste „Start“ erhält der Wiedergabeverstärker und die Endstufe über st 2 Betriebsspannung. Der Kurzschluß der Motorwicklung durch d 1 und d 2 wird aufgehoben und die Motorelektronik über d 2 an Masse gelegt. Der Kontakt st 3 schaltet die Drehzahlregelung ein.

Bei schnellem Rücklauf läuft der Motor ungerichtet, da nur d 1 und d 2 betätigt werden. Bei schnellem Vorlauf werden zusätzlich der Federsatz vl 1 – vl 4 betätigt, die Hallgeneratoren umgepolt und so die Drehrichtungsänderung bewirkt.

Durch Drücken der Taste „Stop“ schalten die Kontakte zurück in ihre Ausgangsstellungen. Aufgeladene Siebkondensatoren werden über R 2 und R 3 sofort entladen. Die Kontakte d 1 und d 2 schließen zwei von den vier Motorwicklungen kurz, so daß der Motor schlagartig abgebremst wird. Dies ist unbedingt nötig, um Bandschlaufen beim Übergang in eine andere Betriebsart zu vermeiden.

Bei „Aufnahme“ erhalten der Aufnahmeverstärker und Oszillator über r 3 Betriebsspannung. Der Kontakt r 1 unterbricht die Wiedergabeleitung zur Radiobuchse, während Kontakt r 2 den „Vorband/Hinter-Band“-Schalter freigibt. Die Netzteilbuchse besitzt einen zusätzlichen Kontakt zur Ladung eines Akkus. Anstelle der Batterien können sechs Stück DEAC-Akkus Rs 3,5 mit gleichen Abmessungen eingesetzt werden. Als Netzteil und zur Ladung wird das stabilisierte Netzteil TN 14 verwendet. Die Ladung der Accus dauert ca. 24 Stunden. Nach

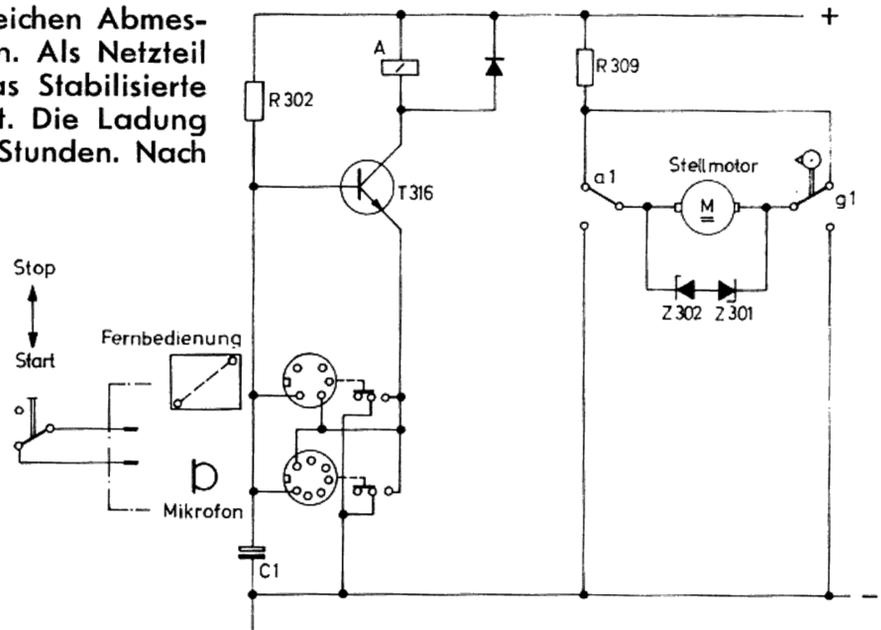


Bild 16  
Schaltung der  
motorbetriebenen  
Pausen-Fernbedienung

dieser Zeit muß die Ladung unterbrochen werden. Gegen Überladen und Tiefentladen sind die Akkus weitgehend unempfindlich.

### Fernbedienung

Das Gerät TK 3200 besitzt eine Start-Stop-Fernbedienung mit Servo-Motor (siehe Beschreibung des mechanischen Teils), der die Andruckrolle von der Tonwelle abhebt. Die Steuerung kann sowohl über die Fernbedienungsbuchse mit dem Fußschalter 225, als auch mit dem Mikrofon GDM 318 SC erfolgen (Bild 16). Bei Anschluß an die jeweiligen Buchsen werden durch die Steckerhülsen die Schalter m bzw. f betätigt und der Emitter von T 316 auf Masse gelegt. In der Betriebsart „Start“ ist Basis und Emitter von T 316 über Mikrofon oder Fußschalter kurzgeschlossen. Das Relais A bleibt abgefallen, und der Servo-Motor ist stromlos. Bei „Stop“ bekommt der T 316 Basisstrom über R 302, und das Relais A zieht an. Der Motor läuft über R 309 an. Die Spannung am Motor wird durch die Zenerdiodenkombination Z 301, Z 302 begrenzt, wobei Z 301 im Durchlaßbereich und Z 302 im Sperrbereich mit  $U_z = 3,6$  V betrieben wird. Die Betriebsspannung des Motors beträgt also ca. 4,2 V. Bei Erreichen der Endstellung (Andruckrolle abgehoben) wird der Mikroschalter g 1 betätigt und der Stromkreis des Motors unterbrochen. Dieser steht sofort still, da er über die Kontakte a 1 und g 1 kurzgeschlossen wird. Bei abgehobener Tonrolle fließt ein Relaisstrom von 20 ... 30 mA. Dieser Strom ist wesentlich geringer als der Haltestrom eines Elektromagneten vergleichbarer Leistung. Bei Vorlauf des Bandes („Start“) fällt das Relais A ab, der Motor wird umgepolt und bekommt Spannung. Diesmal wird Z 301 im Sperrbereich mit  $U_z = 3,3$  V und Z 302 im Durchlaßbereich betrieben. Die Gesamtspannung am Motor beträgt ca. 3,9 V. Der Motor muß bei Rücklauf weniger Kraft aufbringen und erreicht somit etwa die gleiche Drehzahl wie im Vorlauf.

Abschaltspitzen des Relais A werden durch die Diode D 301 begrenzt, um den Transistor T 316 zu schützen. Der Kondensator C 1 verhindert Einstreuungen von der Steuerleitung auf das Mikrofonkabel.

Bild 17 zeigt die Blockschaltung des Gerätes. Das ausführliche Schaltbild befindet sich auf den Seiten 381/382 dieses Heftes.

# Die Schaltungstechnik der Verstärkerteile und des HF-Generators im TK 3200 Hi-Fi

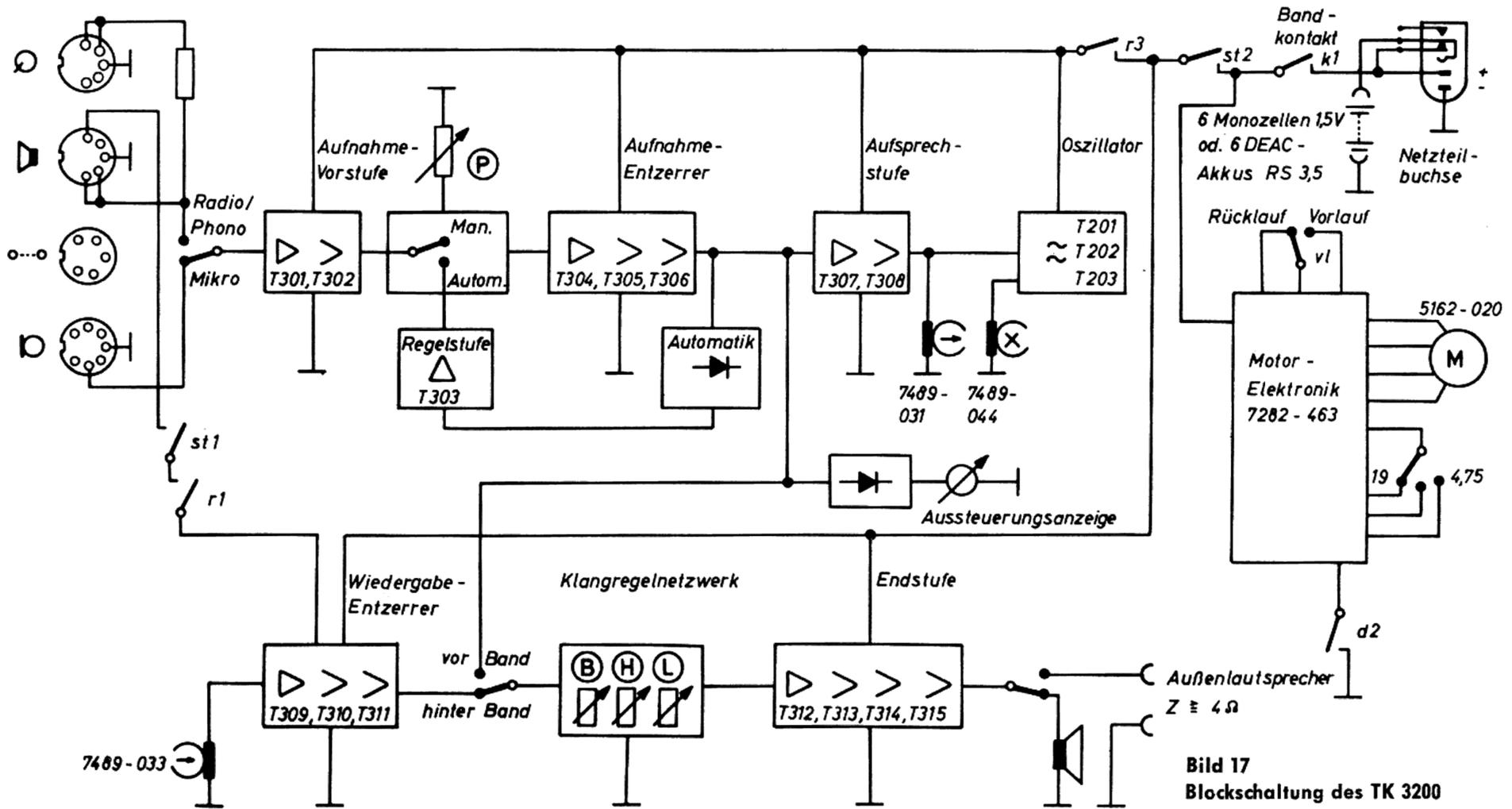


Bild 17  
Blockschaltung des TK 3200

## Wiedergabe Vorverstärker und Entzerrer

Für das Gerät TK 3200 wurden neue GRUNDIG Ringkern-Halbspurköpfe entwickelt.<sup>1)</sup> Maßgebend für die Wahl der Wiedergabekopfinduktivität sind Gesichtspunkte der optimalen Rauschanpassung an den nachfolgenden Verstärker. Bei dem Transistor BC 109 ergeben sich die günstigsten Verhältnisse mit einem Generatorwiderstand von ca. 2,5 kΩ. Der Tonkopf 7489-033 wurde entsprechend ausgelegt.

Unter Berücksichtigung dieser Kopfimpedanz muß der Eingangswiderstand des Entzerrers sehr hochohmig werden, um zusätzliche Höhenverluste zu vermeiden. Der Basiswiderstand R 365 ist entkoppelt, da er durch C 334 in die Gegenkopplung einbezogen ist. Dadurch wird der Wiedergabekopf nur noch durch den Eingangswiderstand des Transistors T 309 belastet. Die geringe Höhenanhebung zur Kompensation der Spaltverluste wird durch C 337 und R 363 vorgenommen.

Nach DIN 45 511 wird für Heimtonbandgeräte eine Ausgangsspannung des Bezugspegels von mindestens 500 mV gefordert. Der Vollpegel liegt etwa 3,5 dB über dem Bezugspegel bei 9,5 cm/s, so daß sich eine Ausgangsspannung von 750 mV ergibt. Auftretende Kopf- und Verstärkertoleranzen würden u. U. die Aussteuerungsreserve von 6 dB verringern. Aus diesem Grunde ist mit dem Regler R 370 der Bezugspegel auf 500 mV bei 9,5 cm/s einstellbar.

Die Welligkeit des Frequenzganges aufgrund von Kopfspiegelresonanzen hat im Übertragungsbereich von 40 Hz bis 12,5 kHz eine maximale Amplitude von ± 1 dB.

Die enge Toleranz von ± 5 % für alle frequenzgangbeeinflussenden Teile gewährleistet die hohe Gleichmäßigkeit

aller Geräte. Die Frequenzgänge beim Abspielen der DIN-Bezugsbänder sowie der Eigenaufnahme sind praktisch linear (Bilder 18 und 19).

Alle Messungen nach DIN sind mit dem GRUNDIG HiFi-Tonband durchgeführt. Die Eigenschaften moderner Low-Noise-Bänder wurden auch dem neuesten Norm-Vorschlag DIN 45 511 zugrundegelegt.

## Klangregelnetzwerk und Endstufe

Die getrennten Höhen- und Tiefenregler sind über Teilerwiderstände R 386 bzw. R 345 von den Entzerrerausgängen entkoppelt. Die Lautstärke wird gehörlich eingestellt. Die Beschaltung der Abgriffe des Reglers ergibt einen nahezu logarithmischen Verlauf. Der Bereich geringer Lautstärke ist stark gedehnt, was einer bequemeren Einstellung entgegenkommt. Auch hier sind alle frequenzgangbestimmenden Bauelemente eng toleriert.

Die transformatorlose Endstufe basiert auf dem Prinzip der bewährten Verstärkerstufe mit zwei Siliziumtransistoren T 312, T 313 und zwei Germanium-Endstufentransistoren T 314, T 315, wie sie bereits aus verschiedenen GRUNDIG Geräten bekannt ist.

Die Ruhestromstabilisierung gegen Temperaturschwankungen übernimmt der Heißeleiter R 408, der zwischen den Endstufentransistoren auf das Kühlblech aufgeschraubt ist und damit einen guten Kontakt zur Endstufe hat. Der Ruhestrom ändert sich in dem großen Temperaturbereich von -20° C bis +55° C nur unwesentlich. Durch die Diode D 307 wird der Ruhestrom bei Absinken der Batteriespannung annähernd konstant gehalten. Der eingebaute Lautsprecher mit streuarmem Magnet hat eine Impedanz von 9 Ω und nimmt maximal 0,8 W auf. Die Endstufe kann eine Nenn-Ausgangsleistung von 2 W bei  $K_{tot} \leq 10\%$  und einer Batteriespannung von 9 V abgeben. Diese Leistung kann an der Außenlautsprecherbuchse entnommen werden.

Der eingebaute Lautsprecher wird dabei abgeschaltet. Der Abschlußwiderstand darf 4 Ω nicht unterschreiten.

## Aufnahme Vorstufe

Es sind insgesamt drei Eingangsbuchsen für Mikrofon, Radio und Phono vorhanden. Die Mikrofonbuchse ist eine 7 polige Ausführung, wobei die Teilung der Kontaktfedern so gewählt ist, daß auch ein normaler 3 poliger Stecker nach DIN 41 524 verwendet werden kann. An den Kontakten 6 und 7 ist die Start-Stop-Fernbedienung angeschlossen. Ein Rundfunkgerät wird über das Kabel 237 oder 242 mit der Buchse „Radio“ verbunden.

Die Signalspannungen der Eingänge gelangen über den Eingangsschalter an die Basis von T 301. Die jeweils nicht benutzten Eingänge werden gegen Masse kurzgeschlossen, um ein Übersprechen zu verhindern. Am Eingang der Vorstufe ist ein HF-Siebglied R 303 und C 302 angeordnet. Einstreuungen durch Rundfunksender auf Eingangsleitungen werden damit wirksam unterdrückt.

Die Verstärkung der beiden Transistoren T 301 und T 302 wird durch das Verhältnis der beiden Widerstände R 306 und R 307 bestimmt und beträgt 30 dB. Die minimale Eingangsspannung von 0,22 mV für Vollaussteuerung kann selbst bei der untersten Betriebsspannung um 45 dB erhöht werden bis eine Begrenzung der Ausgangsspannung eintritt. Das Tonsignal gelangt vom Kollektor des Transistors T 302 über eine weitere HF-Siebkombination R 313, C 306 an den Vorwiderstand R 318. Die PegelEinstellung kann sowohl mit dem Aufnahme-Pegelregler, als auch bei eingeschalteter Aussteuerungsautomatik mit den Regeldioden D 302 und D 303 vorgenommen werden. Die eingehende Beschreibung der Automatik erfolgt weiter unten.

Der Pegelregler R 314 wirkt in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 318 als veränderbarer Spannungsteiler.

<sup>1)</sup> Ausführliche Daten der Ringkernköpfe auf den Seiten 401 ... 403 dieses Heftes

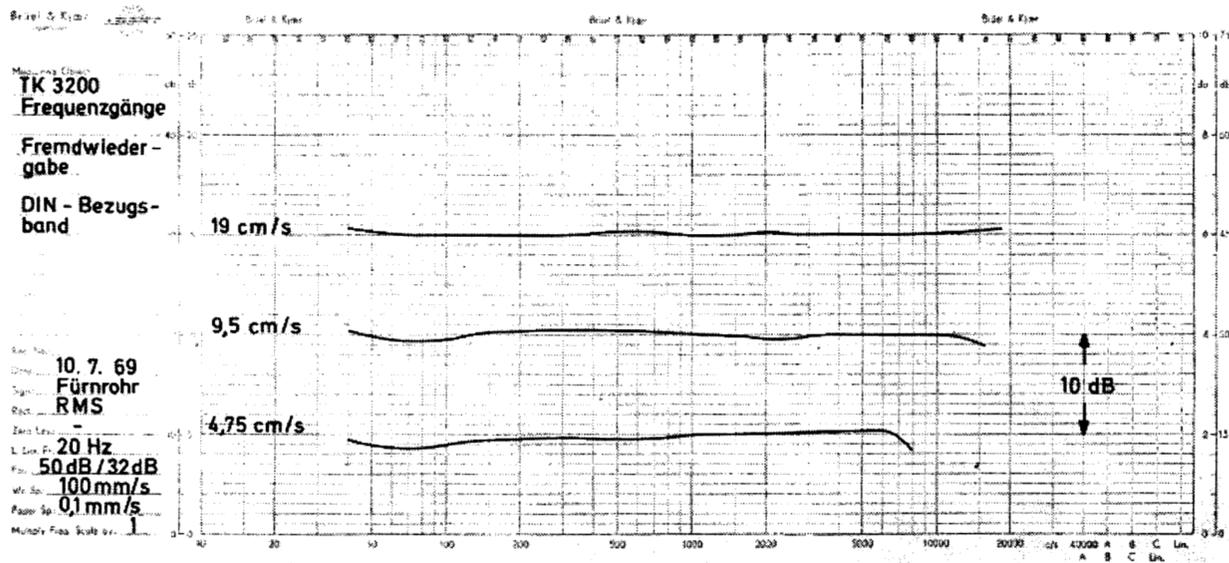


Bild 18 Wiedergabe-Frequenzgänge bei DIN-Bezugsband

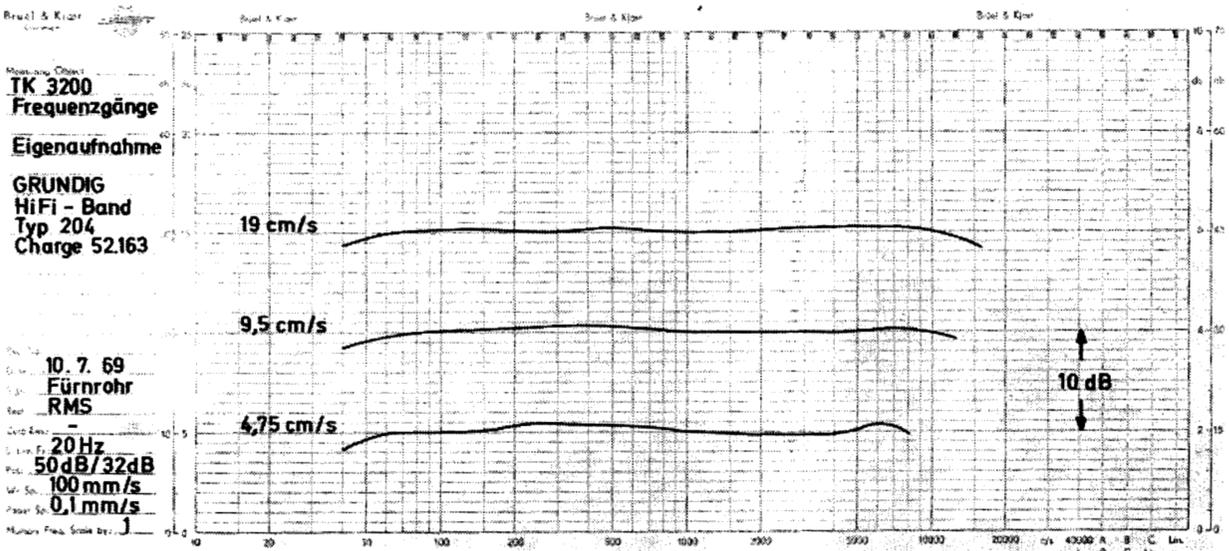


Bild 19 Über-Alles-Frequenzgänge (Eigenaufnahme und Wiedergabe)

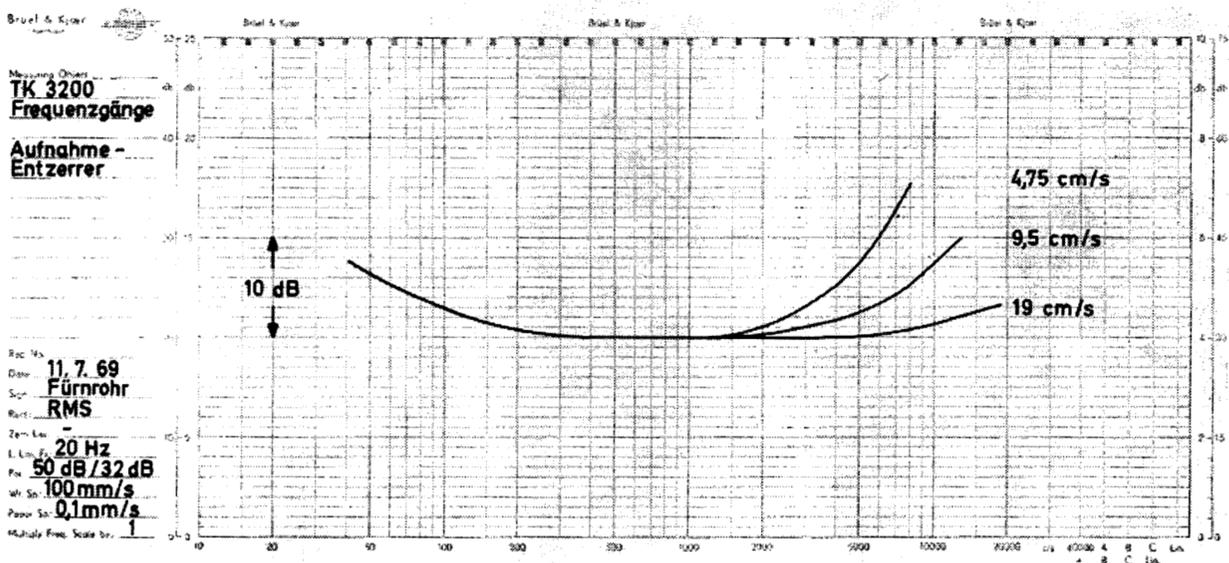


Bild 20 Frequenzgänge der Aufnahme-Entzerrung

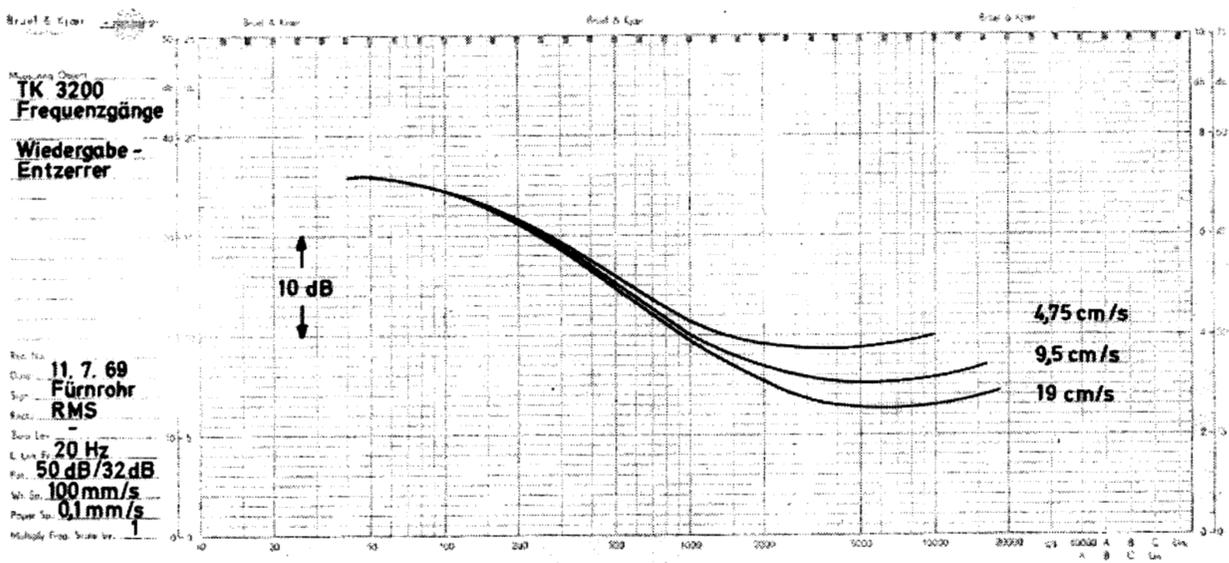


Bild 21 Frequenzgänge der Wiedergabe-Entzerrung

## Aufnahmeentzerrer

Für die Vollaussteuerung des Tonbandes sind etwa 4 mV an der Basis des Transistors T 304 nötig. Die Verstärkung erfolgt in den beiden Stufen T 304 und T 305, während der Transistor T 306 zur Impedanzwandlung in Kollektorschaltung arbeitet. Dadurch kann das Frequenzgangnetzwerk und die Gleichrichterschaltung der Automatik aus einem niederohmigen Generatorwiderstand gespeist werden.

Die frequenzabhängige Gegenkopplung für die Aufnahmeanhebung besteht für die tiefen Frequenzen aus dem RC-Glied R 340 und C 316. Die Höhenanhebung erfolgt durch einen umschaltbaren Serienresonanzkreis mit der Spule L 301 und den Kondensatoren C 312, C 313, C 314. Die Höhe der Anhebung ist durch die Serienwiderstände R 332, R 336, R 337 gegeben, während der Verlauf der Anhebung bei mittleren Frequenzen durch die gleichzeitige entsprechende Wahl der Widerstände R 328, R 329 bestimmt wird. Bei der Geschwindigkeit 4,75 cm/s ist ein solcher Widerstand nicht erforderlich, da sich der benötigte Frequenzgang (Bild 4) schon durch R 332 ergibt. Die Grundverstärkung bei 1 kHz wird dabei durch das Verhältnis der Widerstände R 335 und R 326 bestimmt und beträgt 45 dB. Die Gesamtverstärkung der Vorstufe und des Entzerrers wird durch R 318 und R 314 auf 71 dB reduziert. Es ergibt sich damit am Meßpunkt A eine Ausgangsspannung für Vollaussteuerung von 750 mV.

## Aussteuerungs-Automatik

Die automatische Aussteuerungsregelung besteht aus einer Gleichrichterschaltung, dem Regeltransistor, und der eigentlichen Regelstrecke mit zwei Dioden. Die Ausgangsspannung des Entzerrers lädt nach Gleichrichtung die beiden Kondensatoren C 322 und C 323 auf. Für die Erzielung einer kurzen Ansprechzeit ist ein niedriger Generatorwiderstand und ein kleiner Ladekondensator C 322 notwendig. Erst nach Ansprechen der Regelung wird über R 347 der Speicherkondensator C 323 aufgeladen. Die Entladezeit in Schalterstellung „Musik“ wird durch den Eingangswiderstand des Transistors T 303 bestimmt. Es ergibt sich damit eine Anstiegszeit der Ausgangsspannung bei einer Verringerung des Eingangspegels um  $-20$  dB und anschließendem Anstieg um  $+10$  dB von ca. 40 Sekunden. Wird die Stellung „Sprache“ gewählt, so wird durch R 324 die Anstiegszeit auf ca. 3 Sekunden verringert. Der Widerstand R 321 belastet in der Schalterstellung „Manuell“ die Regelspannungsleitung, so daß selbst bei großer Übersteuerung und anschließendem Umschalten auf „Sprache“ oder „Musik“ die Speicherkondensatoren nicht zu sehr aufgeladen werden können. Dies würde sich in einem starken Absinken des Ausgangspegels beim Umschalten auf automatische Aussteuerung bemerkbar machen. Der Wert des Widerstandes R 321 stellt in dieser Hinsicht ein Optimum dar. Der Transistor T 303 als Emitterfolger steuert den Gleichstrom durch die Dioden D 302 und D 303 entsprechend der gleichgerichteten Ausgangsspannung. Die Dioden sind gleichspannungsmäßig in Reihe, wechsellspannungsmäßig parallel geschaltet und wirken in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 318 als Spannungsteiler zur

# Technische Daten des GRUNDIG Tonbandgerätes TK 3200

<b>Geräteart:</b>	Transportables, batteriebetriebenes Tonbandgerät für Aufnahme und Wiedergabe.
<b>Antrieb:</b>	Neuartiger, kollektorloser Außenläufer-Gleichstrommotor, ausgeführt als Tonwellenmotor und mit elektronischer Drehzahlumschaltung und Drehzahlregelung.
<b>Temperatur-Bereich:</b>	-20° C ... +55° C
<b>Spurlage:</b>	Halbspur, international nach DIN 45 511
<b>Bandgeschwindigkeit:</b>	Umschaltbar für 19 cm/s            9,5 cm/s            4,75 cm/s Toleranz nach DIN 45 511
<b>Tonhöschwankung:</b>	± 0,15 %            ± 0,20 %            ± 0,35 %
<b>Bandlauf:</b>	Konstanter Bandzug über mechanisch geregeltes Bremssystem an der Abwickelseite Bandzug    Umspulbetrieb: 60 p Bandzug    Spielbetrieb: 75 p
<b>Frequenzbereich:</b>	40 ... 16 000 Hz    40 ... 12 500 Hz    40 ... 8 000 Hz
<b>Ruhegeräuschspannungsabstand:</b>	Gemessen mit GRUNDIG HiFi-Tonband nach DIN 45 405 >52 dB            >50 dB            >48 dB
<b>Laufzeit:</b>	Volle DIN-Spule 15 — Duoband 2 x 45 Minuten    2 x 90 Minuten    2 x 180 Minuten
<b>Umspulzeit:</b>	ca. 250 Sekunden, Duoband DIN Spule 15
<b>Fernbedienung:</b>	Schnellstoppeinrichtung, bedienbar über Mikrofonschalter, Fußschalter oder ähnliches
<b>Bandendabschaltung:</b>	Über Schalter am Fühlhebel
<b>Eingänge:</b>	Mikrofon 0,22 mV / 10 kΩ (mit Fernbedienungsanschluß) Radio 0,22 mV / 10 kΩ Platte 45 mV / 2,2 MΩ
<b>Ausgang:</b>	Lautsprecher 4 Ω; Kopfhöreranschluß möglich
<b>Ausgangsleistung:</b>	Intern 0,8 Watt Extern 2 Watt $K_{tot} \leq 10\%$
<b>Externe Stromversorgung:</b>	9 V = (zusätzlich Ladekontakt für DEAC-Zellen)
<b>Aussteuerungskontrolle:</b>	Drehspulinstrument, beleuchtet; Beleuchtung über rastbare Taste einschaltbar
<b>Aussteuerungsautomatik:</b>	Umschaltbar für Hand, automatisch Musik, automatisch Sprache
<b>Batteriekontrolle:</b>	Über Drucktaste mit Drehspulinstrument
<b>Bandlängenzählwerk:</b>	4 stellig, mit Nullstelltaste, beleuchtbar
<b>Tonköpfe:</b>	Getrennte Tonköpfe für Aufnahme u. Wiedergabe, Ringkernprinzip
<b>Verstärker:</b>	Getrennte Aufnahme- und Wiedergabeverstärker
<b>Transistoren:</b>	Verstärker 16 Oszillator 3 Motorelektronik 11
<b>Stromversorgung:</b>	Intern: 6 Stück Monozelle 1,5 V    9 V (Varta 232) 6 Stück Varta NiCd. Akku    7,5 V (Deac RS 3,5) Extern: Netzgerät TN 14
<b>Abmessungen:</b>	ca. 310 x 240 x 90 mm
<b>Gewicht:</b>	ca. 5,5 kg mit Batterien

Reduzierung des Nf-Signals. Weitere Details über die grundsätzliche Funktion dieser Automatikschaltung wurden in dem Beitrag gebracht, der im Heft 4/1968, Seite 460 veröffentlicht wurde.

## Aufsprechtstufe

Bei genügend großer Betriebsspannung und damit verbundener großer Aussteuerungsfähigkeit des Entzerrers wird üblicherweise ein Vorwiderstand zur Linearisierung des Aufsprechtstromes verwendet. Er muß groß gegen den Scheinwiderstand des Aufnahmekopfes bei der höchsten vorkommenden Frequenz sein. Mit den gegebenen Werten des Tonkopfes 7489—031 ist ein Vorwiderstand bei einem Verstärker mit einer minimalen Betriebsspannung von 6,5 V nicht mehr realisierbar.

Es wurde deshalb eine Aufsprechtstufe mit stromkonstantem (hochohmigem) Ausgang entwickelt. Anstelle eines realen Kollektorwiderstandes des Transistors T 308 wird ein weiterer Transistor T 307 verwendet. Die Ausgangsspannung des Entzerrers gelangt über den Regler R 351 (KopfstromEinstellung) an die Basis des Transistors T 308. Das verstärkte Signal wird über C 329 auf die Basis des Transistors T 307 geführt und erscheint mit der etwa gleichen Amplitude, jedoch phasenverkehrt am Emitter. Der Transistor T 307 verstärkt also kein Signal, sondern dient lediglich dem Zweck, den Gleichstromweg zu schließen und für Wechselspannung eine große Impedanz zu schaffen. Dem hohen Ausgangswiderstand liegt, wechsellängsmäßig gesehen, der Basisspannungsteiler R 349 und R 350 des Transistors T 307 parallel und begrenzt den Gesamtwiderstand auf ca. 30 kΩ. Um das Eindringen der Vormagnetisierungsspannung in die Aufsprechtstufe zu verhindern, ist ein Sperrkreis L 302 und C 332 sowie ein Siebkondensator C 330 vorgesehen.

## HF-Generator

Es wird ein Gegentakt-Oszillator verwendet, der über eine Rückwärtsregelung (Bild 22) temperatur- und span-

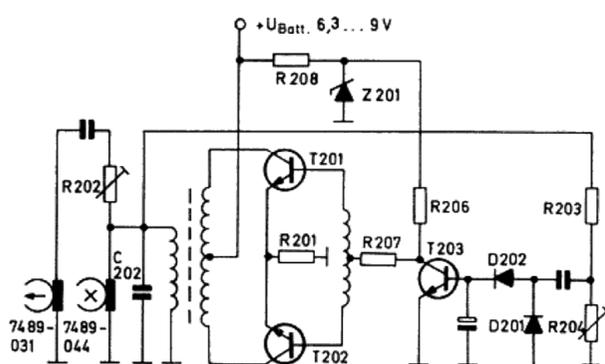


Bild 22 Regelschaltung des HF-Generators

nungsstabil mit einer Frequenz von 69 kHz schwingt. Die HF-Spannung an der Sekundärwicklung wird durch R 203, R 204 geteilt. Mit dem Regler R 204 wird der Arbeitspunkt des Oszillators und damit der Löschstrom eingestellt. Zur Verbesserung der Regelcharakteristik wird die Oberspannung des Basisspannungsteilers R 206, R 207 über die Zenerdiode Z 201 konstant gehalten. Der Regeltransistor T 203 steuert als veränderlicher Widerstand des Spannungsteilers den Basisstrom des Oszillators, so daß die HF-Amplitude automatisch konstant gehalten wird.

d1 - d2 Drucktaste Rück - Vorlauf und Start  
 d1 - d2 PUSH-BUTTON FOR SWITCHING ON  
 FOR FAST FORWARD  
 FOR FAST FORWARD  
 d1 - d2 TROUQUE DE MISE EN MARCHÉ  
 TROUQUE DE REBOUNDE RAPIDE  
 TROUQUE D'AVANCE RAPIDE  
 61 - 62  
 61 - 62 TROUQUE DE MISE EN MARCHÉ  
 TROUQUE DE REBOUNDE RAPIDE  
 TROUQUE D'AVANCE RAPIDE  
 SI 3 = unregelmäßig (Schalter geschlossen)  
 SI 3 - UNADJUSTED  
 SI 3 - NON REGLE  
 SI 3 - NON REGULATE  
 K 1 = Bandabschaltung  
 K 1 - AUTOMATIC STOP AT END OF TAPE  
 K 1 - ARRÊT AUTOMATIQUE EN FIN DE BANDE  
 V 1 = Vorlauf  
 V 1 - FAST FORWARD RUN  
 V 1 - AVANCE RAPIDE  
 V 1 - AVANTARMENTE RAPIDO

R 105 = Elektrische Symmetrie  
 R 105 - ELECTRIC BALANCE  
 R 105 - SYMÉTRIE ÉLECTRIQUE  
 R 111 = SIMMETRIA ELETTRICA  
 R 123 = Geschwindigkeitsstellung 4,75 cm/s  
 R 128 = 9,5 cm/s  
 R 134 = 19 cm/s  
 R 123 - SPEED ADJUSTING 4,75 cm/s  
 R 128 - 9,5 cm/s  
 R 134 - 19 cm/s  
 R 123 - REGLAGE DE VITESSE 4,75 cm/s  
 R 128 - 9,5 cm/s  
 R 134 - 19 cm/s  
 R 123 - REGULAZIONE DI VELOCITÀ 4,75 cm/s  
 R 128 - 9,5 cm/s  
 R 134 - 19 cm/s

Gültig ab Gerät Nr. 8301  
 VALID FROM MACHINE NO. 8301  
 VALIDO DA MODELLO NO. 8301  
 ETSUNITS

Anderungen vorbehalten!  
 ALTERATIONS RESERVED!  
 MODIFICATIONS RESERVÉES!  
 MODIFICAZIONI RISERVATE!

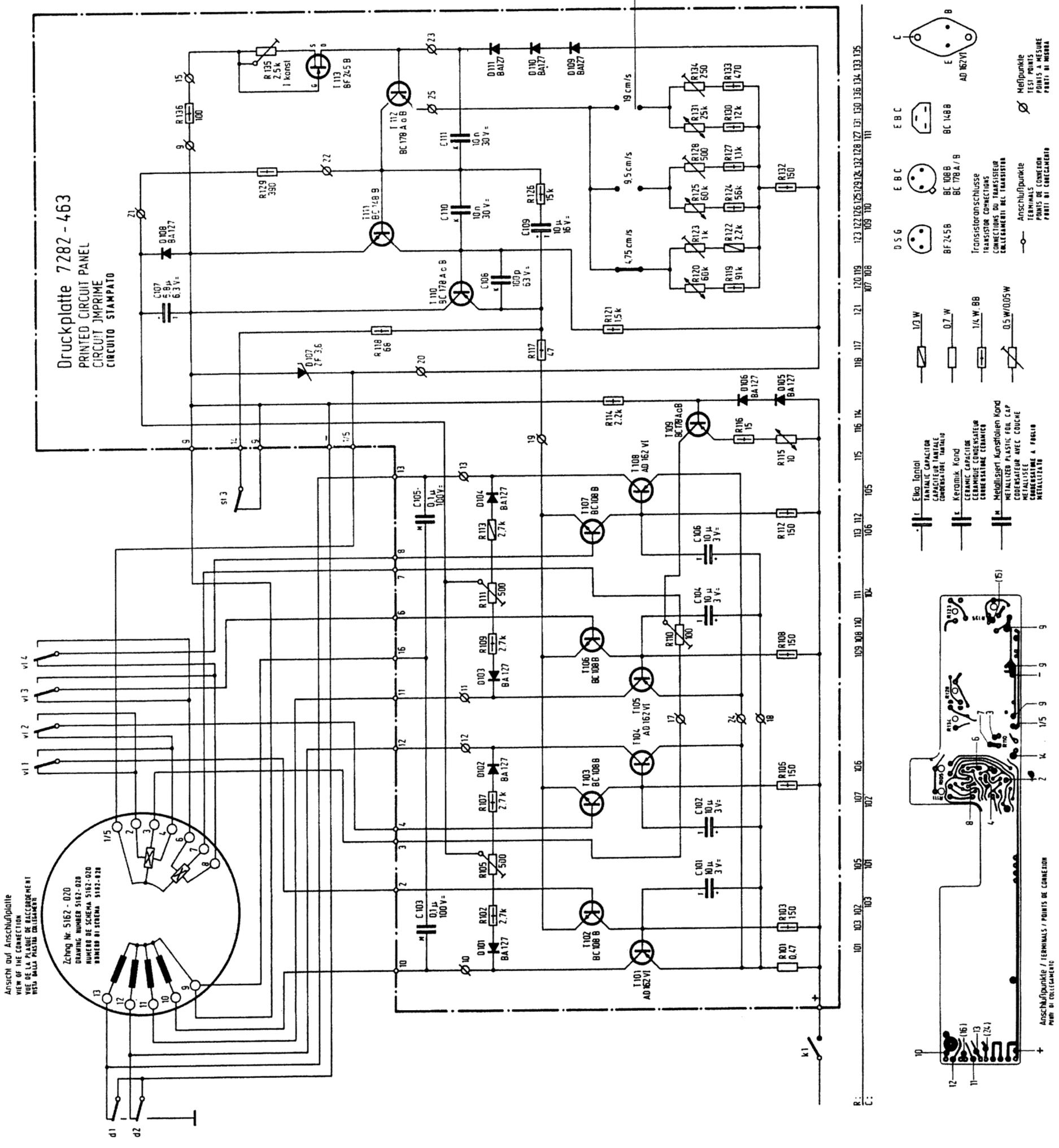


Bild 22 Gesamtschaltung der TK-3200-Motorregelung