

L.Dv. T 1352/1

35

7.9.44  
Pflanz

Nur für den Dienstgebrauch!

# Kommandogerät 40

Teil 1

Beschreibung, Theorie  
und Arbeitsweise

Juli 1941

Das ist ein deutsches Gegenstandsmittel  
des Reichswehrministeriums, das  
vom 21. April 1941 an die Wehrmacht  
übergeben wurde. Die Wehrmacht  
trägt die Verantwortung für die  
Verwendung dieses Gegenstandsmittels.

Berlin, den 23. Juli 1941

Die L. Dv. T 1352/1 — Kommandogerät 40,  
Teil 1, Beschreibung, Theorie und Arbeits-  
weise — wird hiermit genehmigt und tritt  
mit dem Tage der Herausgabe in Kraft.  
Die „Vorläufige Beschreibung des Kom-  
mandogeräts 40 Teil 1“ tritt gleichzeitig  
außer Kraft und ist gemäß L. Dv. 99  
zu vernichten.

I. A.

St e u d e m a n n

## Inhalt

I. Allgemeines . . . . .	7
II. Rechengang . . . . .	7
A. Bestimmung des Meßdreiecks . . . . .	8
B. Bestimmung des Treffdreiecks . . . . .	9
1. Richtung der Hauptauswanderstrecke . . . . .	9
a) Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von $\sigma_M$ und $\sigma_{KM}$ . . . . .	10
b) Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von $\sigma_M$ und $\gamma_M$ . . . . .	11
c) Bestimmung des Kurswinkelvorhalts . . . . .	13
2. Größe der Hauptauswanderstrecke . . . . .	15
a) Bestimmung der Horizontalgeschwindigkeit . . . . .	15
b) Bestimmung der Zünderlaufzeit zum Treffpunkt . . . . .	15
3. Bestimmung der $e_{gr}$ . . . . .	16
C. Bestimmung der Treffhöhe . . . . .	17
D. Ermittlung der Treffwerte . . . . .	17
1. Gesamtröhrenhöhe und Zünderstellung . . . . .	17
2. Zielseitenwinkel zum Treffpunkt . . . . .	18
E. Ermittlung der Schußwerte . . . . .	18
1. Verbesserungen der Gebrauchsstufe . . . . .	19
2. Verbesserungen für ballistischen Wind . . . . .	20
3. Verbesserungen für Drall . . . . .	20
4. Verbesserungen für Ladeverzerrung . . . . .	20
5. Ausschaltung des horizontalen und vertikalen Stellungs- unterschiedes . . . . .	20
III. Bauelemente . . . . .	21
A. Schalldosen . . . . .	22
B. Reibgetriebe . . . . .	23
C. Kurvenkörper . . . . .	24
D. Differentiale . . . . .	27

IV. Arbeitsweise des Gerätes . . . . .	28
A. Bestimmung des Meßdreiecks . . . . .	28
1. Einführung der Eingangswerte . . . . .	28
a) Einführung von $\gamma_M$ . . . . .	29
b) Einführung von $\sigma_M$ . . . . .	30
c) Einführung von $e_M$ . . . . .	30
d) e-Wandler . . . . .	38
2. Ermittlung der $e_{KM}$ . . . . .	35
3. Ermittlung der $h_M$ . . . . .	36
4. Errechnung der $e_M$ aus $h_M$ und $\gamma_M$ . . . . .	37
B. Bestimmung des Treffdreiecks . . . . .	38
1. Kursermittlung . . . . .	38
a) Flugwinkelwandler . . . . .	38
b) Spurseitenwinkelschreiber . . . . .	40
c) Kurswinkelgetriebe . . . . .	46
d) Rechner für Kurswinkelvorhalt . . . . .	48
2. Rechner für $v_h$ . . . . .	52
3. Rechner für $s_h$ . . . . .	54
4. Treffpunktwannder . . . . .	57
C. Bestimmung der Treffhöhe . . . . .	58
Rechner für Höhenvorhalt . . . . .	58
D. Ermittlung der Treffwerte . . . . .	59
Ballistische Gruppe . . . . .	59
E. Ermittlung der Schußwerte . . . . .	60
1. BWE-Rechner . . . . .	60
2. Rechner für Ladeverzugsverbesserung . . . . .	61
F. Geschossflugzeitwannder . . . . .	62
V. Beschreibung des Gerätes . . . . .	63
VI. Bereiche und Gewichte . . . . .	68

„Anlage:  
 $e_{KM}$  und  $h_M$ -Anzeige . . . . . 71“

## Abbildungen und Zeichnungen

Zeichnung 1	Meßdreieck
"	2 Beziehungen zwischen $\alpha$ , $\beta$ und $\alpha$
"	3 Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von $\sigma_M$ und $e_{KM}$
"	4 Lage der Auswanderungsstrecke bei Ermittlung der Flugrichtung aus $\sigma_M$ und $e_{KM}$
"	5 Entstehung der Spurlinie
"	6 Lage der Auswanderungsstrecke bei Ermittlung der Flugrichtung aus $\sigma_M$ und $\gamma_M$
"	7 Bestimmung des Kurswinkelvorhaltes
"	8 Bestimmung der Horizontalgeschwindigkeit
"	9 Bestimmung der $e_{KT}$
"	10 Bestimmung der $\varphi$ und $t_z$
"	11 Windverbesserung
"	12 Ausschaltung des horizontalen Stellungsunterschiedes
"	13 Wirkungsweise der Einfachschaldose
"	14 Reibgetriebe
"	15 Kurvenscheibe
"	16 Kurvenkörper
"	17 Wirkungsweise des Differentials
"	18 Weggeschwindigkeitsgetriebe für $\gamma_M$
"	19 Prinzip des e-Messens
"	20 Weggeschwindigkeitsgetriebe für $e_M$
"	21 Abhängigkeit von w und e
"	22 e-Wandler
"	23 $e_{KM}$ -Gruppe
"	24 $h_M$ -Gruppe
"	25 Schaltung „e-Messung normal“ — „leichte Höhe bleibt“

Abbildung 26 Flugwinkelwannder

Zeichnung 27	Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers
"	Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers
"	Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers
"	Entstehung des Spurseitenwinkelschreibers
"	Schema des Spurseitenwinkelschreibers
"	Kursvorhaltrechner
"	Kursvergleich
"	$v_h$ -Gruppe
"	Rechner für $s_h$
"	Treffpunkt wandler
"	Höhenvorhaltgruppe
"	Ballistische Gruppe
"	fällt aus
"	Ladeverzugsrechner
"	Geschossflugzeitwandler
"	Gang der Werte im Kdo. Ger. 40
"	Schematischer Aufbau des Kdo. Ger. 40
Abbildung 44	Reibradgetriebe
"	Kurvenkörper
"	Kurvenkörper
"	Einfachschaltdose
"	Weggeschwindigkeitsgetriebe
"	1/e-Wandler
"	Rechner für horizontale Auswanderungsstrecke
"	Ladeverzugsverbesserungsgruppe
"	Umwandler für Geschossflugzeit und Höhenvorhaltrechner
"	Kdo. Ger. 40 in Fahrstellung.
"	Kdo. Ger. 40 in Feuerstellung
"	Die Vorderwand
"	Die Rückwand
"	Die linke Seitenwand
"	Die rechte Seitenwand
"	Die Oberseite
"	Kabelkupplungskasten
"	Schema des Kdo. Ger. 40
Zeichnung 61	

## I. Allgemeines

1. Das Kommandogerät 40 ermittelt laufend die drei Schußwerte für ein Schießen im indirekten Richten gegen Flugziele. Es arbeitet auf linear-geometrischer Grundlage, indem es das Dreieck OMT konstruiert. Höhen- und Kursänderungen werden hierbei berücksichtigt. Das Rechenggerät ist in seiner Arbeitsweise fast automatisch.
2. Zur Bedienung des Gerätes gehören ein Meßtruppführer und 6 Mannschaften.
3. Das Kommandogerät wird in Verbindung mit dem Em 4m R 40 benützt. Jedoch ist die Verwendung des Em 4m R (H) 34 oder 36 möglich.
4. Drei Sammler mit 36 Volt versorgen das Gerät mit Strom. Zum Aufladen der Sammler oder für Pufferbetrieb steht ein Maschinensatz von 1,5 KW mit 50 Volt zur Verfügung. Die Übermittlung der Schußwerte an die Geschütze erfolgt durch das Übertragungsgerät 30 oder 37.
5. Das Kommandogerät ist für jedes Geschütz durch Einbau der Kurvenkörper für die entsprechende Ballistik verwendbar.
6. Fahrbar gemacht wird das Gerät durch den einachsigen Sonderanhänger 52.

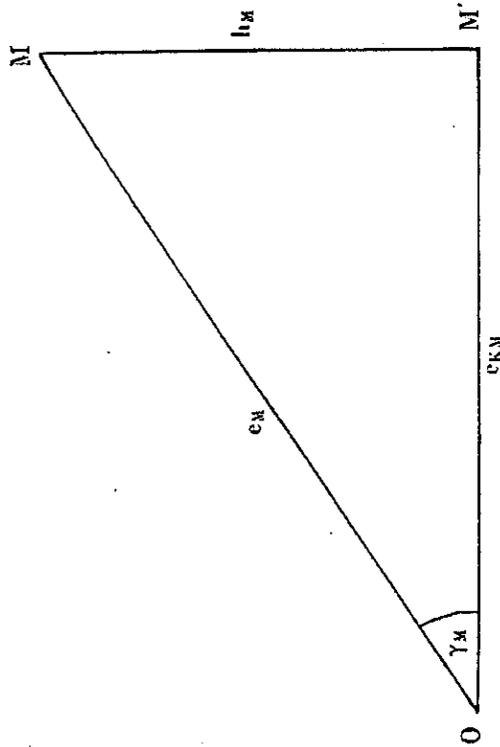
## II. Rechengang

7. Das Kommandogerät 40 soll die drei Schußwerte — Schußrohrerhöhung, Schußzündstellung und Schußseitenwinkel — ermitteln. Die beiden ersten Werte sind abhängig von der Größe der  $\text{ekt}$  und  $h_T$ , während der dritte Schußwert durch die Richtung der  $\text{ekt}$  bzw. den Treffseitenwinkel  $\sigma_T$  größtmäßig bestimmt wird.  $\text{ekt}$ ,  $h_T$  und  $\sigma_T$  zu ermitteln, ist also zunächst erforderlich.

$h_T$  ergibt sich aus der Größe des Höhenverhaltes und der Meßhöhe, deren Wert im Meßdreieck berechnet wird. Zur Bestimmung der  $e_{KT}$ , einer Seite des Treffdreiecks  $OM'T'$  und des Treffseitenwinkels  $\sigma_T$  müssen die beiden anderen Seiten,  $s_h$  und  $e_{KM}$ , und der Flugwinkel  $\beta_M$  bekannt sein. Die  $e_{KM}$  wird im Meßdreieck bestimmt.

### A. Bestimmung des Meßdreiecks

8. In das Rechengesetz werden die Eingangswerte  $e_M$ ,  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  auf mechanischem Wege eingeführt. Die Entfernung wird gemessen, indem das Ziel mit den beleuchteten Meßmarken in eine Ebene gebracht wird.  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  werden ermittelt, indem der  $E_M$  und somit das Gerät aus der Grundrichtung und Nullage auf das Ziel gerichtet wird.



Zeichnung 1  
Meßdreieck

$\sigma_M$  legt das Meßdreieck der Seite nach fest. Aus  $e_M$  und  $\gamma_M$  werden die fehlenden Strecken  $h_M$  und  $e_{KM}$  nach den trigonometrischen Funktionen folgendermaßen errechnet:

$$\sin \gamma_M = \frac{h_M}{e_M}$$

$$h_M = e_M \cdot \sin \gamma_M$$

und

$$\cos \gamma_M = \frac{e_{KM}}{e_M}$$

$$e_{KM} = e_M \cdot \cos \gamma_M$$

### B. Bestimmung des Treffdreiecks

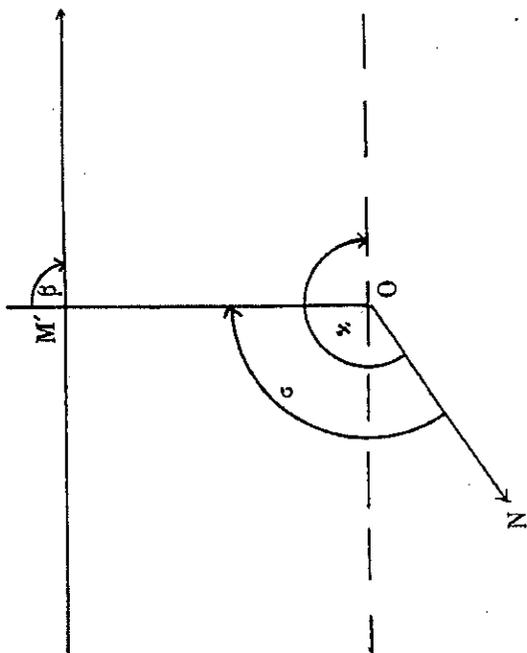
9. Das Treffdreieck dient zur Ermittlung der  $e_{KT}$ . Bekannt müssen deshalb  $e_{KM}$  sowie Richtung und Größe der Hauptauswanderungsstrecke sein. Die  $e_{KM}$  ist im Meßdreieck ermittelt worden. Es fehlt also noch die Bestimmung von  $\beta$  und  $s_h$ .

1. Richtung der Hauptauswanderungsstrecke

10. Die Richtung der Hauptauswanderungsstrecke wird durch den Flug bzw. Kurswinkel festgelegt.

Der Zusammenhang von Flug- und Kurswinkel ist aus folgender Formel ersichtlich:

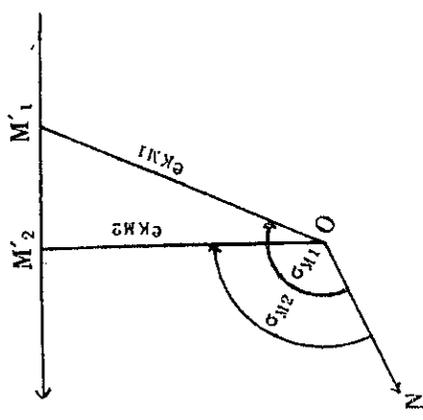
$$\beta = \alpha - \sigma$$



Zeichnung 2  
Beziehungen zwischen  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$

Die Festlegung der Richtung der Hauptauswanderungsstrecke kann auf zwei Arten geschehen:

a) Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von  $\sigma_M$  und  $e_{KM}$



Zeichnung 3  
Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von  $\sigma_M$  und  $e_{KM}$

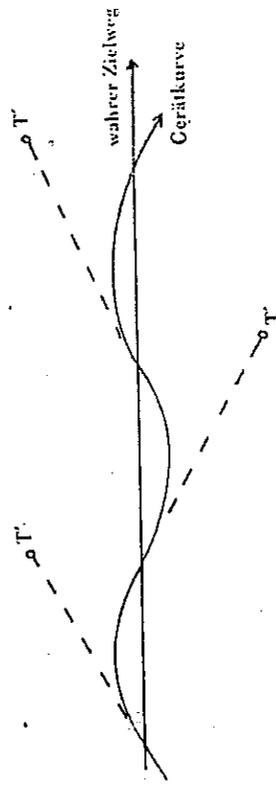
In einem beliebigen Zeitpunkt wird der Standort des Zieles in der Kartenebene durch  $e_{KM1}$  und  $\sigma_{M1}$  festgelegt. Diese Festlegung wird nach einer kurzen Zeit wiederholt. Verbindet man jetzt  $M'1$  mit  $M'2$ , so ist die Flugrichtung damit ermittelt.

Vorteile dieser Ermittlung sind:

1. Kursermittlung ist auch bei Höhenänderung möglich.
2. Die  $v_h$  wird gleichzeitig ermittelt.

Nachteile dieser Ermittlung sind:

1. Die Kursermittlung ist von den Schwankungen und Fehlern der e-Meßleistung abhängig.

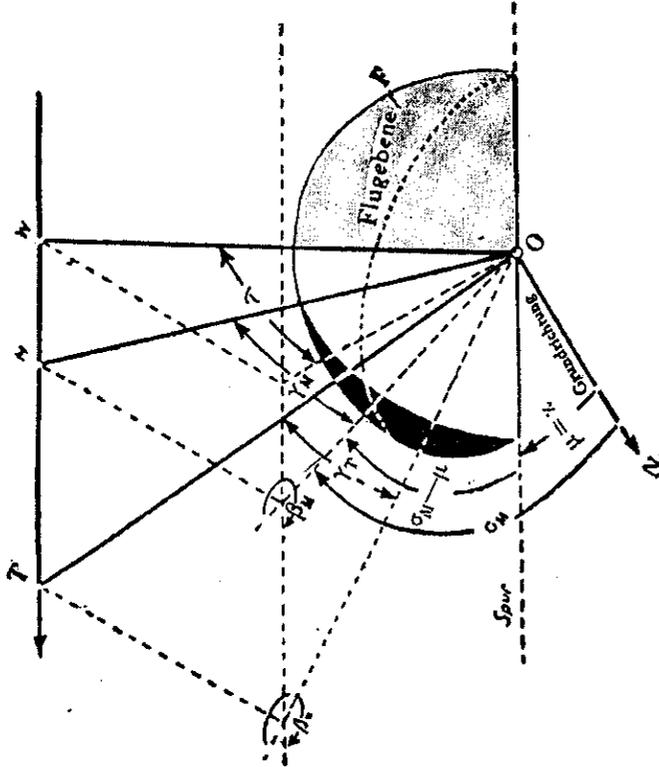


Zeichnung 4

Lage der Auswanderungsstrecke bei Ermittlung der Flugrichtung aus  $\sigma_M$  und  $e_{KM}$

b) Flugrichtungsermittlung aus der Änderung von  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$

Wird ein Flugziel laufend der Seite und Höhe nach verfolgt, so durchläuft der Visierstrahl die Flugebene. Die Flugebene schneidet die Kartenebene in einer Geraden, Spurlinie genannt.



Zeichnung 5  
Entstehung der Spurlinie

Bei Zielflügen in gleichbleibender Höhe ist die Spurlinie stets parallel zur Flugrichtung. Deshalb ist der Winkel zwischen Grundrichtung und Spurlinie gleich dem Kurswinkel  $\alpha$ .

Vorteile dieser Ermittlung sind:

1. Der Kurs ist unabhängig von der e-Meßleistung, d. h. selbst bei falscher  $\sigma_M$  ist die Flugrichtung stets parallel zum Fliegerweg (vorausgesetzt, daß  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  genau ermittelt wurden).



Zeichnung 6  
Lage der Auswanderungsstrecke bei Ermittlung der Flugrichtung aus  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$

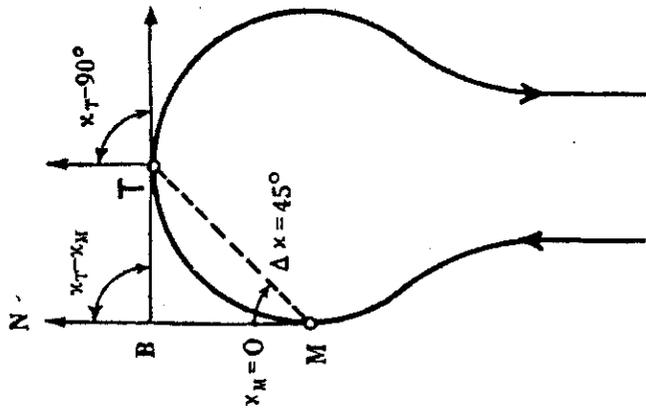
2. Die Kursermittlung setzt bereits ein, wenn  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  vorliegen. Auf die e-Messung braucht nicht gewartet zu werden. Auch sind  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  beim Einleiten ins Gerät nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Aus dieser Kursermittlung läßt sich die Kurswinkelgeschwindigkeit  $\omega_x$  ermitteln, die Voraussetzung für die Ermittlung des Treffpunktes in der Kurve ist.

Nachteile dieser Ermittlung sind:

1. Macht das Ziel Höhenänderungen, dann liegt die Flugebene schräg im Raum. Die Spurlinie ist dann nicht mehr parallel zur Flugrichtung.
2. Die Kursermittlung aus  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  wird bei einem Zielhöhenwinkel zum Meßpunkt unter  $10^\circ$  ungenau.
3. Die Spurlinie ergibt keinen Anhalt zur Ermittlung der Horizontalgeschwindigkeit, da sie nicht den projizierten Flugweg darstellt.

c) Bestimmung des Kurswinkelvorhalts

- II. Bei Kurvenflügen muß ein Kurswinkelvorhalt errechnet werden.



Zeichnung 7

Bestimmung des Kurswinkelvorhaltes

Die Kursänderung von  $\alpha_M$  nach  $\alpha_T$  ist aus der Winkelgeschwindigkeit zu berechnen, mit der sich der Kurs im Meßpunkt ändert. Setzt man voraus, daß diese Winkelgeschwindigkeit unveränderlich ist, so ist die Kursänderung in der Geschossflugzeit  $t_T$

$$\alpha_T - \alpha_M = \omega \alpha \cdot t_T$$

Die Auswanderungsstrecke muß aber in der Sehne angetragen werden, so daß sich als Kursvorhalt aus dem Dreieck MBT ergibt

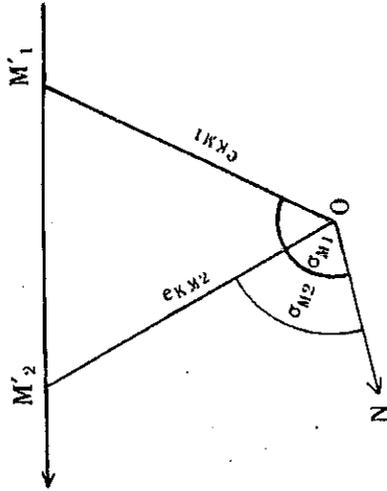
$$\Delta \alpha = \frac{\omega \alpha \cdot t_T}{2}$$

2. Größe der Hauptauswanderungsstrecke  
 12. Die Größe der Hauptauswanderungsstrecke wird nach der Formel

$$s_h = v_h \cdot t_T$$

bestimmt.

a) Bestimmung der Horizontalgeschwindigkeit



Zeichnung 8

Bestimmung der Horizontalgeschwindigkeit

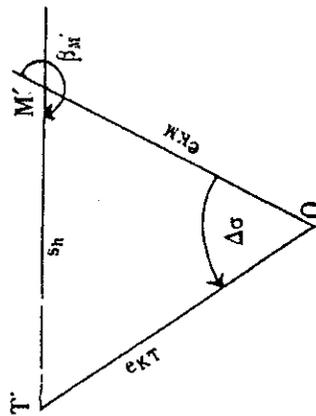
Die  $v_h$  wird aus der Geschwindigkeit der Veränderung von  $e_{kM}$  und  $\sigma_M$  bestimmt. Zu einem beliebigen Zeitpunkt wird ein Ziel durch  $e_{kM1}$  und  $\sigma_{M1}$  in der Kartenebene festgelegt. Läßt man das Ziel eine Sekunde auswandern und wiederholt dann die Festlegung des Zieles durch  $e_{kx2}$  und  $\sigma_{M2}$ , so hat das Ziel in einer Sekunde die Strecke von  $M'1$  bis  $M'2$  zurückgelegt. Somit ist die Horizontalgeschwindigkeit  $v_h$  ermittelt.

b) Bestimmung der Zünderlaufzeit zum Treffpunkt  
 Um den Vorhaltepunkt zu bestimmen, muß die Geschossflugzeit  $t_T$  zum Treffpunkt bekannt sein.

Die Schwierigkeit liegt darin, diese Zeit zu bestimmen, obgleich der Treffpunkt noch nicht bekannt ist. Dieses Problem löst das Annäherungsverfahren. Die  $t_T$  wird in Abhängigkeit von  $e_{KT}$  und  $h_T$  gefunden. Da die  $e_{KT}$  unbekannt ist, wird die  $t_M$  auf Grund der  $e_{KM}$  ermittelt. Die  $t_M$  wird mit  $v_h$  multipliziert und ergibt einen Wert für die Hauptauswanderungsstrecke. Die nun ermittelte  $e_{KT}$  entspricht nicht dem wahren Wert, da zur Bildung von  $s_h$  und nicht  $t_T$  herangezogen wurde. Es wird jetzt auf Grund der angenäherten  $e_{KT}$  eine neue  $t_T$  gefunden, die mit  $v_h$  multipliziert eine neue Hauptauswanderungsstrecke ergibt. Wird jetzt der Endpunkt der neuen Hauptauswanderungsstrecke mit O verbunden, so ergibt dieses eine verbesserte  $e_{KT}$ . Dies Verfahren wiederholt sich einige Male, bis die  $t_T$  ihrem wahren Wert entsprechend gefunden ist. Zur Multiplikation mit  $v_h$  wird nicht die Schußzunderstellung, sondern die Geschossflugzeit als Rechenzeit herangezogen. Die Rechenzeit setzt sich zusammen aus der Geschossflugzeit zum Treffpunkt und den Geschossflugzeitverbesserungen, die auf Grund der besonderen und Witterungseinflüsse ermittelt worden sind. Der Einfluß des Ladeverzugs dagegen darf für die Berechnung der Hauptauswanderungsstrecke nicht berücksichtigt werden.

3. Bestimmung der  $e_{KT}$

13. Die Bestimmung der  $e_{KT}$  erfolgt auf geometrischer Grundlage.



Zeichnung 9  
Bestimmung der  $e_{KT}$

Durch die Hauptauswanderungsstrecke wird der Treffpunkt in der Kartenebene T' ermittelt. T' mit O verbunden ergibt die Größe der  $e_{KT}$  und zugleich den Seitenwinkelvorhalt  $\Delta\sigma$  als Winkelunterschied zwischen  $e_{KM}$  und  $e_{KT}$ .

C. Die Bestimmung der Treffhöhe

14. Bei horizontal fliegenden Zielen ist die Meßhöhe gleich der Treffhöhe.

Zielflüge mit Höhenänderungen erfordern die Berechnung des Höhenvorhaltes  $\Delta h$ . Der Höhenvorhalt ist abhängig von der Vertikalgeschwindigkeit  $v_v$  und der Geschossflugzeit zum Treffpunkt  $t_T$ .

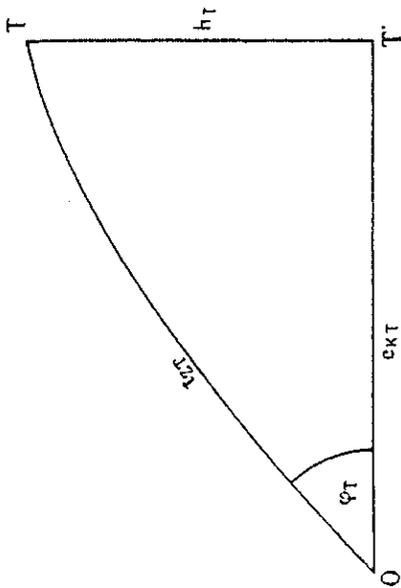
$$\Delta h = v_v \cdot t_T$$

Die  $v_v$  gibt an, um wieviel Meter das Ziel in einer Sekunde fällt bzw. steigt, während die Zünderlaufzeit zum Treffpunkt die Anzahl der Sekunden angibt, die das Ziel zur vertikalen Auswanderung Zeit hat, bis sich Ziel und Geschoss treffen. Auch hier zeigt sich wieder die Schwierigkeit, daß die Zünderlaufzeit zum Treffpunkt verlangt wird, obwohl der Treffpunkt noch nicht bekannt ist. Durch das vorher beschriebene Annäherungsverfahren wird die  $t_T$  ermittelt. Der Höhenvorhalt  $\Delta h$  wird zur Meßhöhe  $h_M$  addiert und von ihr subtrahiert.

$$h_T = h_M \pm \Delta h$$

D. Ermittlung der Treffwerte

1. Gesamtrohrerhöhung und Zünderstellung
15. Im Schußdreieck OTT' sind die  $e_{KT}$  und  $h_T$  enthalten. Auf Grund dieser beiden Werte können die schußtafelmäßige Gesamtrohrerhöhung und Zünderstellung der Luftschußtafel entnommen werden.



Zeichnung 10  
Bestimmung der  $\varphi$  und  $l_z$

2. Zielseitenwinkel zum Treffpunkt

16. Der Zielseitenwinkel zum Treffpunkt setzt sich zusammen aus dem Zielseitenwinkel zum Meßpunkt und dem Seitenwinkelvorhalt, der bereits im Treffdreieck ermittelt worden ist.

$$\sigma_T = \sigma_M \pm \Delta\sigma$$

E. Ermittlung der Schußwerte

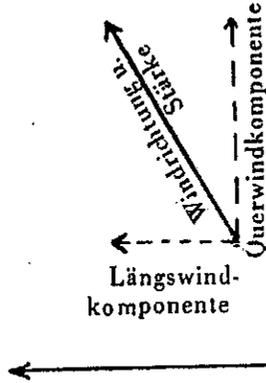
17. Die Treffwerte werden durch die Verbesserung zu den Schußwerten  $\varphi_s$ ,  $l_{zs}$  und  $\sigma_s$  umgewandelt. Folgende Verbesserungen finden am Kommandogerät 40 Berücksichtigung:

1. Verbesserungen der Gebrauchsstufe

Durch die Gebrauchsstufe werden die schußtafelmäßig errechneten Treffwerte verbessert. Sie werden hierdurch entsprechend den tatsächlichen Bedingungen des Schießtages festgelegt.

Der Einfluß der Gebrauchsstufe auf die Schußwerte ist abhängig von dem Wert der Gebrauchsstufe und der Größe der  $\epsilon_{KT}$  und  $h_T$ . Je größer diese beiden Werte werden, um so mehr wirkt sich der Unterschied zwischen den tatsächlichen und schußtafelmäßigen Bedingungen aus. Es muß also der Wert einer Gebrauchsstufeneinheit in Abhängigkeit von der augenblicklich anliegenden  $\epsilon_{KT}$  und  $h_T$  gefunden werden, der dann mit der Anzahl der ermittelten Gebrauchsstufeneinheiten multipliziert wird. Die Verbesserung durch die Gebrauchsstufe wirkt sich unmittelbar auf die Schußrohrerhöhung und Schußzunderstellung aus. Eine Seitenwinkelverbesserung wird durch das Größer- bzw. Kleinerwerden der Hauptauswanderungsstrecke infolge der Zünderverbesserung erzielt.

2. Verbesserungen für ballistischen Wind  
Um den Einfluß des ballistischen Windes ausschalten zu können, muß er nach dem Kräfteparallelogramm in eine Längswind- und Querwindkomponente zerlegt werden.



Schußrichtung  
Zeichnung 11  
Windverbesserung

Diese Zerlegung kann nur in Abhängigkeit von dem Schußseitenwinkel geschehen. Der Einfluß der Längswindkomponente und Querwindkomponente ist auch wiederum abhängig von der Größe der  $\epsilon_{KT}$  und  $h_T$ . Je länger ein Geschoß der Luft ausgesetzt ist, um so mehr wird es von den Windkomponenten abgelenkt. Es muß also die Größe einer Längswind- bzw. Querwindeneinheit in Abhängigkeit von der augenblicklich anliegenden  $\epsilon_{KT}$  und  $h_T$  gefunden werden, die dann mit der Stärke

des ballistischen Windes multipliziert wird. Die Längswindkomponente wirkt sich auf die Schußzunderstellung aus, während die Querwindkomponente den Schußseitenwinkel beeinflusst.

### 3. Verbesserungen für Drall

Der größtmäßige Einfluß des Dralles wird auf Grund des im Augenblick anliegenden  $ε_{KT}$  und  $h_T$ -Wertes gefunden. Der Drall beeinflusst den Schußseitenwinkel und erscheint stets als negativer Wert.

### 4. Verbesserungen für Ladeverzug

Schußrohrerhöhung und Schußseitenwinkel werden bis zum Abschuß auf das Rohr übertragen. Die Schußzunderstellung kann während des Ladevorganges aber nicht mehr am Zünder eingestellt werden.

Diese nicht mehr zu berücksichtigende Zeit, Ladeverzugszeit genannt, muß vorher ausgeschaltet werden. Die Schußzunderstellung wird nach folgender Formel geändert,

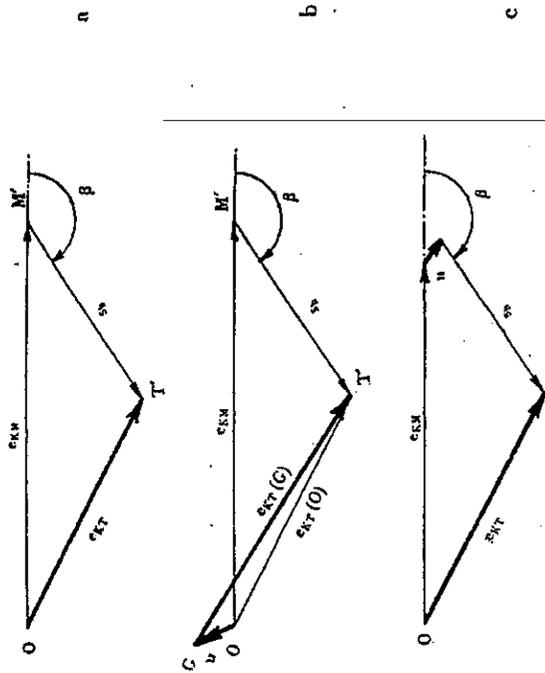
$$\Delta t_{ZL} = v_{LZ} \cdot t'$$

wobei  $\Delta t_{ZL}$  die Zünderverbesserung für die Ladeverzugszeit in Gr. v. Kr. und  $t'$  die Ladeverzugszeit in Sekunden ist. Die  $v_{LZ}$  ist die Geschossflugzeitzunahme pro Sekunde.

Die Multiplikation von  $v_{LZ}$  mit  $t'$  ergibt  $\Delta t_{ZL}$  das dem Treffwert für Zünderstellung zugeführt wird.

### 5. Ausschaltung des horizontalen und vertikalen Stellungsunterschiedes

Da das Kommandogerät nicht in der Batteriemitte steht, darf das Dreieck  $OM'T'$  nicht für die Stellung des Kommandogerätes errechnet werden. Es muß der Batterienullpunkt des Treffdreieckes, das vom Kommandogerät geometrisch dargestellt wird, nach Richtung und Größe des horizontalen Stellungsunterschiedes verschoben werden, so daß die Schußwerte jetzt für die Batteriemitte errechnet werden (Bild 12 b).



Zeichnung 12  
Ausschaltung des horizontalen Stellungsunterschiedes

Das gleiche Ergebnis wird erzielt, wenn man den projizierten Meßpunkt um  $180^\circ$  in entgegengesetzter Richtung des horizontalen Stellungsunterschiedes verschiebt (Bild 12 c).

Die getrennte Aufstellung von Kommandogerät und Geschützen kann einen Höhenunterschied mit sich bringen. Dies würde sich bei einem auftretenden Ziel in einer unterschiedlichen Höhe über Kommandogerät und Feuerstellung bemerkbar machen. Durch die Ausschaltung des vertikalen Stellungsunterschiedes wird die Meßhöhe über Gerät in Meßhöhe über Geschütz umgewandelt.

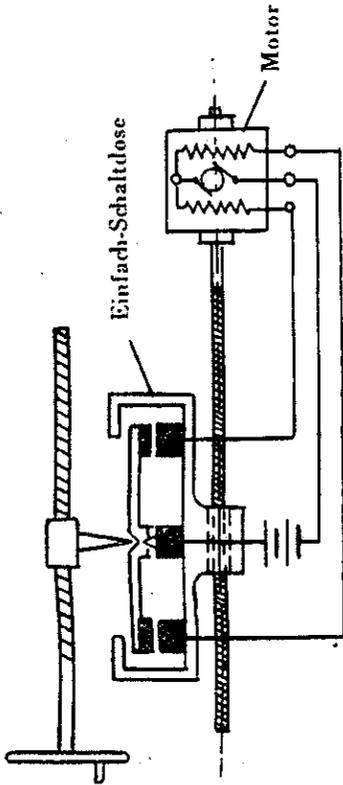
## III. Bauelemente

18. Bei anderen Kommandogeräten sind weitgehendst menschliche Fähigkeiten, wie Verstand und Kraft, in den Arbeitsgang eingeschaltet. Diese müssen am Kdo.-Ger. 40, da dieses fast automatisch arbeitet, ersetzt werden. Die Aufgaben des Menschen übernehmen Schaltlosen, Reibgetriebe, Kurvenkörper, Differentiale und Motore.

A. Schalt Dosen

19. Schalt Dosen haben die Aufgabe, Motoren nach bestimmten Werten zu schalten. Es gibt Einfach- und Flächenschalt Dosen.

1. Einfachschalt Dosen



Zeichnung 13  
Wirkungsweise der Einfachschaltdose

Die Schaltdose ist ein elektrischer Schalter. Sie besteht aus einem Schalthebel und einem auf einer Spindel beweglichen Steuerstift. Der Schalthebel ist in der Mitte kippbar gelagert und trägt auf seiner Oberseite eine Kerbe, in der sich ein Steuerstift in der Nulllage befindet. Wandert der Steuerstift durch Verdrehung der Spindel aus, so wird der Schalthebel an einer Seite heruntergedrückt. Auf der Motorwelle gleitet eine Mutter, die die Schaltdose trägt. Die Schaltdose wird solange verschoben, bis der Kontakt des Schalthelms wieder aufgehoben ist, d. h. die Schaltdose in Nullstellung zurückgekehrt ist. Wenn sich der Steuerstift weiter bewegt, wiederholt sich dieser Vorgang laufend. Der vom Motor nachgesteuerte Wert gelangt für weitere Rechnungen in andere Getriebegruppen.

2. Die Flächenschaltdose

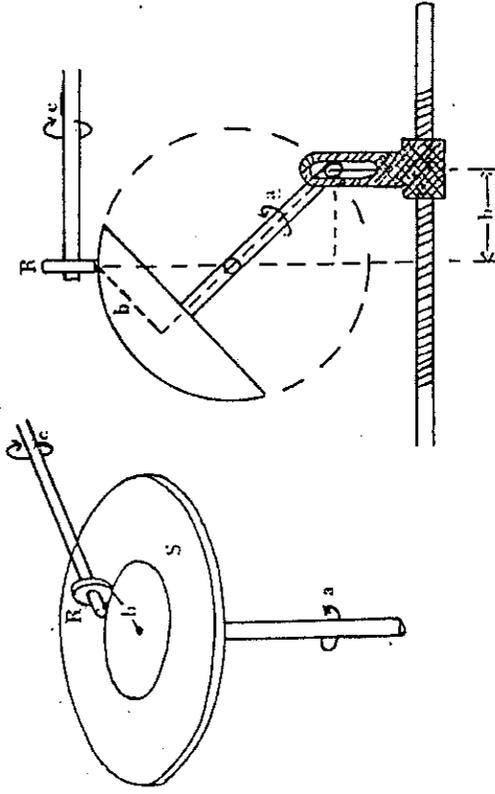
Bei der Flächenschaltdose ist das Prinzip das gleiche, nur daß an Stelle eines Schalthelms zwei Schalthebel rechtwinklig zueinander gelagert sind.

Je nach Bewegung des Steuerstiftes sprechen ein oder beide Systeme der Flächenschaltdose an. Dadurch ist es möglich, eine Bewegung des Steuerstiftes nach allen Richtungen nachzusteuern.

Flächenschalt Dosen werden verwendet im Flugwinkelwandler zur Bestimmung der  $v_h$  und der Flugrichtung, sowie im Treffpunkt-wandler zur Nachbildung des Treffdreiecks.

B. Reibgetriebe

20. Reibgetriebe werden im Kdo. Ger. 40 zur Geschwindigkeitsregelung und zum Multiplizieren verwendet.



Zeichnung 14  
Reibgetriebe

Reibgetriebe bestehen aus einer umlaufenden Reibscheibe S, über die in radialer Richtung eine Reibrolle R verschoben wird. Die

Reibrolle wird durch Federdruck auf die Scheibe gedrückt und läuft infolge der Reibungsmithahme (daher Reibgetriebe) mit der an der Berührungsstelle herrschenden Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe um.

Im einfachsten Fall wird das Reibgetriebe als Geschwindigkeitsgetriebe verwandt. (Erklärung erfolgt unter „Einführung der Eingangswerte“.)

Im Rechengang des Reibgetriebes werden zwei Werte miteinander multipliziert.

Bezeichnet man die Drehgeschwindigkeit der Reibscheibe mit  $a$ , den Abstand der Reibrolle vom Mittelpunkt der Reibscheibe mit  $b$  und die Drehgeschwindigkeit der Reibrolle mit  $c$ , dann ist

$$a \cdot b = c$$

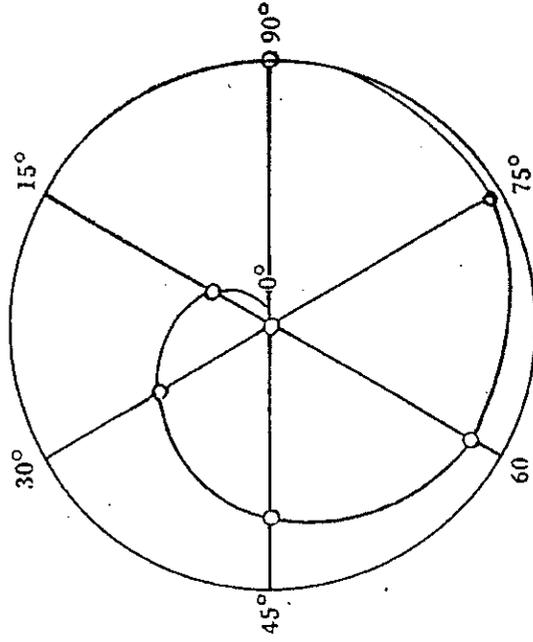
Im Kdo. Ger. 40 wird eine besondere Form des Reibgetriebes verwendet. Anstatt auf der Reibscheibe die Reibrolle zu verschieben, wird diese räumlich fest gelagert und unter ihr die in eine Kugelkalotte verwandelte Reibscheibe geschwenkt. Am Prinzip des Reibgetriebes wird dadurch nichts geändert.

### C. Kurvenkörper

21. Kurvenkörper stellen räumlich die Abhängigkeit drei verschiedener Größen voneinander dar. Ein Kurvenkörper löst jede Gleichung, die drei Werte enthält, wenn zwei von ihnen bekannt sind. Dabei ist es gleichgültig, wie die drei Werte voneinander abhängig sind. Mit Kurvenkörpern kann multipliziert und dividiert werden, d. h. man kann mathematisch exakte Gleichungen lösen. Sie ergeben aber auch den Zusammenhang erfahrungsgemäß bestimmter Größen wie z. B. Rohrerhöhung in Abhängigkeit von  $crk$  und  $hr$ .

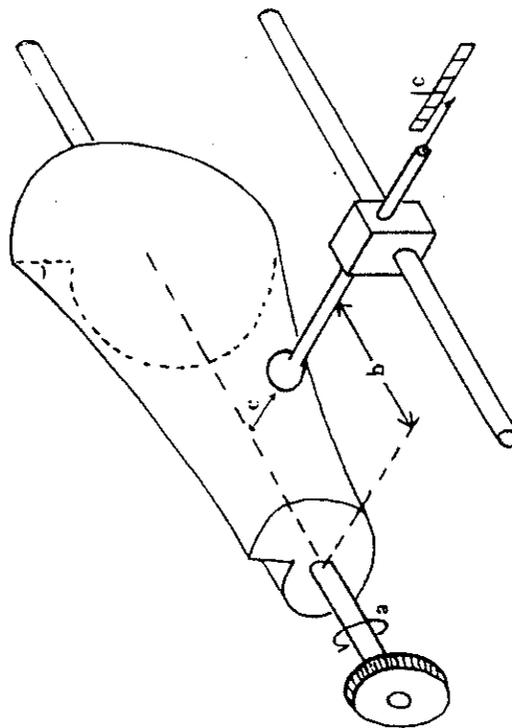
Die Entstehung eines Kurvenkörpers, z. B. für  $h_k$ , ist folgendermaßen zu denken:

c = 1000 m	
Winkel	$h_k$ Meter
0°	0
15°	259
30°	500
45°	707
60°	866
75°	966
90°	1000



Zeichnung 15  
Kurvenscheibe

Auf einer Kreisscheibe sind Zielhöhenwinkel für  $\gamma_M$   $0^\circ$ — $90^\circ$  abgetragen. Auf den Strahlen werden aus obenstehender Tabelle die  $h_M$ -Werte für  $e = 1000$  m abgetragen. Die Verbindungslinie der Endpunkte dieser Höhen ergibt eine Kurve. Die so entstandene Kurvenscheibe gilt jedoch nur für die  $e = 1000$  m. Denkt man sich für sämtliche Entfernungen diese Kurvenscheiben hergestellt und diese hintereinander aufgestellt, so erhält man einen Kurvenkörper.



Zeichnung 16  
Kurvenkörper

Wird der Kurvenkörper nach  $\gamma_M$  verdreht, nach  $e_M$  verschoben, so ist der Abstand von der Mittellinie ein Maß für die  $h_M$ . Es kann durch einen Abtaststift für jeden Zielhöhenwinkel und jede Entfernung die zugehörige Höhe angezeigt werden. Der Drehwert eines Kurvenkörpers wird mit  $a$ , der Verschiebe- oder Längswert mit  $b$  und der Endwert mit  $c$  bezeichnet.

D. Differentiale

22. Differentiale sind ein häufig auftretendes Bauelement. Sie werden zum Addieren, Subtrahieren und Vergleichen von Werten verwendet.

Zum Verständnis der Wirkungsweise dient folgende Zeichnung:

a)

	Eingeführte Werte			ergeben Summe
	a	b	c	
1. Schritt	+ 90°	0°		+ 45°
2. Schritt	0°	+ 60°		+ 30°
Beide Schritte gleichzeitig	+ 90°	+ 60°		+ 75°

b)

	oder			
	a	b	c	
1. Schritt	+ 90°	0°		+ 45°
2. Schritt	0°	+ 90°		+ 45°
Beide Schritte gleichzeitig	+ 90°	+ 90°		0°

in jedem Fall:

$$c = \frac{a + b}{2}$$

Zeichnung 17  
Wirkungsweise des Differentials

Zwischen zwei Zahnstangen befindet sich ein Zahnrad. Hält man die Zahnstange a in der Grundstellung fest und bewegt die Zahnstange b z. B. um 6 cm nach einer Richtung, dann wandert die Achse des Rades c um 3 cm aus.

$$c = \frac{b}{2}$$

Hält man die Zahnstange b fest und bewegt die Zahnstange a, dann ist

$$c = \frac{a}{2}$$

Bewegt man sowohl die Zahnstange b um 10 cm als auch die Stange a um 12 cm in eine Richtung, so wandert die Achse des Rades c um den Wert

$$c = \frac{a + b}{2} = \frac{10 + 12}{2} = 11 \text{ cm aus.}$$

Denkt man sich die Zahnstange kreisrund gebogen, so ergibt sich ein Differential, wie es im Gerät Verwendung findet. Die Drehrichtung ist hierbei mit entsprechenden Vorzeichen zu berücksichtigen.

Der vom Differential errechnete Summen-Wert c muß, da die Werte a und b addiert werden sollen, immer mit 2 multipliziert werden, was bei der Beschriftung der Anzeige oder durch entsprechende Übersehung berücksichtigt wird.

### IV. Arbeitsweise des Gerätes

#### A. Bestimmung des Meßdreiecks

##### 1. Einführung der Eingangswerte

23. Durch Anrichten und Anmessen des Zieles werden über Weggeschwindigkeitsgetriebe  $\gamma_M$ ,  $\sigma_M$  und  $\epsilon_M$  als Eingangswerte in das Gerät eingeleitet.

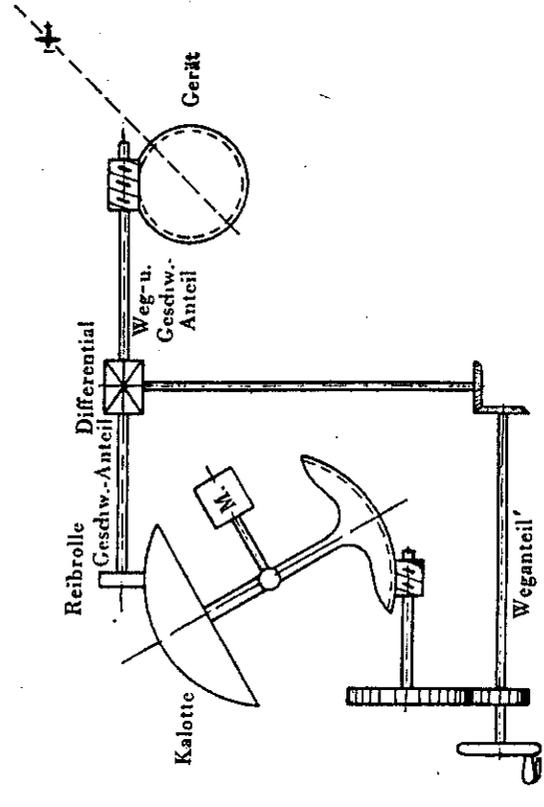
Die Drehbewegungen an den Richthandrädern bzw. am Handrad zum Einstellen der Meßentfernung wirken sich teils unmittelbar auf

die Einstellung der Richtfernrohre bzw. Meßmarken aus (Weganteil), teils wird eine bereits vorhandene motorische Einstellbewegung beschleunigt, verringert oder erst eingeleitet (Geschwindigkeitsanteil).

Durch die Weggeschwindigkeitsgetriebe wird dem Bedienungsmann das Richten bzw. Messen erleichtert und eine sehr genaue tendenziöse Einführung von  $\gamma_M$ ,  $\sigma_M$  und  $\epsilon_M$  ermöglicht. Die fehlerfreie Einführung der Eingangswerte ist für richtige Arbeit des Kdo.-Gerät 40 von ausschlaggebender Bedeutung.

#### a) Einführung von $\gamma_M$

Durch Drehen des Handrades für Höhenwinkel zum Meßpunkt wird der Em über ein Weggeschwindigkeitsgetriebe nach dem Meßpunkt M gerichtet und gleichzeitig  $\gamma_M$  in den Rechengang des Gerätes eingeleitet.



Handrad mit Handfalle

Zeichnung 18

Weggeschwindigkeitsgetriebe für  $\gamma_M$

Durch Drehen des Handrades werden bei nicht gedrückter Handfalle zwei verschiedene Drehbewegungen bewirkt. Die eine geht als reiner Weganteil unmittelbar zum Differential, während der andere Wert die Verschwenkung einer mit konstanter Drehzahl angetriebenen Kugelkalotte bewirkt. Die dadurch bedingte Umdrehungsgeschwindigkeit der Keilrolle wird im Differential als Geschwindigkeitsanteil dem Weganteil hinzugefügt.

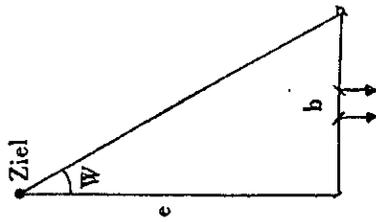
Bei gedrückter Handfalle wird der Geschwindigkeitsantrieb vom Wegantrieb getrennt. Auf die Richtbewegung hat nur noch der Wegantrieb Einfluß. Somit können Schelleinstellungen (Zielauffassen) und Verbesserungen über den Wegantrieb unmittelbar eingefleitet werden, ohne daß ein falscher Geschwindigkeitsanteil ins Gerät gebracht oder der für eine vorhandene Zielbewegung günstige Geschwindigkeitsanteil geändert wird.

b) Einführung von  $\sigma_M$

Die Einführung von  $\sigma_M$  erfolgt in der gleichen Weise wie die von  $\gamma_M$ . Der Seite nach kann das Gerät mit einem Schnellgangmotor verswenkt werden (in 10 sec. eine Umdrehung des Gerätes).

c) Einführung von  $e_M$

Zum Verständnis der e-Einführung ist folgende Betrachtung notwendig:



Zeichnung 19

Prinzip des e-Messens

Zeichnung 19 zeigt das Prinzip des e-Messens.  $b$  ist die Basis des Meßgerätes. Vom Ziel fällt ein Lichtstrahl rechtwinklig in den linken Ausblick des e-Meßgerätes. Durch Verdrehen des rechten Objektives wird das Ziel angeschnitten und der Winkel  $w$  bestimmt.

Es ist  $\operatorname{tg} w = \frac{b}{e}$  oder  $e = \frac{b}{\operatorname{tg} w}$ .  $w$  ist ein sehr kleiner Wert.

Es kann  $w = \operatorname{tg} w$  gesetzt werden.

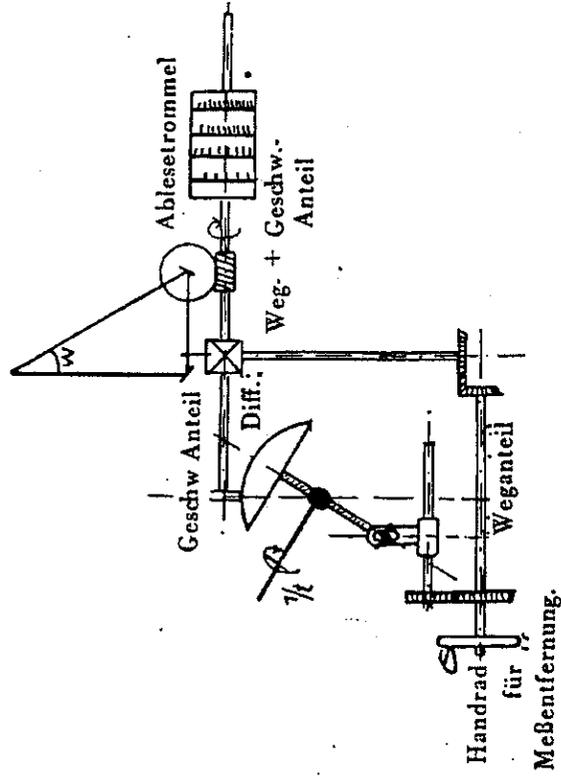
$b$  ist eine Konstante. Es kann also dafür 1 gesetzt werden.

Also ist 
$$e = \frac{1}{w}$$

oder

$$w = \frac{1}{e}$$

Die Drehbewegungen am Handrad für Meßentfernung entsprechen also dem reziproken Wert der Entfernung.



Zeichnung 20

Weggeschwindigkeitsgetriebe für  $e_M$

Durch Drehen des Handrades für Meßentfernung wird der Winkel am Ziel gemessen und werden die Meßmarken des Em über ein Weggeschwindigkeitsgetriebe am Ziel gehalten.

Bei Betätigung der Handfalle wird der Geschwindigkeitsantrieb vom Wegantrieb getrennt. Auf die Meßmarkenbewegung hat dann — abgesehen von dem bereits vorhandenen Geschwindigkeitsanteil — nur noch der Wegantrieb Einfluß. So können Schnelleinstellungen und Verbesserungen während der laufenden Meßtätigkeit über den Wegantrieb unmittelbar auf die Meßmarke geleitet werden, ohne daß der für die augenblickliche Zielbewegung günstige Geschwindigkeitsanteil geändert wird.

Die Einstellung der Meßmarke und somit die Einstellbewegungen am Handrad für Meßentfernung entsprechen dem reziproken Wert der Entfernung. Dementsprechend sind bei gedrückter Handfalle am Handrad für Meßentfernung bei kleinen Zielentfernungen große Einstellbewegungen vorzunehmen, die bei zunehmenden Zielentfernungen kleiner werden, bis dann bei großen Zielentfernungen eine geringe Einstellbewegung einer großen Entfernungsänderung entspricht.

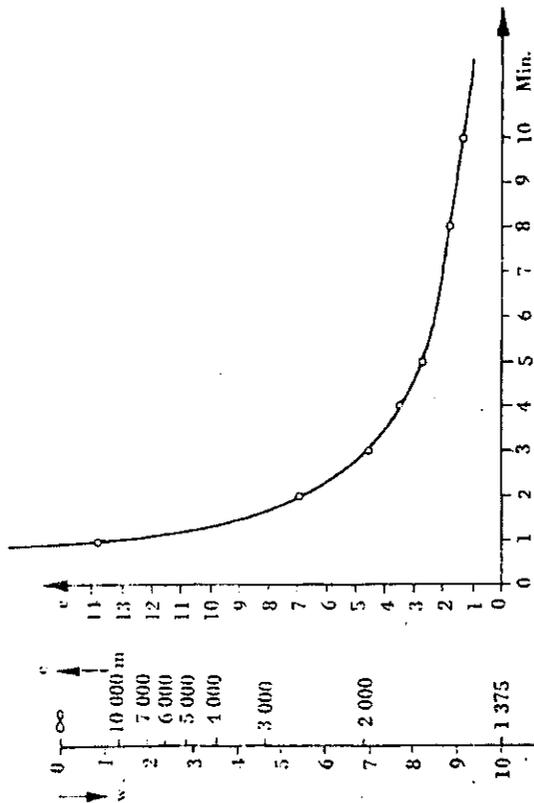
Im Weggeschwindigkeitsgetriebe läuft der Motor nicht wie beim Höhen- und Seitenrichtgetriebe mit konstanter Drehzahl, sondern nach dem Wert  $\frac{1}{t}$ . (Bildung von  $\frac{1}{t}$  siehe Geschloßflugzeitwandler

Ziffer 39.) Hierbei ist die Drehgeschwindigkeit der Kalotte bei großen Zielentfernungen klein und bei kleinen Zielentfernungen groß. Diese Steuerung des Geschwindigkeitsanteils wirkt sich günstig auf die Tätigkeit des E-Meßmannes aus. Es ist in jedem Augenblick eine den jeweiligen Zielverhältnissen entsprechende Drehgeschwindigkeit der Kugelkalotte vorhanden. Dadurch wird erreicht, daß die Geschwindigkeitsänderung bei gleicher Handradbewegung bei großen Entfernungen klein und bei kleinen Entfernungen groß wird und dadurch eine Übersteuerung vermieden wird. Bei regelmäßiger Zielbewegung in gleichbleibender Zielhöhe werden Einstellbewegungen am Handrad auf ein Mindestmaß zurückgehen bzw. entfallen.

d) e. W a n d l e r

Da die Einstellbewegungen dem reziproken Wert der Entfernung  $\frac{1}{e}$  entsprechen, für die Rechenarbeit des Gerätes aber der Wert  $e$  benötigt wird, ist die Umwandlung von  $\frac{1}{e}$  in  $e$  erforderlich.

Dafür ist folgende Überlegung notwendig:



w	0	1'	2'	3'	4'	5'	8'	10'
e	∞	13 750	6 890	4 590	3 440	2 750	1 720	1 375

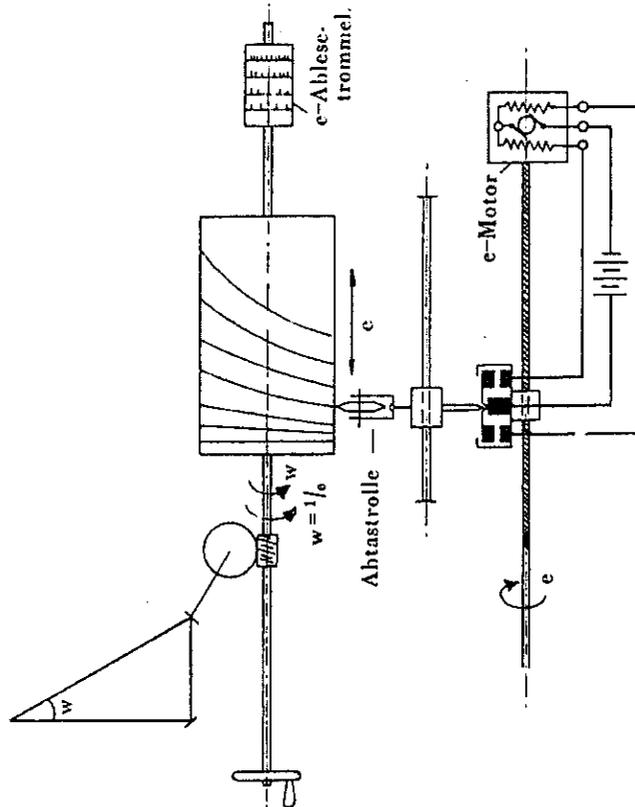
Zeichnung 21

Abhängigkeit von w und e

Auf der linken Skala sind auf der einen Seite Werte für den Winkel w von 1' bis 10' und auf der anderen Seite maßstäblich die e-Werte in Hektometern aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß sich der Winkel w mit zunehmender Entfernung nur noch gering ändert,

d. h. bei kleinen Winkelwerten liegen die Entfernungen sehr dicht zusammen.

Im Koordinatenkreuz ist auf der Abszisse der Winkel  $w$  in Minuten und auf der Ordinate die Entfernung  $e$  in Hektometern aufgetragen. Werden die Werte aus unterstehender Tabelle eingetragen, erhält man eine Kurve. Diese Kurve ist auf einen Stahlzylinder, der durch den E-Meßmann nach  $w = \frac{1}{e}$  gedreht wird, übertragen worden.



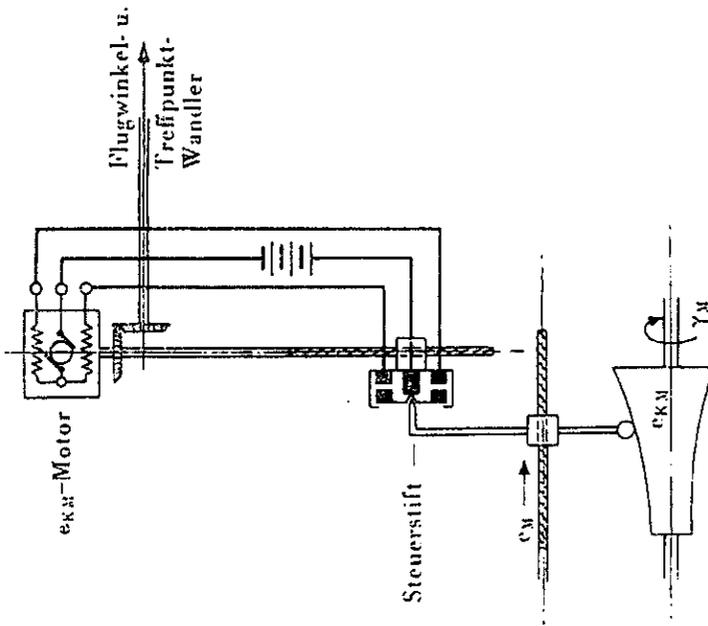
Zeichnung 22  
e-Wandler

Bei Verdrehen des Stahlzylinders (e-Trommel) wird durch eine Abtastrolle, die in der Einfassung läuft und sich nun nach dem Wert  $e$  bewegt, der Steuerstift einer Schaltdose verschoben. Hierdurch wird der e-Motor so lange eingeschaltet, bis er die Drehbewegung unter den Steuerstift zurückgebracht hat. Durch die Drehbewegung der Motor-

welle wird gleichzeitig die  $e$  kraftgebend für weitere Rechengänge ins Gerät geleitet.

Aus  $e_M$  und  $\gamma_M$  wird durch zwei Kurvenkörper in der  $e_{KM}$ - und  $h_M$ -Gruppe die  $e_{KM}$  und  $h_{KM}$  errechnet.

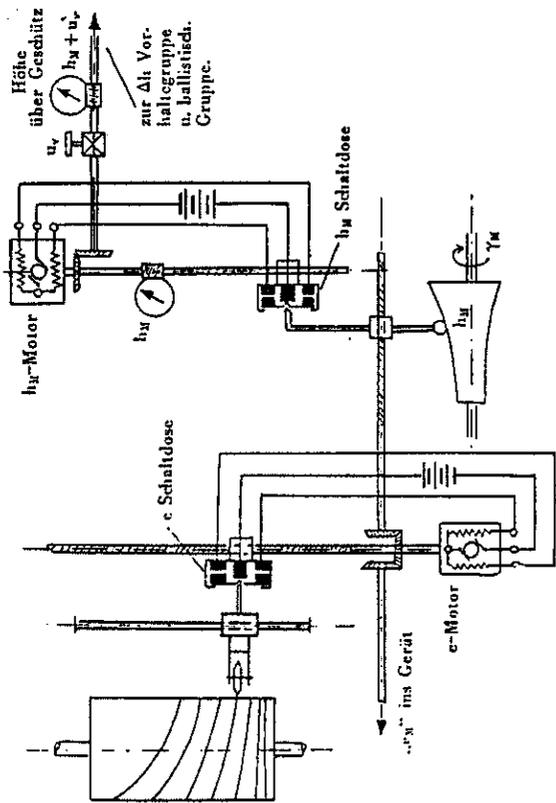
2. Ermittlung der  $e_{KM}$



Zeichnung 23  
 $e_{KM}$ -Gruppe

24. Ein für  $e_{KM}$  konstruierter Kurvenkörper wird nach  $\gamma_M$  gedreht und von einem Abtasthebel, der nach der Meßentfernung  $e_M$  auf einer Spindel verschoben wird, abgetastet. An diesem Abtasthebel sitzt ein Steuerstift, der über eine Schaltdose einen Motor nach dem Wert der  $e_{KM}$  schaltet. Die Drehung der Welle des  $e_{KM}$ -Motors entspricht dem Wert  $e_{KM}$ .

3. Ermittlung der  $h_M$



Zeichnung 24

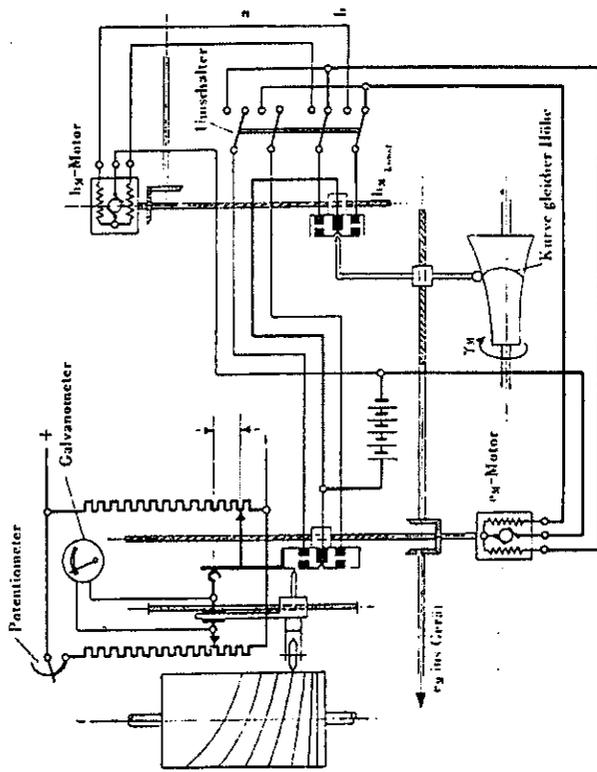
$h_M$ -Gruppe

25. Ein für  $h_M$  konstruierter Kurvenkörper wird nach  $\gamma_M$  gedreht und von einem Abtasthebel, der nach der Meßentfernung  $e_M$  auf einer Spindel verschoben wird, abgetastet. An diesem Abtasthebel sitzt ein Steuerstift, der über eine Schaltdose einen Motor nach dem Wert  $h_M$  schaltet. Die Drehung der Welle des  $h_M$ -Motors entspricht dem Wert der  $h_M$ . Auf der Welle des  $h_M$ -Motors befindet sich eine Schnecke mit einer Anzeigervorrichtung, an der man die Höhe über Gerät ablesen kann. Gleichzeitig führt die Motorachse über ein Kegelpäderpaar zu einem Differential, in dem zusätzlich zur  $h_M$  der vertikale Stellungsunterschied ( $u_v$ ) eingeführt wird. Aus dem Differential läuft dann die Summe Höhe über Gerät + vertikaler Stellungsunterschied zur Höhenvorhaltegruppe und zur ballistischen Gruppe.

4. Errechnung der  $e_M$  aus  $h_M$  und  $\gamma_M$

26. Wenn das Ziel durch Sichtschwierigkeiten verschwindet oder eine gute e-Messung nicht möglich ist (z. B. bei Kurvenflug), so wird der Schalthebel von „Entfernungsmessen normal“ auf „letzte Höhe bleibt“ gelegt. Auch bei Zielflügen mit guten Meßbedingungen ist von der Möglichkeit die aus „letzte Höhe bleibt“ errechnete  $e_M$  zu verwenden, weitgehendst ruhiger ins Gerät als die gemessene. Durch die Schalterstellung „letzte Höhe bleibt“ gehen folgende Änderungen im Gerät vor:

Die letzte vom  $h_M$ -Kurvenkörper ermittelte Zielhöhe geht an die  $h_M$ -Schaltdose und steuert von da aus den  $e_M$ -Motor. Der  $h_M$ -Motor und die  $e_M$ -Schaltdose sind stromlos.



Schalterstellung a: e-Messung Hand  
b: .. letzte Höhe bleibt

Zeichnung 25

Schaltung „e-Messung normal“ — „letzte Höhe bleibt“

Der  $\sigma_M$ -Motor dreht die Spindel, auf der die Führung des Abtasthebels zum  $h_M$ -Kurvenkörper sitzt, so lange, bis der Steuerstift die O-Lage der  $h_M$ -Schaltdose erreicht hat. Der Drehwert der Spindel ist die aus  $h_M$  und  $\gamma_M$  errechnete  $\sigma_M$ .

Parallel zur e-Kurventrommel sind zwei Widerstände gelegt. Zwei Schleiffedern, die mit einem Galvanometer verbunden sind, tasten diese Widerstände ab. Steht die Schaltdose in der Mitte unter dem Steuerstift, so ist die Spannung, da beide Widerstände denselben Wert haben, gleich 0. Wandert die Schaltdose nach irgendeiner Richtung aus, so wird die daran befestigte Schleiffeder um einen bestimmten Betrag verschoben und der Zeiger im Galvanometer schlägt in einer Richtung aus.

Diese Einrichtung wurde geschaffen, damit der Bedienungsmann bei Schalterstellung „legte Höhe bleibt“ kontrollieren kann, ob die gemessene Entfernung (Kurvenflug z. B. wird weitergemessen) und die errechnete Entfernung übereinstimmen. Bewegt sich der Zeiger des Galvanometers im weißen Feld, so ist eine Umschaltung von errechneter auf gemessene Entfernung zu unterlassen. Verweilt der Zeiger des Galvanometers eine längere Zeit im roten Feld, so ist daraus zu schließen, daß das Ziel seine Höhe geändert hat und die eingestellte „legte Höhe nicht mehr stimmt. Umschalten auf „Entfernungs-messen normal“ ist dann erforderlich.

## B. Bestimmung des Treffdreiecks

### 1. Kursermittlung

#### a) Flugwinkelwandler

27. Im Flugwinkelwandler wird aus  $\sigma_{KM}$  und  $\sigma_M$  die Flugrichtung und in Verbindung mit dem Rechner für  $v_M$  die Horizontalgeschwindigkeit ermittelt.

Eine ebene Kreisscheibe, die die Kartenebene darstellt, wird nach der  $\sigma_{KM}$  und nach  $\sigma_M$  bewegt. Die Kreisscheibe wird nach Größe der  $\sigma_{KM}$  verschoben und nach  $\sigma_M$  gedreht. Ein Punkt der Kreisscheibe kann somit eine Bewegung ausführen, die sich stets aus  $\sigma_{KM}$  und  $\sigma_M$ -Änderung zusammensetzt. Auf der Kreisscheibe bewegt

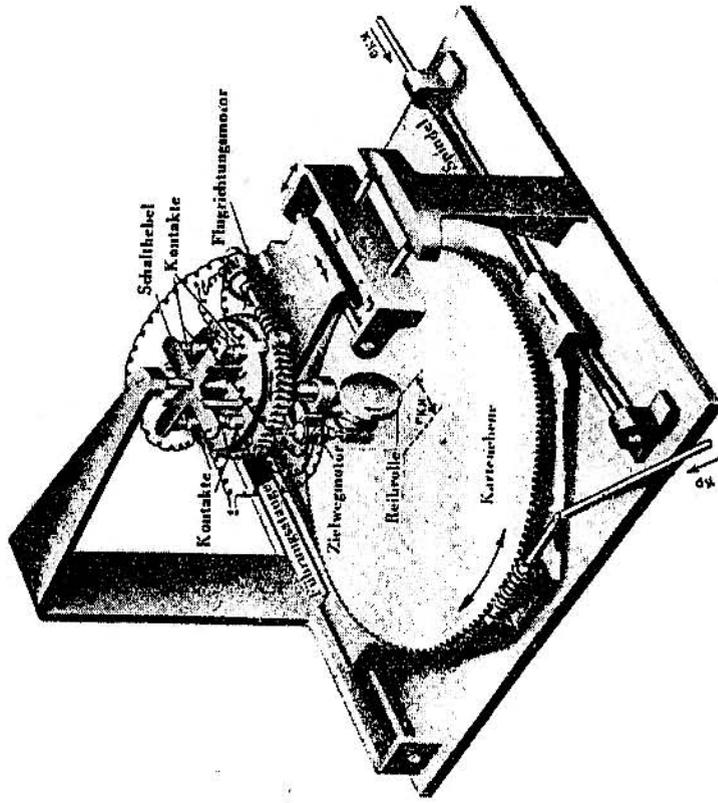


Abbildung 26  
Flugwinkelwandler

sich eine kleine Rolle (Flugrichtungsrolle), die infolge der Reibung von der Kartenebene mitgenommen wird und deren Bewegungen mitmachen muß. Eine zur Kartenebene senkrecht stehende Achse geht durch den Berührungspunkt B und durch den Mittelpunkt der Schaltose. Sobald die Kartenebene eine Bewegung ausführt und die Flugrichtungsrolle mitnimmt, beginnt der Kreuzschalter zu kippen, da der Steuerstift gerätefest angeordnet ist.

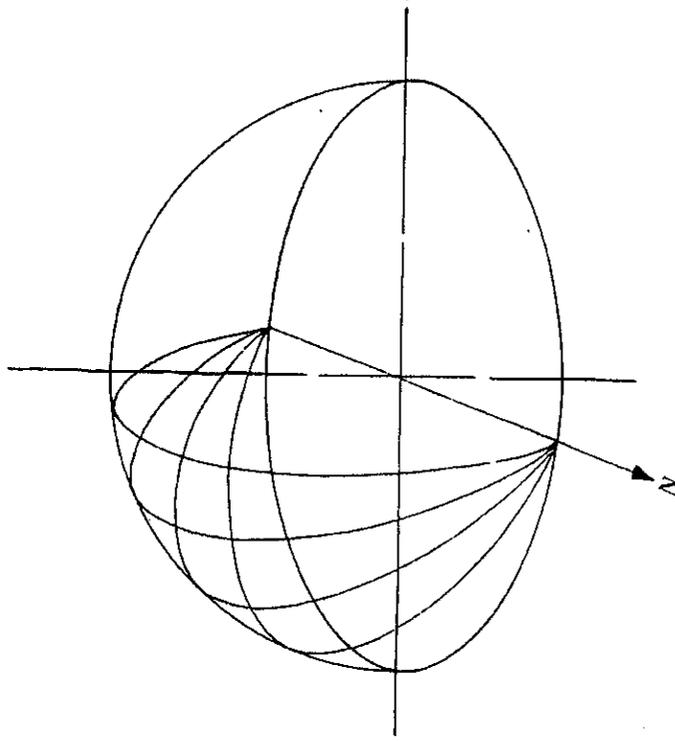
Z. B. eine Verschiebung der Kartenebene um einen bestimmten  $e_{KM}$ -Betrag bei gleichbleibender Seitenrichtung verursacht ein Mitnehmen der Flugrichtungsrolle und damit der Schaltose in gleicher Richtung. Der Schalthebel für den Zielwegmotor der Flächenschaltose wird vom gerätesten Steuerstift zum Kippen gebracht und gibt auf einer Seite Kontakt. Dadurch wird der Zielwegmotor eingeschaltet, der solange läuft, bis die Schaltose ihre Nullstellung wieder erreicht hat. Dabei hat sich die Flugrichtungsrolle um den  $e_{KM}$ -Betrag abgewälzt. Die Drehgeschwindigkeit der Rolle ist ein Maßstab für die Horizontalgeschwindigkeit des Zieles.

In gleicher Weise veranlaßt bei einer Schwenkung der Kartenebene nach  $\sigma_M$  der Steuerstift eine Kontaktbildung durch den Schalthebel für den Flugrichtungsmotor. Dadurch wird der Flugrichtungsmotor eingeschaltet. Dieser läuft solange, bis sich die Flugrichtungsrolle auf der Kartenebene um den Winkel  $\beta$  gedreht hat.

Beim praktischen Betrieb werden die Werte für  $e_{KM}$  und  $\sigma_M$  laufend zugeführt und verursachen die Bewegung der Kreisscheibe nach Größe und Richtung. Gemäß diesen Änderungstendenzen arbeiten der Zielwegmotor und der Flugrichtungsmotor so, daß die Flugrichtungsrolle mit ihrer Flächenschaltose stets senkrecht unter dem gerätesten Steuerstift bleibt, d. h. von den Motoren laufen die Drehwerte in andere Gruppierungen weiter.

#### b) Spurseitenwinkelschreiber

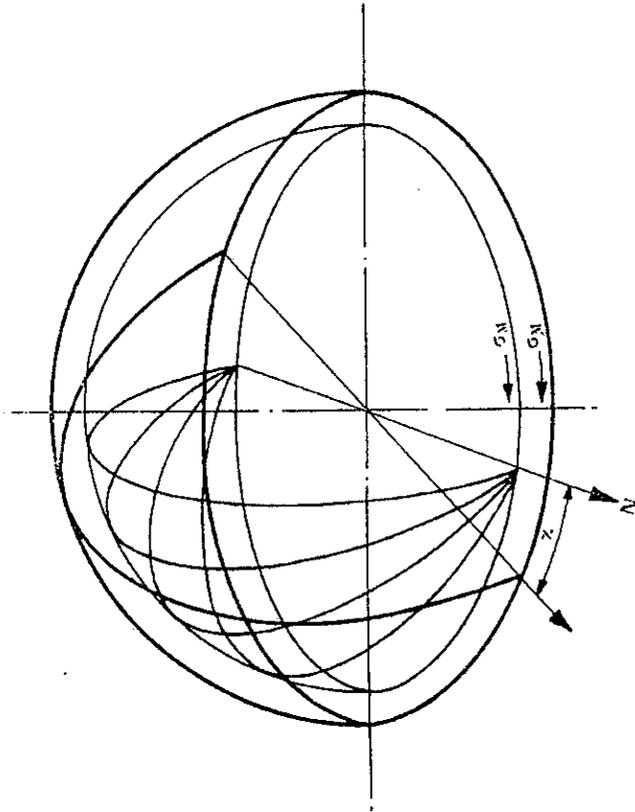
28. Im Spurseitenwinkelschreiber wird bei Zielflügen in gleichbleibender Höhe aus  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  die Flugrichtung ermittelt. Zum Verständnis ist folgende Betrachtung notwendig:



Zeichnung 27

Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers

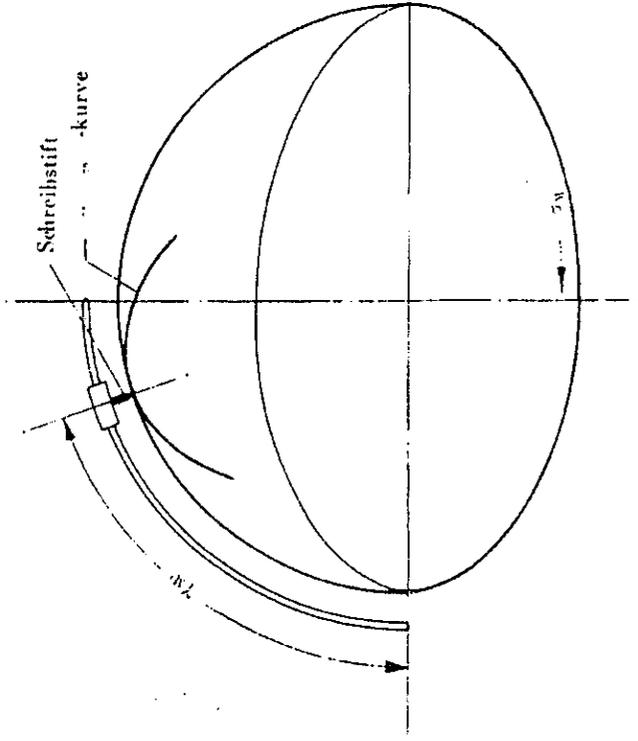
Auf einer Halbkugel sind verschiedene Halbkreise eingezeichnet. Diese Halbkreise stellen geradlinige Vorbeiflüge in verschiedenen Höhen in Nord-Südrichtung dar. Alle haben die gleiche Spurlinie, nur eine verschiedene Höhe und damit verschiedenen Neigungswinkel.



Zeichnung 28

Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers

Über eine Glaskugel ist eine größere Glaskugel gestülpt worden. Auf dieser ist ein Halbkreis, der zu einem bestimmten Zielweg gehört, aufgetragen. Bei der inneren Glaskugel liegt die Spur in Nordrichtung, bei der äußeren nicht. Der sich zwischen der Nordrichtung (innere Spurlinie) und der äußeren Spurrichtung ergebende Winkel ist der Kurswinkel  $x$ .



Zeichnung 29

Prinzip des Spurseitenwinkelschreibers

Dreht man, wie in Zeichnung 28 dargestellt, eine gläserne Halbkugel um ihre Mittelachse nach  $G_N$  und befestigt einen Schreibstift auf dem Halbkreisbogen, welcher nach  $\gamma_N$  verschoben wird, so kann dieser Schreibstift jeden Zielweg aufschreiben. Mittels der Halbkugel mit den eingezeichneten Halbkreisen und der äußeren Glaskugel mit Schreibvorrichtung wäre es schon möglich einen Spurseitenwinkelschreiber herzustellen. Für die praktische Arbeit ist es aber wesentlich zweckmäßiger, statt Halbkugeln Zylinder zu nehmen.

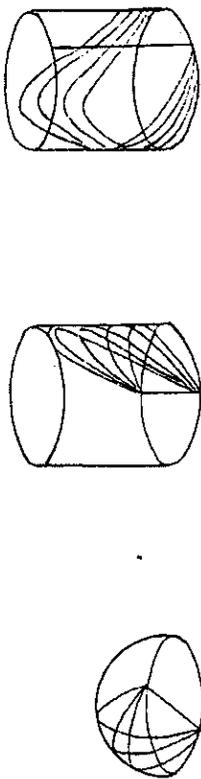


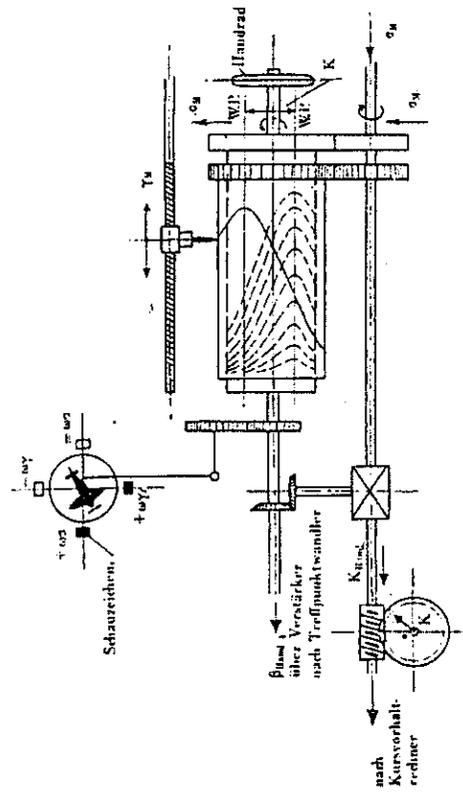
Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Entstehung des Spurseitenwinkelschreibers

Man denke sich die Halbkugel der Fig. 1 aufgeschnitten und zu einem Zylinder umgebogen. Trägt man die Kurven der Halbkugel auf den Zylinder auf, wird nur eine Hälfte des Zylinders benötigt (Fig. 2). Denkt man sich die eine mit den Kurven beschriebene Zylinderhälfte zu einem Zylinder zusammengewickelt, so hat man auf diesem neu entstandenen Zylinder alle gesuchten Kurven von  $\gamma_M$   $0-90^\circ$  (Fig. 3). Legt man über diesen Kurvenzylinder einen zweiten durchsichtigen Schreibzylinder, so kommt man zur wirklichen Ausführung des Spurseitenwinkelschreibers.



Zeichnung 31  
Schema des Spurseitenwinkelschreibers

29. Auf einer Achse, an deren einem Ende das Handrad für den Bedienungsmann angebracht ist, ist der Kurvenzylinder befestigt. Die aufzeichneten Kurven stellen, wie beschrieben, die Beziehungen zwischen  $\sigma_M$  und  $\gamma_M$  für die verschiedensten gradlinigen Vorbeiflüge dar.

In Richtung der Achse liegt eine Spindel, auf welcher sich ein Schreibstift befindet, der nach  $\gamma_M$  verschoben wird. Der äußere Schreibzylinder und der innere Kurvenzylinder werden laufend nach  $\sigma_M$  gedreht und zwar der innere Kurvenzylinder über eine Rutschkupplung nach  $\sigma_K$ .

Wird ein Ziel mit dem Gerät laufend angerichtet, so wird durch den Schreibstift eine Kurve aufgezeichnet. Der Bedienungsmann hat die Aufgabe, die mit dem Schreibstift aufgezeichnete Kurve mit einer der inneren in Deckung zu bringen. Um diese Abdeckung herzustellen, muß der Bedienungsmann den Kurvenzylinder um ein bestimmtes Stück ruckartig verdrehen. Dieser Sprung bedeutet, wie in Zeichnung 28 erklärt, winkelmäßig die Einführung von  $\gamma$ . Da sich die Mattglastrommel laufend nach  $\sigma_M$  dreht, wird von  $\gamma$  der Winkel  $\sigma_M$  abgezogen. Nach der Gleichung  $\gamma - \sigma = \beta$  wird somit der Flugwinkel  $\beta$  durch Hand ermittelt.

Durch das weitere Abdecken einer aufgeschriebenen Kurve mit einer inneren, bringt der Bedienungsmann laufend den Spurseitenwinkel ins Gerät. Am anderen Ende der Welle der inneren Trommel wird damit der Winkel  $\beta_{Hand}$  abgenommen und über einen Verstärker in den Treffpunkt-wandler geführt. Außerdem wird  $\beta_{Hand}$  in einem Differential mit  $\sigma_M$  zu  $\gamma$  vereinigt und geht in den Rechner für Kursvorhalt.

Da auf dem inneren Zylinder nur Kurven für  $\sigma_M$  von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  aufgetragen sind, ist die Kursbestimmung im Spurseitenwinkel-schreiber um  $180^\circ$  unbestimmt. Es ist deshalb auf der Oberseite des Gerätes ein Flugzeugschaubild mit vier Schauzeilen angebracht. Von diesen sind je 2 für  $\sigma_M$  und 2 für  $\gamma_M$  bestimmt. Die für  $\sigma_M$  sind unterteilt in:

- I. +  $\omega\sigma$ , d. h. Flugrichtung von links nach rechts (Seitenteilkreis im Uhrzeigersinn beschriftet)

2. —  $\omega\sigma$ , d. h. Flugrichtung von rechts nach links.

Die für  $\gamma_A$  sind unterteilt in:

- 1. +  $\omega\gamma$ , d. h. größer werdender Zielhöhenwinkel
- 2. —  $\omega\gamma$ , d. h. kleiner werdender Zielhöhenwinkel.

Die Schauzeichen sind so angeordnet, daß man aus ihrem Erscheinen stets die Flugrichtung erkennen kann. Durch Drehen des Handrades für den Spurseitenwinkelschreiber wird das Flugzeugschaubild in Flugrichtung auf ein oder zwei hervorgeschwenkte Schauzeichen eingestellt und somit der Kurs richtig bestimmt. Bei Gleit- und Sturzflug sowie stark steigendem Ziel gehen die Schauzeichen keinen zuverlässigen Anhalt für die Flugrichtung. Bei diesen Ziel- flugarten kann es vorkommen, daß bei kommendem Ziel der Zielhöhenwinkel zum Meßpunkt kleiner wird bzw. bei gehendem Ziel der Zielhöhenwinkel zum Meßpunkt größer wird.

Bei automatischem Kurs sind die Schauzeichen abgeschaltet.

c) Kursvergleichsgetriebe

30. Im Kursvergleichsgetriebe werden folgende Aufgaben durchgeführt.

- 1. Es werden  $\beta_A$  und  $\beta_H$  miteinander verglichen und je nach der Schaltung auf „Automatisch Kurs“ oder „Handkurs“ in den Treffpunktwandler geleitet.
- 2. Za  $\beta$  wird  $\sigma_M$  addiert und somit  $z$  und  $\omega_z$  ermittelt.
- 3. Der aus dem Rechner für  $A_z$  kommende Kurswinkelvorhalt wird zu dem in den Treffpunktwandler gehenden Winkel  $\beta$  addiert.

Zeichnung 33 zeigt eine schematische Darstellung des Kursvergleichs. Vom Flugwinkelwandler läuft der Wert  $\beta_A$  zum Vergleichsdifferential I, vom Spurseitenwinkelschreiber der Wert  $\beta_H$  zum Vergleichsdifferential II. In beide Vergleichsdifferentialiale läuft außerdem der vom  $\beta_V$ -Motor (d. h.  $\beta$ -Verstärkermotor) gelieferte verstärkte  $\beta_V$ -Wert ein. Auf den Vergleichsdifferentialen ist je eine Vergleichsdröbe angebracht.

An Gerät befinden sich Schalterstellungen für „Ziel auffassen“ und „Achtung Null“. Bei beiden Schalterstellungen kann auf „Automatisch Kurs“ oder „Handkurs“ geschaltet werden. Es sind

also vier verschiedene Schalterstellungen möglich. In der schematischen Darstellung ist nun die Arbeit des Gerätes und dessen Auswirkung auf die Vergleichsscheiben bei den verschiedenen Schalterstellungen angegeben.

Die erste Schalterstellung ist „Ziel auffassen“ und „Handkurs“. Die Flächenschaltdose des Flugwinkelwandlers ist vom Flugrichtungsmotor abgeschaltet. Der Wert  $\beta_H$  schaltet über die Vergleichsschaltlose I den Flugrichtungsmotor. Dadurch wird, obwohl mit Handkurs gearbeitet wird, der Flugwinkelwandler schon in die entsprechende Stellung gebracht.

Die zweite Schalterstellung „Ziel auffassen“ und „Automatisch Kurs“ ist unsinnig, da bei Zielauffassung noch kein richtiger  $c$ -Wert ins Gerät gebracht worden ist. Die Schalterstellung ist unzulässig; sie wurde deshalb im Schaltbild 33 weggelassen.

Die dritte Schalterstellung ist „Achtung Null“ und „Handkurs“. Der Wert  $\beta_H$  schaltet über die Vergleichsschaltlose II den  $\beta_V$ -Motor und geht von dort zum Vergleichsdifferential I. Ebenfalls zum Vergleichsdifferential I kommt der Wert  $\beta_A$ . Ein Ausschlag der Vergleichsscheibe I zeigt den Unterschied zwischen  $\beta_H$  und  $\beta_A$ . Wenn  $\beta_H = \beta_A$  ist, also Vergleichsscheibe I nicht ausschlägt, ist der „Automatisch Kurs“ auf Grund fehlerfreier  $c_{KM}$  und  $\sigma_M$ -Ermittlung richtig. Damit ist auch die ermittelte  $v_b$  gut. Voraussetzung für diesen Grundsatz ist natürlich richtige Arbeit des Bedienungsmannes am Spurseitenwinkelschreiber (und gleichbleibende Zielhöhe).

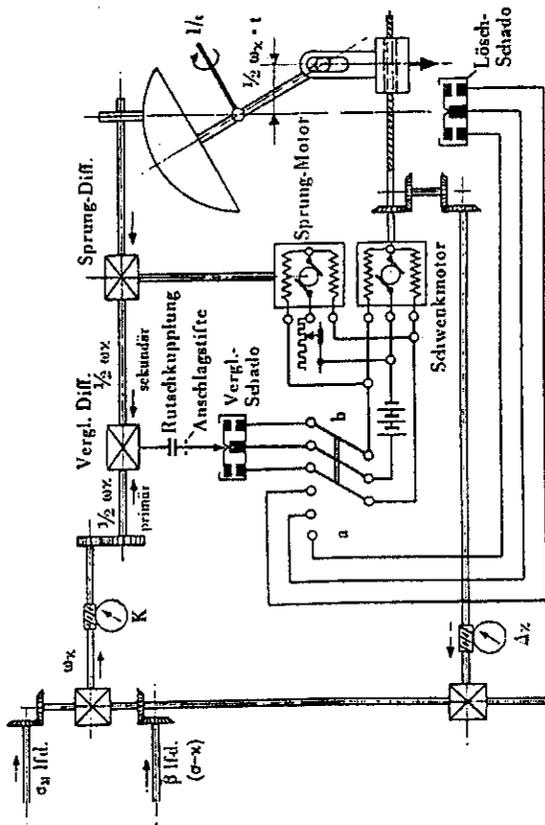
Vergleichsscheibe II schlägt nicht aus, da vom Spurseitenwinkelschreiber und vom  $\beta_V$ -Motor dieselben Werte in das Vergleichsdifferential II geleitet werden.

Die vierte Schalterstellung ist „Achtung Null“ und „Automatisch Kurs“. Der Wert  $\beta_A$  schaltet über die Vergleichsschaltlose I den  $\beta_V$ -Motor und geht von dort zum Vergleichsdifferential II. Dorthin kommt ebenfalls der Wert  $\beta_H$ . Ein Ausschlag der Vergleichsschaltlose II zeigt den Unterschied zwischen  $\beta_A$  und  $\beta_H$  (z. B., wenn infolge Höhenänderung der Handkurs falsch ist).

Vergleichsscheibe I schließt nicht aus, da vom Flugwinkelwandler und vom  $\beta_v$ -Motor dieselben Werte ins Vergleichsdifferential geleitet werden.

Wenn von „Automatisch Kurs“ wieder auf „Handkurs“ umgeschaltet werden soll, muß zuvor die Vergleichsscheibe II in Nullstellung stehen. Dann ist  $\beta_H = \beta_A$  und es kann umgeschaltet werden. Das Flugzeugschaubild gibt hierbei keinen Anhalt, da sich bei der Schalterstellung „Automatisch Kurs“ der im Spurseitenwinkel-schreiber ermittelte Winkel  $\beta_H$  auf das Schaubild nicht auswirkt.

d) Redner für Kurswinkelvorhalt.



Schalterstellung a: Kurs bleibt  
b: Ziel dreht

Der Schiebewiderstand wird nach  
„I“ gesteuert.

$\beta + \Delta x = \text{endgültig}$

Zum Treffpunkt-  
Wandler

Zeichnung 32  
Kursvorhalte-rechner

.ZEM	e-1
------	-----



31. In den Redner für Kurswinkelvorrath wird der Wert für  $\omega x$  eingeführt.

Die aus dem Kursvergleichsgetriebe kommende Welle treibt über ein Zahnradgetriebe mit der Übersetzung 2 : 1 eine Welle, die zu einem Vergleichsdifferential führt. Durch die Untersezung des Getriebes ist die Umdrehung der Welle  $= \frac{\omega x}{2}$ . Von einer Kalotte, die sich nach  $\frac{1}{t}$  dreht, wird über ein Reibrad eine Welle angetrieben, welche ebenfalls zum Vergleichsdifferential führt.

Ist die  $\Delta x$ -Gruppe eingeschaltet, so geht der Wert  $\frac{\omega x}{2}$  in ein Vergleichsdifferential. Es entsteht eine Differenz zwischen dem primären  $\frac{\omega x}{2}$ -Wert zum sekundären. Diese wirkt sich so aus, daß der Steuerstift im Differential auswandert und über die Vergleichs-schalldose den Schwenkmotor solange schaltet, bis der sekundäre Wert  $\frac{\omega x}{2}$  den Ausschlag im Vergleichsdifferential wieder rückgängig macht.

Der sekundäre Wert  $\frac{\omega x}{2}$  kann aber erst gleich dem primären  $\frac{\omega x}{2}$  sein, wenn die Kalotte um den Wert  $\Delta x$  verschwenkt worden ist. Das Kalottenge triebe muß also folgende Rechnung durchführen: Der Schwenkwert sei gleich X.

$$X \cdot \frac{1}{t} = \frac{\omega x}{2}$$

$$X = \frac{\omega x}{2} \cdot t$$

$$\frac{\omega x}{2} \cdot t = \Delta x.$$

Also ist

$$X = \Delta x.$$

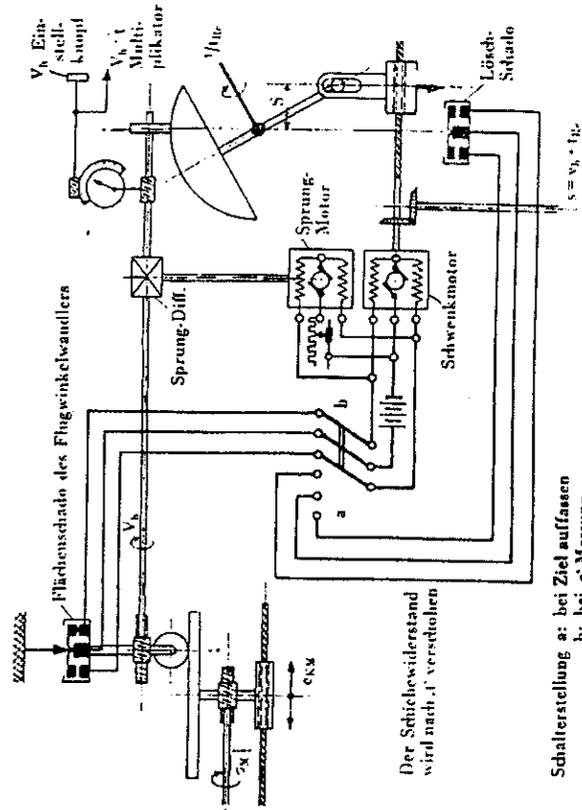
Der durch die Kalottenschwenkung entstandene Wert  $\Delta z$  wird in ein Differential geleitet, in welches der Wert  $\beta$  ebenfalls laufend eingeführt wird. Vom Differential geht der Wert  $\beta + \Delta z$  zum Treffpunktwan- dler.

Durch einen Sprungmotor wird der Vorgang der Kursvorhalterechnung beschleunigt und geregelt.

Wird der Schalter auf „Kurs bleibt“ gelegt, so sind Schwenk- und Sprungmotor mit einer Löschsalt-dose, welche fest unter der 0-Lage der Kalotte angebracht ist, verbunden. Der an der Kalotte befindliche Steuerstift läßt die Motoren solange eingeschaltet, bis der Steuerstift die 0-Lage erreicht hat. Dann ist  $\Delta z = 0$ .

### 2. Rechner für $v_h$

32. Im Rechner für  $v_h$  wird in Verbindung mit dem Flugwinkelwan- dler die  $v_h$  ermittelt.



Schalterstellung a: bei Ziel auffassen  
b: bei c. Messung

Zeichnung 34  
 $v_h$ -Gruppe

Die Flächenschalt-dose des Flugwinkelwandlers wirkt auf zwei Motore im Rechner für  $v_h$ . Dadurch wird eine Kalotte, die nach  $\frac{1}{t}$  gedreht wird, verschwenkt. Durch die Kalotte wird die Drehung einer Welle auf die Flugrichtungsrolle übertragen und macht deren Auswanderungen vom geräfesten Steuerstift wieder rückgängig. Sie dreht sich also, wie beim Flugwinkelwan-dler erklärt, nach dem Wert der  $v_h$ .

Der Sprungmotor hat dieselbe Aufgabe wie im Rechner für Kurswinkelvorhalt.

Der Verschwenkwert der Kalotte ist gleich  $s_h$ , denn das Kalotten-getriebe hat folgende Rechnung durchgeführt: Der Schwenkwert sei gleich X.

$$X \cdot \frac{1}{t} = v_h$$

$$X = v_h \cdot t$$

$$X = s_h$$

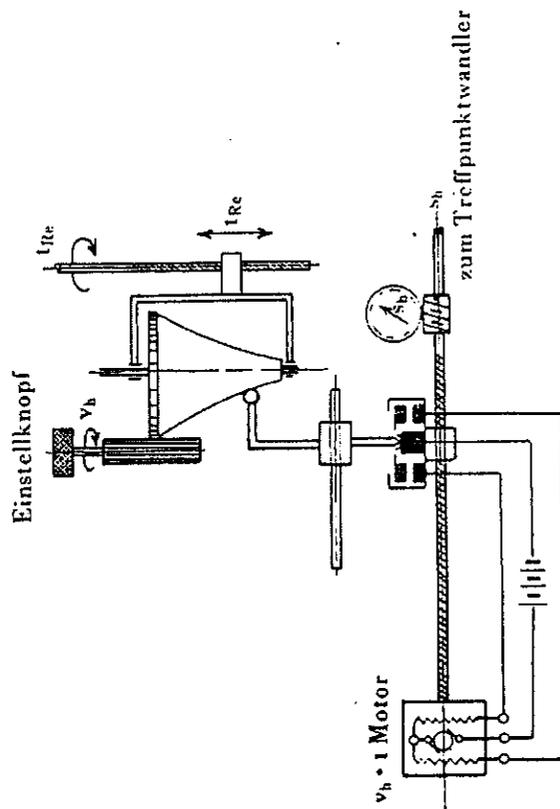
Diese  $s_h$  ist aber für weitere Rechnungen zu schwankend und unzuverlässig, da sie von der  $v_h$  und damit von meistens ungenau ein-gehenden Werten der  $cx$  abhängig ist.

Deshalb wird auch nicht die vom Gerät ermittelte  $v_h$  für weitere Rechengänge verwandt, sondern eine gemittelte, den tatsächlichen Zielbedingungen günstigst angepaßte  $v_h$ . An der  $v_h$ -Welle ist ein Tachometer angebracht worden, an dem die vom Gerät ermittelte  $v_h$  angezeigt wird. Von einem Bedienungsmann wird mittels eines Einstellknopfes eine Nullmarke auf das Mittel der Tachometer-nadel-Ausschläge eingestellt. Dieser so gemittelte  $v_h$ -Wert wird zur  $s_h$ -Errechnung verwendet.

Auf Schalterstellung a) sind die Motore von der Flächenschalt-dose des Flugwinkelwandlers abgeschaltet und mit einer Löschsalt-dose verbunden. Die Löschsalt-dose macht die Kalottenschwenkung wieder rückgängig, damit ist dann die  $v_h = 0$ .

3. Rechner für  $s_h$

33. Im Rechner für  $s_h$  wird die eingestellte  $v_h$  mit der  $t_{Re}$  multipliziert.



Zeichnung 35  
Rechner für  $s_b$

$$t_{Re} = t_T + \Delta t_{gwe}.$$

Ein für  $s_h$  konstruierter Kurvenkörper wird nach  $v_h$  gedreht und  $t_{Re}$  verschoben. Der Abtaststift steuert über eine Schaltdose einen Motor nach dem Wert der  $s_h$ .

Der Wert für  $s_h$  wird zum Treffpunktwandler weitergeleitet.



#### 4. Treffpunkt wandler

34. Im Treffpunkt wandler wird das Treffdreieck verkleinert nachgebildet und der Wert für  $e_{KT}$  und  $\Delta\sigma$  ermittelt. Der vorseitig schematisch dargestellte Treffpunkt wandler kann in zwei übereinanderliegende Teile zerlegt werden.

Auf der oberen Platte befindet sich eine Kreisscheibe mit Schneckenrad, die nach dem  $\beta$ -Wert verdreht wird. Die Kreisscheibe ist mit einem radialen Schlig versehen, in dem eine Spindel-mutter mit einem Steuerstift geführt wird. Die Spindel selbst ist über ein Kegehradpaar mit einer senkrechten nach  $s_h$  angetriebenen Welle verbunden.

Der untere Teil besteht aus einer Kreisscheibe, die auf einem Schlitten der Seite nach  $\sigma_M$  drehbar und nach der Größe der  $e_{KM}$  verschiebbar gelagert ist. Der Schlitten wird in einer gerätfest gelagerten Achse geführt. Auf einer Spindel befindet sich eine Mutter mit einer Flächenschaltdose. Diese Flächenschaltdose steuert 2 Motoren so, daß sich die Schaltdosenmitte immer genau unter dem Steuerstift befindet. Der eine Motor verschwenkt dabei die untere verzahnte Kreisscheibe um den Winkel  $\Delta\sigma$ , der andere Motor verschiebt die Schaltdose nach  $e_{KT}$ .

Ein horizontaler Stellungsunterschied wird nach Größe ( $u_h$ ) und nach Richtung ( $\sigma_u$ ) dadurch berücksichtigt, daß der Punkt  $M'$  der oberen Scheibe, die um  $\sigma_u$  gedreht und im Maßstab des Treffpunkt wandlers um  $u_h$  verschoben wird, beim Drehen des Gerätes in dieser Richtung gehalten wird. In dem erhaltenen Wert für  $e_{KT}$  und  $\Delta\sigma$  ist also der horizontale Stellungsunterschied nach Größe und Richtung berücksichtigt worden.

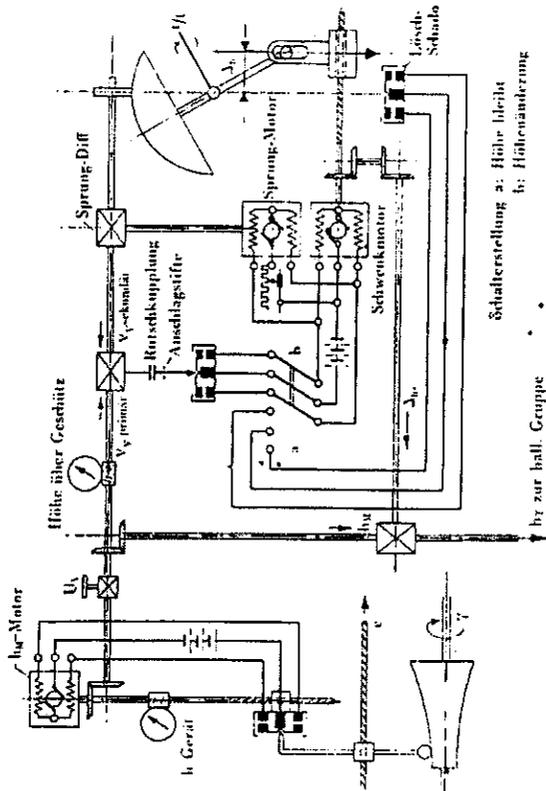
Der  $e_{KT}$ -Wert wird in die ballistische Gruppe geleitet.

Der Wert für  $\Delta\sigma$  geht in ein Differential, in das gleichzeitig  $\sigma_M$  laufend eingeführt wird. Aus dem Differential läuft die Summe  $\sigma_M \pm \Delta\sigma = \sigma_T$  weiter zu einem Differential, dem die Summe der Seitenverbesserung als zweiter Wert zugeführt wird. Der Ausgangswert ist dann  $\sigma_S$ .

### C. Bestimmung der Treffhöhe

#### Rechner für Höhenvorhalt

35. Im Rechner für  $\Delta h$  wird die vertikale Auswanderungsstrecke errechnet. Die Arbeitsweise ist sinngemäß die gleiche, wie beim Rechner für  $\Delta z$ .



Schalterstellung a: Höhe bleibt  
b: Höhenänderung  
Der Schießwiderstand wird durch  
die  $h_T$  Gruppe gesteuert.

Zeichnung 37  
Höhenvorhaltgruppe

Der  $v_v$ -Wert läuft in ein Vergleichsdifferential als Primärwert ein, trifft hier mit einem  $v_v$ -Sekundärwert zusammen. Zwischen beiden besteht eine Differenz und diese ruft eine Auswanderung des Steuerstiftes am Vergleichsdifferential hervor. Der Steuerstift steuert über eine Vergleichsschabe zwei Motore, welche die Aufgabe haben, eine Kalotte solange zu verschwenken, bis der sekundäre  $v_v$ -Wert gleich dem primären  $v_v$ -Wert am Vergleichsdifferential ist. In diesem Falle ist der Steuerstift in die Nullage der Schaltlose zurückgekehrt.

Da die Kalotte nach  $\frac{1}{t}$  gedreht wird, muß der Verschwenkwert gleich  $\Delta h$  sein, denn das Kalottengetriebe hat folgende Rechnung durchgeführt: Der Schwenkwert sei gleich X.

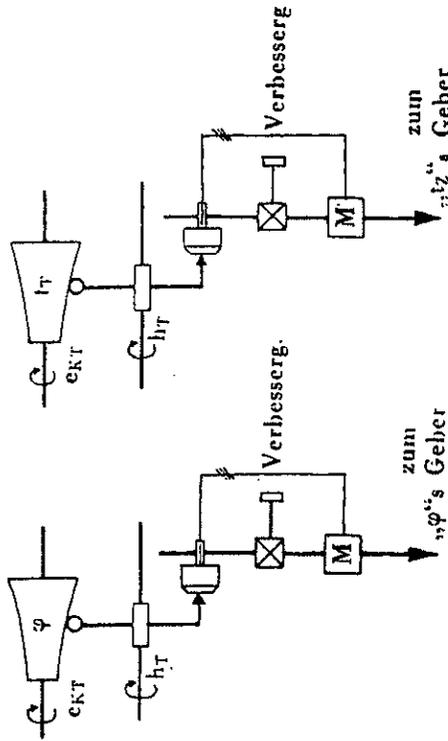
$$\begin{aligned} X \cdot \frac{1}{t} &= v_v \\ X &= v_v \cdot t \\ X &= \Delta h. \end{aligned}$$

Der Sprungmotor beschleunigt diesen Vorgang. Der Wert für  $\Delta h$  wird in einem Differential zur  $h_M$  addiert und zur ballistischen Gruppe weitergeleitet.

Auf Schalterstellung a) „Höhe bleibt“ wird durch eine Löschschaube die Kalottenschwenkung wieder rückgängig gemacht, d. h.  $\Delta h$  ist dann = 0.

### D. Ermittlung der Treffwerte Ballistische Gruppe

36. In der ballistischen Gruppe wird in einem Rechner für  $\varphi$  und einem Rechner für  $t_T$  in Abhängigkeit von  $e_{KT}$  und  $h_T$  die Rohrerhöhung und Zünderstellung zum Treffpunkt errechnet.



Zeichnung 38  
Ballistische Gruppe

Ein Kurvenkörper ist für  $\varphi$ , der andere für  $t_r$  konstruiert. Beide Kurvenkörper werden nach  $e_{kt}$  gedreht und deren Abtasthebel nach  $h_t$  verschoben. Durch einen am Abtasthebel befestigten Steuerstift wird über eine Schaltose je ein Motor nach dem Wert  $\varphi$  und  $t_r$  geschaltet.

Zu diesen Treffwerten müssen nun noch die Verbesserungen hinzukommen.

### E. Ermittlung der Schußwerte

#### 1. BWE-Rechner

37. Im BWE-Rechner werden die durch die Gebrauchsstufe, den Drall und den Windeinfluß bedingten Verbesserungen der Treffwerte errechnet.

In Abhängigkeit von  $e_{kt}$  und  $h_t$  werden an zwei Kurvenkörpern für  $t_z$  und  $\varphi$  die Verbesserungen je Gebrauchsstufeneinheit abgegriffen. Diese Werte werden mit der eingestellten Gebrauchsstufe multipliziert. Bei der Zünderverbesserung geht dieses Produkt in ein Differential, — Weiterleitung wird bei Verbesserung infolge Längswindeinfluß erklärt —, bei der Rohrerhöhung unmittelbar als  $\Delta\varphi_{NE}$  zur Anzeige.

Ebenfalls in Abhängigkeit von  $e_{kt}$  und  $h_t$  werden durch zwei Kurvenkörper Einheitswerte für Quer- und Längswindverbesserungen ermittelt.

Am BWE-Rechner werden Windrichtung und Windgeschwindigkeit eingestellt und für den jeweiligen Schußseitenwinkel in Quer- und Längswindkomponente zerlegt. Dazu werden zwei Kurvenkörper nach Windgeschwindigkeit verschoben und nach Windrichtung gedreht.

Die so erhaltenen Werte werden mit den Einheitswerten multipliziert und gehen in ein Differential.

Für Zünderverbesserungen werden im Differential die Verbesserungen auf Grund der Gebrauchsstufe und des Längswindeinflusses addiert und gehen zur Anzeige. Es wird also  $\Delta t_{zNE} + \Delta t_{zW} = \Delta t_{zNWE}$  angezeigt.

Bei der Seitenverbesserung werden in einem Differential die Querwind-Verbesserungen und ein mittels Kurvenkörper in Abhängigkeit von  $e_{kt}$  und  $h_t$  errechneter Wert für Drallverbesserung addiert und gehen zur Anzeige. Es wird also  $\Delta\omega_W + \Delta\sigma_{Drall}$  angezeigt. Der Wert für Drallverbesserung kann in einem Multiplikator durch Multiplikation mit — 1 für Spiegelbildschießen umgewandelt werden.

Die jetzt von drei Zeigern angezeigten Größen werden durch einen Bedienungsmann durch drei Knöpfe und Folgezeiger eingestellt. Bei Geräten ab Nr. 63 erfolgt die Einstellung automatisch.

Die Verbesserungen für Rohrerhöhung und Seite werden in einem Differential zu den Treffwerten addiert und ergeben  $\varphi_s$  und  $\sigma_s$ . Diese Werte gehen an den Geber.

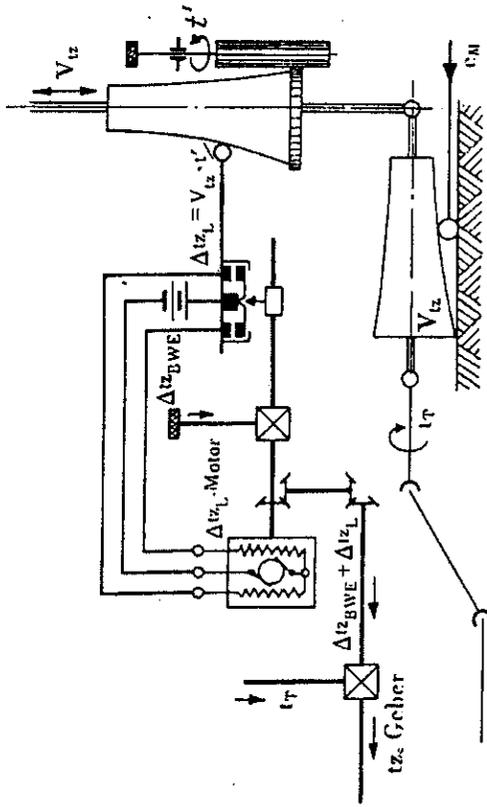
$\Delta t_{zNWE}$  wird in einem Differential zur  $t_{zT}$  addiert und ergibt  $t_{zRC}$ . Der Wert  $t_{zRC}$  läuft in den  $\frac{1}{6}$  Wandler und zu den Vorhaltegruppen.  $\Delta t_{zNWE}$  läuft außerdem in den Ladeverzugsrechner.

#### 2. Rechner für Ladeverzugsverbesserung

38. Im Rechner für Ladeverzugszeit wird aus  $e_{kt}$  und  $t_{zRC}$  die  $v_{1/2}$  (Geschoßflugzeitzunahme pro Sekunde) und durch Multiplikation von  $v_{1/2}$  mit  $t'$  (sec.) die Verbesserung der Geschoßflugzeit infolge Ladeverzug ermittelt.

Ein Abtasthebel wird zwischen dem schwenkbaren  $v_c$ -Kurvenkörper und einer festen ebenen Fläche nach  $e_{kt}$  verschoben. Dadurch wird der  $v_{1/2}$ -Kurvenkörper, die sich nach  $t_{zRC}$  dreht, um den entsprechenden  $v_{1/2}$ -Wert gehoben oder gesenkt. Durch dieses Heben und Senken wird der  $\Delta t_{zL}$ -Kurvenkörper nach  $v_{1/2}$  verschoben. Gedreht wird dieser nach  $t'$  (sec.). Der Taststift schaltet über eine Schaltose einen Motor nach dem Wert  $\Delta t_{zL}$ .

Dieser Wert wird in einem Differential mit  $\Delta t_{zNWE}$  vereinigt. Die Summe  $\Delta t_{zL} + \Delta t_{zNWE}$  wird in einem weiteren Differential zur  $t_{zT}$  addiert. Das Ergebnis  $t_{zS}$  geht zum Geber.



Zeichnung 40  
Ladeverzugsrechner

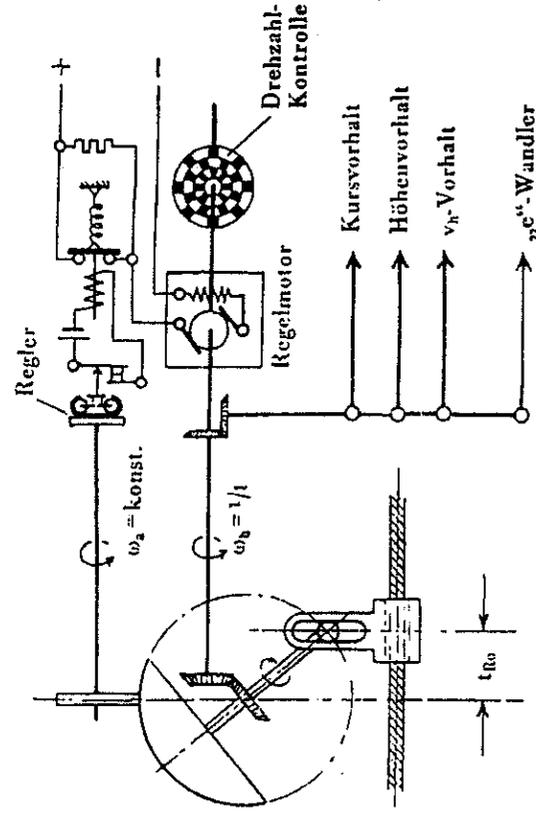
F. Geschossflugzeitwandler

39. Im Geschossflugzeitwandler wird aus  $t_{ho}$  der Wert  $\frac{1}{t}$  gebildet.  $\frac{1}{t}$  wird zur Vorsteuerung der Maßmarke und für die Vorhalterrechnungen benötigt. Die Umwandlung wird durch ein Kalottenge triebe vorgenommen.

Die Kalotte wird nach  $t_{re}$  verschwenkt. Der Drehwert soll nun  $\frac{1}{t}$  entsprechen. Das wird dadurch erreicht, daß durch einen Regler die Umdrehung der Reibrolle konstant — also gleich 1 — gehalten und im Motor nach diesem Wert geschaltet wird. Das Kalottenge triebe führt also folgende Rechnung durch. Der Drehwert der Kalotte sei gleich X.

$$t \cdot X = 1$$

$$X = \frac{1}{t}$$



Zeichnung 41  
Geschossflugzeitwandler

Auf der Motorwelle ist ein Kegelräderpaar angebracht. Von hier aus läuft der Wert  $\frac{1}{t}$  in die Vorhaltergruppen und in das Gerät für die e-Vorsteuerung.

V. Beschreibung des Gerätes

Der äußere Aufbau (Abb. 53/54)

40. In bezug auf ein mit dem Entfernungsmesser aufgefaltetes Ziel unterscheidet man am Kdo.-Ger. 40:

1. Die Vorderwand, als die dem Ziele zugewandte Seite und ihr entsprechend
2. Die Rückwand
3. Die linke Seitenwand
4. Die rechte Seitenwand

5. Die Oberseite
6. Den Kabelkuppelungskasten.

Die Vorderwand (Abb. 55)

An der Vorderwand befinden sich:

1. Deckel zur auswechselbaren Ballistik (BWE)
2. Dreikant und Anzeige zum Einstellen der Gebrauchsstufe
3. Dreikant und Anzeige zum Einstellen der Windrichtung
4. Dreikant und Anzeige zum Einstellen der Windgeschwindigkeit
5. Einstecklampen
6. Ersatzteilkasten zum Spurseitenwinkelschreiber
7. Einstecklampe
8. Anzeige für  $\sigma_S$
9. Anzeige für  $\sigma_S - \sigma_M$
10. Anschlußdose für fernmündliche Übertragung (Zünderstellung)
11. Dreikant und Anzeige zum Einstellen des horizontalen Stellungsunterschiedes (Richtung)
12. Dreikant und Anzeige zum Einstellen des horizontalen Stellungsunterschiedes (Größe)
13. Stufen für Halterung der Flakaufnahmekammer
14. Anschluß für fernmündliche Übertragung (Schußseitenwinkel)
15. Anschluß für Zeitendrucker

Die Rückwand (Abb. 56)

16. Horizontierung für Em
17. Voltmeter
18. Anschluß für Em-Beleuchtung
19. Ampèremeter
20. Anzeigetafel für einliegende Ballistik

21. Schalter für Em-Beleuchtung
22. Dreikant zur Ausschaltung der Seitendrehung des Gerätes beim Einrichten
23. Halterung für Dreikantkurbel
24. Schalthebel für  $\sigma_M$ -Schnellgang
25. Kasten mit Sicherungsautomaten
26. Fahrbühne für E. 1.

Die linke Seitenwand (Abb. 57)

27. Handrad für Spurseitenwinkelschreiber
28. Anzeige für  $\Delta x$
29. Anzeige für  $x$
30. Anzeige für  $\sigma_M$
31. Anzeige für  $s_h$
32. Stufen für Halterung der Flakaufnahmekammern
33. Handrad mit Handfalle für  $\gamma_M$
34. Einstecklampe
35. Anzeige für  $\varphi_e$
36. Deckel für  $\varphi$ -Kurvenkörper
37. Anzeige für  $\gamma_M$
38. Anzeige für  $\varphi_e - \gamma_M$
39. Anzeige für  $e_M$
40. Anzeige für  $e_{KT}$
41. Anzeige für  $h_T$
42. Schalter für Gerätbeleuchtung
43. Anschluß für Feuerlocke
44. Anschluß für fernmündliche Übertragung (Schießenden)
45. Anschluß für fernmündliche Übertragung (Rohrerhöhung).

Die rechte Seitenwand (Abb. 58)

46. Deckplatte zum Austausch gegen Handrad für  $e_M$  bei R.(H.)-Betrieb

- 47. Einstecklampe
- 48. Anzeige für  $t_z$
- 49. Stutzen für Halterung der Flakaufnahmekammer
- 50. Dreikant und Anzeige für vertikalen Stellungsunterschied
- 51. Deckel für  $t_z$ -Kurvenkörper
- 52. Heizung des Gerätes.

Die Oberscite (Abb. 59)

- 53. Empfängerkasten für Eingangswerte vom Flakmeß-Gerät
- 54. Handrad mit Handfalle für  $\sigma_M$
- 55. Anzeige für  $\sigma_M$
- 56. Einstecklampe
- 57. Anzeige für  $\sigma_M$
- 58. Anzeige für Höhe über Gerät
- 59. Kupplung für Meßmarkenvorsteuerung
- 60. Handrad mit Handfalle für  $\sigma_M$
- 61. Schalter „Meßhöhe aus Meßentfernung errechnet“ — „Leuchte Höhe bleibt“
- 62. Anzeige für  $\gamma_M$
- 63. Kupplung für  $\gamma_M$  für Em. 4 m R.(H.)-Betrieb
- 64. Kupplung für  $\gamma_M$  für Em. 4 m R. 40
- 65. Deckel für Ladeverzugskurvenkörper
- 66. Anzeige für Ladeverzugskorrektur
- 67. Dreikant und Anzeige zum Einstellen des Ladeverzuges
- 68. Anzeige für Gesamtverbesserungen  $\varphi_s$
- 69. Anzeige für Gesamtverbesserungen  $t_{z,s}$
- 70. Anzeige für Gesamtverbesserungen  $\sigma_s$
- 71. Dreikant und Anzeige zum Einstellen des Dralles bei Schießen, opt. Erprobung und Spiegelbildaufnahme

- 72. Rundblickfernrohrhülse
- 73. Einstellknopf für  $v_h$
- 74.  $v_h$ -Tachometer
- 75. Anzeige für Meßhöhe über Geschütz
- 76. Anzeige für Entfernungvergleich (Galvanometer)
- 77. Einstecklampe
- 78. Schalter „Höhe bleibt“ — „Höhenänderung“
- 79. Hauptschalter
- 80. Anzeige für Endlage
- 81. Schalter für „Kurs bleibt“ — „Ziel dreht“
- 82. Horizontierungslibellen
- 83. Schalter „Handkurs“ — „Automat. Kurs“
- 84. Vergleichsscheibe I
- 85. Vergleichsscheibe II
- 86. Schanzeichen für Windrichtung, Flugrichtung und Richtung des Stellungsunterschiedes
- 87. Schalter zum Abheben des Schreibstiftes
- 88. Spurseitenwinkelschreiber.

Der Kabelkuppplungskasten (Abb. 60)

- 89. Steckdosenoberteil zum Anschluß der Übertragungsleitung 30
- 90. Verbindungskabel zwischen Gebern und Kabelkuppplungskasten
- 91. Fernsprechdrosselkasten
- 92. Anschluß für Fernsprechhilfskabel
- 93. Anschluß für Stromzuführungskabel
- 94. Anschluß für Zeitendrucker.

## VI. Bereiche und Gewichte des Kdo. Ger. 40

A. Bereiche		B. Gewichte	
41. Bereich			
des Seitenwinkels zum Meßpunkt	unbegrenzt		
des Höhenwinkels zum Meßpunkt	0° bis 90°		
der Meßentfernung . . . . .	1200 m bis 18 000 m		950 kg
der Kartenentfernung zum Meßpunkt . . . . .	600 m „ 17 000 m		450 „
der Kartenentfernung zum Treffpunkt . . . . .	800 m „ 14 500 m		195 „
der Meßhöhe . . . . .	0 „ 11 800 m		860 „
der Treffhöhe . . . . .	0 „ 11 800 m		2260 „
der horizontalen Zielgeschwindigkeit . . . . .	0 „ 300 m/s		1595 „
der vertikalen Zielgeschwindigkeit . . . . .	0 „ 200 m/s		
der horizontalen Auswanderungsstrecke . . . . .	0 „ 6 000 m		
des Seitenwinkelvorhaltes . . . . .	0 „ ± 60°		
des Kurswinkelvorhaltes . . . . .	0 „ ± 90°		
des Höhenvorhaltes . . . . .	0 „ ± 3 000 m		
des hor. Stellungsunterschiedes . . . . .	0 „ 500 m		
des vert. Stellungsunterschiedes . . . . .	0 „ ± 210 m		
der Geschossflugzeit . . . . .	0 „ 30 s		
der Gebrauchsstufen . . . . .	0 „ ± 22 Stufen		
der Seitenwinkelverbesserung			
nach Gebrauchsstufe und Wind	0 bis + 40 Strich		
der Rohrerhöhungsverbesserung	0 „ — 50 „		
nach Gebrauchsstufe und Wind	0 „ + 48/16°		
der Zünderstellungsverbesserung	0 „ — 32/16°		
nach Gebrauchsstufe und Wind	0 „ + 50°+		
der Verbesserung infolge Ladeverzug . . . . .	0 „ — 40°+		
	± 0 „ ± 50°+		

42. Das Rechengesetz . . . . .

Die Bettung . . . . .

Der Em 4 m R 40 einschl. Richtfernrohre . . . . .

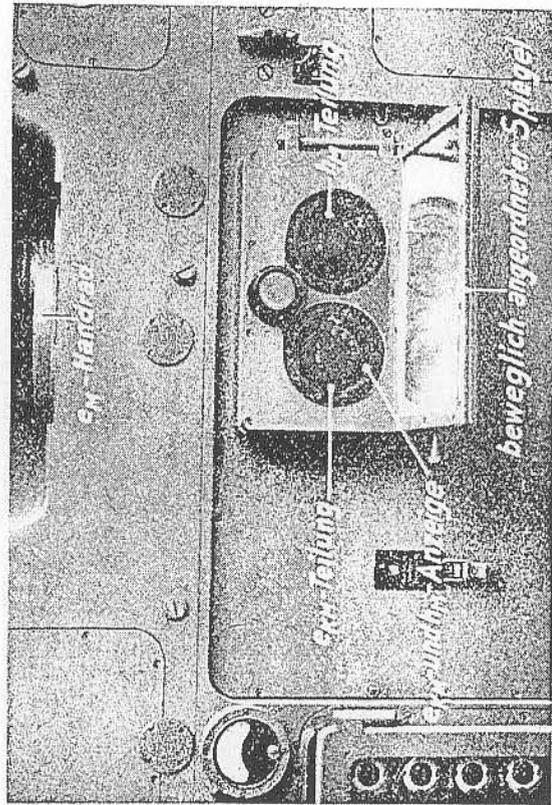
Der Sd. Anh. 52 . . . . .

Das Kdo. Ger. 40 in Fahrstellung . . . . .

Das Kdo. Ger. 40 in Feuerstellung . . . . .

Kdo.Ger. 40 bisher aber keine Möglichkeit vorgesehen war,  $e_{KM}$  und  $h_M$  als Eingangswerte einleiten zu können, mußten  $e_{KM}$  und  $h_M$  erst noch in  $\gamma_M$  und  $e_M$  umgewandelt werden.

4. Da es notwendig werden kann,  $e_{KM}$  und  $h_M$  unmittelbar als Eingangswerte in das Kdo.Ger. 40 einleiten zu müssen, ist eine zusätzliche  $e_{KM}$ - und  $h_M$ -Anzeige geschaffen worden (s. Abb.). An der Gerätebildseite (unterhalb des Empfängerkastens) ist je eine spiegelbildlich beschriftete  $e_{KM}$ - und  $h_M$ -Teilung angebracht, die über einen davor angebrachten Spiegel abgelesen wird, so daß entweder  $\gamma_M$  und  $e_M$  oder  $h_M$  und  $e_M$  als Eingangswerte mit dem  $\gamma_M$ - bzw.  $e_M$ -Handrad eingestellt werden können.



5. Bei kleinen Höhenwinkeln (unter  $45^\circ$ ) hat eine Veränderung von  $\gamma_M$  einen großen Einfluß auf  $h_M$  und einen kleinen Einfluß auf  $e_{KM}$ , während eine Veränderung von  $e_M$  einen großen Einfluß auf  $e_{KM}$  und einen kleinen Einfluß auf  $h_M$  hat. Bei sehr großen Höhenwinkeln (über  $45^\circ$ ) drehen sich die Verhältnisse um. Dies ist beim Bedienen folgendermaßen zu berücksichtigen:

6. Wenn  $\gamma_M$  kleiner als  $45^\circ$ , wird am  $e_M$ -Handrad der Wert  $e_{KM}$  und am  $\gamma_M$ -Handrad der Wert  $h_M$  eingestellt; wenn  $\gamma_M$  größer als  $45^\circ$ , wird am  $e_M$ -Handrad der Wert  $h_M$  und am  $\gamma_M$ -Handrad der Wert  $e_{KM}$  eingestellt.

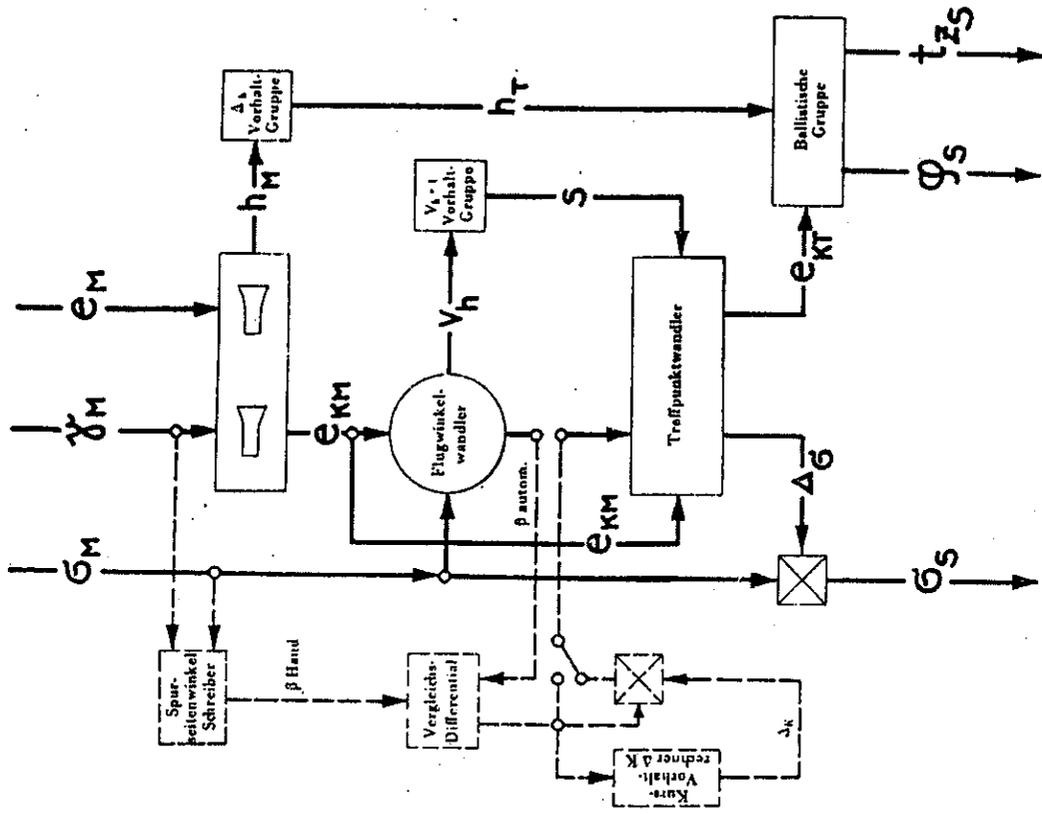
„Beschreibung und Bedienungsanleitung für die  $e_{KM}$ - und  $h_M$ -Anzeige am Kommandogerät 40.“  
Anlage:

1. Die  $e_{KM}$ - und  $h_M$ -Anzeige am Kdo.Ger. 40 dient der Zusammenarbeit zwischen dem Fu.M.G. (Flak) der Leitbatterie und dem Kdo.Ger. 40 der Nebenbatterien.

2. Die vom Fu.M.G. (Flak) ermittelten Werte  $\sigma$ ,  $\gamma$ ,  $e$  dienen unmittelbar als Eingangswerte für das Kdo.Ger. der Leitbatterie. Um für die angeschlossenen Nebenbatterien die notwendigen Eingangswerte zu erhalten, müssen die Werte des Fu.M.G. (Flak) unter Berücksichtigung des Stellungsunterschiedes zwischen Leit- und Nebenbatterie umgeformt werden. Dies geschieht für alle Nebenbatterien mit dem Flakumwertegerät. Die umgewerteten Eingangswerte werden fernmündlich an das Kdo.Ger. weitergegeben.

3. Beim Umwertevorgang entstehen als Bestimmungswerte des Zielortes für die Nebenbatterie zunächst  $\sigma_M$ ,  $e_{KM}$  und  $h_M$ . Da am

Deckblatt 2



Zeichnung 42  
Gang der Werte im Kdo. Ger. 40

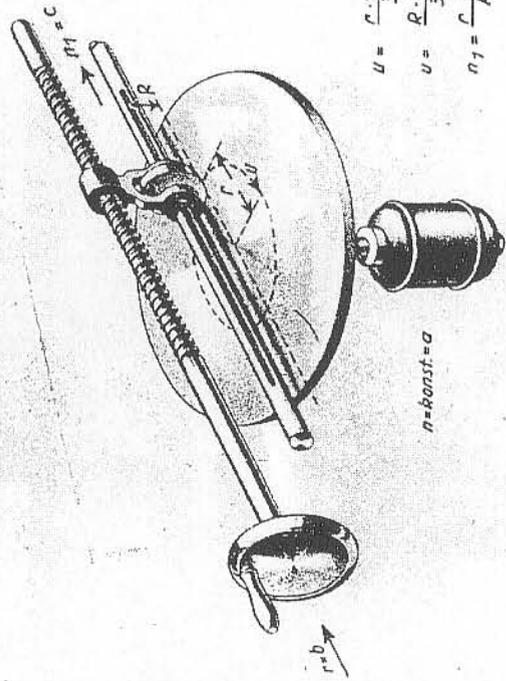
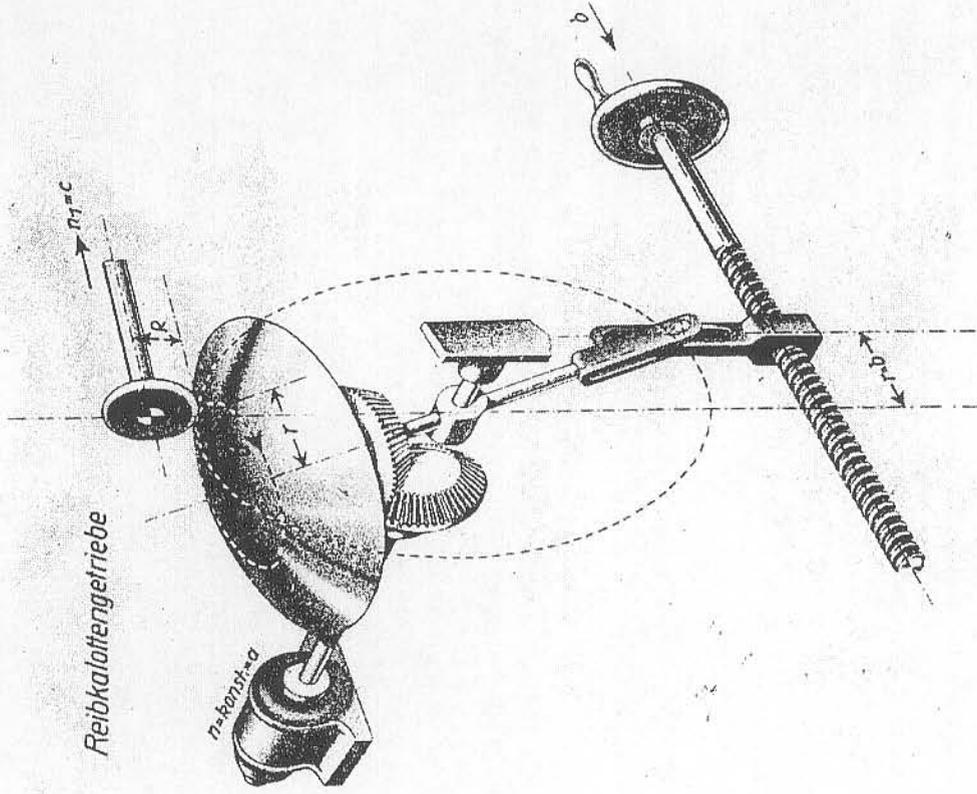
Anlage:  
und h<sub>M</sub>-Anzeige

er Zusammen-  
rie und dem

e dienen un-  
batterie. Um  
gen Eingangs-  
(Flak) unter  
u Leit- und  
r alle Neben-  
ten Eingangs-  
gehen.

igswerte des  
h<sub>M</sub>. Da am





$$u = \frac{c \cdot \pi \cdot n}{30}$$

$$v = \frac{R \cdot \pi \cdot n_1}{30}$$

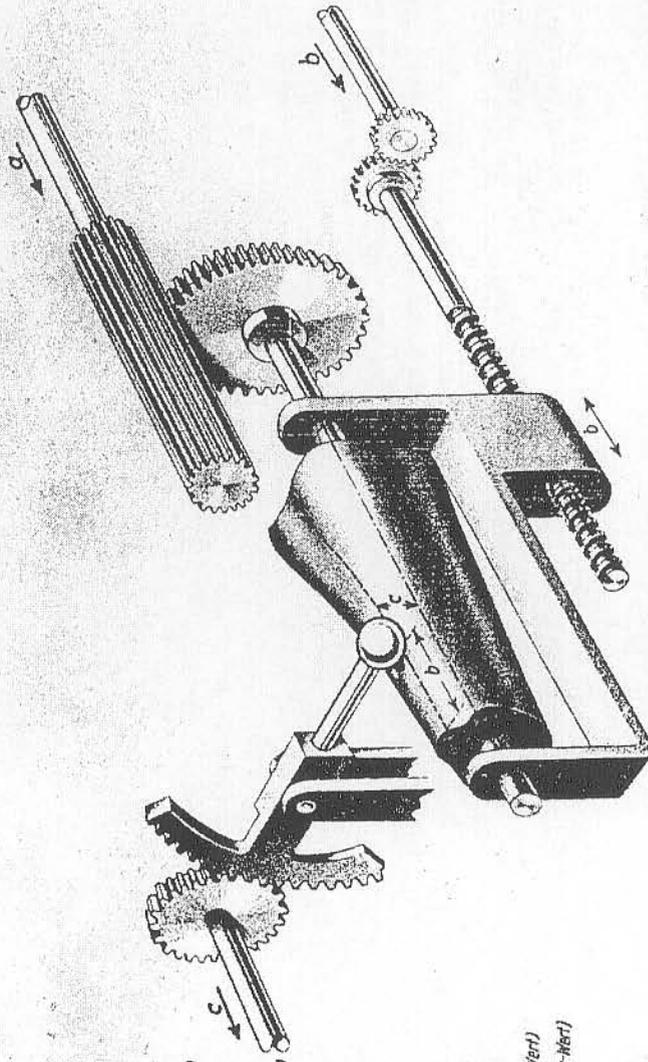
$$n_1 = \frac{c \cdot n}{R}$$

$$n_1 = c \cdot n$$

$$c = b \cdot a$$

$$R = 1$$

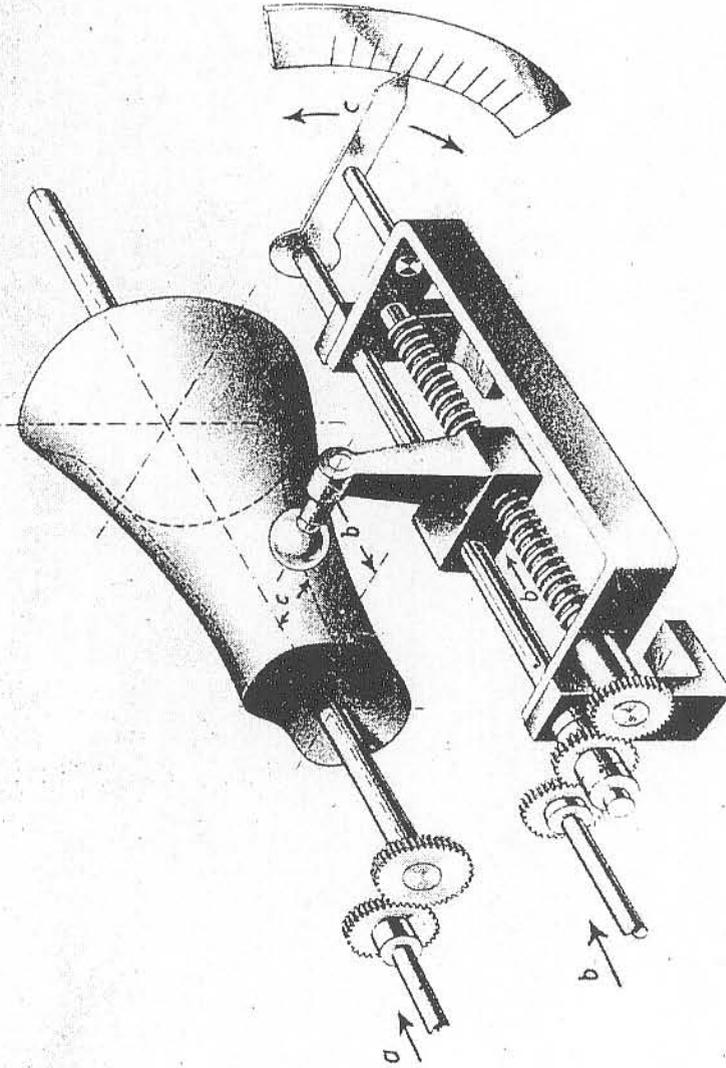
Abbildung 44  
Kdo. Ger. 40, Reibradgetriebe



Anwendung zur Bestimmung von:

1. *Seitenabweichung infolge des Rechtslaufes des Beobachters  $\Delta \sigma$*   
 $h_1$  (a-Wert),  $e_{PT}$  (b-Wert),  $\Delta \sigma_2$  (c-Wert)
2. *Seitenabweichung infolge des Windenflusses  $\Delta \sigma_{WV}$*   
 $h_1$  (a-Wert),  $e_{PT}$  (b-Wert),  $\Delta \sigma_{WV}$  (c-Wert)
3. *Verdeutigung der Rohrverhäufung infolge Gebrauchsdauer  $\Delta \varphi_{BE}$*   
 $h_1$  (a-Wert),  $e_{PT}$  (b-Wert),  $\Delta \varphi_{BE}$  (c-Wert)
4. *Gechaltflugszeitverbesserung infolge Windenfluss  $\Delta t_{ZW}$*   
 $h_1$  (a-Wert),  $e_{PT}$  (b-Wert),  $\Delta t_{ZW}$  (c-Wert)
5. *Gechaltflugszeitverbesserung infolge Gebrauchsdauer  $\Delta t_{ZE}$*   
 $h_1$  (a-Wert),  $e_{PT}$  (b-Wert),  $\Delta t_{ZE}$  (c-Wert)
6. u. 7. *Längs- und Querswind-Komponente*  
 Windrichtung (a-Wert), Mindestschw. (b-Wert)  
 Längs- bzw. Querswindkomponente (c-Wert)
8. *Horizontale Auswanderungsstrecke  $S_h$*   
 $v_h$  (a-Wert),  $t_{Re}$  (b-Wert),  $S_h$  (c-Wert)

Abbildung 45  
Kdo. Ger. 40, Kurvenkörper



Anwendung zur Bestimmung von:

1. Rohreithöhe  $r$   
 $z_{KT}$  (a-Wert),  $h_T$  (b-Wert),  $y$  (c-Wert)
2. Zünderstellung  $z$   
 $e_{KT}$  (a-Wert),  $h_T$  (b-Wert),  $z$  (c-Wert)
3. Meßhöhe  $h_M$   
 $z_M$  (a-Wert),  $e_M$  (b-Wert),  $h_M$  (c-Wert)
4. Meßkartenenfernung  $e_{KM}$   
 $z_M$  (a-Wert),  $e_M$  (b-Wert),  $e_{KM}$  (c-Wert)

Abbildung 46  
 Kdo. Ger. 40, Kurvenkörper

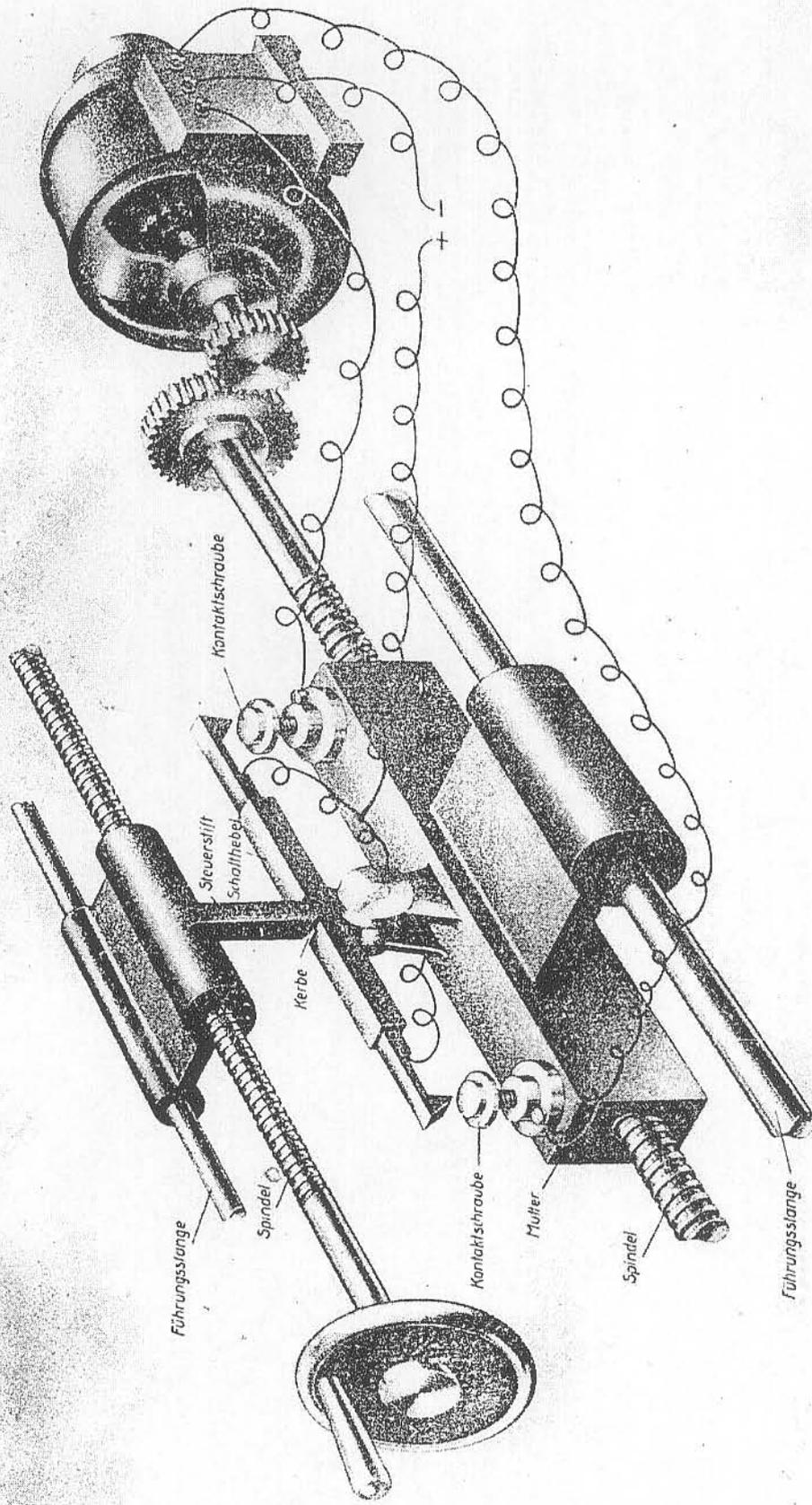


Abbildung 47

Kdo. Ger. 40, Einfachschaltdose

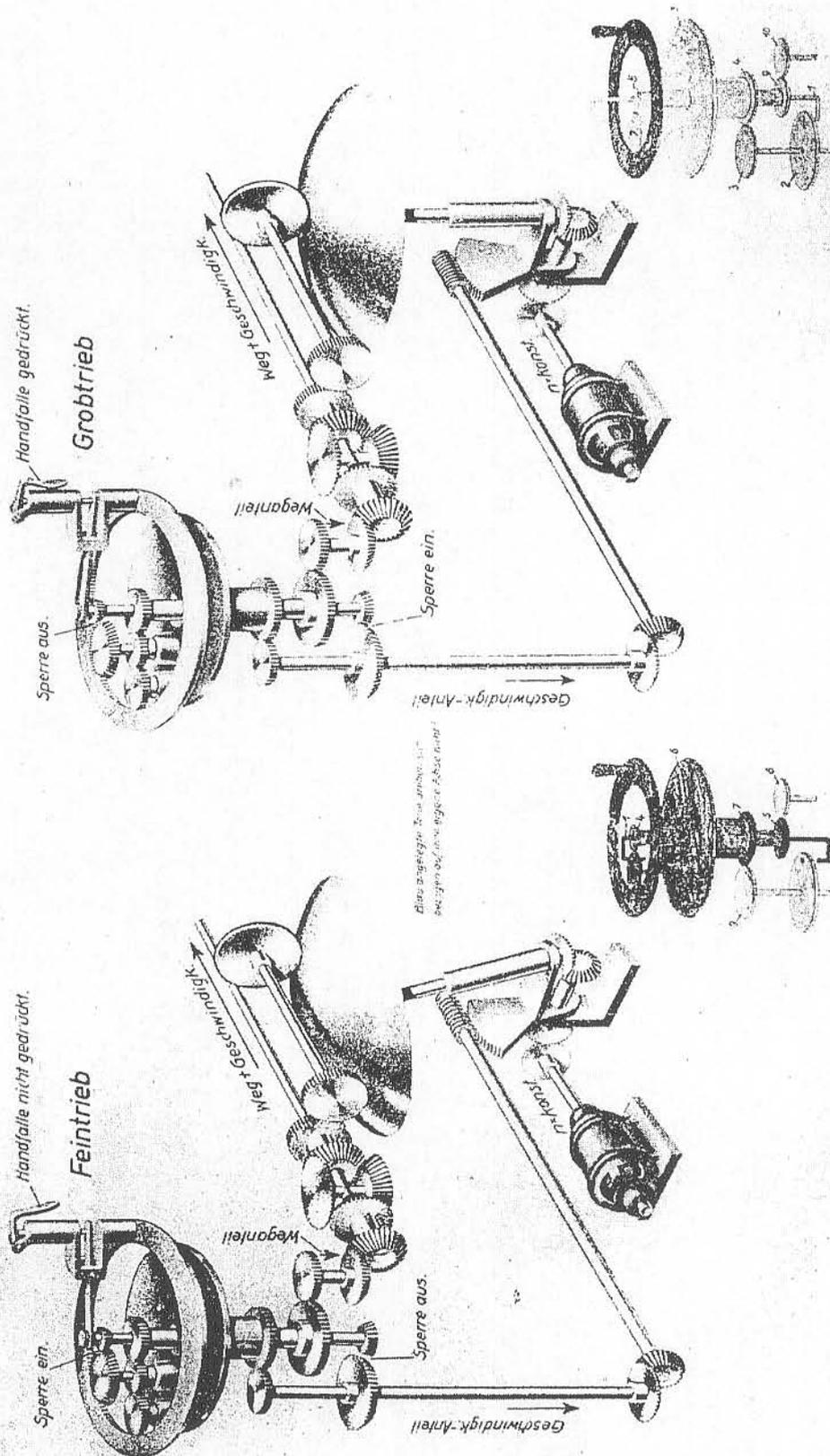


Abbildung 48

Kdo. Ger. 40, Weggeschwindigkeitsgetriebe

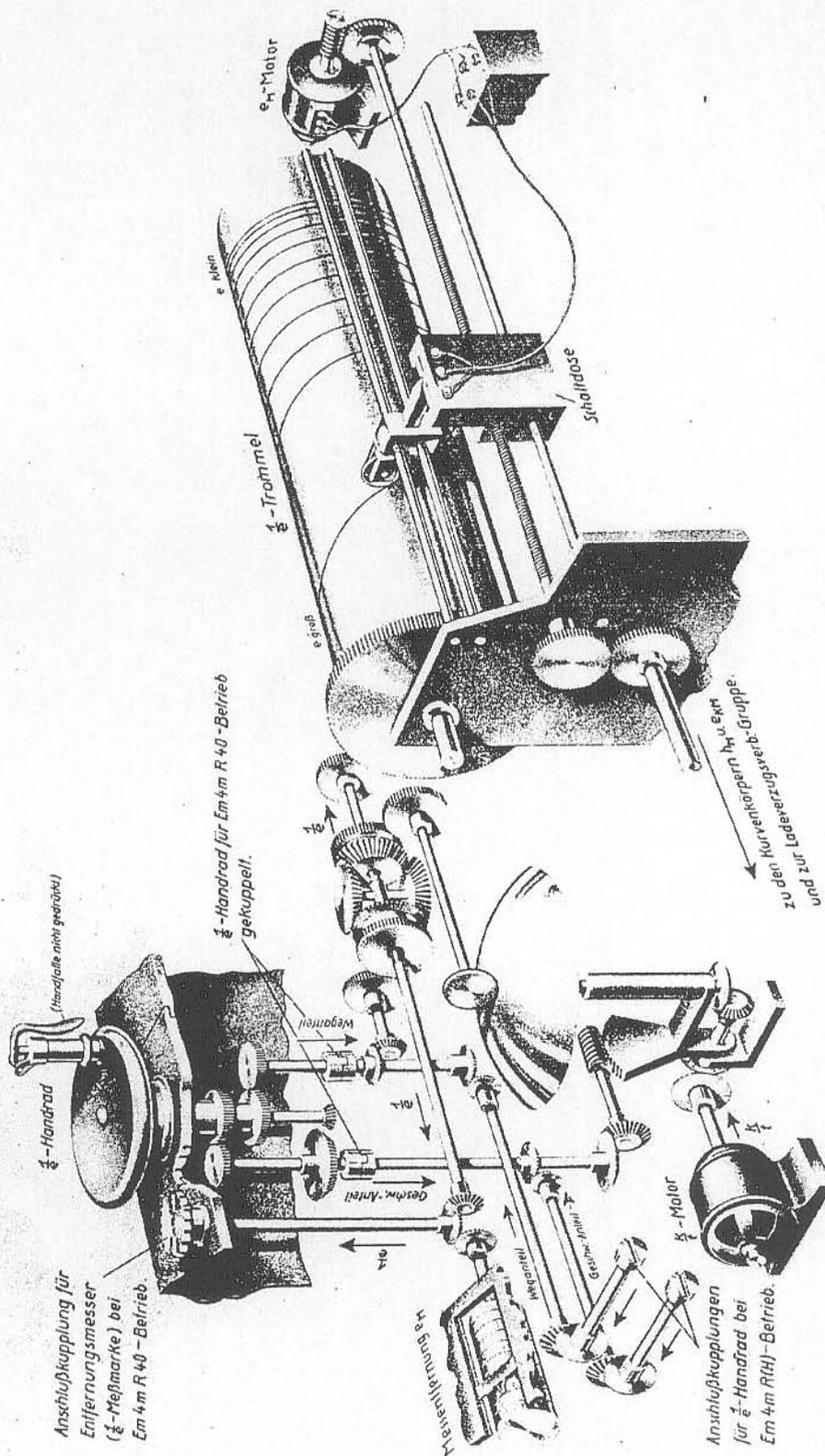


Abbildung 49  
Kdo. Ger. 40, 1/e-Wandler

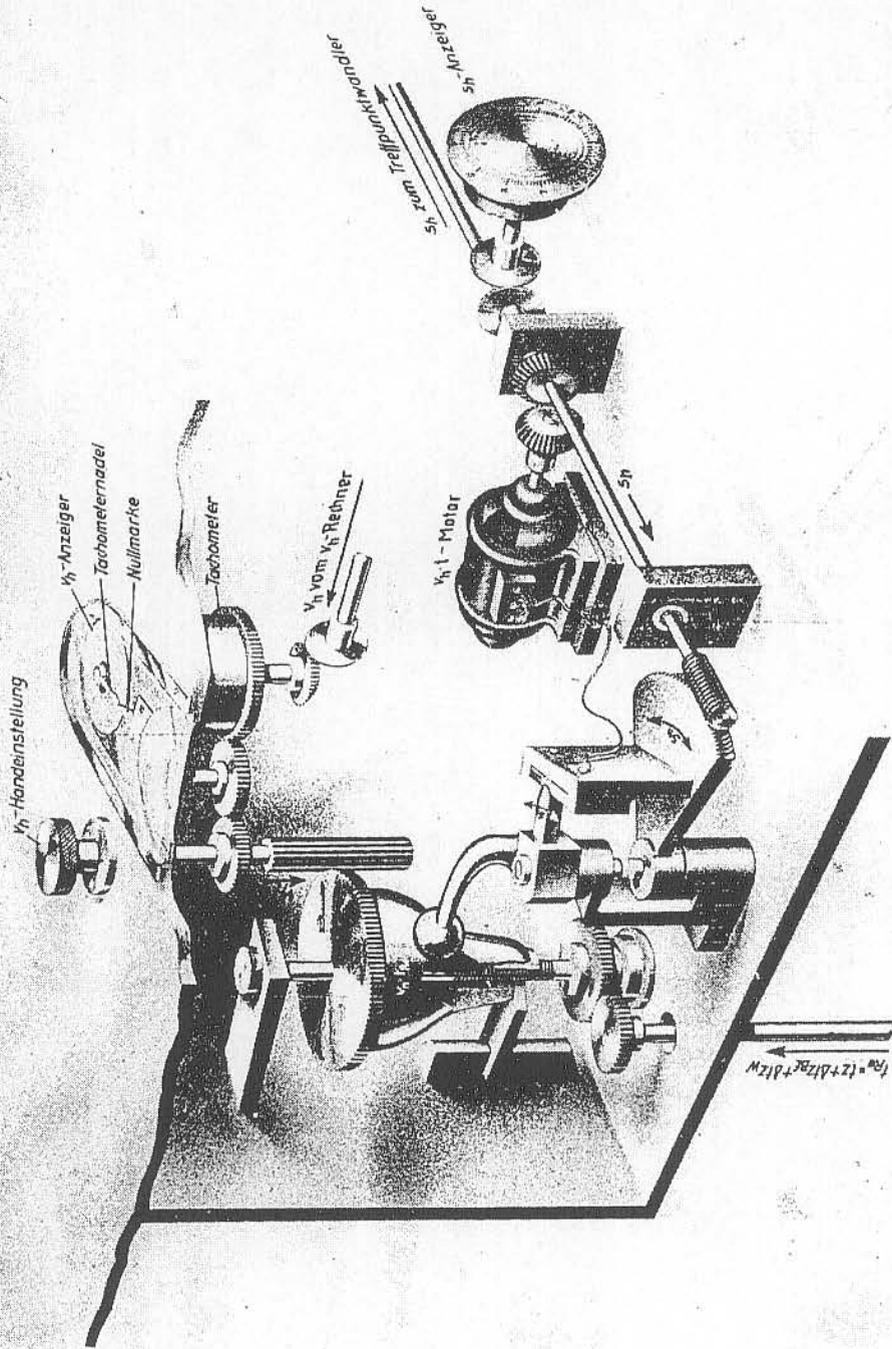


Abbildung 50  
Kdo. Ger. 40, Rechner für horizontale Auswanderungstrecke

Abbildung 51

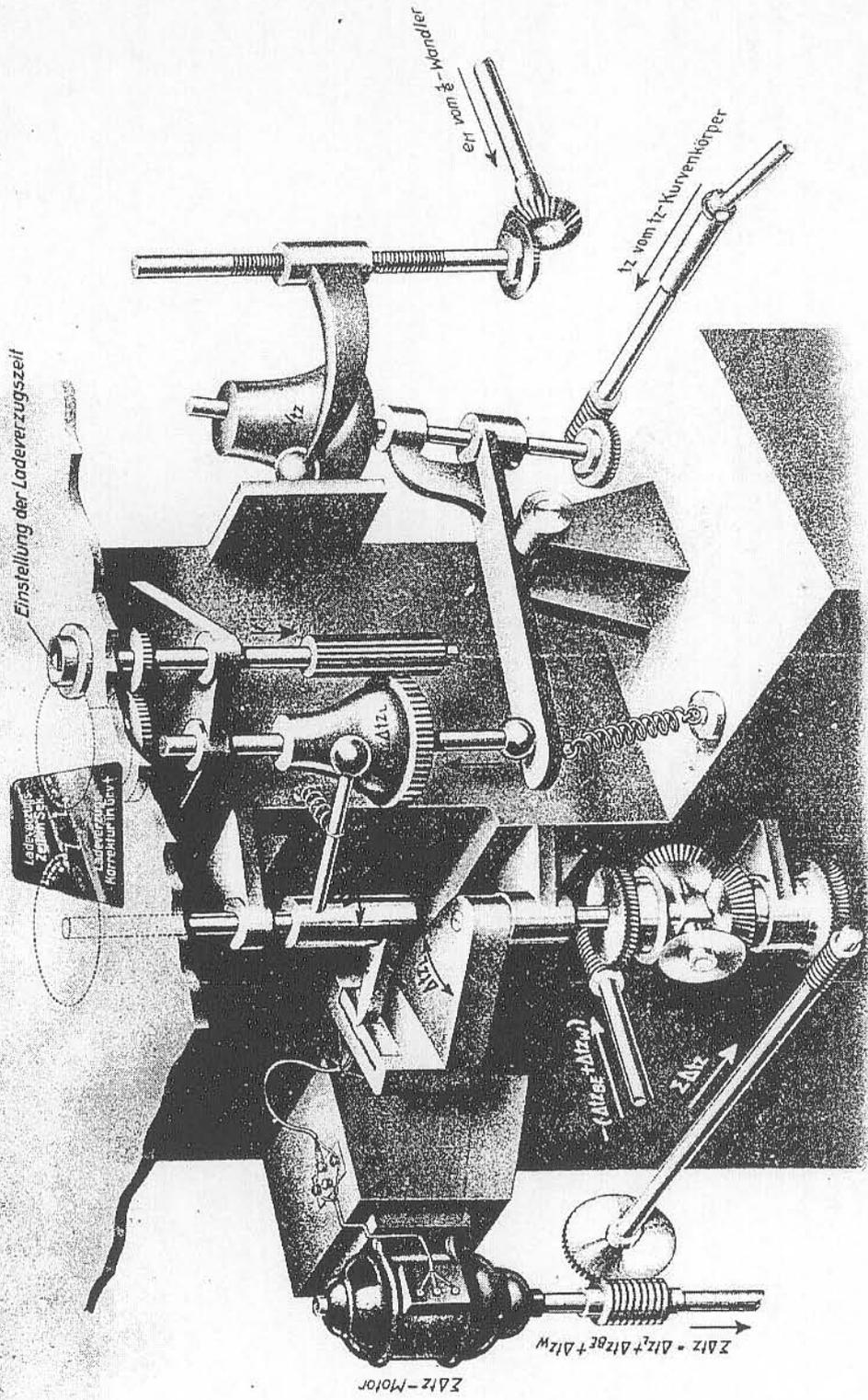


Abbildung 51  
Kdo. Ger. 40, Ladeverzugsverbesserungsgruppe

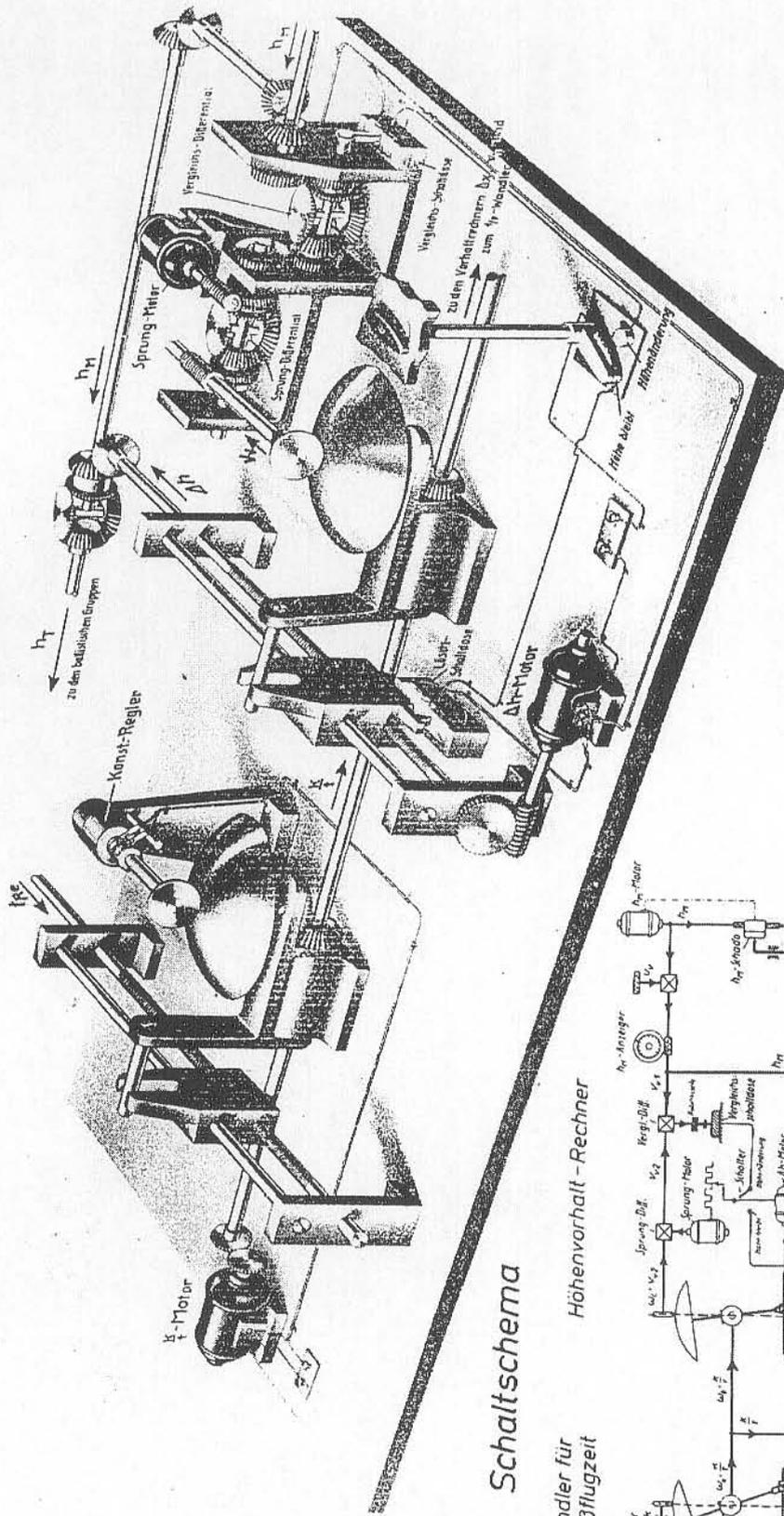


Abbildung 52  
Kdo. Ger. 40, Umwandler für Geschosflugzeit und Höhenvorhalt-Rechner

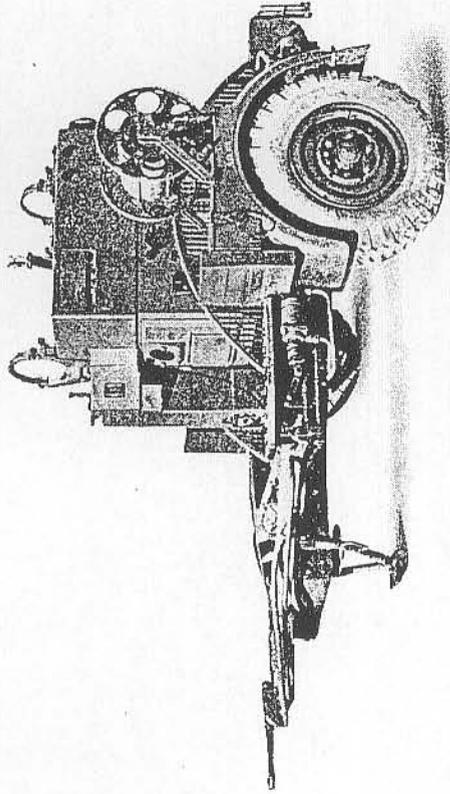


Abbildung 53  
Kdo. Ger. 40 in Fahrstellung

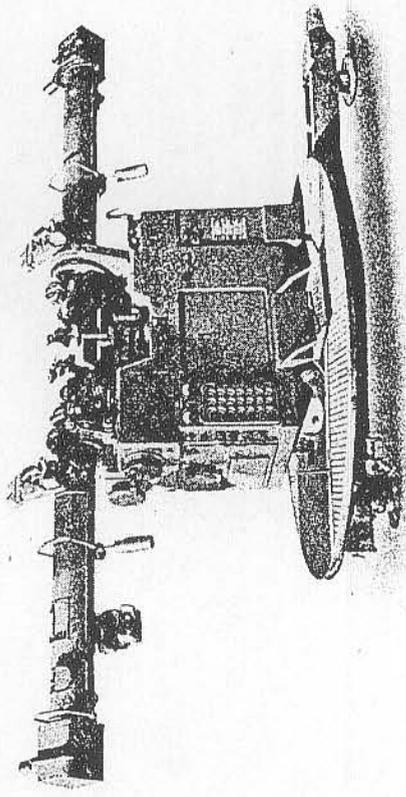


Abbildung 54  
Kdo. Ger. 40 in Feuerstellung

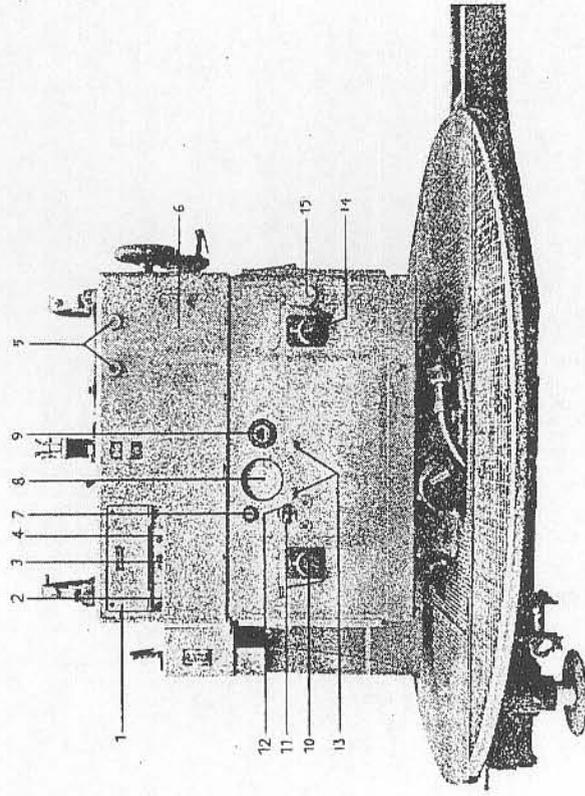


Abbildung 55  
Die Vorderwand

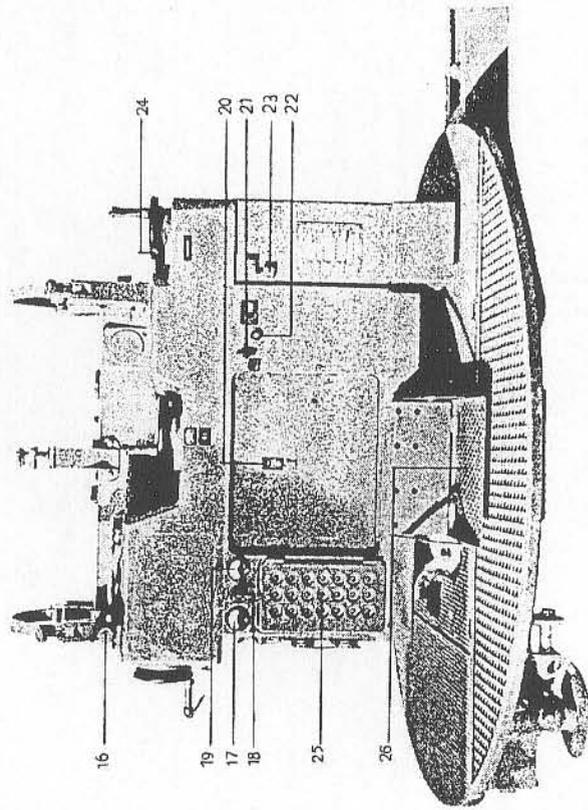


Abbildung 56  
Die Rückwand

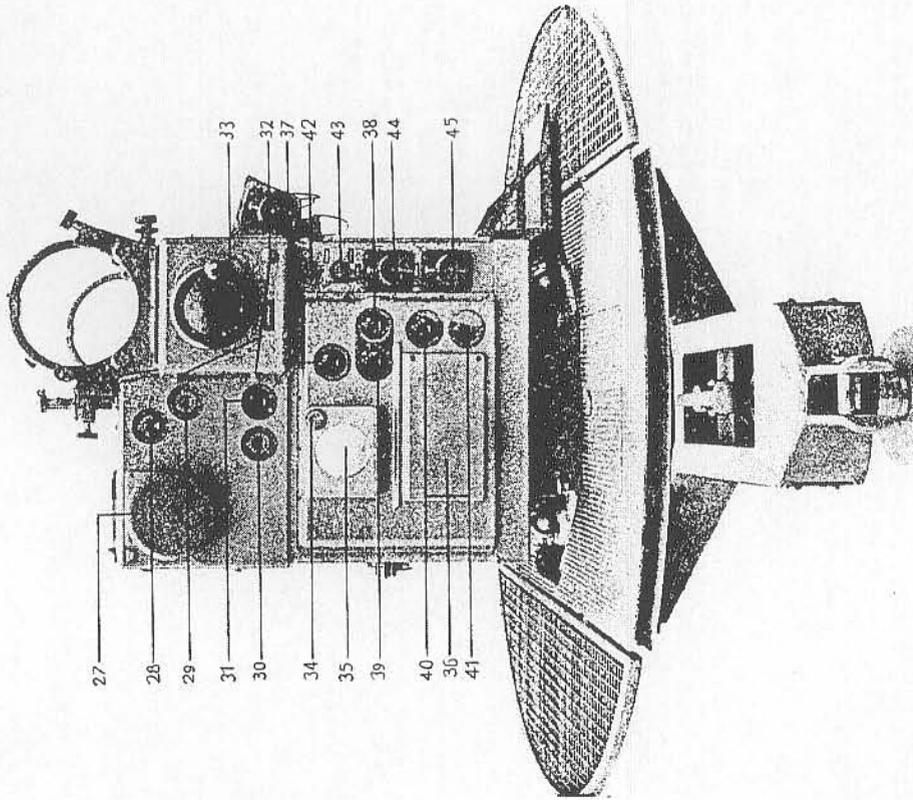


Abbildung 57  
Die linke Seitenwand

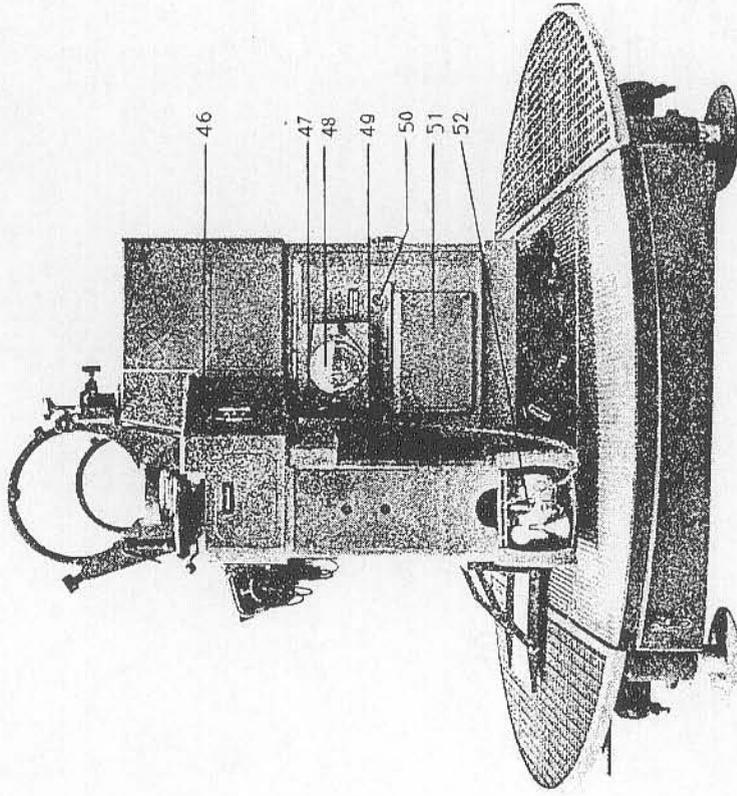


Abbildung 58  
Die rechte Seitenwand

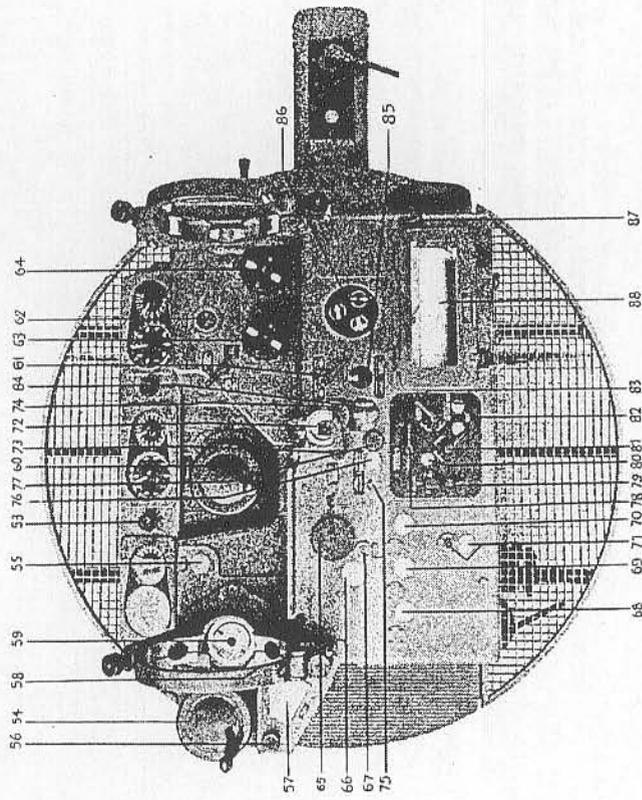


Abbildung 59  
Die Oberseite

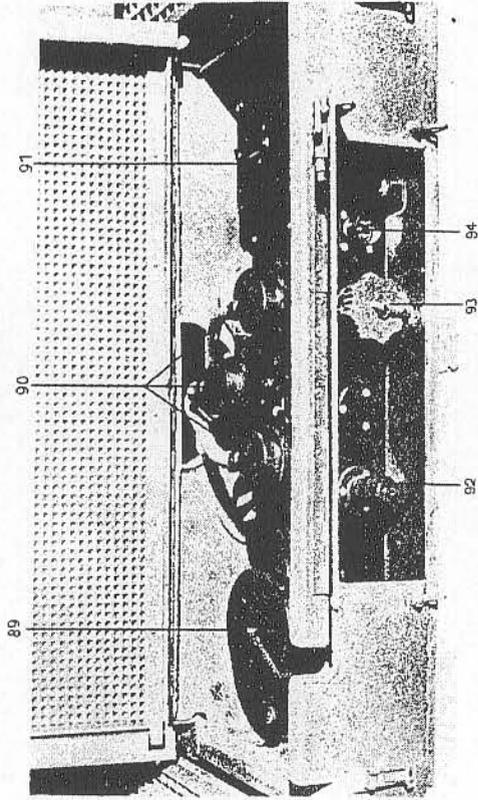
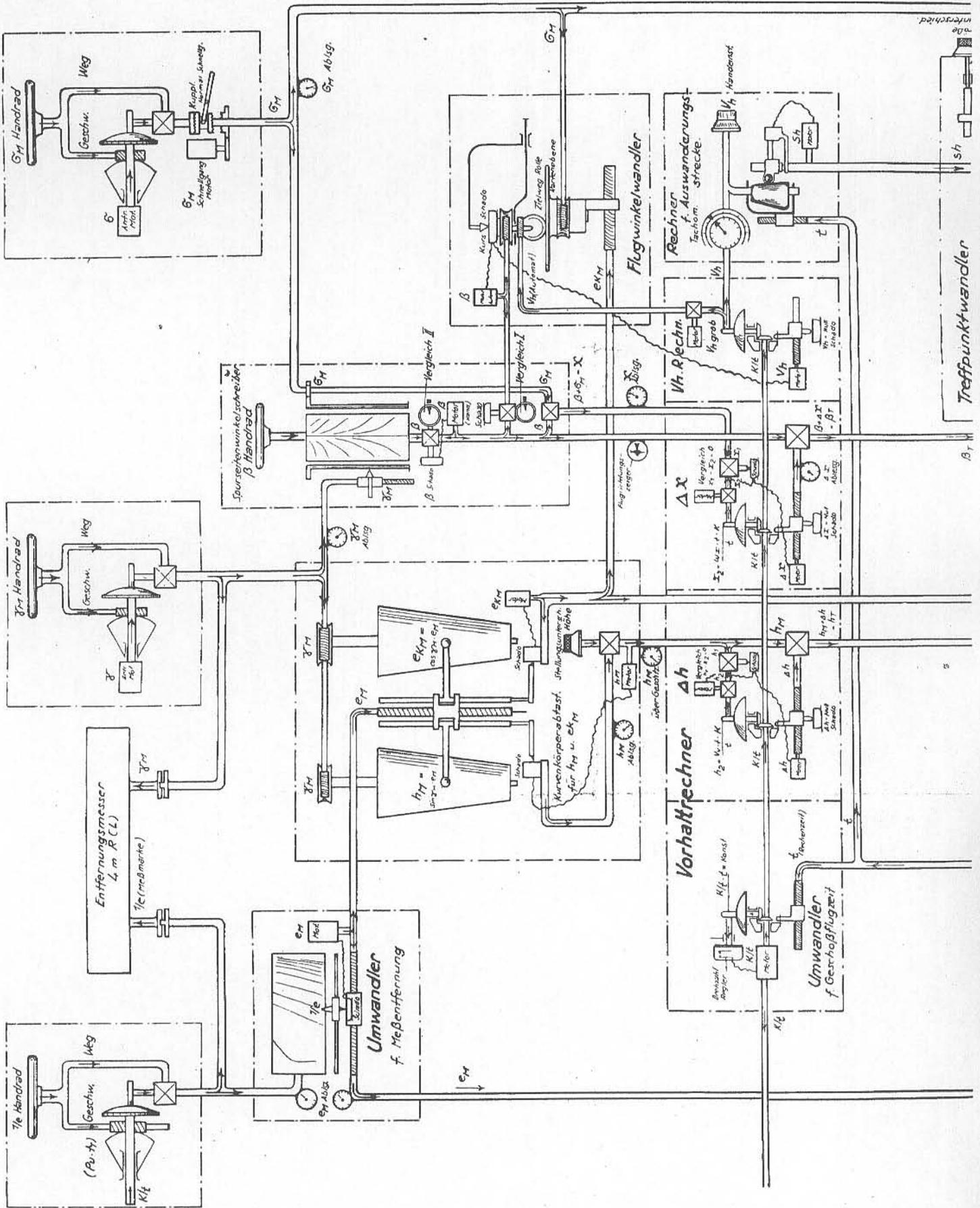
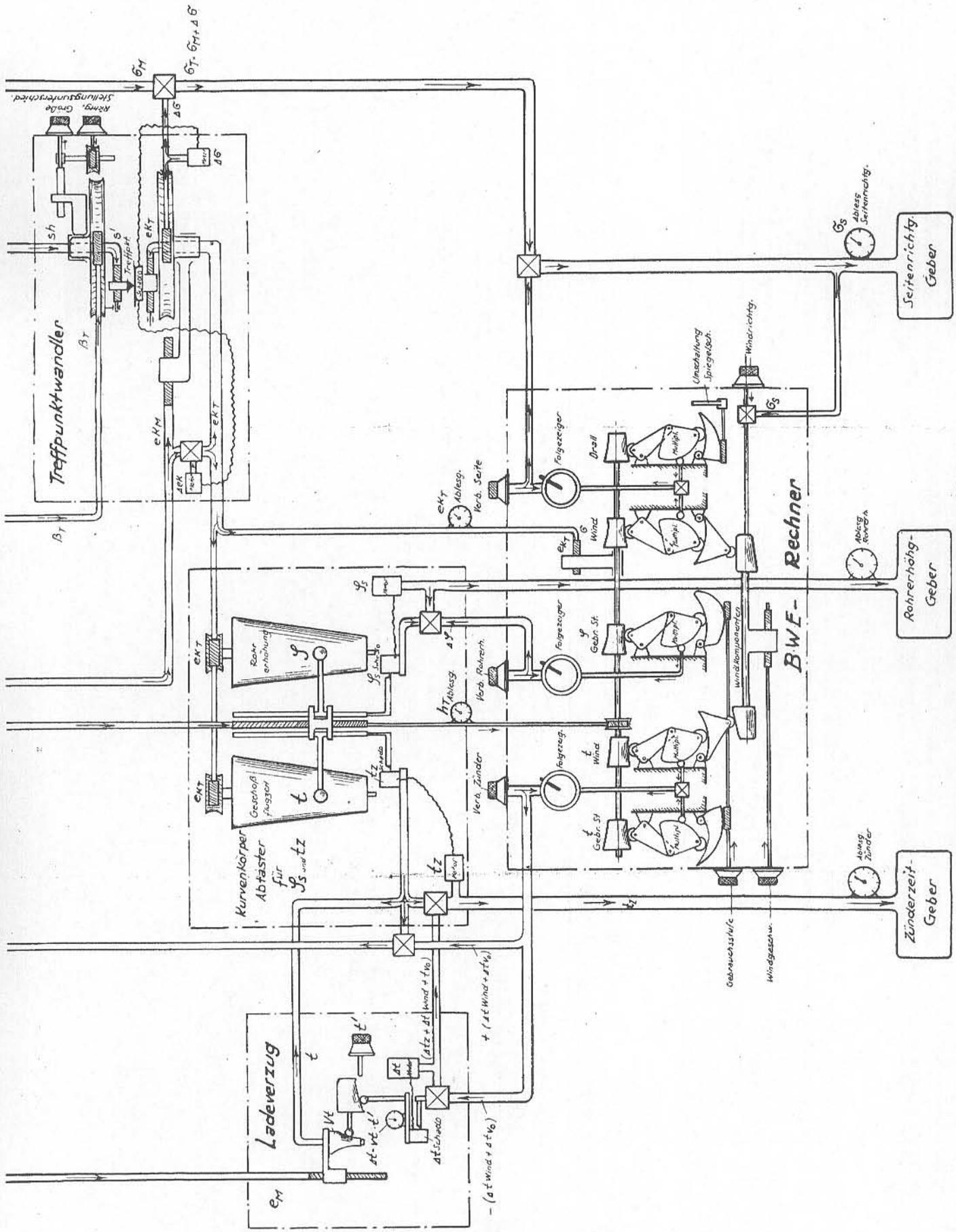


Abbildung 60  
Der Kabelkuppelungskasten





Zeichnung 61  
 Schema des Kdo. Ger. 40