

Geheim!

Bordfunkgerät Fu G 224

Geräte-Handbuch

Teil 1: Allgemeines

Juni 1944

Der Reichsminister der Luftfahrt

Technisches Amt

GL/C (E 4/I F)

Berlin, den 8. 6. 44

Die Werkschrift g. 4119/1 Bordfunkgerät Fu G 224, Geräte-Handbuch, Teil 1: Allgemeines, Juni 1944 der 17./Ln.-Versuchs-Regiment (mot) Köthen ist geprüft und gilt als Dienstanweisung.

Sie tritt mit dem Tage der Herausgabe in Kraft.

Die Werkschrift g. 4119 darf nur an solche Dienststellen der Luftwaffe abgegeben werden, die mit dem Fu G 224 ausgerüstet sind bzw. deren Personal am Fu G 224 ausgebildet wird.

I. A.

Vorwald

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Allgemeines	
A. Verwendungszweck	5
B. Arbeitsweise	5
1. Antenne	6
2. Entstehung der Bilder auf Übersichts- und Höhenröhre	8
C. Aufbau des Gerätes	10
1. Sendezweig	11
2. Empfangszweig	11
3. Meßeinrichtung	11
D. Auswertung des Panoramabildes zur Navigation	12
1. Eichung des Bildmaßstabes	12
2. Entzerrung des Panoramabildes	13
3. Bestimmung des rechtweisenden Kurses, Fluggeschwindigkeit über Grund und Abtriftwinkel	14
4. Bombenwurf mit Hilfe der Strichplatten und Stoppuhr	15
5. Meßzusatz	16
E. Einschaltvorgang	19
F. Technische Werte	19

Abbildungen

Abb. 1	a) Radiale Abtastung des überflogenen Geländes	5
	b) Grobes Abbild des überflogenen Geländes	5
Abb. 2	Wiedergabe eines Geländeabschnittes auf der Übersichts- röhre	6
Abb. 3	Antenne	6
Abb. 4	Dielektrische Strahler mit Dipoleinführung	6
Abb. 5	Antrieb der Antennenscheibe	6
Abb. 6	Horizontales Antennendiagramm	7
Abb. 7	Vertikales Antennendiagramm	7
Abb. 8	Entstehung des Bildrasters auf der Übersichts- röhre	7
Abb. 9	Entstehung des Panoramabildes	8
Abb. 10	Entstehung der Bildverzerrung	9
Abb. 11	Arbeitsweise der Höhenröhre	10
Abb. 12	Blockschaltbild der Gesamtanlage	10
Abb. 13	Entstehung des Tastimpulses für den Sender	11
Abb. 14	Prinzipschaltbild des Empfangszweiges	12
Abb. 15	Darstellung der Bildverzerrungen	13
Abb. 16	Vorgang bei der Höhenentzerrung	13
Abb. 17	Strichplatten für 0, 3000 und 5000 m	14
Abb. 18	Strichplatte für die Bombentype SC 50 und 6000 m Höhe auf die Übersichts- röhre aufgesetzt	14
Abb. 19	Winddreieck zur Bestimmung des rechtweisenden Kurses und der Geschwindigkeit über Grund	15
Abb. 20	Stoppuhr zur Geschwindigkeitsbestimmung über Grund	15
Abb. 21	Bombenwurf mit Hilfe eines Anflugpunktes	16
Abb. 22	Abwicklung der Kurventrommel vom Meßzusatz	17
Abb. 23	Meßzusatz	18
Abb. 24	Steuerggerät	18
Abb. 25	Sichtgerät	19

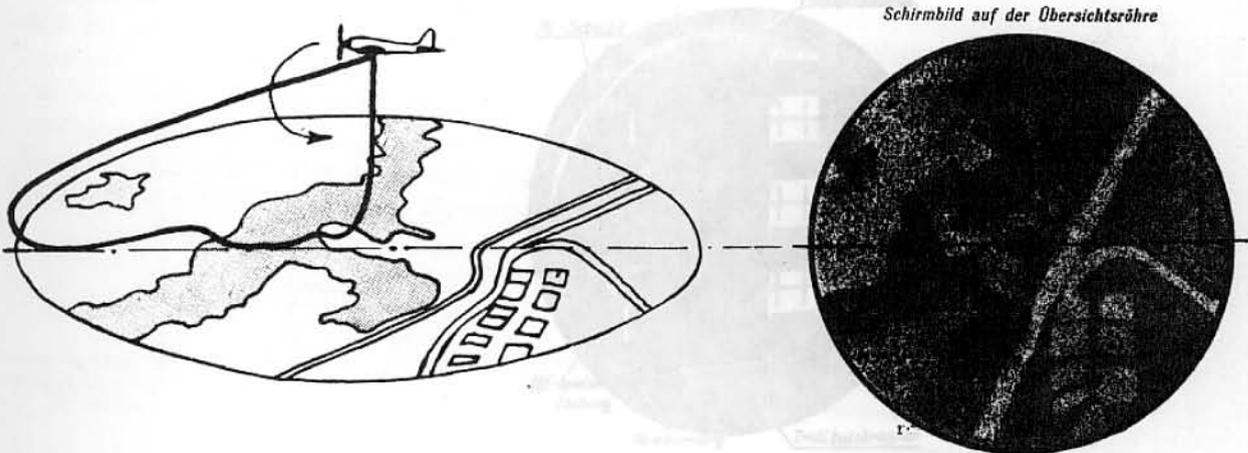
A. Verwendungszweck

Das Gerät Fu G 224 ist ein Bordgerät und dient bei fehlender oder schlechter Sicht zur Standortkontrolle, ferner kann es zum Bombenwurf verwendet werden. Es lassen sich folgende Messungen durchführen:

1. Anmessen markanter Zielpunkte nach Richtung und Kartenentfernung.
2. Messung der Fluggeschwindigkeit über Grund, sowie des rechtweisenden Kurses, des Abtriftwinkels und der Höhe über Grund.

B. Arbeitsweise

Das Gerät arbeitet im Impulsverfahren ähnlich anderen Funkmeßgeräten, wobei die Tatsache ausgenutzt wird, daß elektrische Wellen beim Auftreffen auf Körper, die andere elektrische Eigenschaften als Luft besitzen, reflektiert werden. Es machen sich dabei Unterschiede in der Reflexionsstärke bemerkbar, die ein Bild des überflogenen Geländes ergeben. Mittels einer rotierenden Antenne mit besonderer Feldstärkencharakteristik wird das Gelände radial abgetastet.



a) Radiales Abtasten des überflogenen Geländes

b) Grobes Abbild des überflogenen Geländes
(Schematische Darstellung)

Abb. 1

Die reflektierten HF-Impulse werden über die gleiche Antenne empfangen und nach Verstärkung auf einer Braunschen Röhre im Sichtgerät (Übersichtsröhre) als Lichtpunkte mit verschiedenen Helligkeitswerten an zugeordneter Stelle sichtbar. Durch die Aneinanderreihung solcher Bildpunkte auf dem Nachleuchtschirm der Übersichtsröhre entsteht ein grobes Abbild des überflogenen Geländes.

1. Antenne

Die Forderung nach möglichst scharfer Bündelung der ausgestrahlten Energie bei kleinsten Antennenabmessungen zwang zur Verwendung von Zentimeterwellen. In diesem Frequenzbereich eignen sich als Antenne besonders gut dielektrische Strahler. Beim Fu G 224 werden

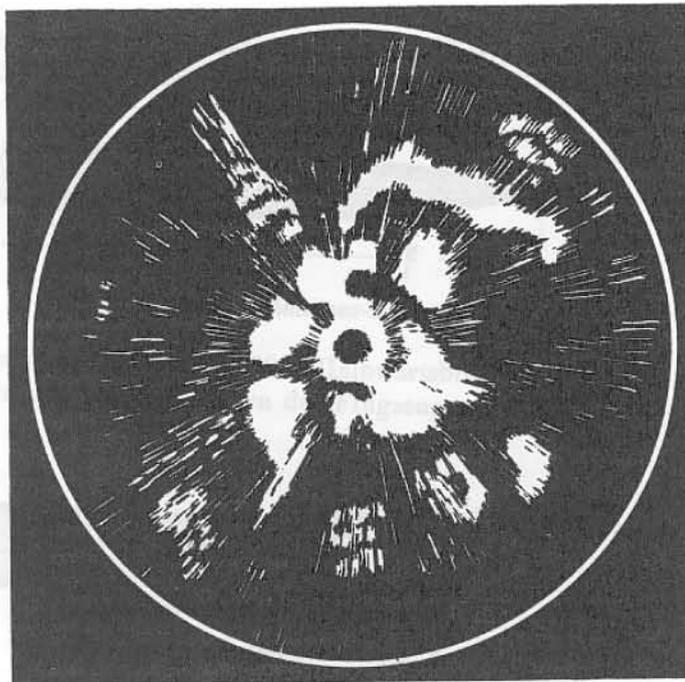


Abb. 2: Wiedergabe eines Geländeabschnitts auf der Übersichtsrohre

vier nebeneinander unter einer Metallscheibe liegende Trolitulstrahler verwendet. Neben anderen Isolierstoffen besitzt insbesondere Trolitul die für dielektrische Strahler notwendigen Eigenschaften.

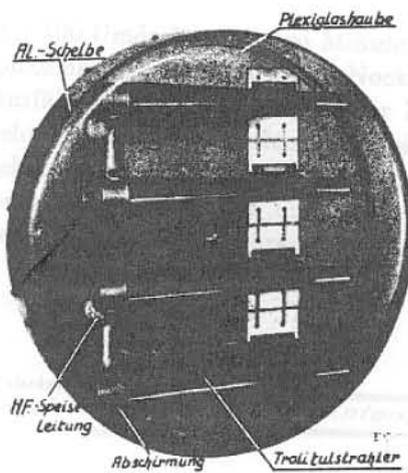


Abb. 3: Antenne

Die Form der Strahler ist schwach kegelförmig.

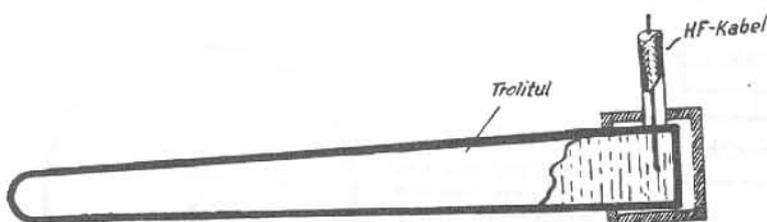


Abb. 4: Dielektrischer Strahler mit Dipoleinführung

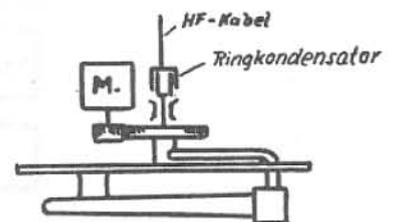


Abb. 5: Antrieb der Antennenscheibe

Der dielektrische Strahler wird am rückwärtigen abgeschirmten Ende durch eine Dipoleinführung erregt.

Das Feldstärkendiagramm der Antenne hat folgende Charakteristik: Horizontal beträgt der Öffnungswinkel etwa 6° (Halbwertsbreite).

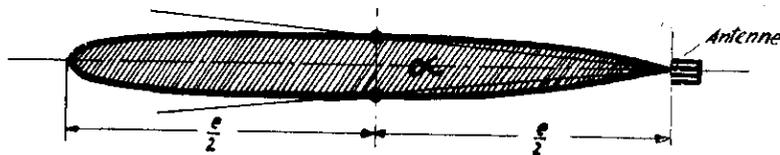


Abb. 6: Horizontales Antennen-Diagramm

Vertikal ist die Bündelung geringer, etwa 30° (Halbwertsbreite). Durch die Reflexion an einer Metallscheibe und den unteren Metallteilen des Flugzeugrumpfes ist das Diagramm nach unten aufgefingert.



Abb. 7: Vertikales Antennen-Diagramm

Diese Bündelung des Diagramms ist deshalb erforderlich, weil bei der radialen Bodenabtastung die abgetastete Zeile von 0 bis 60 km angestrahlt werden muß. Die unerwünschte Auffingerung verursacht durch die Minimumstellen tote Zonen. Diese können durch Veränderung des Antennenabstandes vom Rumpf verschoben werden.

Das Gerät arbeitet im Simultanbetrieb, d. h. zum Senden und Empfangen wird die gleiche Antenne verwendet.

Durch einen Motor wird die Antenne mit 400 Umdrehungen pro Minute angetrieben (Abb. 5). Mit ihr sind ein Goniometer, ein Zweiphasengenerator, sowie ein Nockenschalter gekuppelt (Abb. 8). Bei einer neuen Ausführung entfällt das Goniometer und der Zweiphasengenerator. An ihre Stelle tritt eine mechanische Drehung der Ablenkspulen durch ein Fernübertragungssystem. Das Goniometer dient zur Drehung der Zeitlinie am Übersichtsrohr, während der Zweiphasengenerator eine zusätzliche Auslenkung im Kreise und dadurch eine radiale Verschiebung der Zeitlinie bewirkt. Es entsteht dadurch ein Sternraster.

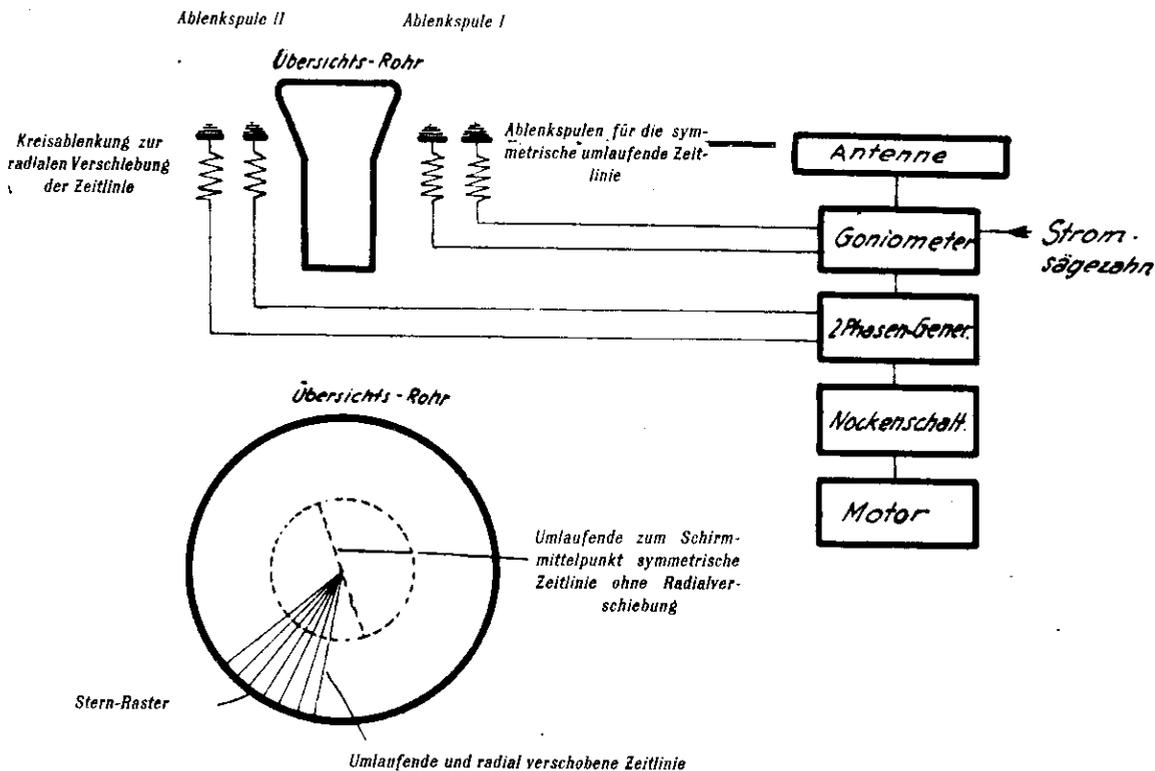


Abb. 8: Entstehung des Bildrasters auf der Übersichts-Röhre

Der Rotorwicklung des Goniometers wird ein sägezahnförmiger Strom zugeführt, der in den beiden Statorwicklungen in zwei Ströme (Komponenten) zerlegt wird, die dem ersten magnetischen Ablenkensystem der Übersichtsröhre zugeführt werden. Dort setzen sich die beiden räumlichen Richtwirkungen wieder zusammen und ergeben am Leuchtschirm eine in Bezug auf die Bildmitte symmetrische Sägezahnablenkung, die mit der Antenne synchron umläuft. Damit nun die Sägezahnablenkung als Radius schreibt, wird außerdem ein mit der Antenne synchron laufendes Drehfeld mit Hilfe eines Zweiphasengenerators erzeugt. Diese Ablenkung im Kreise wird durch das 2. mag. Ablenkensystem am Übersichtsrohr hervorgerufen und verschiebt die symmetrische Sägezahnablenkung radial, so daß die Schirmmitte zum Nullpunkt sämtlicher Zeitlinien wird. Der Nockenschalter dient zur Auslösung der Flugzeugrichtungsmarke.

Bei der ersten Geräteserie wird außer der erwähnten el. mag. Ablenkung mit feststehenden Ablenkspulen in neueren Geräten zur Erzeugung des Sternrasters ein Fernübertragungsgerät eingebaut. Dieses Übertragungssystem sieht eine mechanische Drehung eines Ablenkspulenpaares vor. An Stelle des Goniometers und des Zweiphasengenerators ist ein Drehfeld-Übertragungssystem mit der Antenne gekuppelt (Geber). Ein zweites Übertragungssystem (Empfänger) ist elektrisch mit dem Geber gekoppelt und dreht ein um den Rohrhals der Braunschen Röhre gelegenes Spulenpaar mechanisch synchron mit der Antenne. Diesem mechanisch gedrehten Spulenpaar wird der Stromsägezahn und eine Gleichstromkomponente zugeführt. Der Stromsägezahn bewirkt die Zeitablenkung.

Die Gleichstromkomponente dient zur radialen Verschiebung der Zeitlinie nach dem Bildrand, so daß der Anfang sämtlicher Schreiblinien im Bildmittelpunkt liegt.

Die Vorteile dieser Anordnung sind:

- a) Einfachheit des Ablenkensystems,
- b) günstigeres Arbeiten (Ungenauigkeiten der Ablenkspannung, hervorgerufen durch Goniometer und Zweiphasengenerator fallen weg).

Um das Bild am Schirm der Übersichtsröhre ohne Kenntnis des Kompaßkurses der Maschine mit einer Karte vergleichen zu können, wird das Bild automatisch nach Norden ausgerichtet. Diese automatische Einnordung erfolgt durch Verdrehen des Goniometerstators durch Steuerung von einem Mutterkompaß (Patin-Steuerung).

Die Energieübertragung vom HF-Kabel zur drehbaren Antenne erfolgt über einen ineinandergreifenden Ringkondensator, der als kapazitiver Schleifring bezeichnet wird (Abb. 5).

2. Entstehung der Bilder auf Übersichts- und Höhenröhre

Das Gerät arbeitet im Impulsbetrieb. Die Impuls- oder Tastfrequenz wurde mit 1500 Hz für beide Meßbereiche festgelegt.

Das **Panoramabild auf der Übersichtsröhre** entsteht dadurch, daß gleichzeitig mit dem Sendepuls der Elektronenstrahl vom Mittelpunkt des Leuchtschirmes nach außen zu schreiben beginnt und Rückstrahlimpulse entsprechend ihrer Laufzeit durch Helltastung an der zugeordneten Stelle des Bildschirmes ein Aufleuchten verursachen. Der Elektronenstrahl wird durch die beiden Ablenkensysteme synchron mit der Antenne mitgedreht. Bei einer Antennendrehgeschwindigkeit von 400 Umdr./Min. bzw. 6,6 Umdr./Sek. entfallen daher auf eine Umdrehung

$$\frac{1500}{6,6} = 227 \text{ Tastimpulse sowie } 265 \text{ Radian.}$$

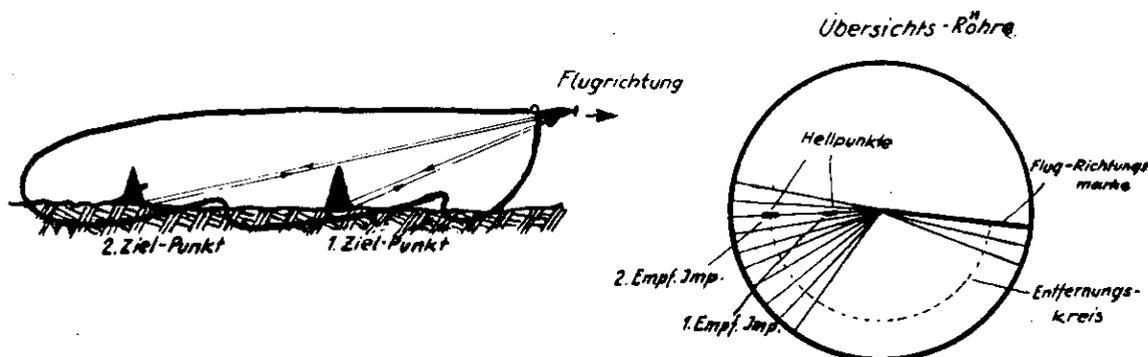


Abb. 9: Entstehung des Panoramabildes durch Helltastung der Reflexionsimpulse an zugeordneter Stelle der Übersichtsröhre

Im Betriebszustand muß, bei abgeschaltetem Sender, die Helligkeit des Übersichtsrohres so weit zurückgedreht werden, daß von dem Sternrastrer nichts mehr zu sehen ist. Dadurch, daß die einzelnen Reflexionsimpulse als Lichtpunkte während eines Antennenumlafes nachleuchten, sowie durch die Trägheit des Auges (6,6 Hellimp./Sek.), entsteht bei Aneinanderreihung der einzelnen Leuchtpunkte ein zusammenhängendes Bild in Form von hellen und dunklen Flecken, welche ein ungefähres Abbild des überflogenen Geländes darstellen. Es erscheinen jedoch nur solche Ziele am Übersichtsrohr, die gegen das umgebende Gelände eine stärkere oder schwächere Reflexion zeigen, z. B. sind vornehmlich stark bebaute Stadtgebiete, Fabriken mit ausgedehnten Eisenkonstruktionen, Küsten, steile Berghänge usw. als helle Punkte oder Flächen zu erkennen. Dagegen erscheinen sowohl ganz ebene Flächen wie Seen, breite Straßen, von denen die cm-Wellen zwar gut reflektiert, jedoch in anderer Richtung als zum Empfänger zurückgestrahlt werden, als auch Flächen, wie z. B. Wald und Getreidefelder, die eine sehr starke Absorption für diese Welle zeigen, als dunkle Flecken.

Auf der Übersichtsrohre erscheinen die Zielpunkte in ihrer Lage und Entfernung zueinander nicht kartentreu. Es ergeben sich besonders gegen die Mitte zu und bei größeren Flughöhen Verzerrungen. Diese entstehen dadurch, daß an Stelle der Kartenentfernung bei zwei Zielpunkten, die in einer Richtung zum Gerät liegen, die Schrägentfernungen am Bildschirm aufgezeichnet werden (infolge der Laufzeiten). Im Nahbereich werden diese noch um die Flughöhe verkürzt.

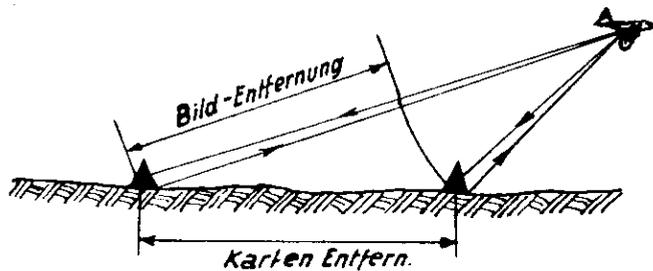


Abb. 10: Entstehung der Bildverzerrung

Das Auflösungsvermögen, worunter man diejenige Entfernung zweier Zielpunkte versteht, die notwendig ist, um diese tatsächlich als zwei Ziele zu erkennen, ist abhängig:

1. In radialer Richtung zum Gerät,
 - a) von der Höhe der Maschine über Grund, je höher die Maschine, um so kleiner die Auflösung im Nahbereich;
 - b) von der Impulsdauer (1μ Sek. Impulsdauer entspricht einer Impulslänge von 300 m und erscheint am Schirm der Übersichtsrohre als Zeichen von 150 m Länge).
2. In tangentialer Richtung zum Gerät,
 - a) von der horizontalen Bündelung der ausgestrahlten Energie;
 - b) von der Entfernung der Zielpunkte. Bei kleineren Entfernungen wird das Auflösungsvermögen größer.

Eine weitere Grenze der Auflösung bildet die Strichschärfe auf der Übersichtsrohre. Eine Auflösungsverbesserung ergibt in diesem Fall die Bildmaßstabs-Vergrößerung (Meßbereichumschaltung auf den Nahbereich).

Meßbereich I entspricht einer größten Schrägentfernung der abgetasteten Grundfläche von 18 km. Dies entspricht bei einem Bildradius von 6 cm einem Bildmaßstab von 1 : 300 000. Das günstigste Auflösungsvermögen beträgt bei diesem Maßstab ungefähr 200 m. Dieser Meßbereich wurde für die Navigation und Bombenzieleinrichtung zu Grunde gelegt.

Meßbereich II entspricht einer Schrägentfernung von 60 km. Dies ergibt bei einem Bildradius von 6 cm einen Bildmaßstab von 1 : 1 000 000. (Diese Bildmaßstabsangaben gelten nur bei Höhe O oder geringer Flughöhe). Das Auflösungsvermögen bei diesem Meßbereich ist für Bombenwurf unzureichend, so daß dieser Meßbereich nur zur Kontrollnavigation in Frage kommt.

Elektrisch gesehen erfolgt die Meßbereichumschaltung dadurch, daß man die Schreibgeschwindigkeit der Zeitlinie am Übersichtsrohr ändert. Um zu vermeiden, daß Reflexionssignale auf dem Übersichtsrohr sichtbar werden, die erst beim Rücklauf des Elektronenstrahls eintreffen (namentlich beim kleinen Meßbereich könnte dies leicht der Fall sein), wird beim Rücklauf das Rohr vollkommen gesperrt.

2. Der Zentimeterwellensender, der mit der Zündstufe, dem Relaiseteil und der 1. ZF-Stufe des Empfängers im Feld II untergebracht ist.
3. Der Zentimeterwellenempfänger für die gleiche Frequenz. Er ist mit seinem Netzgerät, der Impulszentrale, sowie dem Markenteil als Einheit im Feld I zusammengefaßt.
4. Das Sichtgerät (Abb. 25), das Steuergerät (Abb. 24) und der Meßzusatz (Abb. 23).

Die Stromversorgung erfolgt aus dem Bordnetz über einen Umformer (80 V/500 Hz). Ein Spannungsregelzusatz (Pintsch-Regler) sorgt für die Konstanzhaltung der vom Umformer gelieferten Spannung.

Frequenz und Impulsverlauf in der Anlage Fu G 224

1. Der Sendezweig (Abb. 13)

Als Senderöhre wird ein Magnetron verwendet und die Tastung leistungsmäßig vorgenommen, d. h. man führt während der Sendezeit dem Magnetron einen Anodenspannungsimpuls zu. Die Steuerung des Senders erfolgt von einer Trapezspannung aus, die in einem Tongenerator (Grundmultivibrator) erzeugt wird. Diese Trapezspannung wird in einer Sägezahnstufe in eine zeitlineare Sägezahnspannung umgeformt. In einer Impulsstufe wird aus dieser ein Impuls erzeugt, der den Zündmultivibrator in der Zündstufe synchronisiert. In dieser Stufe entsteht ein Zündimpuls von -7 kV , der eine Gasentladungsröhre ionisiert, wodurch ein Energiespeicher in Form einer Laufzeitkette über das Magnetron entladen wird und der Sender für eine $\mu\text{ Sek.}$ zu schwingen beginnt.

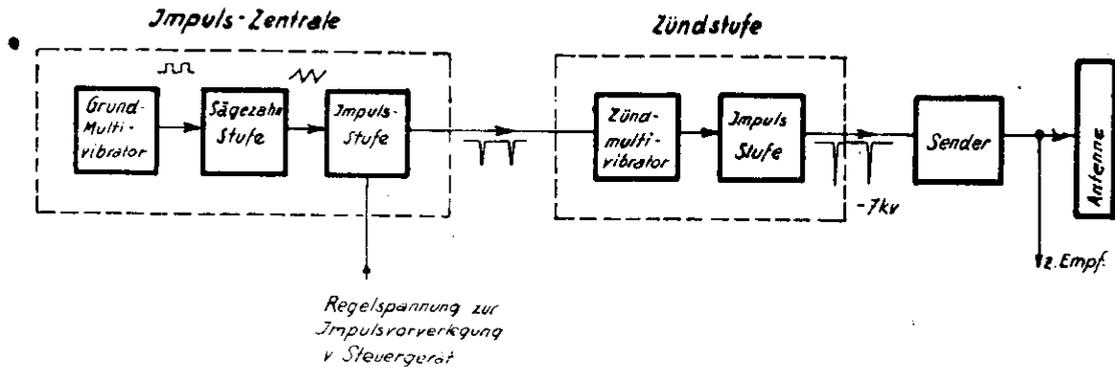


Abb. 13: Entstehung des Tastimpulses für den Sender

2. Der Empfangszweig (Abb. 14)

Der Empfänger arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Die von der Antenne empfangenen Reflexionsimpulse werden mit der Überlagerungsfrequenz in einem Mischteil gemischt. Die ausgesiebte ZF wird über die 1. ZF-Stufe zum ZF-Verstärker geleitet. In der letzten Röhre des ZF-Verstärkers wird die Richtungsmarke eingeleitet. Von dort wird der Zeileninhalt + Richtungsmarke über den Einblendteil des ZF-Austast- und Markengerätes geführt, wobei zum Zeileninhalt noch die Entfernungsmarke gemischt wird. In der Impulszentrale wird außerdem noch der sogenannte Helltastimpuls (zur Sperrung des Zeitlinienrücklaufes am Übersichtsrohr) dazu gebracht. Über den Endverstärker wird dann der Zeileninhalt + Marken + Helltastimpuls an den Wehneltzylinder und eine Meßplatte des H-Rohres gebracht. Zur Sperrung des Empfängers während der Sendezeit wird

1. In die Leitung von der Antenne zum Empfänger eine Sperrröhre (Nullode) geschaltet und
2. Der ZF-Verstärker durch einen negativen Impuls, der von dem ZF-Austast- und Markengerät kommt, während der Sendezeit gesperrt.

3. Meßeinrichtung

Zur Auswertung des Panoramabildes auf der Übersichtsrohre für Navigation und Bombenwurf dienen:

1. Auswechselbare Strichplatten für 0 bis 10000 m, abgestuft in 1000 m Flughöhe.

2. Eine Stoppuhr mit besonderem Zifferblatt.
3. Der Meßzusatz.

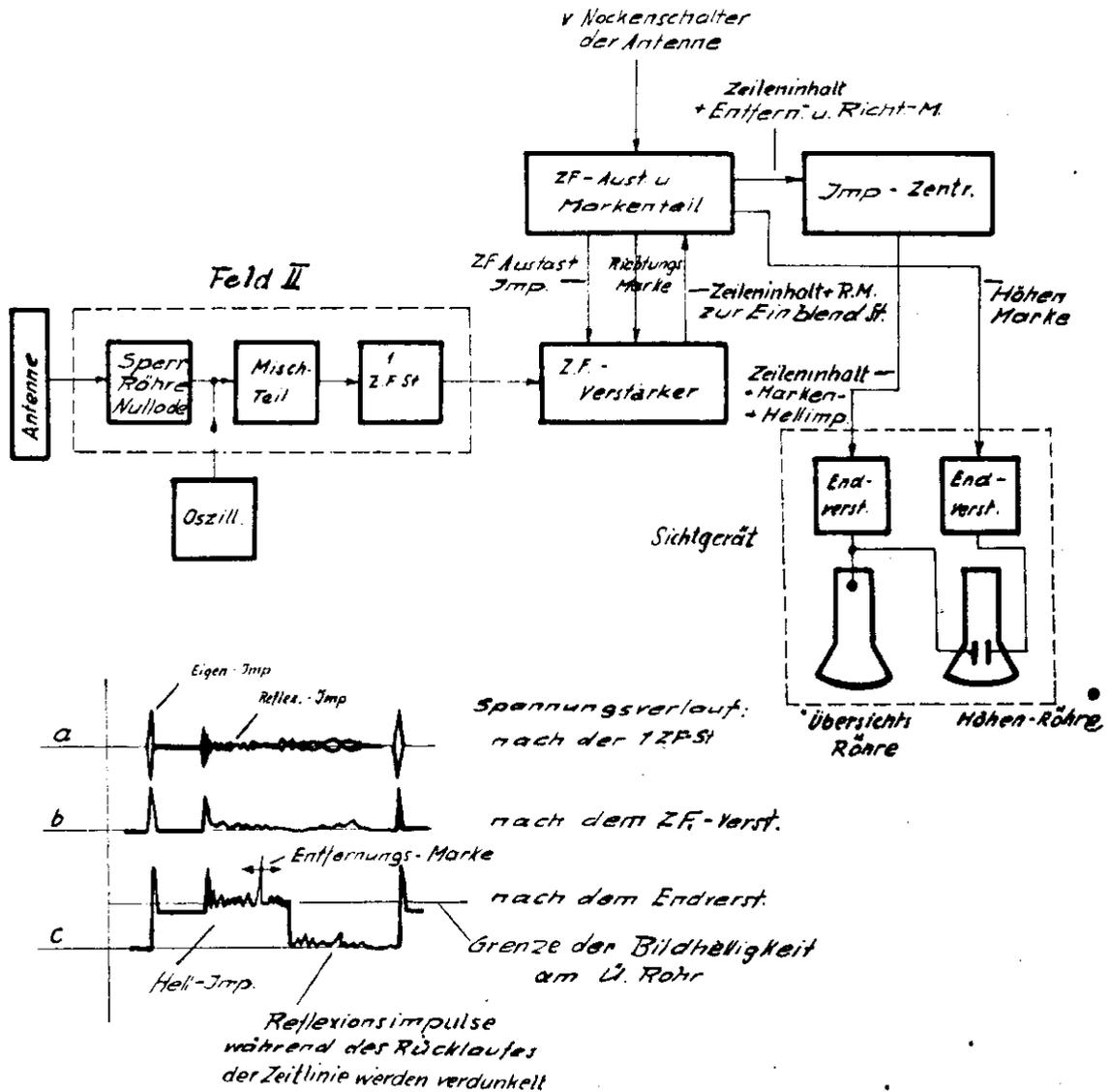


Abb. 14: Prinzipschaltbild des Empfangszweiges

D. Auswertung des Panoramabildes zur Navigation und zum Bombenwurf

1. Eichung des Bildmaßstabes

Die Grundlage für alle navigatorischen Auswertungen des Panoramabildes ist die Eichung des Bildmaßstabes für die aufgesetzten Strichplatten, d.h. die Amplitude der Sägezahnablenkung auf der Übersichtsrohre muß mit dem Maßstab der Strichplatten übereinstimmen. Hierzu dienen die Eichmarken, die bei 3 und 15 km Schrägentfernung auf den Strichplatten eingetragen sind (s. Abb. 17).

Die Eichung wird am Boden, wie folgt, durchgeführt:

- a) Man legt eine beliebige mit Eichmarken versehene Strichplatte auf den Schirm der Übersichtsrohre.
- b) Nun stellt man mit dem Potentiometer (Pot.-Entf.) am Meßzusatz die Entfernungsskala auf die Marken 3 und 15 km. In beiden Fällen müssen durch Verdrehen des Amplitudenpotentiometers W 47 (im Feld I Impulszentrale) und des Potentiometers »Bild-Rad.« am

Steuergerät die beiden Entfernungskreise auf der Panoramaröhre mit den Eichmarken der Strichplatten zur Deckung gebracht werden.

2. Entzerrung des Panoramabildes

Das auf der Übersichtsröhre entworfene Bild des überflogenen Geländes ist höhenabhängig verzerrt. Diese Verzerrungen äußern sich

- a) Durch Erweiterung des Koordinatenursprungs zu einem Kreis (dunkler Höhenkreis).

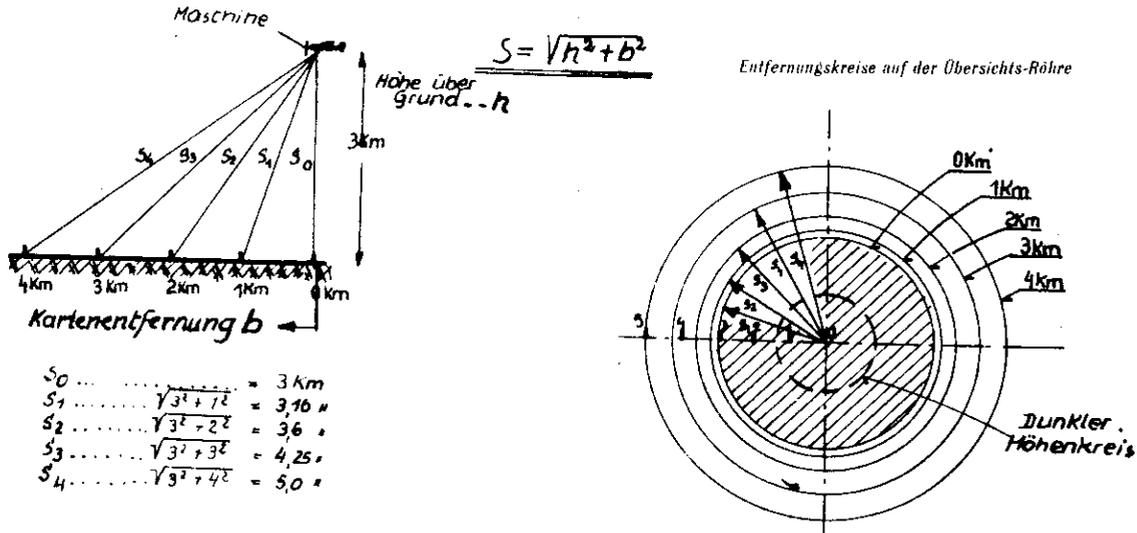


Abb. 15: Darstellung der Bildverzerrungen

- b) Durch Veränderung des Bildmaßstabes.

Eine weitere Bildverzerrung entsteht durch unregelmäßige elektrische Ablenkspannungen.

Die Bildentzerrung wird wie folgt durchgeführt:

- zu a) Entsprechend der jeweiligen Flughöhe wird der Zeitpunkt des Sendevorganges so weit vorverlegt, daß gleichzeitig mit dem ersten Reflexionsimpuls (Bodenimpuls) die radiale Ablenkung des Elektronenstrahls im Koordinatenursprung zu schreiben beginnt. Die Impulsvorverlegung wird am Steuergerät Knopf »Bild-Rad.« vorgenommen. Der Vorgang hierbei ist folgender: Zuerst stellt man mit Hilfe des Potentiometers »Pot. Höhe«

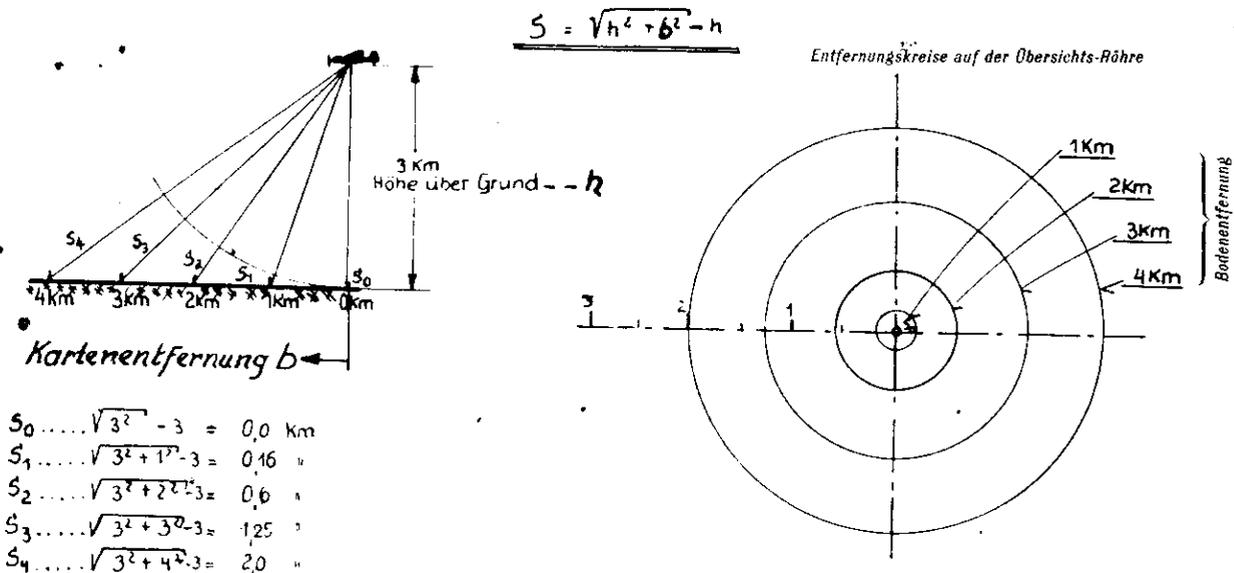


Abb. 16: Vorgang bei der Höhenentzerrung

die Höhenmarke auf der Höhenröhre so ein, daß der erste Reflexionsimpuls mit dieser sich deckt. Jetzt dreht man mit dem Potentiometer »Pot. Entf.« die Entfernungsskala am Meßzusatz auf 3 km. Mit dem Potentiometer »Bild-Rad.« am Steuergerät verschiebt man den leuchtenden Entfernungskreis so, daß er mit der Eichmarke bei 3 km auf der Strichplatte zur Deckung kommt. Das Bild ist dann höhenentzerrt.

- zu b) Ein auf den Boden aufgezeichnet gedachtes rechtwinkeliges Koordinatennetz von z. B. 3 km Seitenlänge wird aus größerer Flughöhe betrachtet als verzerrtes Linienraster erscheinen.

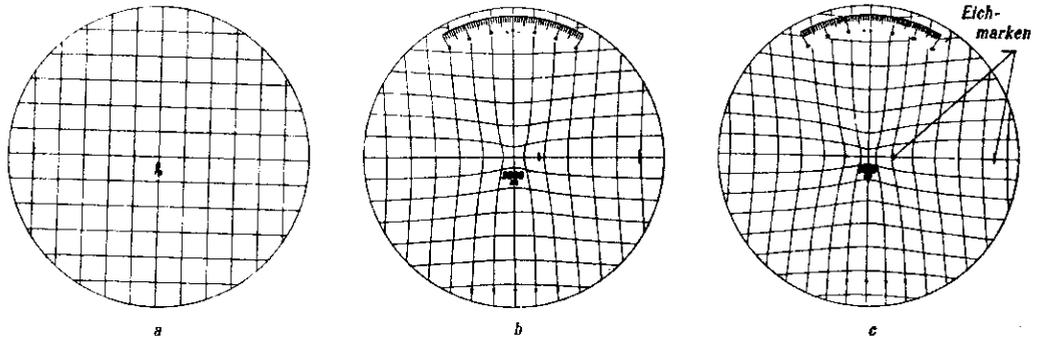


Abb. 17: Strichplatten für 0, 3000 und 5000 m mit eingezeichneten Eichmarken und Abtrift-Skala

Um auch diese Verzerrungen, die auf elektrischem Wege nur sehr schwer auszugleichen wären, zu berücksichtigen, sind bis 10 000 m Flughöhe, abgestuft von 1000 zu 1000 m, auswechselbare Strichplatten vorhanden. Diese werden als Masken auf den Schirm der Übersichtsrohre verdrehbar aufgesetzt und zeigen die jeweilige Verzerrung des Bildes an betreffender Stelle an (Abb. 17).

Die Fehler der elektrischen Ablenkspannungen können nicht restlos ausgeglichen werden (Ungenauigkeiten im Goniometer und 2-Phasen-Generator).

3. Bestimmung des rechtweisenden Kurses, der Fluggeschwindigkeit über Grund und des Abtrift-Winkels

Die Darstellung des Geländes am Übersichtsrohr eignet sich zur Kontrolle des Standortes bei unsichtigem Wetter.

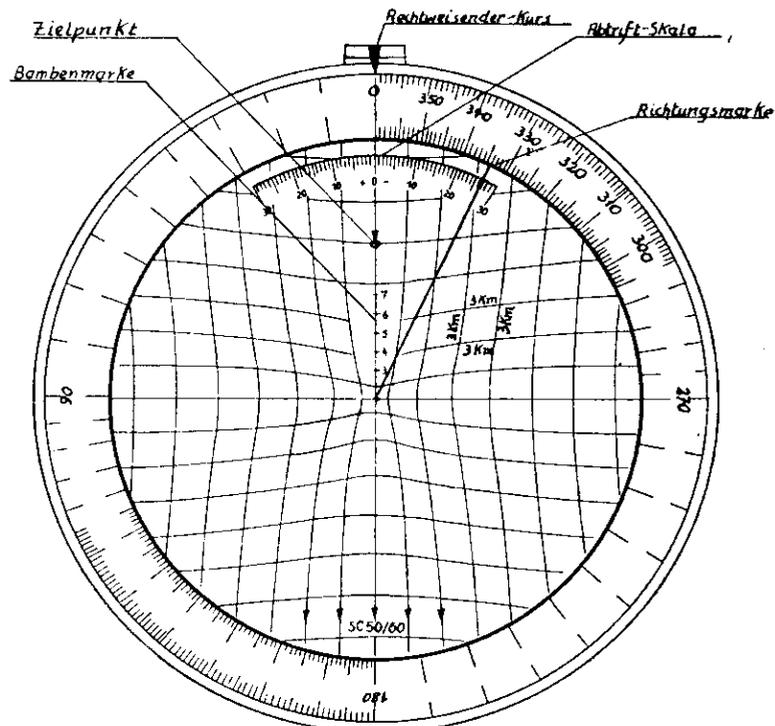


Abb. 18: Strichplatte für die Bombentype SC 50 und 6000 m auf die Übersichts-Röhre aufgesetzt

Nachdem man die richtige Strichplatte für die vorher bestimmte Höhe über Grund auf den Schirm des Übersichtsrohres gesetzt hat, verdreht man diese so lange, bis die markanten Geländepunkte längs der Kurven in der eingezeichneten Pfeilrichtung auswandern. Auf einer Skala, die mit der Strichplatte gekuppelt ist, kann sofort der rechtweisende Kurs abgelesen werden.

Der rechtweisende Kurs, der im Normalfall nur durch das Winddreieck errechnet werden kann, ist einer der wichtigsten Werte für die Navigation.

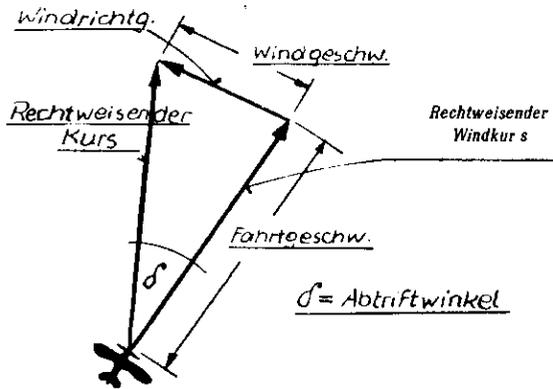


Abb. 19: Winddreieck zur Bestimmung des rechtweisenden Kurses und der Geschwindigkeit V_g über Grund

Bei Kenntnis des Kompaßkurses, der durch die Richtungsmarke (Leuchtlinie) im Schirmbild sichtbar wird, kann auf der Abdrift-Skala der Strichplatte der Abdrift-Winkel abgelesen werden.

Um die Geschwindigkeit über Grund zu bestimmen, wird ein markanter Geländepunkt beobachtet, der längs einer Kurve der Strichplatte auswandert. Die Zeit, die dieser Punkt braucht, um von einem Schnittpunkt zum anderen zu gelangen, ist ein Maß für die Geschwindigkeit über Grund. Dieselbe kann auf einer besonderen Stoppuhr am Zifferblatt in km/h abgelesen werden.

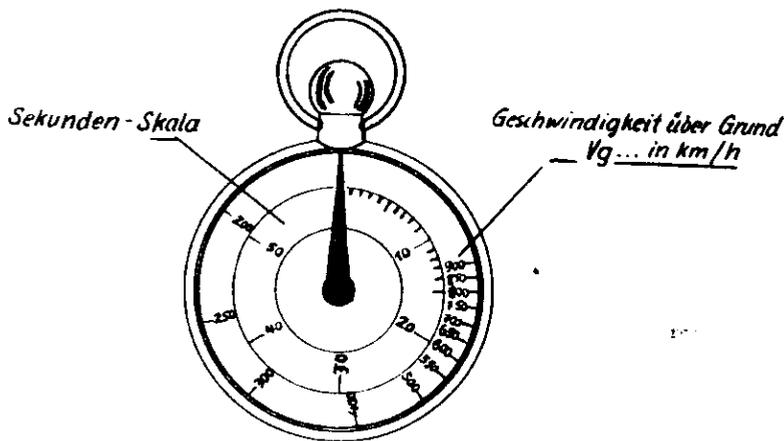


Abb. 20: Stoppuhr zur Geschwindigkeitsbestimmung über Grund

4. Bombenwurf mit Hilfe der Strichplatten und der Stoppuhr

Eine weitere wichtige Aufgabe des Panorama-Funkmeßgerätes ist die des Bombenwurfes bei unsichtigem Wetter. Die Abbildung 18 zeigt eine Strichplatte für eine Flughöhe von 6000 m, in welcher die Bombenmarken (3 bis 7) für eine bestimmte Bombenart, z. B. SC 50, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit über Grund eingetragen sind. Die Skala der Bombenmarken (3 bis 7) berücksichtigt die Wurfweiten für 300 bis 700 km/h Fluggeschwindigkeit über Grund zusätzlich eines Flugweges von 30 Sekunden.

Dieser 30 Sekunden-Flugweg wird deshalb noch hinzugezählt, damit der angeflogene Punkt, der sich genau auf dem Radius bewegen muß, bis zum Augenblick des Einschaltens der Stoppuhr noch scharf genug ausgemacht werden kann. Die Wurfweiten ohne den 30 Sekunden-

Flugweg würden auf der Strichplatte klein und unleserlich werden, außerdem verringert sich bekanntlich das radiale Auflösungsvermögen in geringerer Entfernung.

Der Bombenwurf auf ein am Übersichtsrohr erscheinendes Ziel geht nun folgendermaßen vor sich: Das Flugzeug muß so gesteuert und die Strichplatte so gedreht werden, daß das Ziel in Pfeilrichtung vom Bildrand her längs der Mittellinie dem Mittelpunkt zuwandert. Vorher wurde nach dem beschriebenen Verfahren die Geschwindigkeit über Grund gemessen (z. B. 400 km/h). Ist das Ziel auf der Strichplatte bis zur betreffenden Bombenzielmarke (4) eingewandert, dann wird mit Hilfe der Stoppuhr nach genau 30 Sekunden die Bombe gelöst. Dieser einfachste Fall des Bombenabwurfes unmittelbar auf markante Punkte ist nur dann möglich, wenn das Ziel sich von seiner Umgebung kontrastmäßig unterscheiden läßt, wie dies z. B. bei Schiffszielen, kleinen Inseln, großen Gebäudekomplexen, Hafenanlagen unmittelbar an der Küste usw. der Fall ist. Die meisten der befohlenen Ziele sind durch ihre geographische Lage und Umgebung selbst nicht erkennbar. Um diese anzugreifen, kann man sogenannte Anflugpunkte (Hilfspunkte) zu Hilfe nehmen, wenn diese klar erkennbar sind. In diesem Fall muß man vorher an Hand einer genauen Karte die Anflugrichtung, also die Verbindungslinie zwischen dem Anflug- und Zielpunkt, festlegen und die Entfernung beider Punkte messen. Die Maschine muß mit dem rechtweisenden Kurs «K» (s. Abb. 21) den Anflugpunkt anfliegen. Dabei muß sie ihre Geschwindigkeit über Grund messen. Trifft der Anflugpunkt mit der Bombenzielmarke zusammen, so muß die Bombe nach 30 Sekunden plus der Flugzeit, die zum Durchfliegen der Strecke zwischen Anflug- und Zielpunkt benötigt wird, gelöst werden. Der beschriebene Bombenwurf erfolgt also mit der Stoppuhr in der Hand.

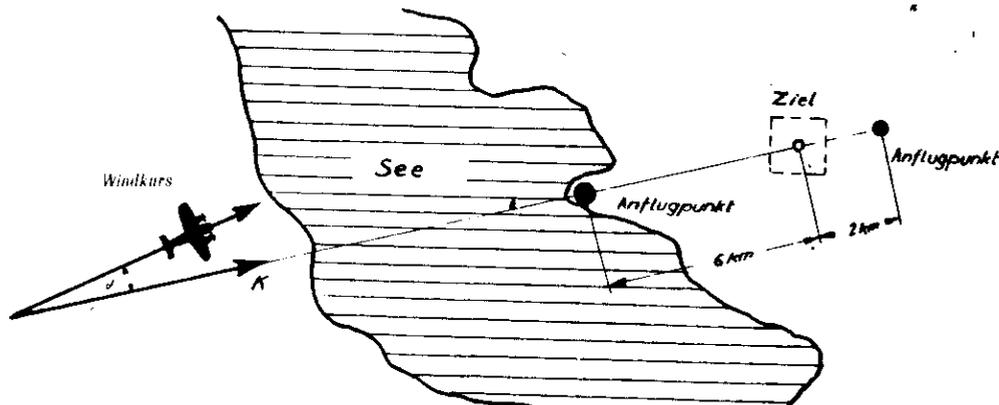


Abb. 21: Bombenwurf mit Hilfe eines Anflugpunktes

5. Meßzusatz

Zur Bestimmung der Kartenentfernung eines Zielpunktes, sowie der Flughöhe über Grund dient der Meßzusatz.

Auf einer drehbar angeordneten Walze, die mit dem Potentiometer für die Entfernungsmarke (Leuchtkreis) gekuppelt ist, wird das in Abb. 22 dargestellte Kurvenblatt aufgewickelt. Ein mit dem Höhenpotentiometer gekuppelter Zeiger bewegt sich in Achsenrichtung zur Trommel. Will man ein bestimmtes Ziel anmessen, dann bringt man

- a) die Höhenmarke mit dem Bodenimpuls auf der Höhen-Röhre,
- b) die Entfernungsmarke mit dem Zielpunkt auf der Übersichts-Röhre zur Deckung.

Der Zeiger steht nun auf einer der vollausgezogenen Kurven, die die genaue Kartenentfernung angibt.

In dem eingezeichneten Beispiel kann man für die Flughöhe von 8000 m bei einer Schrägentfernung von 9,4 km eine Kartenentfernung von 15 km ablesen.

Beim kleinen Meßbereich wird zur genauen Entfernungsmessung die Entfernungsmarke aus der Höhenmarke gebildet. D. h. also bei Entfernung 0 wird die Entfernungsmarke zur gleichen Zeit wie die Höhenmarke geschrieben. Es erscheint daher als Schrägentfernung immer nur die

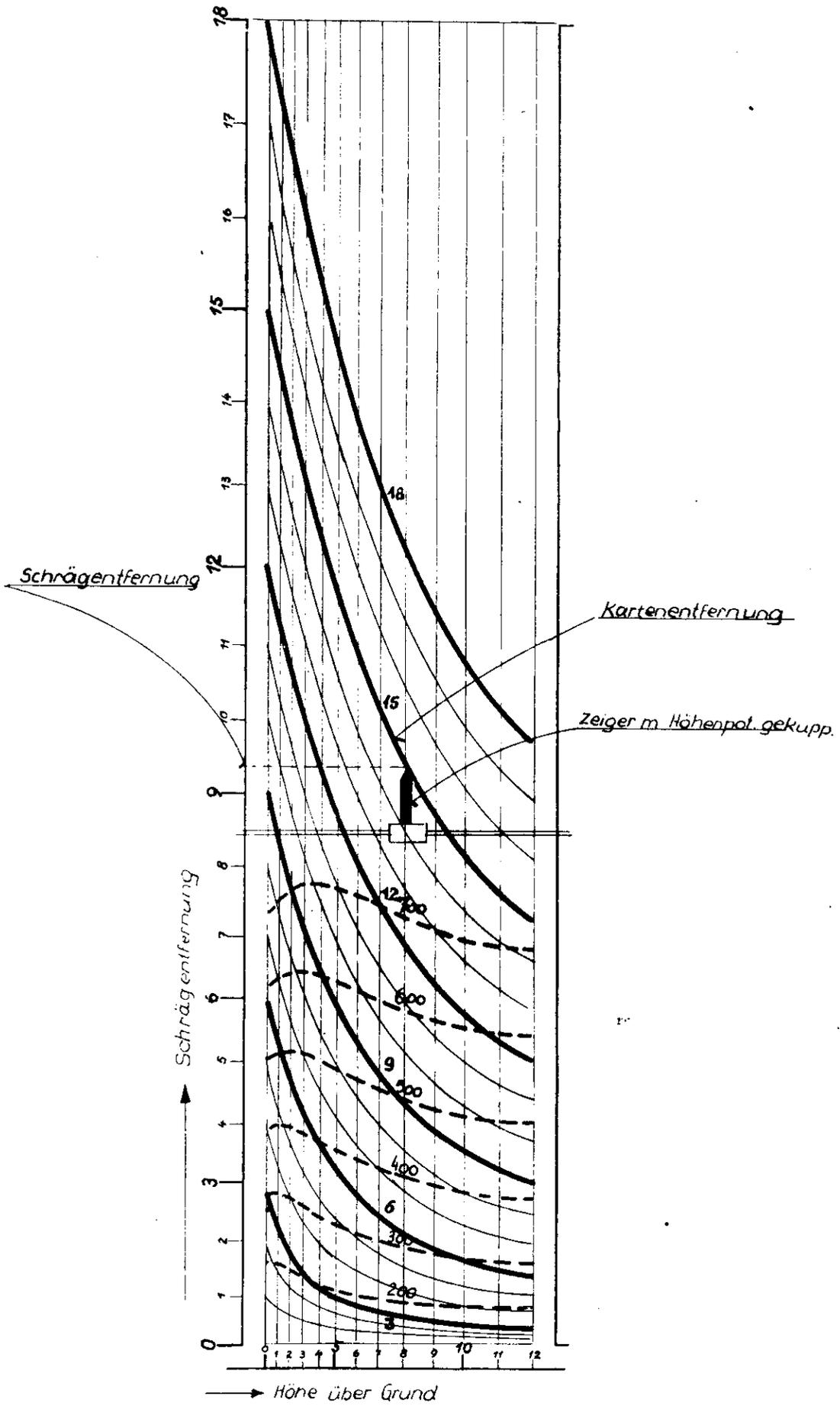


Abb. 22: Abwicklung der Kurventrommel vom Meßzusatz

Gesamt-Schrägentfernung abzüglich der Höhe des Flugzeuges über Grund. Diese ist daher auch in jedem Falle kleiner als die Bodenentfernung.

Außerdem kann die Kurventrommel zur Bestimmung der Fluggeschwindigkeit über Grund und zum Bombenabwurf verwendet werden.

Die Vg.-Bestimmung erfolgt auf ähnliche Weise wie bei den Strichplatten dadurch, daß man die Zeit mit der Stoppuhr bestimmt, die ein Zielpunkt benötigt, um 2 Entfernungskreise im Bodenabstand von 3 km, die mit Hilfe der Kurventrommel eingestellt werden, radial zu durchlaufen.

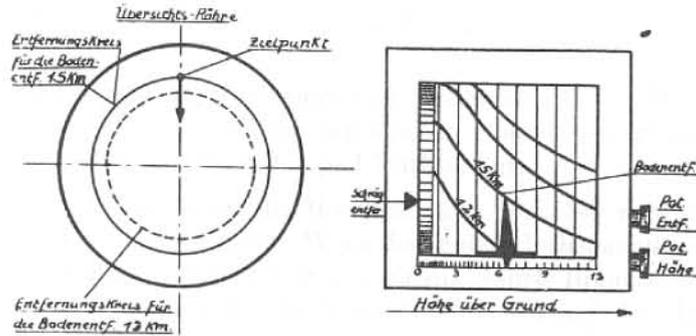


Abb. 23: Meßzusatz

Der Vorteil bei diesem Verfahren ist der, daß man für verschiedene Flughöhen auf der gleichen Kurventrommel ablesen kann. Von Nachteil dagegen ist, daß nur radial einlaufende Zielpunkte hierbei zur Messung verwendbar sind.

Zum Bombenabwurf sind auf der Kurventrommel die roten (auf Abb. 22 gestrichelt gezeichneten) Bombenmarken eingetragen. Der Vorgang hierbei ist folgender: nach vorausgegangener Vg.-Bestimmung stellt man mit dem Entfernungspotentiometer die Kurventrommel auf die entsprechende Bombenmarke und läßt den Zielpunkt durch Steuerung der Maschine auf der Mittel-

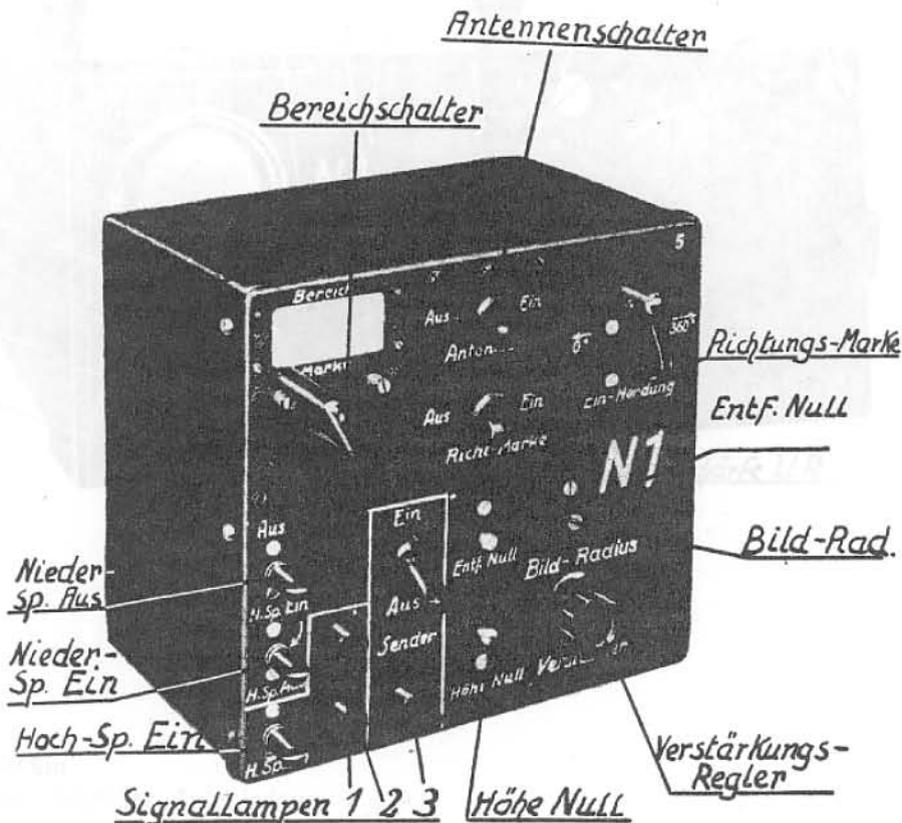


Abb. 24: Steuergerät

Größte Flughöhe 12000 m
 Leistungsaufnahme 2,2 kW bei 28 V Bordnetzspannung
 Gesamtgewicht 224,5 kg
 Gesamtraumbedarf 0,25 cbm

Antenne

Umdrehungszahl 400 Umdr./Min.
 Strombedarf des Antriebsmotors 24 V 8 A
 Gewicht 47 kg

Feld I

Strombedarf 80 V 3,4 A/500 Hz
 Abmessungen 540 · 610 · 210
 Gewicht 38 kg

Feld II

Sendeleistung
 a) Impulsf. 20 kW Anodenbelast. 160 kW
 b) Dauerstrich 150 W
 Strombedarf 80 V 3,4 A/500 Hz
 Abmessungen 540 · 600 · 250
 Gewicht 44 kg

Sichtgerät

Strombedarf 80 V 1,1 A
 Abmessungen 180 · 380 · 400
 Gewicht 25 kg

Steuergerät

Abmessungen 170 · 180 · 180
 Gewicht 2,5 kg

Spannungsverteiler

Abmessungen 170 · 270 · 160
 Gewicht 6 kg

Umformer

Strombedarf 75—80 A/24 - 29 V
 Gewicht 38 kg

Kursaufschaltung

Gewicht 2 kg

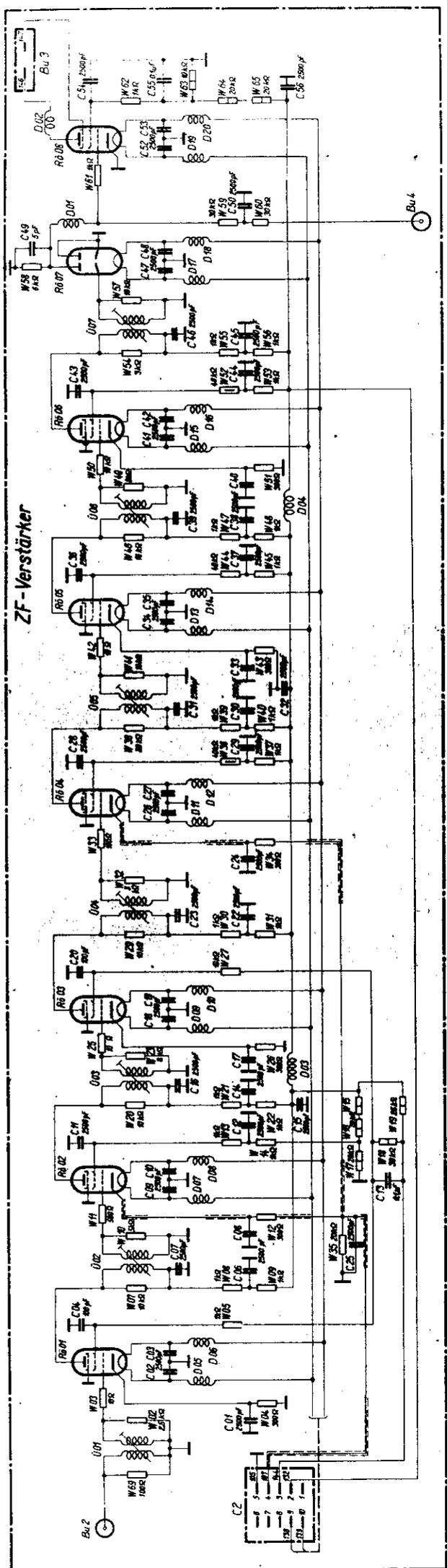
Meßzusatz

Gewicht 2 kg

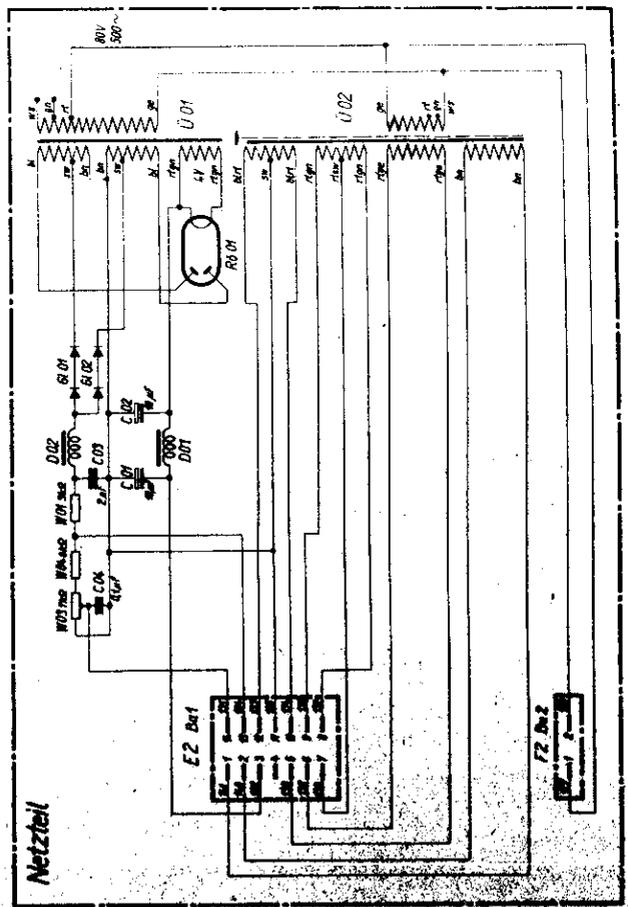
Kabelsatz

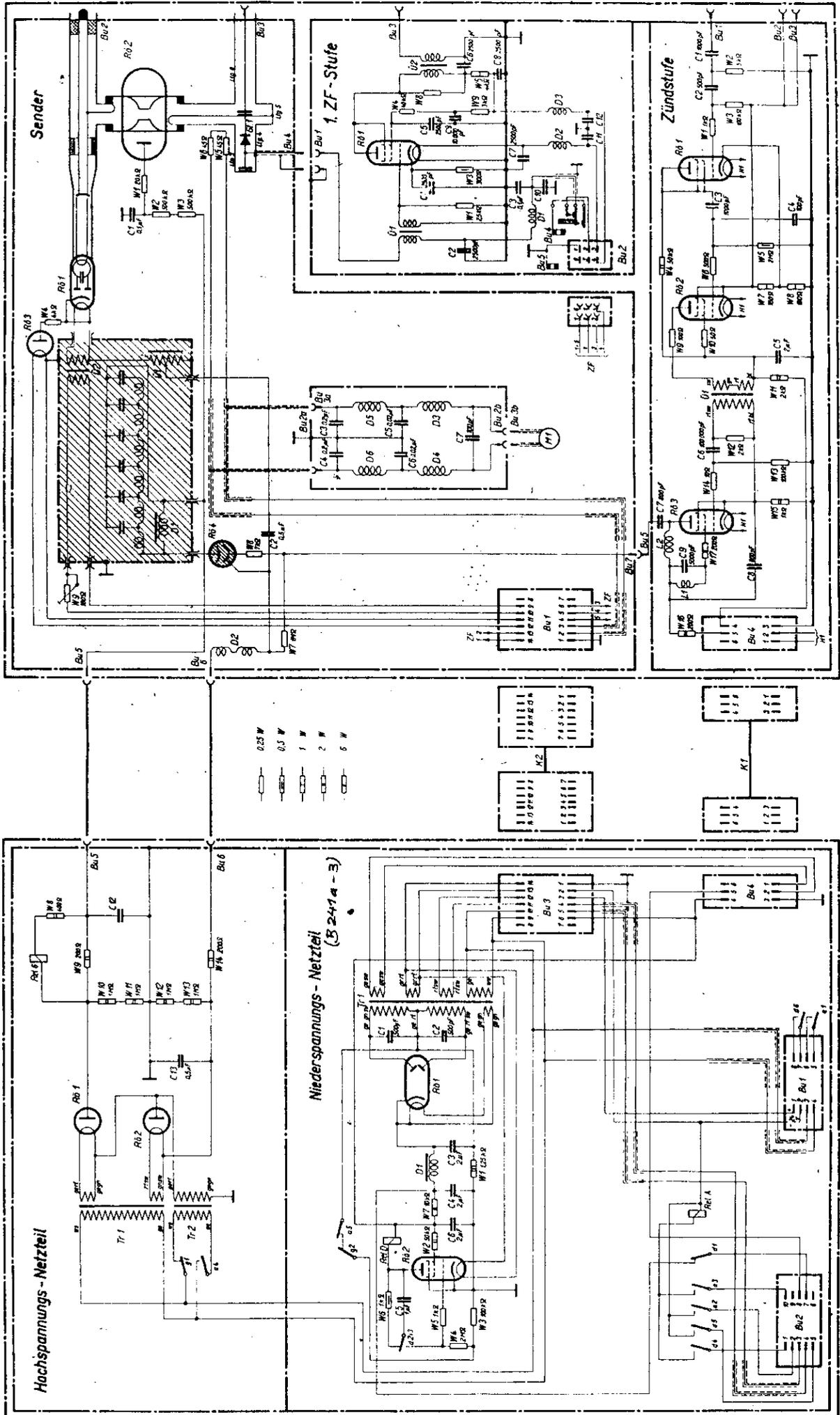
Gewicht 20 kg.

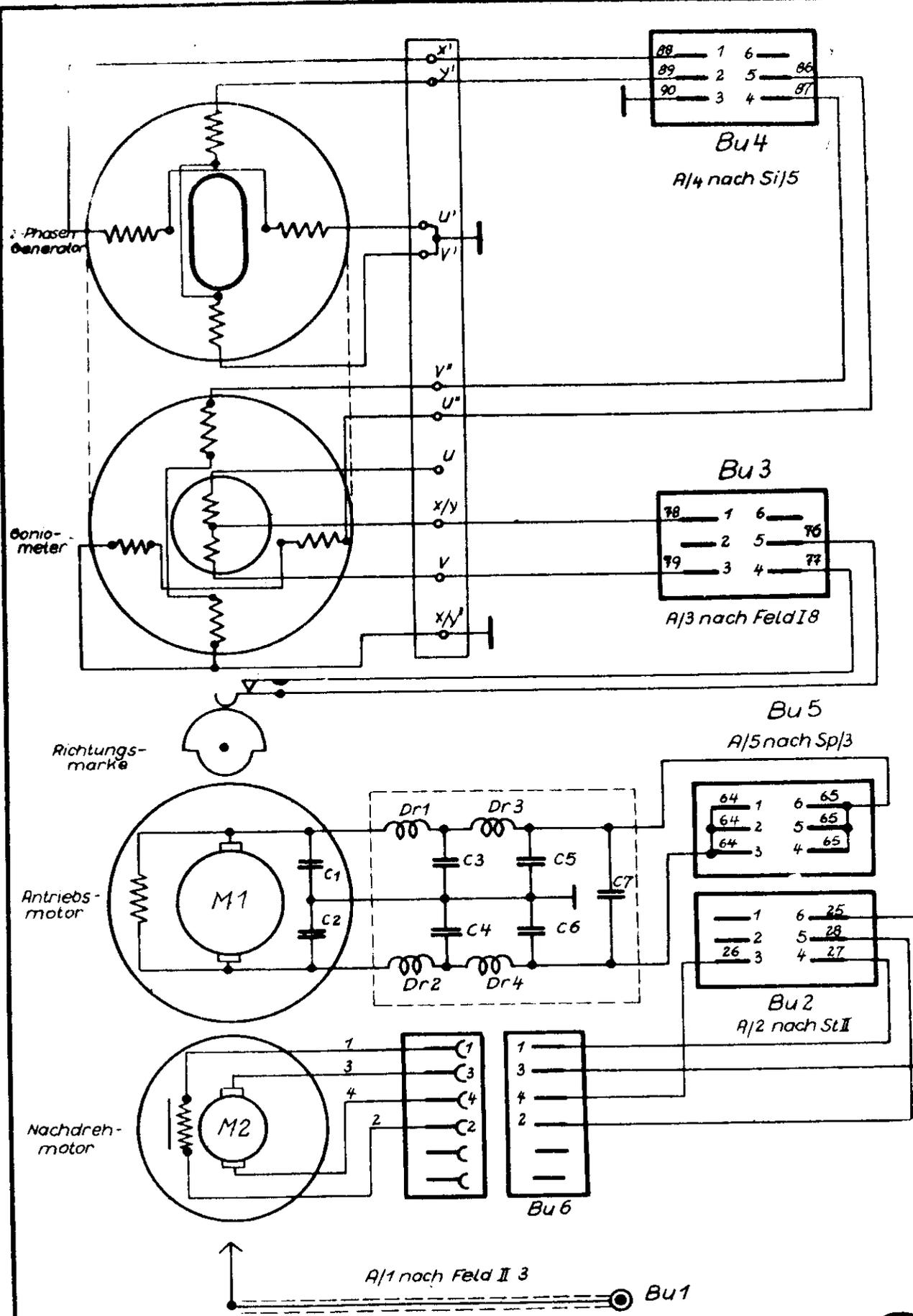
ZF-Verstärker



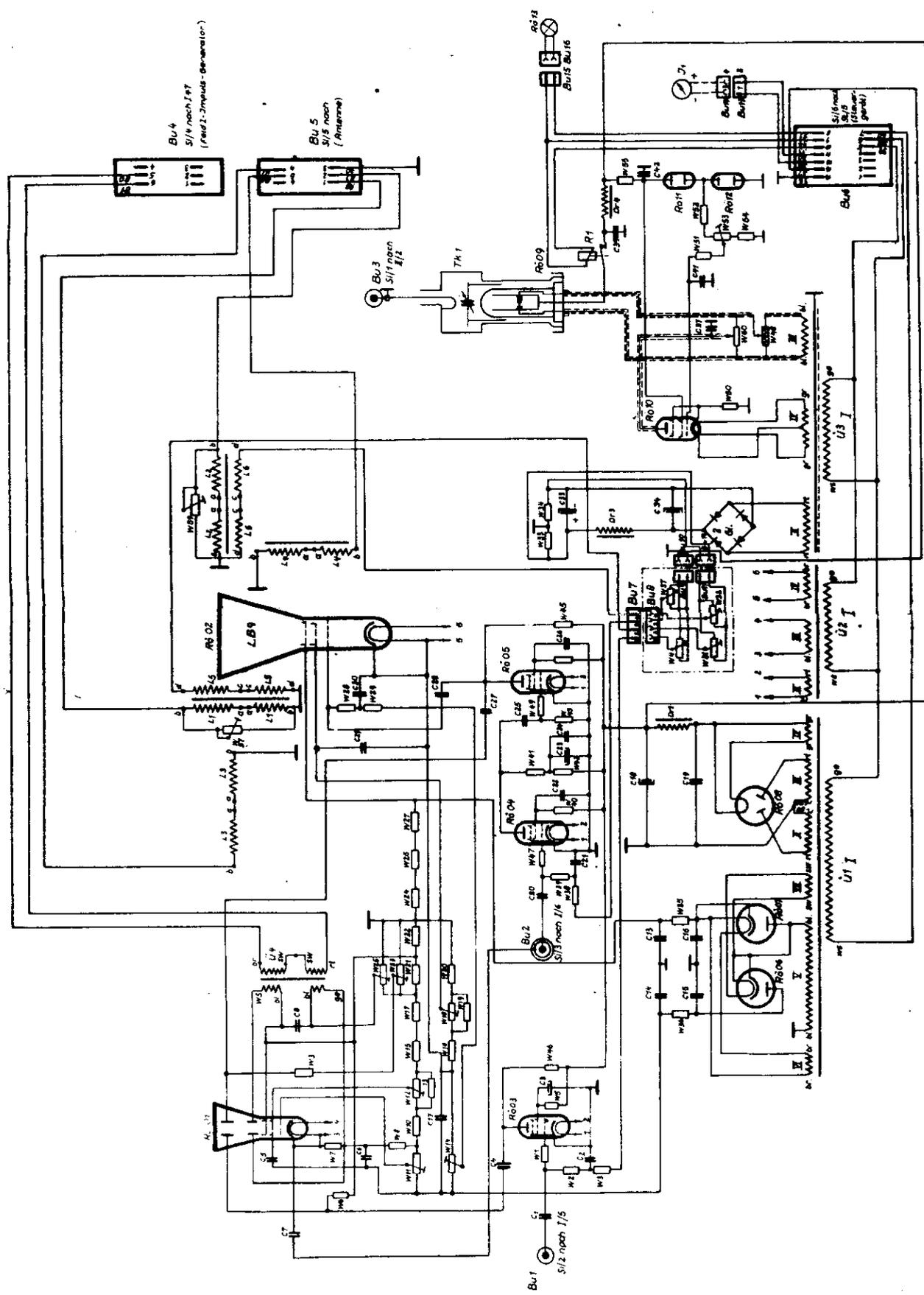
Netzteil



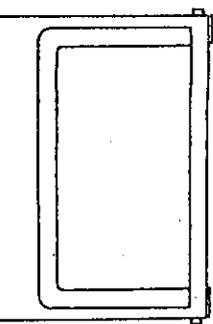




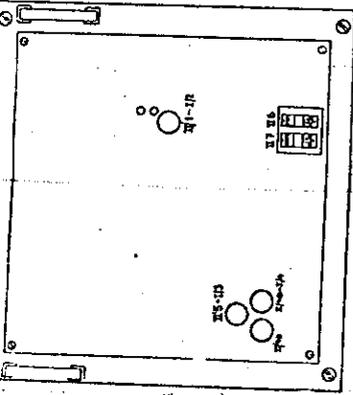
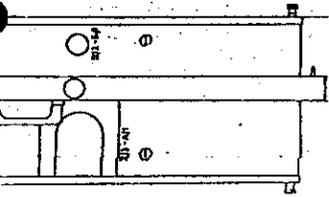
Antenne „Berlin“



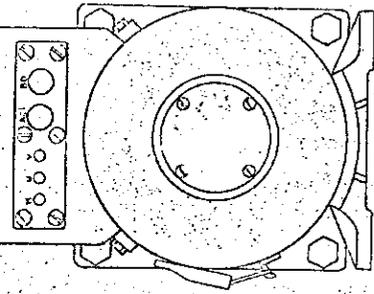
Sichtgerät



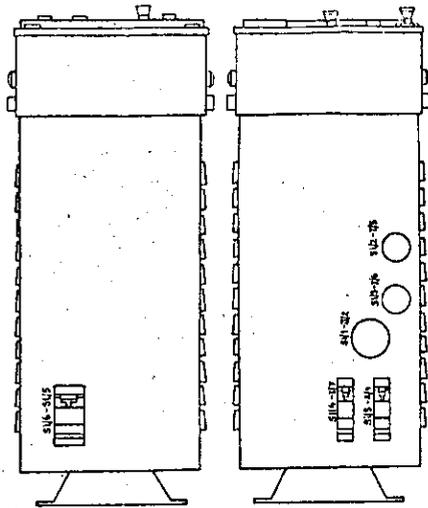
Spannungsregler - M 1:2



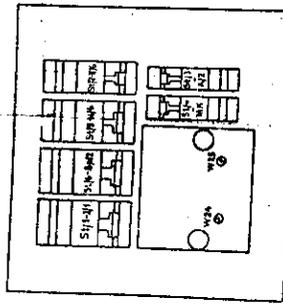
M 1:5 Feld II



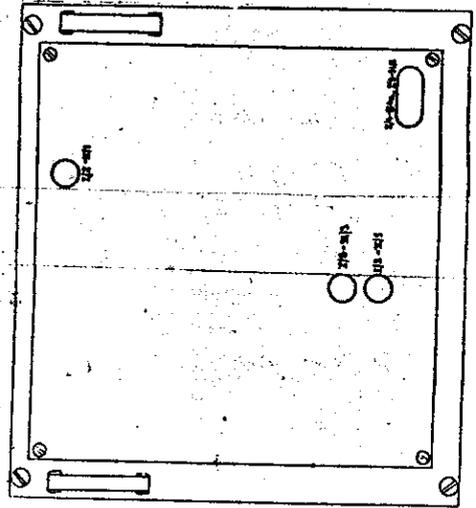
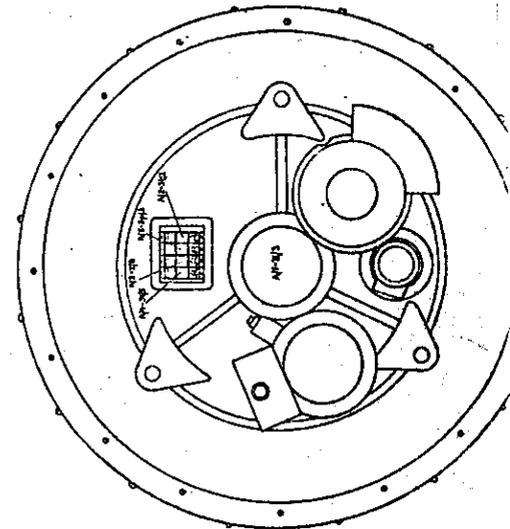
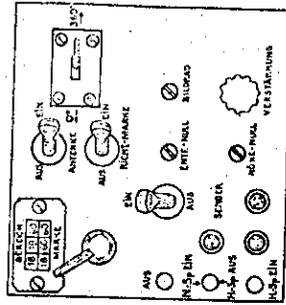
Umformer - M 1:2



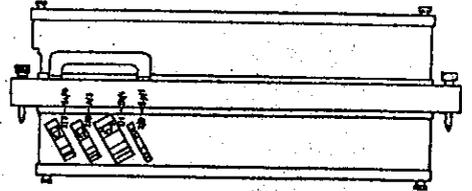
Sichtgerät - M 1:3



Steuergerät - M 1:2



Feld I - M 1:4



Zum Verbleib

