



Durch die Schweiz ab 1937 angeschafft und bei HASLER in Lizenz gebaut: Ungarisches Kommandogerät GAMMA-JUHASZ. Links die beiden Fernrohre zur Verfolgung des Fliegers.

Mechanische Analog-Computer für schwere Flak-Kanonen

ca. 1935-1955

Wirkungsweise des ungarischen Kommandogerätes GAMMA-JUHASZ

André Masson, Langenthal



General GUISAN, Kommandant der Schweizer Armee, interessiert sich für die Genauigkeit des Rechners GAMMA-JUHASZ.

„Generals-Schiesskurs“ auf dem Schiessplatz Zuoz, 1940 (knapp vier Jahre nach der ersten Flak-RS, die noch durch die Abteilung für Artillerie geführt wurde).

Archäo-Informatik, militärische Zahnrad-Computer ca. 1935 bis 1955:

Aufbau und Funktion des Kommando-Gerätes GAMMA-JUHASZ

Mit schweren Flab-Kanonen versuchte man die Flugzeuge bis in grosse Höhen zu bekämpfen. In der Schweiz waren bis zum Ende des 2. Weltkrieges 278 schwere 7.5cm-Geschütze im Einsatz, mit Wirkungsdistanzen bis zu 7 km, sowie 101 Horchgeräte zur Früherkennung, 114 grosse Telemeter (3m-Basis) zur Distanzbestimmung, und 88 Kommandogeräte GAMMA-JUHASZ.

Angaben im Flieger-Flab-Museum Dübendorf, Rundgang.

Auch bei hohen Anfangsgeschwindigkeiten flogen die Geschosse 15, ev. 20 Sekunden (im Extremfall, mit stark reduzierter Trefferwahrscheinlichkeit, bis zu 25 Sekunden). In dieser Zeitspanne flogen langsamere, schwere Bomber vielleicht 2 km weit – die Geschütze am Boden mussten also weit vorauszielen, damit ein Treffer überhaupt möglich war. Die viel schnelleren Granaten aus den Kanonen und die langsameren Flugzeuge mussten sich zur selben Zeit am selben Ort treffen, und dort mussten die Sprengladungen der Geschosse explodieren. Wohin muss die Kanone also zielen? Wann muss die Granate explodieren?

Um dieses Problem zu lösen, wurden **Flugrechner** benötigt, die sog. „Kommandogeräte“. Sie wurden in verschiedenen Ländern bereits Jahre vor den weltweit ersten Digitalrechnern in Betrieb genommen. Verwendet wurden dazu **mechanische Analogrechner** – echte Zahnradcomputer von ca. 400 kg Gewicht. Die Aufgabe war nicht einfach: Die Voraussage des Treffpunktes benötigt Informationen zum exakten Kurs, Flughöhe und Geschwindigkeit des Flugzeuges (Radargeräte gab es damals noch keine). Die verschiedenen Variablen (Flugzeit, Entfernung des Treffpunktes von der Kanone und vom Flugzeug) hängen alle voneinander ab: Um den Treffpunkt zu finden, muss man die Flugzeit kennen, und die Flugzeit wird erst ersichtlich, wenn man den Treffpunkt bereits kennt.

Die Schweizer Armee bestellte zuerst ein oder zwei US-Geräte SPERRY, um Erfahrungen zu sammeln. Anscheinend war man nicht zufrieden damit; es wurden andere Typen getestet, so ein ungarisches Produkt GAMMA-JUHASZ. Dieses wurde angeschafft, ab 1938 wurden 32 Stück geliefert. Anschliessend wurde es in Lizenz gebaut bei HASLER, und laufend weiterentwickelt. Es kam eine Extrapolation hinzu für Kurvenflüge, und später wurde das Gerät erweitert mit den nötigen Fähigkeiten, um auch Radar-Daten zu verarbeiten. Die Radarortung erlaubte eine Erfassung des Flugzeuges durch Nebel, Wolken oder in der Nacht.

Mathematische Grundlage

Zwischen den Geräten SPERRY und GAMMA-JUHASZ gibt es grosse Unterschiede in der prinzipiellen Art, wie der Weg des Flugzeuges erfasst und mathematisch ausgewertet wird, d.h. auf welche Art die Prognose zum zukünftigen Treffpunkt erfolgt.

SPERRY:

Die Flugzeug-Position wird sofort in **rechtwinkligen Koordinaten** erfasst (Ost/West und Nord/Süd). Auch die Geschwindigkeit wird in rechtwinkligen Komponenten gemessen, ebenfalls die Vorhersage des Vorhaltes, d.h. des Flugweges bis zum Treffpunkt mit der Granate. Das hat den Vorteil, dass die

Addition sehr einfach ist: Treffpunkt (in beiden Koordinaten) = Flugzeug-Position plus Vorhalt. Anschliessend wird der errechnete Treffpunkt eher aufwändig wieder zurückverwandelt in Winkel-Werte, da die Kanonen zwei Winkel-Werte erwarten: Seitenwinkel und Höhenwinkel.

GAMMA-JUHASZ:

Hier bleibt man gleich bei den **Winkeln**, die von der Vermessung des Flugzeuges vorliegen. Es werden für Position oder Geschwindigkeit des Flugzeuges keine rechtwinkligen Koordinaten gebraucht. Der Flugweg wird **geometrisch nachgebildet** – es werden mit Spindeln (Distanzverstellung) und Linealen mehrere Dreiecke gebildet, um die gesuchten Grössen daraus abzulesen:

a) Aus der Schrägdistanz (vom Telemeter geliefert) und dem gemessenen Höhenwinkel zum Flugzeug (Fernrohr am Kommandogerät) wird rein mechanisch die Flughöhe aus einem nachgebildeten Dreieck abgelesen, ebenso die horizontale Kartendistanz zum Flugzeug.

b) Die Kartendistanz steuert den „Entfernungswagen“, auf dem zwei „Flugrichtungsarme“ sitzen, jeder mit einer Vorhalte-Spindel versehen. Daraus entnimmt man die Position des Flugzeuges, den Kompasskurs des Flugzeuges, und die Distanz vom Flugzeug zum Treffpunkt. Mit Stahlbändern wird die Distanz des Treffpunktes zum Kommandogerät abgenommen. Es ist alles eine **geometrische Nachbildung des geflogenen Kurses**, projiziert auf die Karte, im Massstab 1 : 40'000.

c) Mit einem weiteren, geometrisch nachgebildeten Dreieck und einem Stahlband zur Messung der Distanz werden die Variablen umgerechnet vom Kommandogerät auf den Mittelpunkt der vier Kanonen, die in einiger Distanz daneben stehen (sog. Parallax-Verschiebung).

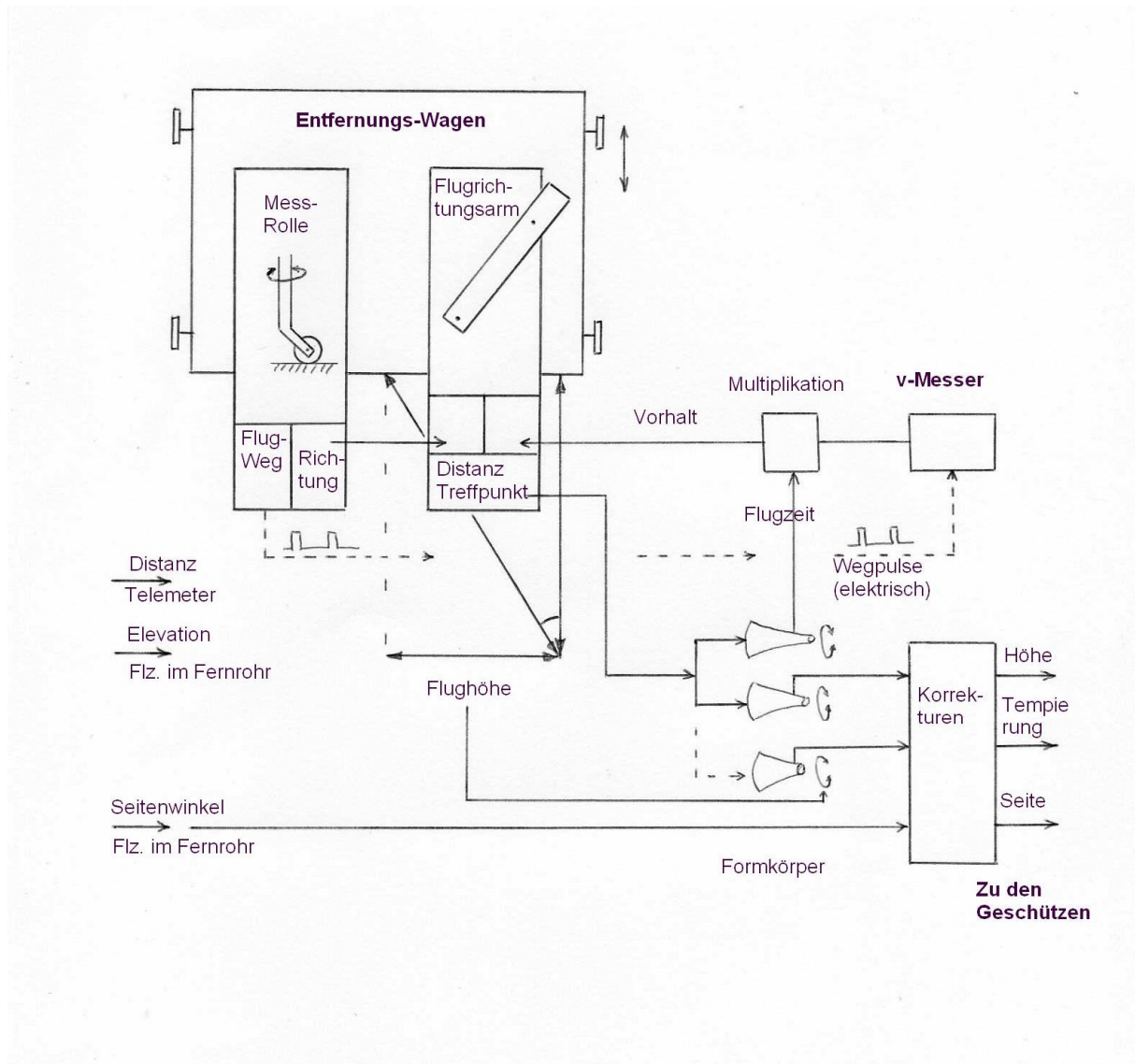
Zur Hauptsache wird beim GAMMA-JUHASZ also nirgends gerechnet, sondern der Flugweg wird geometrisch nachgebildet, Längen und Distanzen werden abgemessen, und elektrische Motoren so lange laufen gelassen, bis die richtigen Winkel eingestellt sind.

Sobald es nicht-lineare Dinge gibt, taugen massstäbliche geometrischen Nachbildungen nicht mehr. Beispiel: Nach dem Abfeuern der Geschütze wird die Geschwindigkeit der Geschosse rasch gebremst durch den Luftwiderstand. Alle derartigen Zusammenhänge werden beim GAMMA-JUHASZ ausgiebig mit **Formkörpern** numerisch erfasst. Das sind kompliziert geformte Körper aus Metall, deren Oberfläche einen numerischen Zusammenhang zwischen drei Variablen darstellt. Der Körper wird einerseits um seine Achse rotiert, andererseits längs der Achse verschoben – und ein ortsfester Andrück-Stift berührt seitlich die Oberfläche und misst deren Abstand von der Rotationsachse. Solche Formkörper werden im GAMMA-JUHASZ ausgiebig verwendet. So wird die Vorhaltestrecke des Flugzeuges während der Geschossflugzeit (eine reine Multiplikation: Geschwindigkeit mal Zeit) auch mit einem Formkörper ausgeführt, obgleich es direkte Hebel-Getriebe zur Multiplikation gäbe.

An einer einzigen Stelle werden rechtwinklige Koordinaten verwendet: Der Wind wird rechtwinklig zerlegt in eine Komponente „mit dem Schuss“ und „quer dazu“, was zu Korrekturen führt der bereits errechneten Werte für die Geschütze: Der Querwind beeinflusst den Seitenwinkel, der Wind mit oder gegen die Schussrichtung verändert die Elevation und die Tempierung. Die Korrekturen sind wieder in Formkörpern gespeichert.

Funktions-Einheiten im geometrischen Gerät GAMMA-JUHASZ

Der Verständlichkeit halber etwas vereinfacht



Ausmessen des Flugzeuges – Flugsimulation im Rechner:

Zwei Mann stehen an den Fernrohren und halten das **Flugzeug stets im Fadenkreuz**. Einer verdreht per Handrad die **Elevation** (Höhenwinkel), der andere den **Seitenwinkel**: das ganze Gerät ist in seiner Längsachse immer genau zum Flugzeug hin ausgerichtet und fährt ihm laufend nach.

Ist das anfängliche rasche Einschwenken zum Flugzeug erfolgt, könnte während des ruhigen Folgens sogar ein einziger Mann die beiden Winkel simultan einstellen mit zwei Handrädern (gemäss alter Anleitung 1938 aus Ungarn). Nach neuerem CH-Reglement 1950 braucht es zwei Mann für die beiden Winkel. Bei weit entfernten, tief stehenden Flugzeugen verdecken die beiden Fernrohre einander gegenseitig die Sicht.

Vom Telemeter her kommt die Information zur **Schrägdistanz** zum Flugzeug. Im nachgebildeten Distanzen-Dreieck (Vektorparallelogramm) sind damit auch die Flughöhe und die Kartendistanz bekannt. Der mit dem Fernrohr eingestellte Elevationswinkel ist im Distanzen-Dreieck markiert.

Der **Entfernungswagen** rollt innerhalb des Gerätes auf Schienen und stellt sich in eine Lage, welche der aktuellen Kartendistanz zum Flugzeug entspricht.

Auf dem Entfernungswagen mitfahrend ist die **Messrolle** montiert und der **Flugrichtungsarm**. Erstere rollt auf einem inneren, fix mit dem Erdboden verbundenen Zwischenboden, der sich nicht mit dem ganzen Gerät mitdreht. Die Messrolle wird nachgeschleppt und steht parallel zur Flugrichtung des Flugzeuges. Diese Flugrichtung wird per Zahnrad von der Messrolle zum Flugrichtungsarm übertragen, der bei Bedarf um 360° rotiert: Der Punkt links unten im Flugrichtungsarmsymbolisiert das Flugzeug, der Punkt rechts oben den Treffpunkt, der in Flugrichtung um die Vorhaltestrecke voraus-extrapoliert wird. Mit einem gespannten Stahlband wird die Distanz vom Kommandogerät bis zum Treffpunkt ausgemessen (hier nicht skizziert, siehe Original-Getriebepläne später). Die Messrolle gibt immer nach 250 Metern zurückgelegter Wegstrecke des Flugzeuges einen elektrischen Impuls zum **Geschwindigkeitsmesser**.

In den **Formkörpern** wird aus der Flughöhe und der Distanz zum Treffpunkt die **Flugzeit** ermittelt, welche zur Berechnung des Vorhaltes benötigt wird, sowie der **Höhenwinkel** der Geschützrohre (inkl. „Herunterfallen“ der Geschosse während der Flugzeit) und die nötige **Tempierung** der Geschosse.

In den **Korrekturen** werden zahlreiche Nachbearbeitungen vorgenommen: Wind längs, Wind quer, Parallaxkorrekturen, weil die Geschütze nicht am selben Ort wie das Kommandogerät stehen, sowie Handkorrekturen in der Seite, in der Höhe und in der Tempierung, welche nach der Schussbeobachtung vorgenommen werden. Diese Korrekturen werden auf Seite 17-19 beschrieben.

Wie gut vom Boden aus zu erkennen ist, ob die Granate zu früh oder zu spät explodiert, oder ob ein Winkel nicht gut stimmt und welcher, bleibt vorerst offen.

Zum besseren Verständnis ist das Schema oben nur **vereinfacht** gezeichnet. Es wird im GAMMA-JUHASZ auch noch berücksichtigt, was im Schema oben nicht eingezeichnet ist:

>> Es gibt **zwei Flugrichtungsarme**, weil die Tempierung einen anderen Abstand zum Treffpunkt erfordert als die Berechnung der Winkel: Wegen der Ladezeit-Verzögerung erfolgt das Ende der Zeit-Prognose bereits einige Sekunden vor der letzten Winkel-Prognose (Schussabgabe). Siehe Seite 27.

>> Es gibt nicht nur einen, sondern **zwei** horizontale Geschwindigkeitsmesser, sowie einen dritten für die **vertikale Geschwindigkeit** (schon ab dem erstem Versuchsgerät, das die Schweiz gekauft hat).

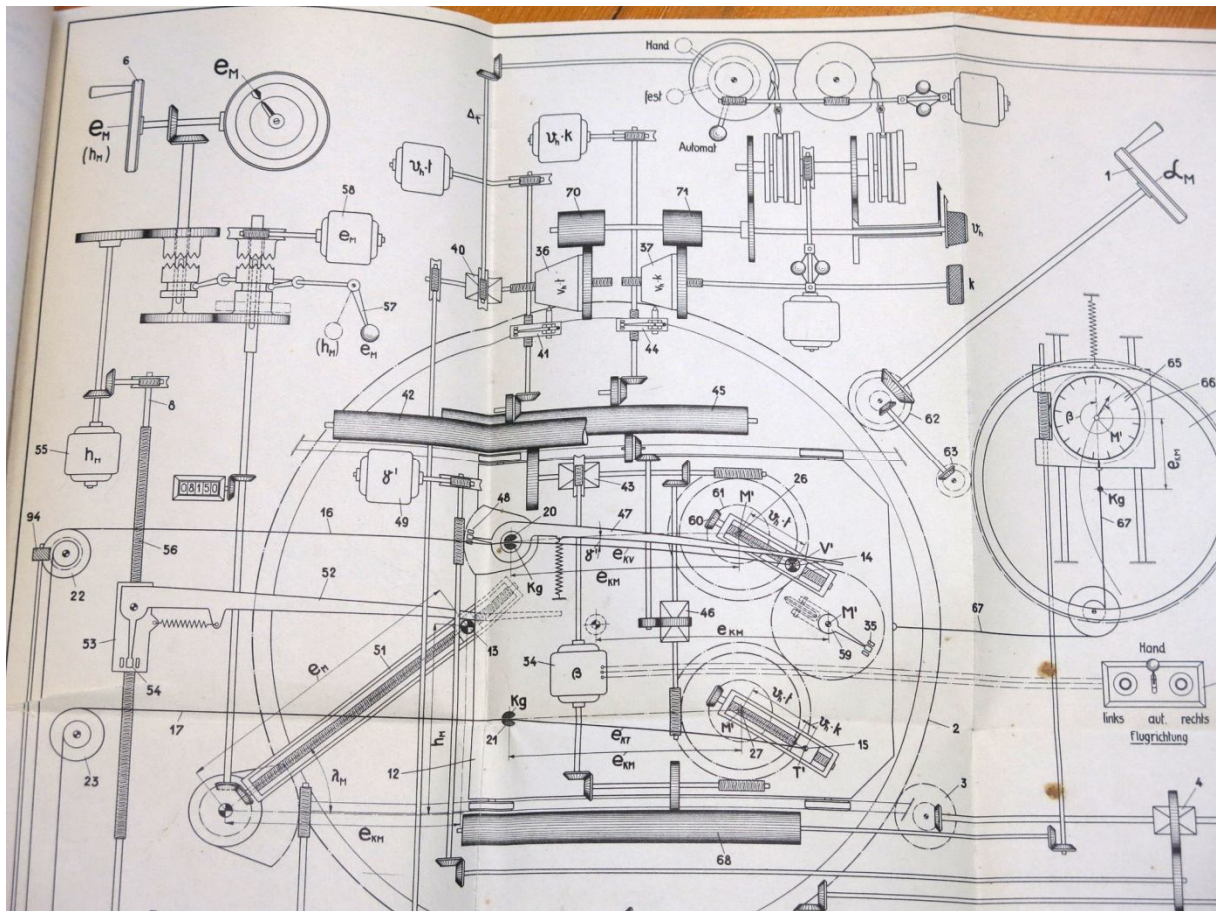
>> Auf einem weiteren fahrbaren Wagen werden die Dreiecke simuliert, welche zur Korrektur wegen der **Parallax-Einstellungen** benötigt werden – wiederum mit einem Stahlband zur Messung einer dritten Dreiecks-Seite. Nach dem Stellungsbezug lassen sich Entfernung, Winkel und Höhendifferenz zwischen dem Kommandogerät und den Kanonen von Hand eingeben. Zwei weitere fahrbare Wagen bedienen die Formkörper zur Bestimmung der Geschoss-Flugzeit und der Tempierzeit.

>> Ab den ca. 1944 ausgelieferten Geräten (genannt Gerät 43, HASLER-Eigenentwicklung) gibt es eine zusätzliche **Extrapolation für den Kurvenflug**, siehe Seite 21 / 22.

>> Zahlreiche **Anzeigen von Distanzen, Winkeln, Richtungen** helfen der Mannschaft, den Überblick zu bewahren oder Fehler zu erkennen.

>> Praktisch alle Größen werden elektrisch „nachgeführt“. Neben den mechanischen Präzisionsteilen gibt es eine ganze Welt **elektro-mechanischer Teile**: Kontakte, Relais, Mikrometer, Motoren, Bremsen für die Motoren, Endschalter und Begrenzer, Sicherungen, usw. Siehe den folgenden Teil über die „Nachführungen“, Seite 8 bis 11.

Funktions-Schema, Teilausschnitt des zentralen Teiles mit dem Entfernungswagen:



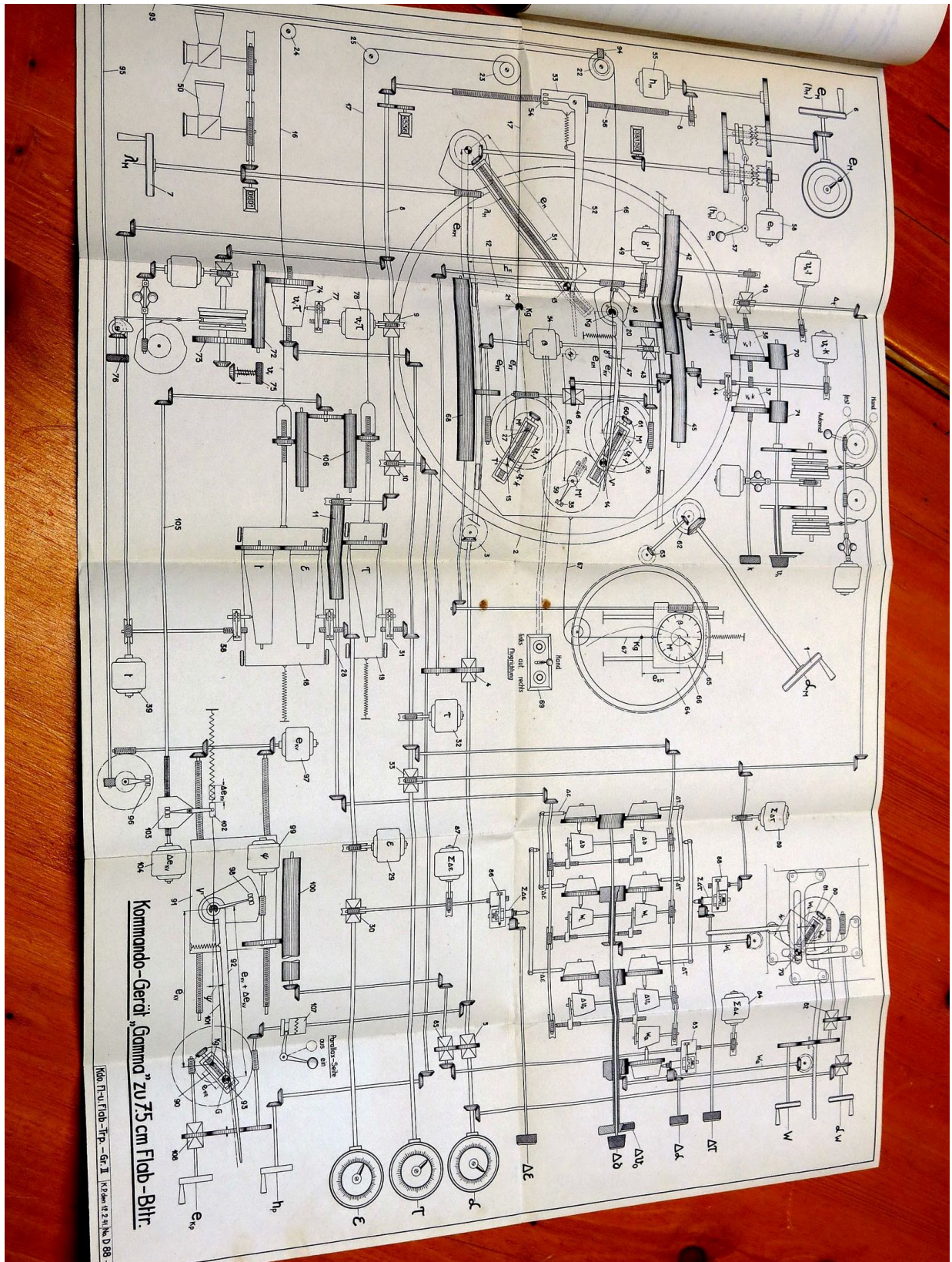
Der grosse Kreis ist der Zahnkranz, mit dessen Hilfe das ganze Rechengerät um die Vertikalachse gedreht wird (Handrad 1 rechts oben, diagonal). Der **Entfernungswagen** läuft auf vier Rollen zwischen den drei langen Zahn-Walzen, welche drei Variablen-Werte übertragen: oben den normalen Vorhalt $v_h t$, und zusätzlich noch $v_h k$ für die Ladezeit-Verzögerung, unten den Flugwinkel. Der Vorhalt wird an den schief stehenden Flugrichtungs-Armen mit den Spindeln eingestellt, zwei Stahlbänder (links am Bildrand über Rollen geführt) messen die Distanz vom Kommandogerät Kg zum Treffpunkt. Zwischen den Flugrichtungsarmen ist ein gleich grosses Zahnrad zur Einstellung des Winkels, unter ihm (schraffiert) die **Messrolle**, welche den Weg des Flugzeuges abspult auf einer festen Platte, die sich nicht mit dem Gerät mitdreht. Die Messrolle steuert per Mikrometer 35 den Motor 34 für den Flugwinkel.

In diesem Bildausschnitt sieht man fünf unterschiedliche Punkte, welche je in verschiedenem Zusammenhang das Flugzeug, dessen Position oder Teile seiner Bewegung darstellen!

Am linken Rand des Entfernungswagens ist der segmentierte Zapfen 13, welcher beim Einstellen des Höhen-Distanz-Dreiecks den Wagen entsprechend der Horizontaldistanz e_{km} wegstösst (k für Karte, m für Messpunkt).

Der **Höhenmotor** 55 (links am Bildrand, h_m) verdreht die vertikale Spindel 56 so lange, bis der Höhenlineal 52 an den Kontakten 53, 54 nicht mehr „aufwärts“ und nicht mehr „abwärts“ befiehlt – dann ist die Höhe in der langen Spindel richtig eingestellt und kann andernorts für weitere Rechnungen verwendet werden. Die **Telemeter-Distanz** wird am Handrad links oben „nachgeführt“ und stellt beim Zapfen 13 an der diagonalen Distanz-Spindel 51 die richtige Schrägdistanz zum Flugzeug ein.

Es folgt das **gesamte mechanische Schema**, gezeichnet 12.2.1941, entnommen einer von mehreren Anleitungen und Betriebshandbüchern im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf (siehe Bildnachweis):



Elektrische Nachführungen = präzises Kopieren von Analog-Werten

Gelegentlich muss beim Weg durch die Zahnradgetriebe eine **neue Kraftquelle** angezapft werden. Verfolgt man auf dem Gesamt-Schema die Signalwege, so zählt man: Das Signal des Handrades für den Seitenwinkel (Fernrohr-Nachführung) steuert direkt die Drehung des ganzen Gerätes, und muss insgesamt durch neun Zahnrad-Paare und sowie zwei Differentialgetriebe hindurchgeleitet werden. Beim Lagewinkel (ebenfalls Fernrohr-Nachführung) sind fünf Zahnrad-Paare anzutreiben. Bei der Flughöhe, angetrieben durch einen Elektromotor, sind es 13 Zahnrad-Paare und zwei Differentialgetriebe.

Bei vielen Geräten anderer Fabrikation werden zur Anzapfung neuer Kraftquellen in der Regel handbetriebene „**Folgezeiger**“ eingesetzt: Der Rechner zeigt an einem drehbaren Ring den momentanen Wert einer Variablen an, und ein Mensch hat von Hand einen zweiten Ring andauernd so einzustellen, dass bei aller Bewegung stets Marke auf Marke bleibt. Das Gerät GAMMA-JUHASZ hat bloss einen einzigen Folgezeiger, nämlich dort, wo der Wert für die Schrägdistanz zum Flugzeug vom Telemeter her mit einer magnetischen Synchron-Anzeige in Empfang genommen wird. Drei drehbare, sternförmig angeordnete Spulen in einem magnetischen Wechselfeld haben beim Sender und beim Empfänger exakt dieselbe Anordnung; es kann damit aber nur das Signal weitergeleitet werden – eine Kraft zum Antreiben der nachfolgenden Getriebe kann nicht abgenommen werden. Beim Folgezeiger führt ein Mensch diese Nachführung per Handrad aus – der Rechner hat danach das Signal mit dem richtigen Wert empfangen, obgleich der direkte Signalfluss vom Telemeter zu den nachfolgenden Rechengetrieben beim Folgezeiger unterbrochen und nicht durchgehend verbunden ist.

Alle anderen Grössen werden beim GAMMA-JUHASZ **elektrisch „nachgeführt“**, meistens nach dem Prinzip des elektrischen „Mikrometers“: die zu kopierende Messgrösse wird in ihrer mechanischen Bewegung auf einen elektrischen Mittelkontakt geführt, der beweglich zwischen zwei nahe gelegenen, motor-gesteuerten und motor-steuern den Endkontakten liegt. Die Lage des Mittelkontaktes ist vom Motor her nicht zu beeinflussen. Berührt der Mittelkontakt den einen oder anderen Endkontakt, so verändert der Motor seine Variable „aufwärts“ oder „abwärts“; wenn keine Richtungsänderung mehr verlangt wird, hat der Ausgang des Motors den korrekten Wert der Variablen gefunden. Das Prinzip wird in den drei folgenden Bildern erläutert.

Mechanischer Plan, zwei Bilder: Kdo. Fl.-u. Flab-Trp. – Gr. II gezeichnet 12.2.41

Elektrischer Plan: „Modell 43“, gezeichnet 5.11.1946, K+W Thun

Wird ein Gerät GAMMA-JUHASZ einmal geöffnet und zerlegt, so wird man die elektrischen Kontakte zu dieser Nachlaufsteuerung genauer untersuchen müssen (Abstand der Kontakte, ev. mechanisches Spiel der Komponenten, soweit das nach 70 Jahren noch gemessen werden kann, auch die Motorbremse, siehe unten, soll gesucht und verstanden werden). Massnahmen gegen ungewolltes Schwingen der elektrischen Nachführung sind bisher nicht bekannt.

Bild unten:

Es sind im Ausschnitt **drei elektrische Nachführungen** sichtbar. Die Telemeterdistanz gibt die Länge der schrägen Spindel 51 (Nachführung von Hand, per Folgezeiger). Der Höhenwinkel λ wird ab Fernrohr von Hand eingestellt, Welle senkrecht von unten her, ein Drittel der Bildbreite vom linken Bildrand. Damit ist der segmentierte, allseits verschiebbare Zapfen 13 eingestellt, der fahrbare Entfernungswagen hat die korrekte Distanz angenommen. Das feine horizontale Höhenlineal 52 zeigt die **Flughöhe** an und gibt diese Grösse an das Mikrometer 53. Der Höhenmotor 55 links oben (Zahl angeschnitten) stellt die vertikale Spindel 56 auf den korrekten Wert der Flughöhe, die dann von weiteren Getrieben übernommen wird.

Dasselbe Prinzip für den **Seiten-Vorhalt**: Am oberen, schräg gestellten Flugrichtungsarm 60, 61 gibt V' den Vorhaltepunkt an (Treffpunkt, falls „jetzt“ geschossen würde). M' ist der Messpunkt (das Flugzeug), stets bezogen auf die Kartenprojektion. Der Winkel Gamma ist der Vorhalt im Seitenwinkel. Das feine, leicht schräg stehende Lineal 47 bringt Gamma auf das Mikrometer 48, der Vorhaltemotor 49 bedient die abgehende Welle nach unten rechts mit dem korrekten Wert für den Seitenvorhalt. - Motor 49 und Lineal 47 sind fest und fahren selber nicht mit dem Entfernungswagen mit.

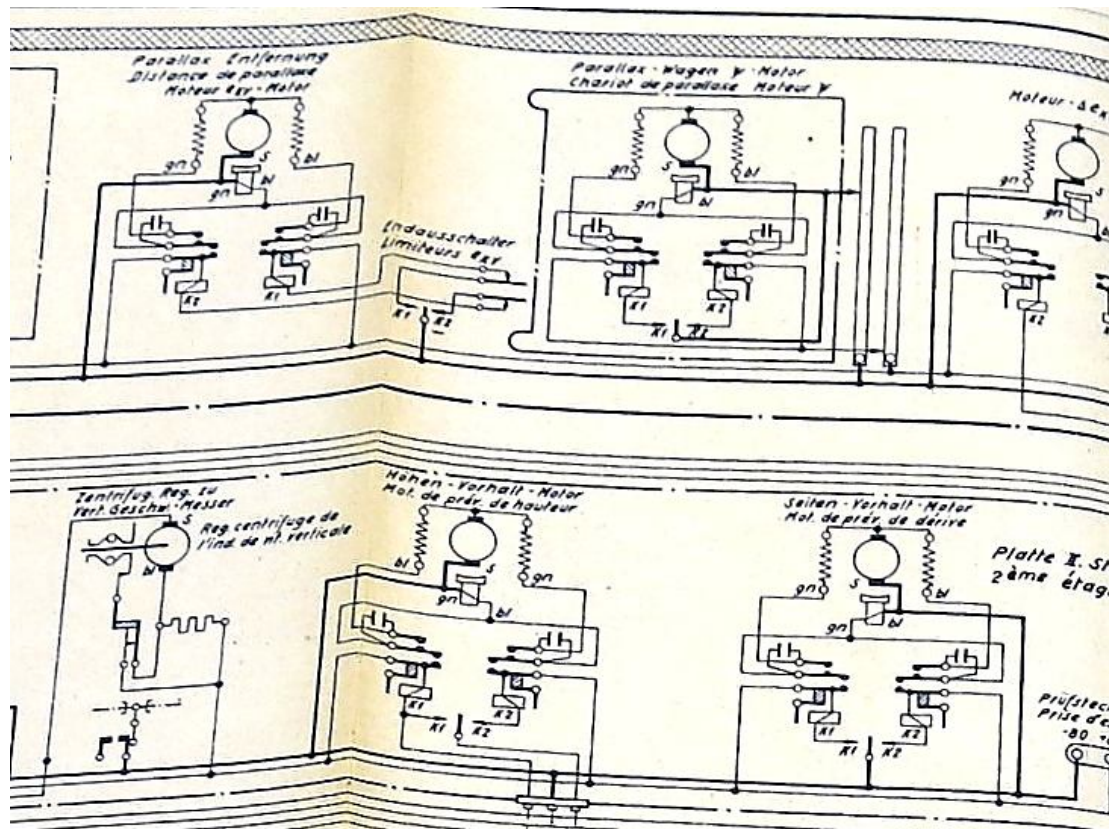
Elektrischer Teil der Nachführungen (Bild unten, Modell 43)

Der Ausschnitt aus dem Elektro-Schema zeigt die Nachführungen von fünf Größen; von links oben nach rechts unten sind es: Parallax-Entfernung, Psi-Motor (mitfahrend auf Parallax-Wagen, mit Kontaktschienen), Distanzkorrektur infolge Parallaxe, Höhen-Vorhalt, Seiten-Vorhalt. Der mit zwei Stator-Spulen gezeichnete Motor für die beiden Drehrichtungen bestand im Modell 38 und 40 aus zwei getrennten Motoren, die am selben Zahnrad eingreifen – einer für „aufwärts“, einer für „abwärts“. Ab Modell 43 hat ein einziger Motor die beiden Richtungen abgedeckt. Der Ausschnitt entspricht etwa einem Zehntel des gesamten elektrischen Übersichtsplanes.

Zu erkennen sind jeweils unten die drei Anschlüsse der elektrischen Mikrometer-Kontakte: Der Zentralteil wird links oder rechts einen der Kontakte K1 oder K2 berühren. Zwei der Nachführungen haben diese Kontakte seitlich gezeichnet, weil es dort Endausschalter gibt mit elektrischer Unterbrechung, sobald ein numerischer Wert (Länge oder Winkel) über- oder unterschritten wird. Der Strom durch die Mikrometer-Kontakte ist nicht etwa der Motorstrom selber, sondern bloss ein Strom durch eine Relais-Spule. Wird das Relais durch die Anziehung eines Winkelhebels aktiv, so werden gleich zwei Stromkreise eingeschaltet: einer für den Motor (gezeichnet mit separaten Stator-Spulen für je eine der Drehrichtungen), und eine weitere Spule, gezeichnet zentral unter dem Motor, die als elektrische Lösung einer Bremse zu interpretieren ist: Die Bewegung muss augenblicklich **abgebremst** werden, wenn keine Bewegung mehr verlangt wird. Nur solange sich der Motoren aktiv dreht, wird die Bremse magnetisch weggenommen.

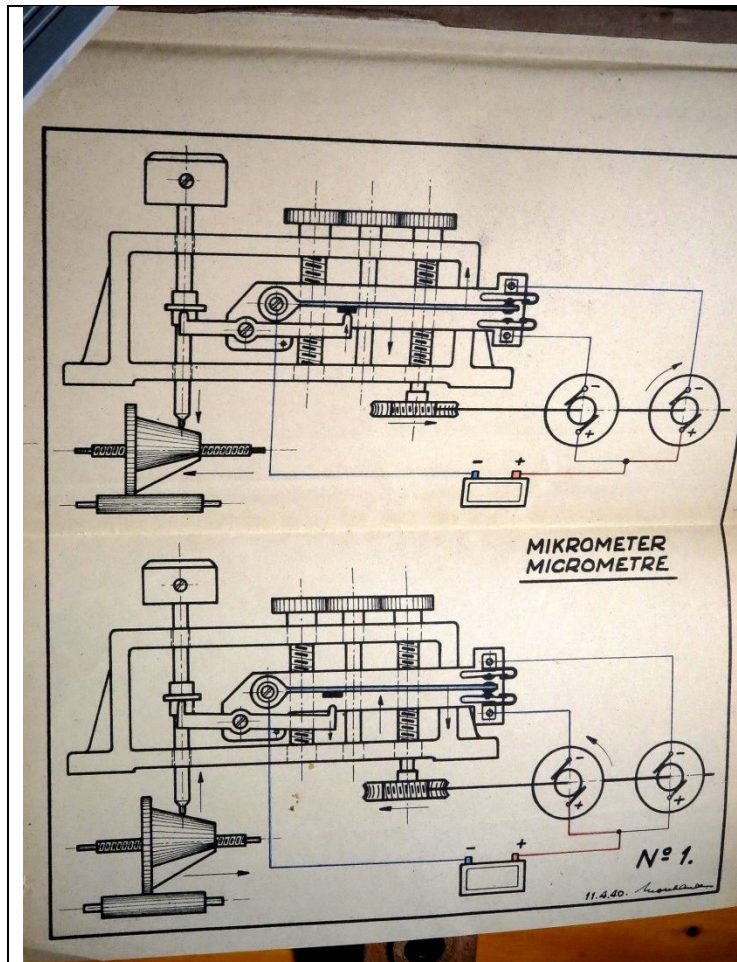
Der Kondensator für die Funkenlöschung lässt darauf schliessen, dass der Motorstrom grösser ist als der Bremsenstrom.

Die Motoren laufen an 80 V DC (Drähte bezeichnet mit +80 V und -80 V, das gibt NICHT 160 V). Die Beleuchtung braucht 12 V AC, erzeugt aus 110 V AC. Die Winterheizung liefert 100 W oder 190 W, plus 250 W oder 475 W (ev. kumulativ), wahlweise ab 80 V DC oder ab 110 V AC, wenn irgend möglich ab dem zivilen Stromnetz.



Die zahlreichen **Formkörper** haben Abgreifstifte, deren Position ebenfalls elektrisch nachgeführt wird. Einzig in der Kette der zahlreichen Endkorrekturen werden die verschiedenen Störungen alle direkt mit einem mechanischen Hebelgestänge addiert, und erst die letzte Summe wird elektrisch nachgeführt.

Hier die HASLER-Ausführung: Nachführung der Abgreifstifte an Rotationskörpern, gez. 11.4.40:



Links unten ist der Formkörper, welcher je nach den Eingangsgrößen rotiert und längs seiner Achse verschoben wird. Der Abgreifstift ist mechanisch gekoppelt mit einem elektr. Mittelkontakt, welcher die Richtung der beiden Nachführmotoren bestimmt: aufwärts oder abwärts.

Die beiden Gewindespindeln sind per Zahnrad verbunden und schieben die Montierung mit den Aussenkontakten (ohne zu verkanten) aufwärts oder abwärts, je nach aktivem Motor. Die Kontakte der Mikrometer bestehen aus Wolfram.

Hier wird nie Ruhe sein: einer der beiden Motoren wird (fast) immer in Betrieb stehen.

Nicht eingezeichnet ist der Weg, wie die nachgeführte Grösse zur weiteren Verwendung weggeht (z.B. ab einem der drei Zahnräder oben).

Beachte auch die Hebelübersetzung beim Abgreifstift, sowie das Andrückgewicht.

Im Zusammenhang mit dem Lärm andauernd laufender oder auch stets umschaltender Motoren ein Zitat aus

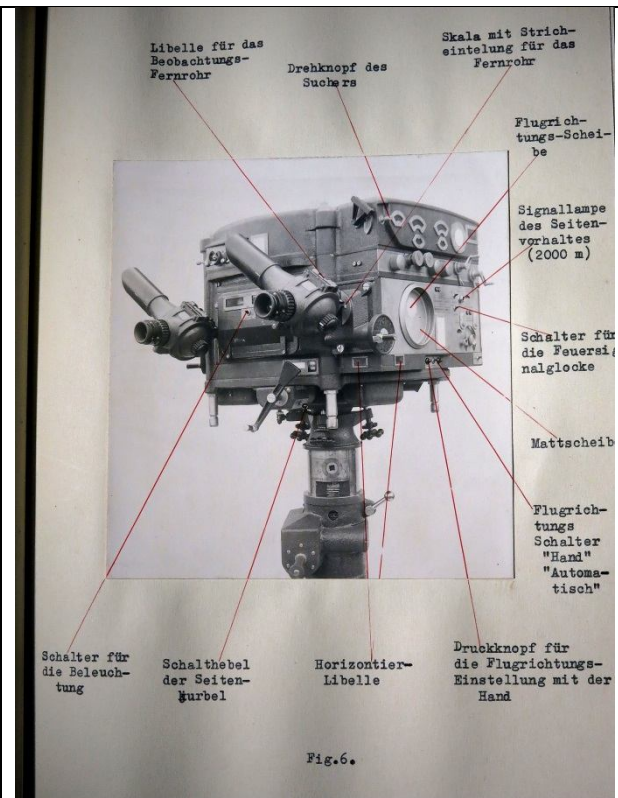
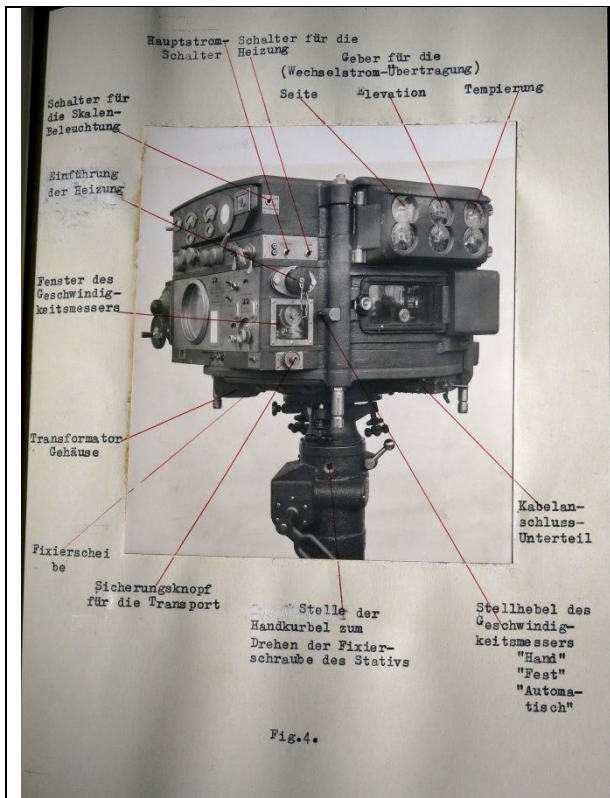
<http://www.bunker-kiel.com/marine-flak-brigade-i/marine-flak-abteilung-ugruko-251-sch%C3%B6nwohld/1-251-nordmark/>

(dort Kapitel 4):

„Im Laufe des Jahres 1944 wurde das Hazemeyer-Gerät aus einem mir unbekanntem Grund abgebaut und abgefahren. Stattdessen erhielten wir ein neues Gerät L 40 (?), das wir nicht so gut fanden, weil es sehr laute Motoren besaß, so dass man Tiefflieger nicht mehr herankommen hören konnte. Überdies besaß es keine Schleifringe sondern nur ein dickes Kabel an einem Galgen, so dass wir das Gerät im Einsatz nach etlichen Drehungen wieder zurückknudeln mussten, damit das Kabel nicht etwa abbriss.“

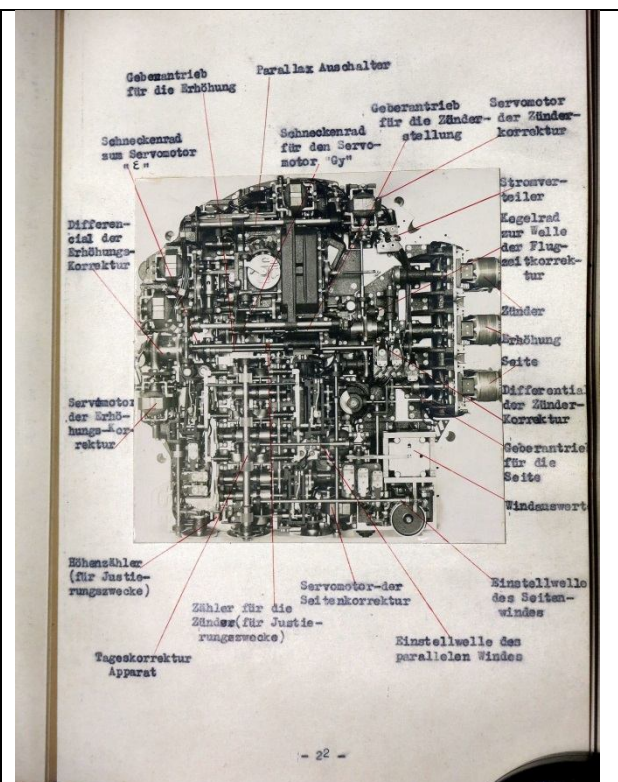
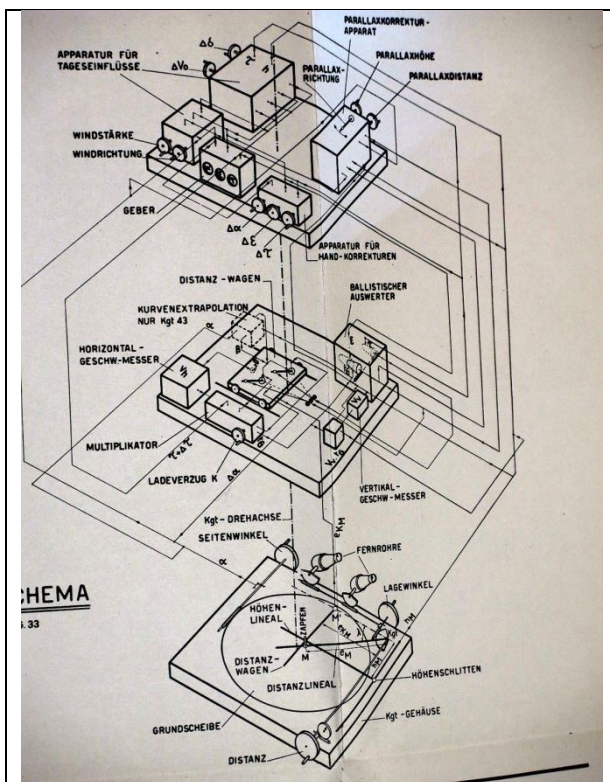
Bilder: Aussen- und Innenansichten

Die folgenden Fotos stammen aus schönen Original-Unterlagen, die gemäss handschriftlicher Notiz FW Kögel von Herrn Zadory erhalten hat, datiert Zuoz, 25.8.1938 resp. 18.10.1938. In späteren Jahren werden die Reproduktionen deutlich schlechter (ev. weil die Hefte für die Truppe in grösseren Auflagen benötigt werden). Das Papier ist etwas gewellt vom Einkleben der Originalfotos. Keine französische Sprache wie in späteren Auflagen. Wahrscheinlich in Ungarn gefertigt. Die schematischen Zeichnungen sind späteren Ursprungs.



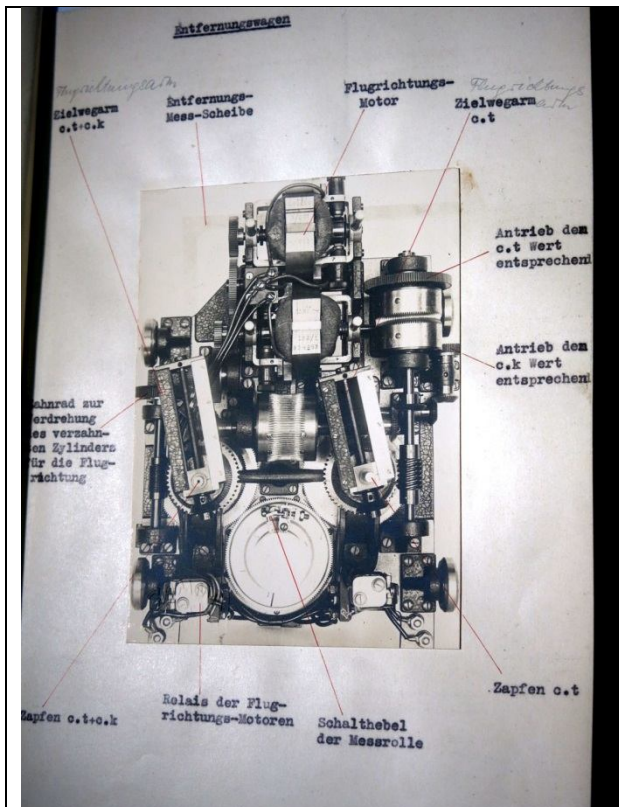
Das Gerät ist aufgebaut aus übereinanderliegenden Etagen. Rechts oben die Übermittlungsgeber für die Geschütze: Seite, Höhe und Tempierung, mit Grob- und Feinanzeige der Werte.

Mit den beiden Fernrohren wird das Flugzeug verfolgt, seitlich folgt das ganze Gerät (Handkurbel unter Fernrohr rechts). Bei sehr tiefen Winkeln behindern sich die Fernrohre. Einblick ins Fernrohr stets horizontal (bequemer!).

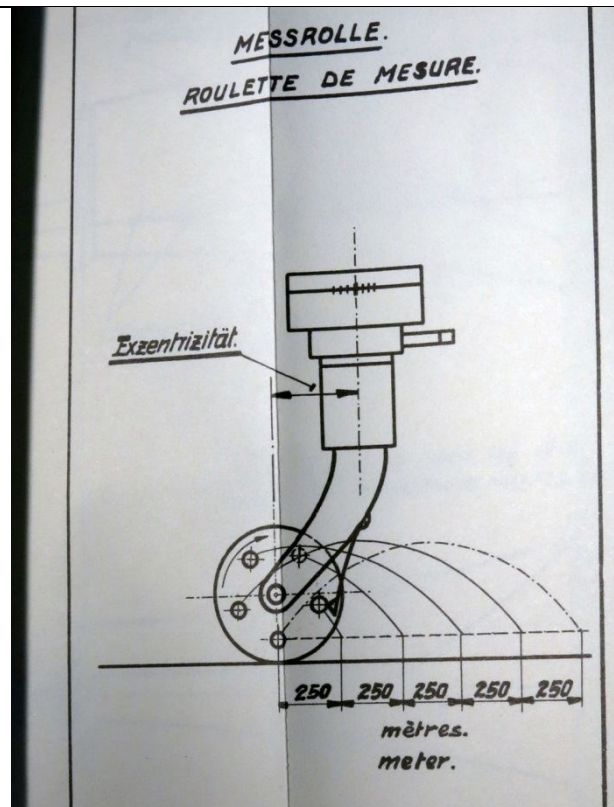


Etagenweiser Aufbau der einzelnen Rechengetriebe. Die Informationen müssen jeweils mechanisch übertragen werden – Aufbau und Abbau der Etagen sind diffizil. In der Mitte der Entfernungswagen. HASLER-Version 43

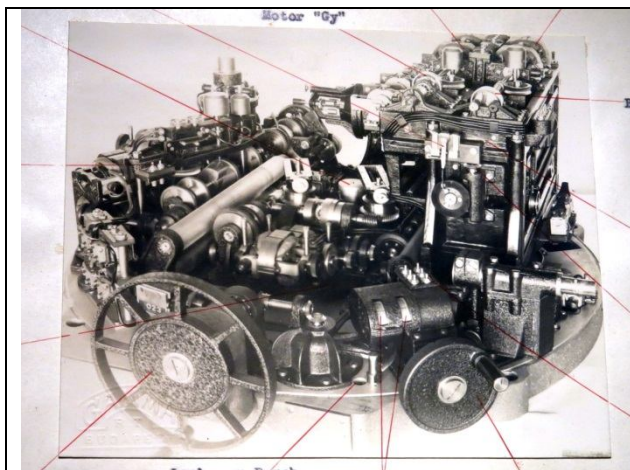
Blick auf die oberste Etage mit den vielen Fein-Korrekturen. Rechts die drei Geber, um die Ausgangswerte elektrisch an die Geschütze zu übertragen. Servomotoren = Elektromotoren für die „elektrische Nachführung“ der Variablen (p.8-11)



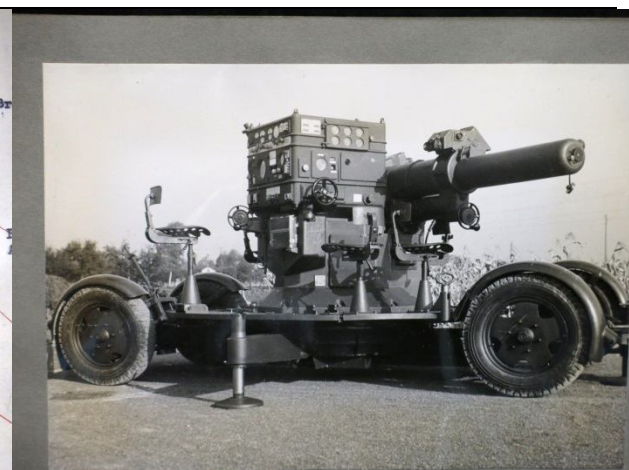
Blick auf den Entfernungswagen. Vier Räder zuäusserst. In der Mitte oben die beiden Motoren für die Flugrichtung: sie steuern die beiden Flugrichtungsarme, auf denen in korrekter Richtung der Vorhalt abgetragen wird. Per Spannseil (nicht sichtbar) wird die Distanz vom KG zum Treffpunkt abgemessen, um die Flugzeit zu bestimmen. Rechts oben ein Zahnrad, das während der Fahrt in die lange Zahnwalze eingreift, um den Wert des Vorhaltes zu empfangen (Antrieb)



Unter dem Entfernungswagen (grosser, heller Kreis unten) ragt die Messrolle nach unten, bis zu einer fixen Grundplatte. Hier wird der Weg und die Richtung des Flugzeugkurses (Kompassrichtung) abgetragen. Alle 250 m Flugweg gibt es einen elektrischen Impuls, woraus die Horizontalgeschwindigkeit des Flz. bestimmt wird. Für die Vertikalgeschwindigkeit wird anders gerechnet: Nach immer gleich viel Sekunden wird die Höhenänderung bestimmt.



Der Entfernungswagen ist eingebaut, etwa in der Mitte. Sichtbar sind die beiden Flugrichtungsarme und eine der langen Zahnwalzen zur Informationsübertragung auf den fahrenden Wagen. Vorne gross (d.h. genau) das Handrad zur Einstellung der Distanz zum Flugzeug (einziger Folgezeiger).



Später Versuch, das Kommandogerät (Weiterentwicklung HASLER 43, Gehäuse ist eckiger geworden) ähnlich wie in anderen Ländern fahrbar und direkt mit dem Telemeter verbunden auszugestalten. Bei der Truppe unbekannte Form.

Die Geschwindigkeitsmessung (horizontal)

Es stehen wahlweise zwei identische Geschwindigkeitsmesser zur Verfügung. Der Ausgang des einen geht direkt in die Vorhalte-Rechnung ein, der Ausgang des anderen Gerätes geht auf einen Zeiger, so dass der Wert abgelesen werden kann – von Hand lässt sich dann ein (gemittelter) Wert einstellen, der in die weitere Rechnung eingeht. Beide Mess-Systeme ermitteln die Geschwindigkeit des Flugzeuges aus der Information der „Messrolle“, welche maßstäblich den Weg des Flugzeuges (Kartenprojektion) abspult. Alle 250 m schliesst die Messrolle einen elektrischen Kontakt, der immer die alte Geschwindigkeitsmessung abschliesst und eine neue einleitet. Durchmesser der Messrolle: 9.95 mm

Die Geschwindigkeit wird wie folgt gemessen, vgl. die beiden Schema-Zeichnungen unten:

Es gibt zwei durch **Zentrifugalregler** (!) drehzahl-stabilisierte Elektromotoren: Der „Zeitmotor“ läuft ununterbrochen, der „Hilfsmotor“ wird über Kontakte ein- und ausgeschaltet. Der Zeitmotor ist fest gekoppelt mit dem „Antriebsrad“ ganz rechts, welches einmal herumdreht in 12 Sekunden. Weiter gibt es (vereinfacht) das „Messrad“ in der Mitte, welches seitlich verschiebbar ist, und das „Einstellrad“ am Schluss, das den fertigen Geschwindigkeitswert weitergibt in die Vorhalt-Multiplikation: Flugzeuggeschwindigkeit mal Flugzeit der Geschosse (resp. blosse Zeiger-Bewegung beim Mess-System I).

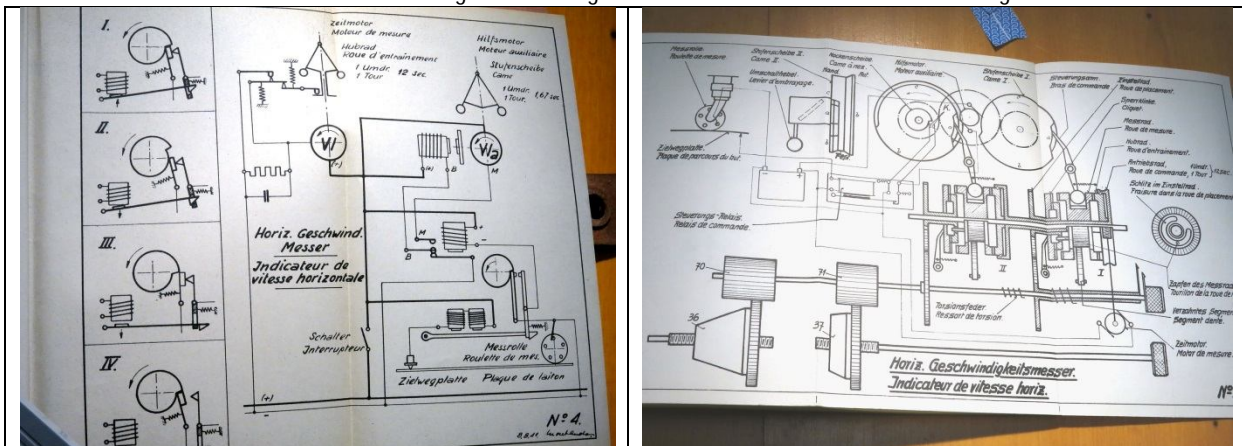
Der Hilfsmotor diktiert über eine Stufenscheibe und einen Steuerungsarm, wie das Messrad den Messwert seitlich weitergibt. Vor jedem einzelnen Puls der Messrolle ist das Messrad an das Antriebsrad angeedrückt und verdreht sich linear mit der Zeit. Liefert die Messrolle den elektrischen Kontakt, wird das Messrad vom Antriebsrad gelöst, bezüglich Drehung arretiert, auf die andere Seite an das Einstellrad gedrückt, das seinerseits den Winkel vom Messrad übernimmt, und dann ebenfalls arretiert wird. Schliesslich wird das Messrad bezüglich Drehung frei gemacht, es fällt in seine Null-Lage zurück, und wird erneut an das Antriebsrad angeedrückt. Der Hilfsmotor wird am Nockenrad per elektrischen Kontakt ausgeschaltet (Phase IV), und alles wartet auf den nächsten Puls der Messrolle. Bei einem langsamen Flugzeug bleibt das Messrad länger an das Antriebsrad angeedrückt, bei einem schnellen Flugzeug nur kurz. - Für weitere Erklärungen siehe die Seiten 17-22 des Dokumentes 15 (1941), Archivierungsnummern siehe Bildnachweis am Schluss. Die Worte „rechts“ und „links“ sind dort jeweils vertauscht, bezüglich des hier wiedergegebenen Schemas.

Messbarer Geschwindigkeitsbereich für das Flugzeug:

Erste Geräte 1938:	Min 27 m/s	Max 150 m/s	entspricht 100 – 540 km/h
Kgt. 40, 43:	Min 40 m/s	Max 200 m/s	entspricht 150 – 720 km/h
Kgt. 50:		Max 300 m/s	entspricht 1080 km/h
Möglicher horizontaler Vorhalt:	Kgt 38, 40: 2050 m.	Kgt. 43: 2700 m	Kgt.50: 4500 m
Bereich der Vertikal-Geschwindigkeit:	Kgt. 40: +15 bis -145 m/s	Kgt. 43: +20 bis -200 m/s	

Zeitdauer zwischen den Impulsen der Messrolle, für $v = 27 / 40 / 150 / 200$ m/s: 9.25 / 6.25 / 1.66 / 1.25 Sekunden.

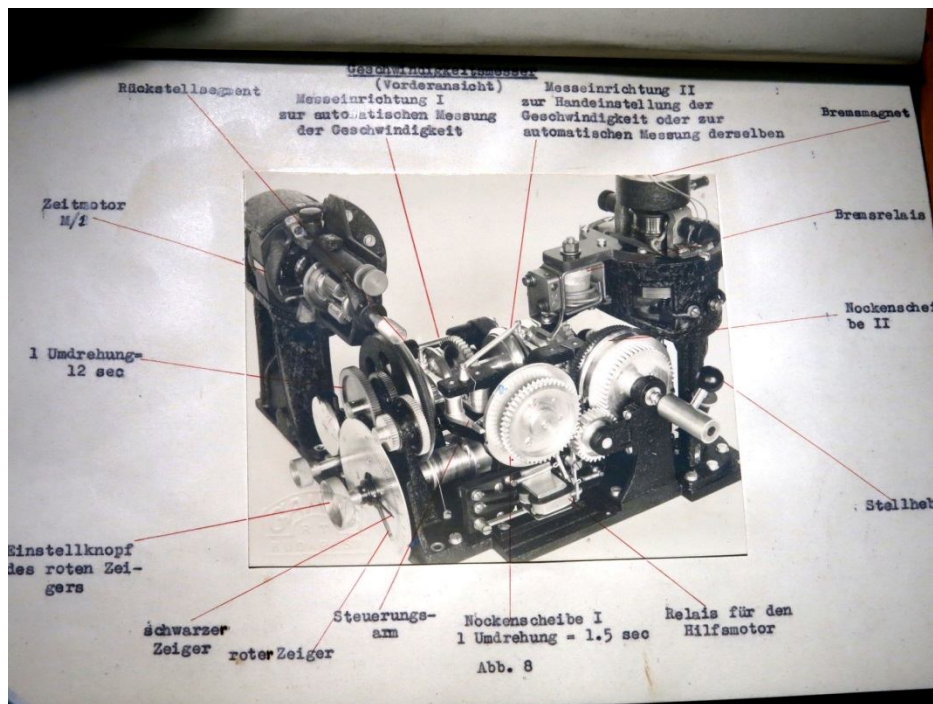
In Dok. 15 (1941) p.17 wird die Umdrehungszeit der Stufenscheiben mit 1 2/3 Sek. genannt, ebenfalls im Schema links (1941), in der Foto weiter unten mit 1.5 Sek. (1938). Seltsam... *später* soll die Scheibe langsamer geworden sein ?? Diese Zeiten bestimmen die **Dauer** der Geschwindigkeitsmessung – nicht den Messbereich der Geschwindigkeit.



Zwei Diagramme zum **horizontalen Geschwindigkeitsmesser**, links der elektrische Teil, mit der Messrolle rechts unten, die alle 250 m Flugweg einen elektrischen Puls gibt. Darüber die spiralförmige „Nockenscheibe“ (links in vier Positionen), welche im rechten Bild (mechanischer Teil) in der Mitte oben zu sehen ist, befestigt an der Stufenscheibe II. In den Phasen I bis III drehen Hilfsmotor und Stufenscheiben.

Der Messwert wird vom aktiven v-Messer stufenweise nach links zum Ausgang geschoben, wo die beiden **Vorhaltstrecken** (v des Flugzeuges mal Flugzeit, mit / ohne Ladeverzögerungszeit) mittels Formkörpern ermittelt werden. Die Vorhaltstrecken werden in den Flugrichtungsräumen gebraucht, um die Distanz zum Treffpunkt abzumessen. Die vertikale Geschwindigkeit wird anderswo bestimmt.

Abbildung des Geschwindigkeitsmessers in der technischen Ausführung:



Links, mit horizontaler Achse, der Zeitmotor. Rechts, mit vertikaler Achse, der Hilfsmotor. Beachte oben den Begriff „Bremsmagnet“, die Vermutung beim Elektroschema war richtig – die Motoren müssen sofort gebremst werden, wenn keine Bewegung mehr verlangt wird. Links unten die beiden Zeiger (rot und schwarz), die in einem Fenster am Gehäuse den Ausgang der beiden v-Mess-Systeme anzeigen. Ein Relais für den Hilfsmotor ist bezeichnet, am Hilfsmotor (rechts) befestigt ist ein weiteres. Mit dem Stellhebel ganz rechts kann gewählt werden: Automatisch, von Hand (mit laufender Handeingabe der Geschwindigkeit), oder fester Geschwindigkeits-Wert. Hinter den Nockenscheiben befinden sich die verschiebbaren Räder, welche den Messwert, d.h. einen eingefrorenen Drehwinkel weitergeben. Der Steuerungsarm verschiebt die Zahnräder, je nach Stellung der Nockenscheiben (sie werden im Schema auch „Stufenscheiben“ genannt).

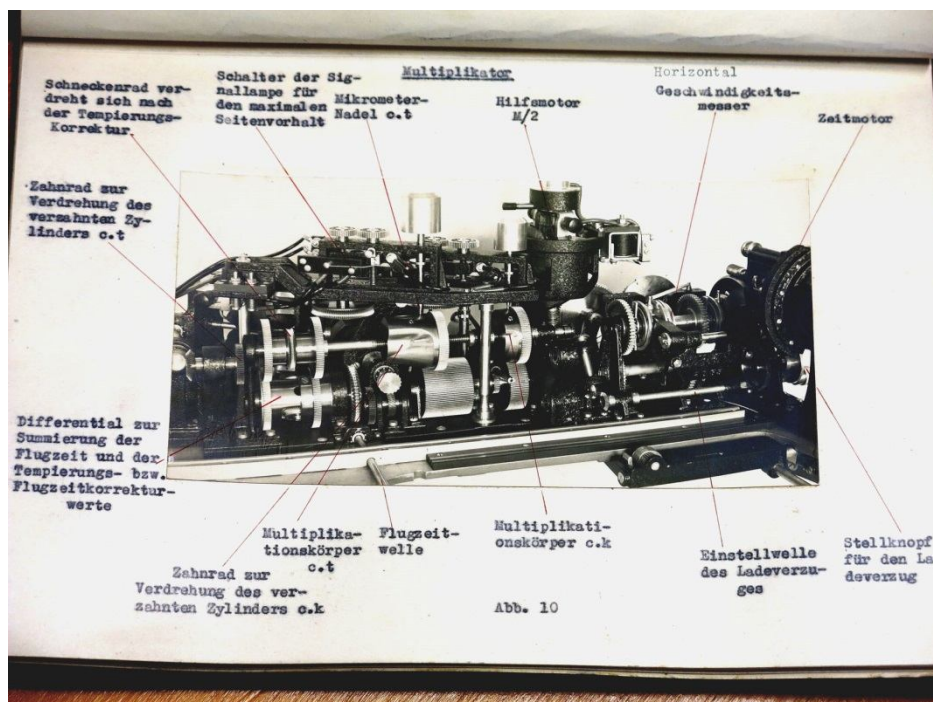


Bild oben: In der rechten Hälfte die Geschwindigkeitsmessung (zwei Motoren gut sichtbar), deren Resultat in den beiden Multiplikatoren (Formkörper, verschiebbar längs der Zahnwalzen) in der Bildmitte in die Vorhaltestrecke umgerechnet wird.

Wieso sind dem Gerät gleich zwei identische Geschwindigkeitsmesser (mit unterschiedlichem Ausgang) spendiert worden ?

Erste Fund-Stelle:

Aus persönlichen Notizen, „Seite 7“, 1938, Dokument 18, 19 oder 20: Die vertikale Geschwindigkeitsmessung sei nach Möglichkeit auszuschalten, um das teure und empfindliche Gerät zu schonen. Ev. wird anfänglich die Flugzeuggeschwindigkeit automatisch bestimmt, und sobald die Anzeige konstant ist, kann oder soll umgeschaltet werden auf „konstante Geschwindigkeit“ oder „Handbetrieb“ (eine Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit wäre am Zeiger sofort erkennbar). Der automatische v-Messer (horizontal) wird dadurch abgeschaltet und geschont.

Zweite Fund-Stelle:

Gefunden bei KÖGEL, Ref. 1, p. 66: „Schwankten die automatisch ermittelten Werte für Horizontale- und/oder Vertikale-Zielgeschwindigkeit, konnten von Hand Mittelwerte eingestellt werden“. Vgl. auch die Vermutung gleich unten!

Dritter Fund:

Bereits ab Gerät 40 steht nur noch **ein** Horizontal-Geschwindigkeitsmesser zur Verfügung. Und der arbeitet nur noch mit einem Motor – der separate Antrieb der Stufenscheibe mit der ganzen Ablaufsteuerung ist entfallen (unverstanden).

Die folgenden Punkte zur Geschwindigkeitsmessung wären abzuklären oder zu verifizieren:

Wie das Einstellrad am Ausgang den neuen Wert des Messrades übernimmt (aufwärts oder abwärts), ohne selber zuerst auf „null“ zu gehen und damit grosse Schwankungen in der nachfolgenden Rechnung zu bewirken, wurde nicht verstanden.

Das elektrische Schema zur Steuerung der Magnetbremse beim Hilfsmotor wurde nicht verstanden.

Die stets genannten „Multiplikatoren“ führen im Grunde genommen eine Division aus, da eine hohe Geschwindigkeit einem geringen Drehwinkel des Messrades entspricht. Statt (dem Sinne nach) eine Multiplikation mit der Zeit, wird eine Division durch den Drehwinkel ausgeführt. Zusätzlich muss in den Formkörpern eine feste Zeit von ca. 1.67 Sekunden dazugerechnet werden: während der Hilfsmotor aktiv ist und die Stufenscheibe dreht, fehlt Mess-Zeit, Andrückszeit ans Antriebsrad.

Unklar, unsicher wird die Geschwindigkeitsmessung bei schnellen Flugzeugen: Benötigt das Flugzeug ca. 1.67 Sekunden für die 250 Meter der Messrolle (bei $v = 150 \text{ m/s}$ resp. 540 km/h), so bleibt **fast keine Messzeit mehr übrig**, weil schon die Umdrehung der Stufenscheibe so viel Zeit benötigt!! Solange das Messrad während seiner Umdrehung nicht am Antriebsrad anliegt, wird auch kein Winkel mitgenommen. Schon bei leicht langsameren Flugzeugen müssen die Fehler der Geschwindigkeitsmessung sehr gross werden, ev. bis zur Unbrauchbarkeit, denn Beginn und Ende der Messdauer fällt zusammen mit dem Hochfahren und Abbremsen des Hilfsmotors, was Unsicherheiten zum Zeitpunkt des Andrückens und Wegnehmens ergibt.

Vermutung: Ist das der Grund, weshalb es einen zweiten Geschwindigkeitsmesser für Handbetrieb oder Handmittelung brauchte - weil die automatische Messung schneller Flugzeuge einfach nicht mehr möglich war ??

Die Skala der am Messgerät angezeigten Geschwindigkeiten erscheint unpraktisch, da alle relevanten Geschwindigkeiten arg zusammengedrückt sind zuoberst an der Skala, siehe Bild unten (die Zeiger sind nicht in sinnvoller Position).

Die grösste Genauigkeit der Geschwindigkeitsanzeige / -einstellung liegt bei 25-60 m/s, viel enger wird es bei 60-100 m/s, darüber ist fast nichts mehr sichtbar und nur ungenau ablesbar oder einstellbar; der Zeiger liegt ja noch etwas vor der Skala. Umgerechnet, genau: 90-210 km/h, einigermaßen: 210-360 km/h, darüber nur sehr ungenau oder bloss schätzbar.

Eine Liste der Reisegeschwindigkeiten der damaligen Flugzeuge musste abgebrochen werden, weil alles viel zu unsicher ist: oft werden Höchstgeschwindigkeiten in grosser Höhe angegeben, die Geschwindigkeit kann beim Einsatz ganz anders sein, usw. Schwere Bomber erreichten im ruhigen Flug 300 bis 350 km/h, Jagdflugzeuge auch ohne Sturzflug deutlich mehr (Thunderbolt 500, 560 km/h). Ju-52 max 265 oder 290 km/h.

In der **horizontalen Geschwindigkeitsmessung** wird die Zeit bestimmt, welche für 250 m Flugweg benötigt wird:

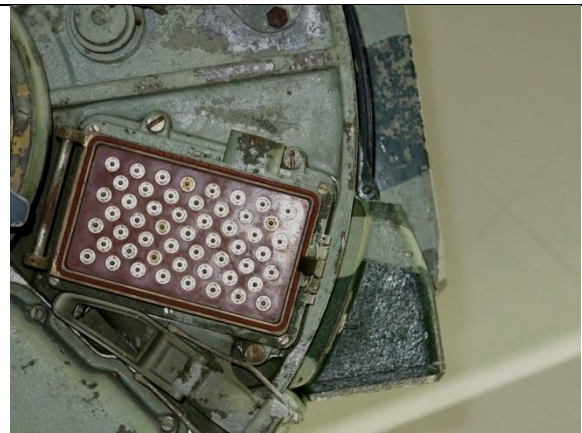
>>> Die Strecke ist fest, die Zeit wird gemessen.

In der **vertikalen Geschwindigkeitsmessung** wird die Höhendifferenz bestimmt, um welche das Flugzeug innert zweier Sekunden steigt oder sinkt (ist im Schema oben nicht enthalten, siehe Plan des Gesamtsystems):

>>> Die Zeit ist fest, die Strecke wird gemessen.



Anzeige des Geschwindigkeitsmessers, Skala in m/s. Die relevanten Werte sind alle rechts zusammengedrückt. Ein schwarzer (System I, von Hand) und ein roter (System II, automat.) Zeiger sind sichtbar – beim Einschalten des Gerätes werden sie erst auf die richtige Position springen. Ausführung 1938.



Anschluss des Kommandogerätes GAMMA-JUHASZ an die Aussenwelt: Stromanschluss vom Generator mit Gleich- und Wechselspannung, Ausgang aller Messwerte an den Verteilkasten für die vier Geschütze, Feuerglocke, Telephonie, Masse. Blick von unten her, neben der Stativ-Säule (Telemeter hat einen eigenen Anschluss-Stecker).

Wind & Wetter & weitere Korrekturen

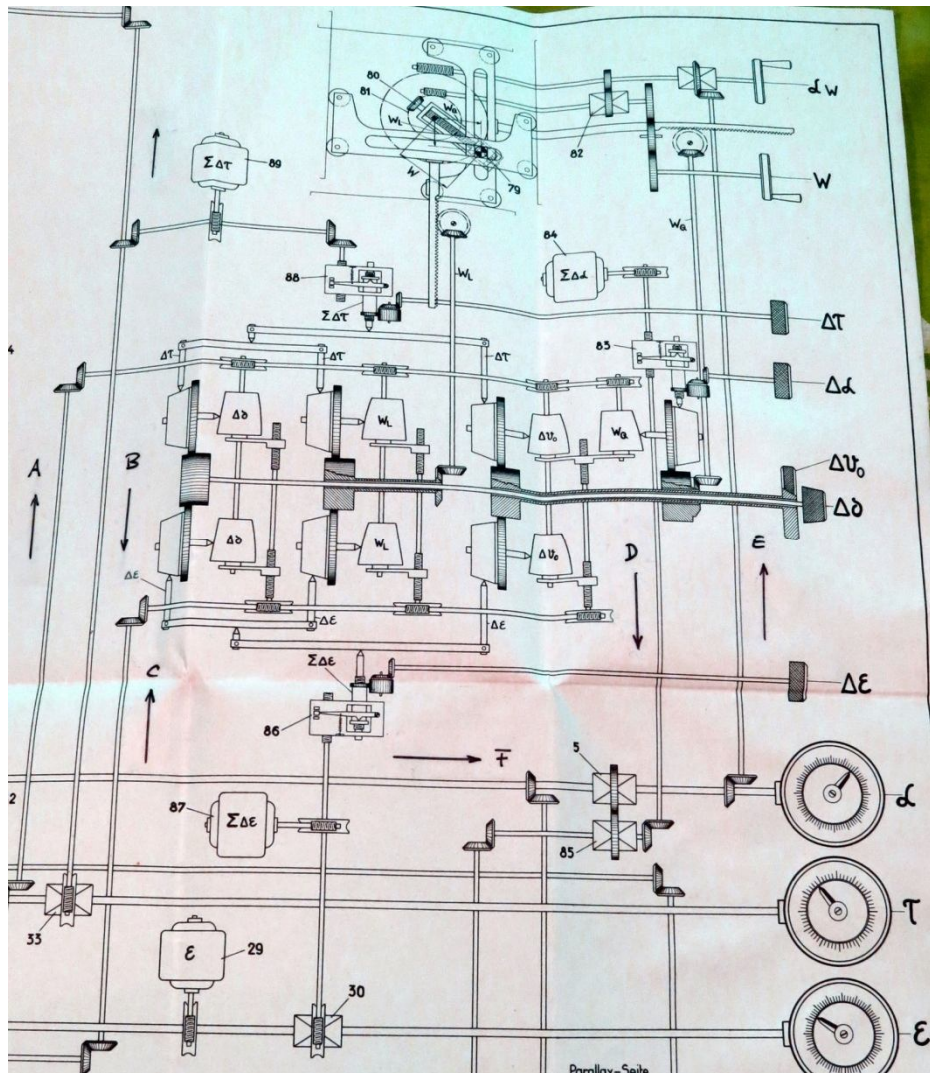
Bild dazu siehe Seite 12, rechts unten, und auch Seite 25

Das Gerät rechnet auf geometrischer Basis die drei Grössen aus, welche den Geschützen zu übermitteln sind – und korrigiert sie zuvor noch ausgiebig, bevor die Werte wirklich auf die „Geber“ gehen. Einerseits sind direkte, freihändige Handeingriffe möglich, beispielsweise nach der Beobachtung der Sprengwolken in der Nähe der beschossenen Flugzeuge – andererseits können Witterungseinflüsse wie Windrichtung, Windgeschwindigkeit auch numerisch eingegeben werden.

Wie präzise sich die falsch liegenden Sprengwolken tatsächlich einzelnen Variablen zuordnen lassen, kann nur schwer abgeschätzt werden: liegt die Wolke hinter dem Flugzeug und zu hoch – ist dann die Lage richtig, aber die Tempierzeit war zu lang, oder sind Winkel falsch, oder müsste in der Rechnung die Geschwindigkeit des Flugzeuges vergrößert werden? Möglicherweise sieht der Mann am Telemeter die Verhältnisse klarer – aber der ist ja beschäftigt, er muss andauernd die Distanz zum Flugzeug richtig einstellen.

Die meisten Korrekturen erfolgen mit Hilfe von **dreidimensionalen Formkörpern**. Damit lassen sich auch komplizierte, nichtlineare Zusammenhänge berücksichtigen. Am Schluss werden die Korrekturen mittels elektrischer Nachführung erfasst und mit Motorkraft in rotierende Wellen eingeleitet, welche mittels **Differentialen** die zuvor errechneten Grössen noch in richtigem Sinne und Betrag verändern. Ein Differential ist in der Funktion ähnlich wie das Differentialgetriebe im Auto, kann aber auch in leicht anderer Form besser hergestellt werden. Beim GAMMA-JUHASZ haben sie wahrscheinlich dieselbe Geometrie wie beim Autoantrieb.

In der folgenden Beschreibung wird bei der Korrekturingabe ein Zeichen ** gesetzt, wo es sich um **direkte Handeingaben** handelt, die im Gerät nicht mehr numerisch bearbeitet, sondern ganz am Schluss einfach zum Endwert addiert werden (die Skala beim Eingabeknopf ist aber schon numerisch angeschrieben). Im Ausschnitt sind **vier Motoren** sichtbar, deren Funktion angeschrieben ist. Bei drei dieser Motoren zur Korrektur von Zeit, Seitenwinkel und Höhenwinkel ist das zugehörige elektrische Mikrometer zur Steuerung der Motorrichtung in unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet.



Funktion der Handeingaben ganz rechts, von oben nach unten:

Windrichtung - Windgeschwindigkeit - Korrektur der Tempierzeit ** - Korrektur des Seitenwinkels ** - Korrektur der Anfangsgeschwindigkeit - Korrektur des „Luftgewichtes“ (Druck und Temperatur) - Korrektur des Höhenwinkels **

Funktion der angeschriebenen Wellen A bis F:

- A Geschossflugzeit zum Treffpunkt (inkl. Vorhalt), unkorrigiert. Steuert die Rotation von sieben Formkörpern
- B Summe aller Korrekturen der Geschossflugzeit, elektrisch nachgeführt
- C Flughöhe (Flugzeug plus Höhenvorhalt plus Parallaxhöhe), steuert die Translation von sieben Formkörpern
- D Korrektur des Seitenwinkels infolge Wind (Komponente quer zum Schuss)
- E Seitenwinkel fertig korrigiert, zur richtigen Zerlegung des Windes in Quer- und Längskomponente gebraucht
- F Seitenwinkel Flugzeug plus Seiten-Vorhalt, bei „F“ noch ohne Parallaxkorrektur, ohne Windkorrektur. 5 und 85 sind Differentiale zur Zumischung weiterer Grössen.

Der Ausgang (Abtaststift) von je drei Kanälen **oben** wird in einem Hebel-Gestänge addiert und liefert die **Korrektur der Geschossflugzeit** (Tempierzeit).

Der Ausgang (Abtaststift) von je drei Kanälen **unten** wird in einem Hebel-Gestänge addiert und liefert die **Korrektur der Rohr-Elevation** bei den Geschützen. Der **Seitenwinkel** wird bloss durch den Querwind (plus ev. einen Handeingriff) korrigiert.

Die stets vorhandenen **zweiten Abtastkörper** mit horizontaler Achse (auch genannt „Multiplikationskörper“) mögen etwas zu tun haben mit unterschiedlicher Gewichtung der drei addierten

Korrekturen (Vermutung) – und sie erlauben es, die Teilkorrekturen von je **einer weiteren Variable** abhängig zu machen. So geht der Längs-Wind (parallel zur Schussrichtung) erst hier ein, während vorher der Einfluss von Flughöhe und Flugzeit zusammen kombiniert wurde. Insgesamt stellen die beiden Formkörper eine **kontinuierliche**, in Metall geschliffene **vierdimensionale Tabelle dar** – gewissermassen **eine Vorkriegs-Tabellenkalkulation**. *Dies 11 Jahre bevor die ETH eine halbfertige ZUSE-Maschine mietete und selber fertigbaute (1949), um „als erste Hochschule des Kontinents“ mit einer programm-gesteuerten Maschine Erfahrungen zu sammeln. Die Z4 stand in Betrieb 1950-55 („Bund“, 3.7.2013, p. 29). Sie arbeitete mit Relais und hatte ein mechanisches „Gedächtnis“ aus verschiebbaren, von Hand gesägten Blechformen mit einer Kapazität von 64 Zahlen.*

Die ersten Spuren von funktionsfähigen oder verkauften Geräten GAMMA-JUHASZ tauchen im Internet ab 1934 auf.

Windzerlegung in rechtwinklige Komponenten: Das erste Differential nach dem Eingaberad für die Windrichtung ist als Differenz geschaltet: Windrichtung relativ zur Geschützrohr-Richtung. Das zweite Differential im Weg der Windgeschwindigkeit hat mit der Drehung des inneren Kreises zu tun, welche die schräge Spindel zur Einstellung der totalen Windgeschwindigkeit veranlasst: wird nur allein die Windrichtung verstellt, so müssen der innere und der äussere Kreis miteinander drehen – so bleibt die Windgeschwindigkeit an der schrägen Spindel unverändert.

Weiterentwicklungen Typen 38, 40, 43, 43/50 R (Jahrzahl der Entwicklung)

Gerät 40 unterscheidet sich von 38 nur ganz minimal. So ist im Gerät 40 der mechanische Sucher oder „Kollimateur“ ganz entfallen (vgl. Titelseite, über dem Fernrohr rechts, und Seite 12, Fig. 6). Innerlich ist der zweite Geschwindigkeitsmesser (horizontal) entfallen, gewisse winzige Änderungen (Steckdose oder Schalter für die Feuerglocke) sind sichtbar. Das Gehäuse bleibt gleich, d.h. rund. HASLER betont, den elektrischen Teil deutlich weniger Fehler-anfällig gebaut zu haben.

Das **Gerät 43** erhält **verbesserte Handräder** zur erleichterten Eingabe von Seiten- und Höhenwinkel (ab Fernrohr) und der Schrägdistanz (ab Telemeter), sowie erstmals eine **Kurven-Extrapolation**. Das **Gehäuse** wird eckig, die Fernrohre werden neu oben montiert (Eingraben des Gerätes).

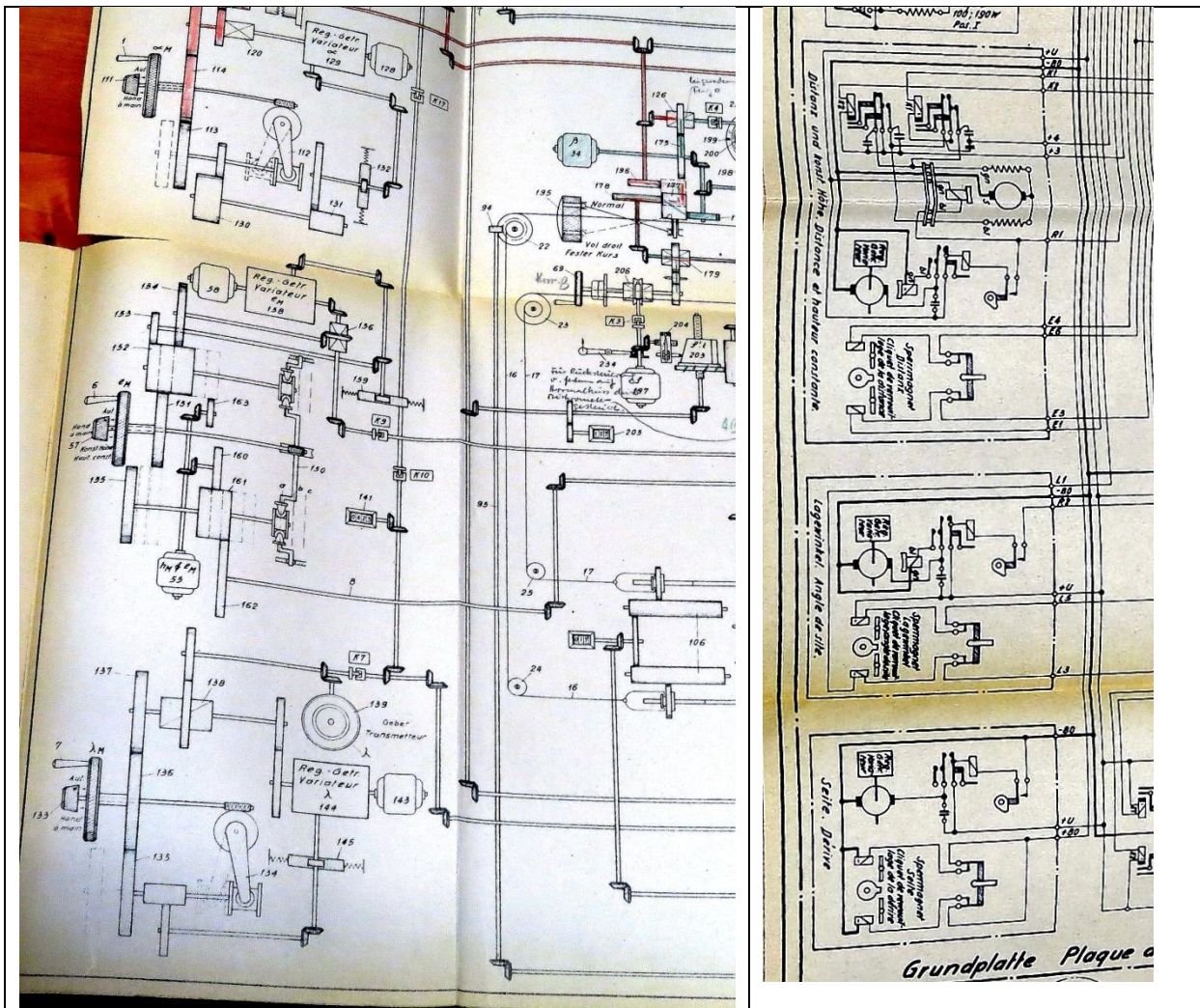
Bei den Handrädern erzeugen neue Elektromotoren variable Geschwindigkeiten, so dass die Handeingabe entlastet wird: Bei regelmässiger Zu- resp. Abnahme der Eingangsgrössen folgen die Motoren selbständig nach – nur wenn die Winkel allmählich abweichen, sind noch Hand-Eingriffe nötig. Die Bewegung von Handrad und Elektromotor werden in einem Differentialgetriebe zusammengezählt.

Für das **Gerät 43/50 R** ist durch HASLER ein Zwischen-Stockwerk entwickelt worden zur **Übernahme von Radardaten**. Dabei mussten Menschen die Radar-Werte mittels neuen Folgezeigern am Gerät laufend **von Hand wieder eingeben** – fast ein Anachronismus, wenn man berücksichtigt, welche ausführliche elektrische Nachfolgesteuerungen schon das Gerät von 1938 aufwies. Dank der Koppelung des Rechners mit dem Radargerät konnten die alten, grossen Horchgeräte ELASKOP und die Scheinwerfer ausser Dienst gestellt werden. Bild des 43/50 R siehe Seite 27.

Einige **Jahrzahlen und Zitate zur Koppelung des Radars mit dem Rechner**, aus dem Buch „Fliegerabwehr“ von Hermann Schild, p.46-50. Die Entwicklung ist nach dem Krieg nur langsam fortgeschritten:

- 1945 Erste Radarausbildung für Instruktionspersonal. Engl. Radar Mark IV (Vorgänger des später eingesetzten Mark VII)
- 1950 Versuche beginnen mit dem Radar Mark VII. Umbau eines Prototypen des HASLER-Rechners. Zielverfolgung ist mit Mark VII möglich, aber nicht die Ziel-Auffindung. Es braucht dazu ein Zielzuweisungs-Radar ZZR.
- 1951 Breit angelegte Radarisierungs-Versuche. 1952 Die Radar-Versuche werden fortgesetzt.
- 1953 24 Exemplare der insgesamt 83 Kommandogeräte werden nach und nach umgebaut auf 43/50 R (R für Radar)
- 1955 und 56 Die Bemühungen um die Radarisierung der schweren Flab werden „auf Sparflamme fortgesetzt“.
- 1957 Die wenigen Radargeräte Mark VII werden der Truppe zugeteilt.
- 1958-60 Weitere Mark VII werden beschafft, total 12 Stück. Alle Scheinwerfer-Kp werden auf das ZZR TPS 1-E umgerüstet.
- 1961-63 Beschaffung der 35-mm Zwillings-Kanone OERLIKON mit neuem, elektrischem Analog-Rechner und eigenem Radar (Fledermaus, Superfledermaus). Erst das Feuerleitgerät SKYGUARD (1975) arbeitet mit einem Digitalrechner.
- 1964-67 Umschulung der Verbände der schweren Flab auf 35 mm M Flab und Bloodhound (Raketen)

Neue Handrad-Eingabe ab Gerät 43:



Mechanischer Plan der neuen Handräder mit Motorunterstützung: Seite (oben), Höhe/Distanz (Mitte), Lagewinkel (unten). Durch Verschieben von Zahnrädern kann der Eingang ins Reguliergetriebe unterbrochen werden – der Motor selber wird auch elektrisch abgeschaltet. Es bleibt noch der alte, direkte Handbetrieb. Seite und Lage haben je einen „Geber“, oben abgeschnitten: Die Information, welches Flugzeug in einem Verband beschossen wird, geht vom Kgt an das Telemeter, damit genau dessen Distanz ausgemessen wird. Das Handrad „Höhe/Distanz“ ist kompliziert, weil ab Telemeter unterschiedliche Größen (Schrägdistanz *oder* Höhe) angenommen werden. (War das ein Marketing-Element oder ein technischer Bedarf ??)

Elektrischer Plan der neuen Handräder: Distanz/Höhe (oben), Lagewinkel (Mitte), Seitenwinkel (unten). Die Idee des Sperrmagneten ist noch unklar. Die Drähte L3 und L5 zu den Sperrmag.-Spulen beim Lagewinkel sind anderswo angeschrieben mit „Null-steller Lagewinkel“. Wieso beim Lagewinkel-Motor eine magnetische Bremse vorhanden ist, beim Seitenwinkel nicht, auch die Sperrmagnete anders geschaltet sind, ist unklar.

Bei allen drei Handrädern wird bei einem Handeingriff **sowohl die Variable nachgestellt** (direkt vom Handrad zum Ausgang), wie auch **gleichzeitig ihre Veränderungsgeschwindigkeit**, d.h. die Motordrehzahl verändert. Das ergibt eine etwas undurchsichtige Lage – sind nicht Flugwege denkbar, bei denen die Handkorrektur des Fernrohr-Winkels und die Veränderung der Nachfolge-Geschwindigkeit mit unterschiedlichem Vorzeichen nötig wären? Ist eine feste Zahnrad-Verkoppelung der Winkelkorrektur mit der Motorgeschwindigkeit sinnvoll und immer zulässig?

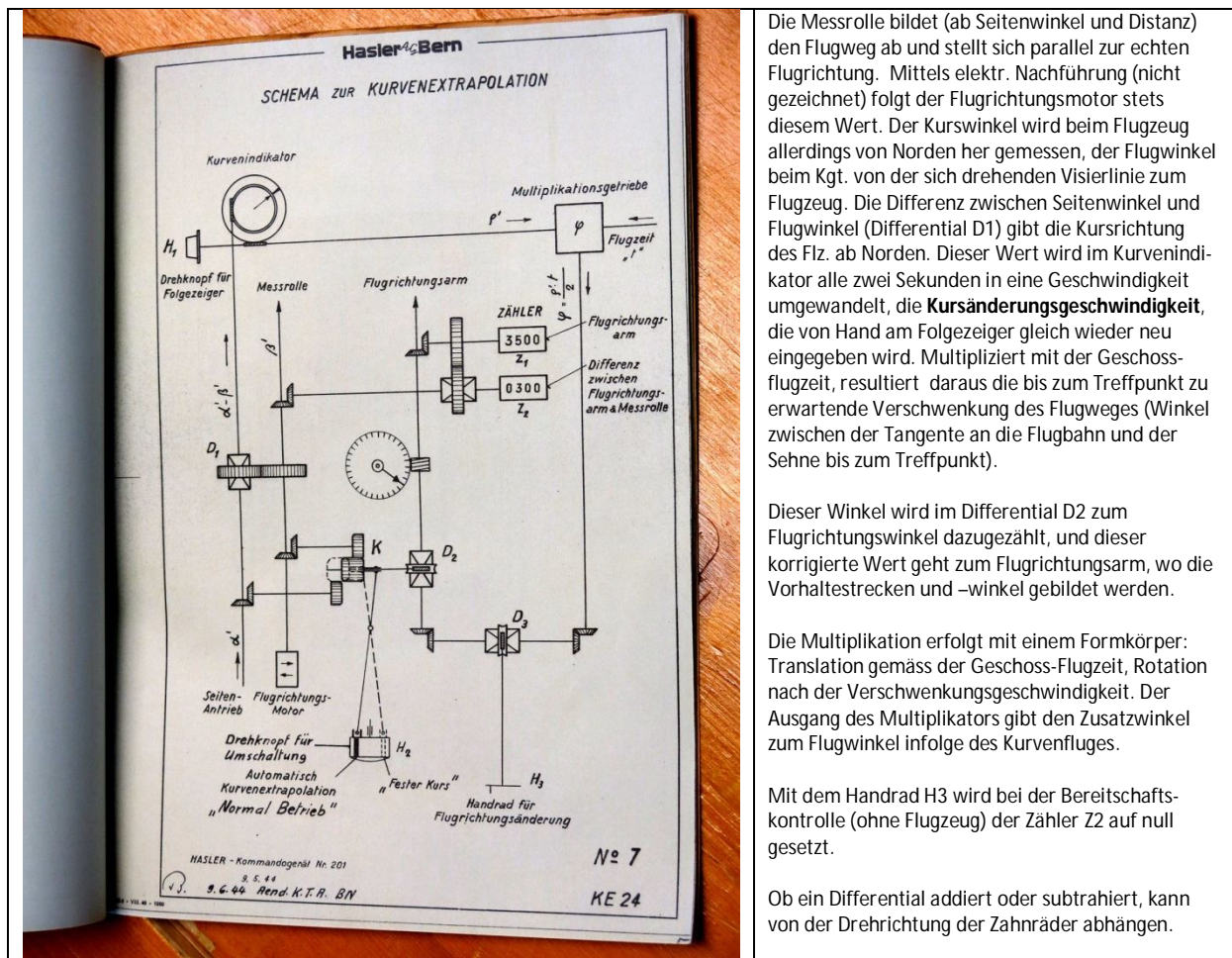
Man kann leicht falsch denken: was von Hand korrigiert wird, ist die **Abweichung** des Seiten- oder Höhenwinkels von der motorisierten, gleichmässigen Zunahme des Winkels. Per Handrad wird nachgestellt, wenn es die Krümmung der Winkelkurve als Funktion der Zeit verlangt. Der Motor liefert den Winkel korrekt, falls die erste Ableitung konstant ist, mit dem Handrad kann die zweite Ableitung berücksichtigt werden. Immer wenn das Flugzeug im Fernrohr der Motorbewegung nachhinkt (vorausseilt), ist ein grösserer (kleinerer) Winkel und gleichzeitig eine höhere (geringere) Geschwindigkeit verlangt. Es geht also auf – alles ist korrekt und sinnvoll konstruiert. Wie sich alles einpendelt beim ersten Schwenker auf

das Flugzeug, also bei grossen und raschen Winkeländerungen, ist noch unbekannt. Hier gäbe es viel zu hohe Motor- geschwindigkeiten. Ev. ist der Motorbetrieb anfänglich ganz auszuschalten, bis das Flugzeug anvisiert ist (?).

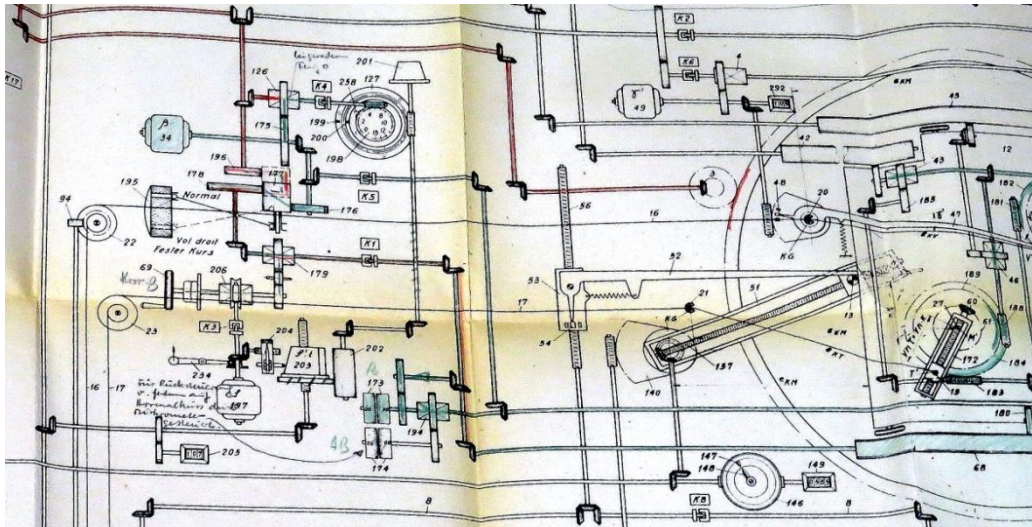
Die seltsamen Elemente „zwischen Federn“ (z.B. Nr. 145 gleich unter dem Reguliergetriebe beim Lagewinkel) könnten so interpretiert werden: ein Schutz, damit der Motorantrieb nicht sich selber die Geschwindigkeit verstellt, falls das Bedie- nungspersonal die Finger ganz vom Handrad weggenommen hat; es ist ev. ein Minimal-Widerstand, damit das Differential- getriebe „138“ nicht das Handrad in Bewegung setzt. Allerdings muss beim Seitenwinkel stets eine grosse Kraft aufgebracht werden, um das Gerät von 420 kg (Kgt. 43) zu drehen – der künstliche Widerstand müsste also beträchtlich sein (???)

Kurvenflug

Mit dem Gerät 43 wird erstmals eine neue **Extrapolation für den Kurvenflug** eingeführt. Der Spezialist vom Deutschen Heereswaffenamt, Alfred Kuhlenkamp, schreibt in seinem Buch „Flak-Kommandogeräte“ (1943) auf p. 16, dass die meisten, insbesondere die ausländischen Kommandogeräte nur den horizontalen Geradeausflug beherrschen. Wenige, u.a. das Deutsche Kgt. 36, lösen auch den geraden, regelmässigen Steig- oder Sinkflug (so auch GAMMA-JUHASZ). Von einem konkret gelösten Kurvenflug ist nicht die Rede – das neue deutsche Kommandogerät 40 verschweigt er allerdings völlig (bei K.D. Gattnar (Jenaer Jahrbuch 2008 zur Technik- und Industriegeschichte) geht auch beim Kgt. 40 kein Kurvenflug hervor. Auch beim englischen VICKERS (etwas älter) ist kein Kurvenflug ersichtlich – womöglich hat die Firma HASLER also echtes Neuland betreten? Bis zum Beweis des Gegenteils: **HASLER hat bis zum Kriegsende womöglich erst- und einmalig ein Feuerleitgerät mit Kurvenflug ausgestattet!**



Es folgt die Kurvenextrapolation im Getriebeschema eingebaut, Schema Kommandogerät 43, siehe unten:



Ecke links oben, horizontal: zuoberst Seitenwinkel für die Flugrichtungsscheibe; zweitoberst: Seitenwinkel anders übersetzt, zur Einstellung des ganzen Gerätes. Ecke links unten, horizontal, zuunterst: Flughöhe. Zweitunterst: Schrägdistanz zum Flugzeug. Dritunterst: Geschoss-Flugzeit. Rechts beim sichtbaren Flugarm: 68/183/184 Einstellung des korrigierten Flugwinkels, der Winkel wird anders, als die Messrolle anzeigt. 42/188/60/61: Einstellung Vorhalt. Die beiden Drahtseile ergeben die Distanz zum Treffpunkt, was in grossen Formkörpern (nicht im Bild) in Flugzeiten umgewandelt wird und zur Berechnung der Elevation der Kanonen beiträgt.

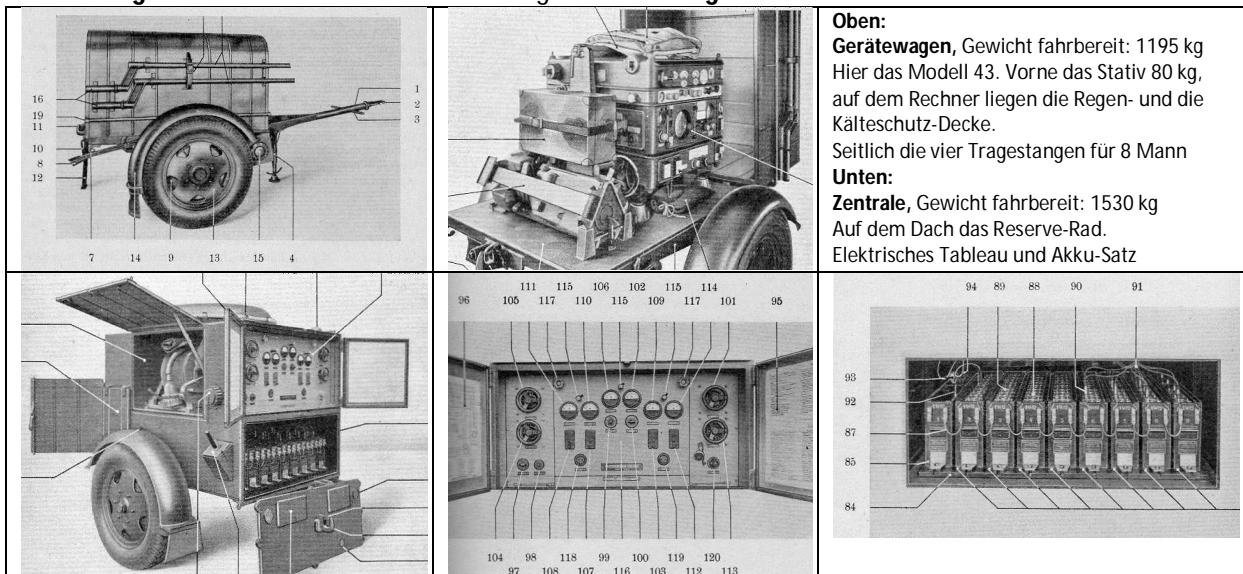
Mobile Computing

Der Rechner (Kgt. 40 / 43: 325 kg / 424 kg) wird mittels Tragegestangen (8 Personen) auf den Gerätewagen gewuchtet. Ein zweiter Anhänger ist die „Zentrale“, mit Benzinmotor 2.7 PS, Generator DC, Umformer AC, Kabelrollen, div. Ausrüstungen, und mit einem Akkusatz von 84 Zellen, 130 V, 30 Ah. Der geladene Akku reicht für ca. 3h Betrieb (ohne Zusatzheizung).

Nach Möglichkeit soll die Heizung des Rechners ab dem zivilen Stromnetz betrieben werden. Reichen im Winter die Möglichkeiten zur elektr. Heizung nicht aus, so stehen zwei „Katalyt-Öfen“ für die Warmluftheizung zur Verfügung. Die Temperatur im Gerät soll im Winter nicht unter +5°C fallen, im Sommer nicht über +40°C. Elektrische Heizungen stehen je nach Stromquelle von 100 W bis 665 W zur Verfügung. Muss der Akku zum Rechner-Betrieb auch noch die kleinste Stufe der Heizung liefern, reduziert sich die Betriebsdauer auf ca. 2 h. Kabellängen zwischen Rechner und Zentrale (Lärm des Benzinmotors darf die Fliegergeräusche nicht zu stark stören): 50m bis 150 m

Bedienung: Zum Stellungsbezug / Stellungsabbau sind acht Mann erforderlich. Beim Schiessbetrieb arbeiten fünf Mann direkt am Rechner, plus ein Gerätechef, plus die Feuerleitung, plus Telemeter (plus Ablösungen...).

Abbildung oben: Der Rechner im Gerätewagen. **Abbildung unten:** Die Zentrale.



Oben:
Gerätewagen, Gewicht fahrbereit: 1195 kg
 Hier das Modell 43. Vorne das Stativ 80 kg, auf dem Rechner liegen die Regen- und die Kälteschutz-Decke.
 Seitlich die vier Tragegestangen für 8 Mann
Unten:
Zentrale, Gewicht fahrbereit: 1530 kg
 Auf dem Dach das Reserve-Rad.
 Elektrisches Tableau und Akku-Satz

Anhang 1:

Varia, Diverses, historische Splitter und Einzelfunde

Das Gegenstück zu den Kommandogeräten in den Flak-Batterien waren die **mechanischen Bombenrechner** in den Flugzeugen, welche auf Grund der eigenen Position, Geschwindigkeit, Flughöhe den optimalen Abwurfpunkt für die Bomben auszurechnen hatten. Diese Rechner mussten (im Gegensatz zur Flak) möglichst leicht konstruiert sein.

Finnland hatte vor und während des zweiten Weltkrieges bezüglich Fliegerabwehr ein grosses Sammelsurium unterschiedlicher Waffen. So waren offenbar 13 verschiedene Typen von schweren Flak-Geschützen in Gebrauch, Kaliber 75 mm und 76.2 mm. Daher wurden in Finnland Kommandogeräte von **neun unterschiedlichen Herstellern** verwendet! Gelobt werden VICKERS GB („best computer in the winter war“), LAMDA 1940 Germany („best computer in WW II, actually a full fire control device“). Das Gerät GAMMA-JUHASZ (1936) ist ebenfalls verwendet worden: „Licence-made in Finland by Strömberg, three sub-models: I, II and improved III“. Ganz unbrauchbar sei das italienische Gerät Gala-Borletti gewesen: „worthless“. - In Schweden ist das GAMMA-JUHASZ durch „Arenco“ in Lizenz produziert worden, 1942.

Der finnische General NENONEN war Mathematiker, in der Artillerie verwurzelt, hat auf der Militärakademie in St. Petersburg studiert. Er hat mit Erfolg Vereinfachungen bei der Artillerie eingeführt, so dass schnellere Zielwechsel möglich waren. „The trajectory calculation formulas he developed are still in use today by all modern artillery“. Daneben hat er bei der Fliegerabwehr offenbar eine Idee verfolgt, wie man das Feuer eröffnen kann (ev. muss), ganz *ohne Kommandogeräte* zu benutzen, die immer teuer und viel zu knapp vorhanden waren. Dies war die sog. „3T-Methode“ – leider ist es bisher nicht gelungen, Genaueres darüber zu erfahren. Die Methode habe viel Personal gebraucht, habe nicht richtig funktioniert, heisst es. Was war die Idee des Mathematikers NENONEN ? Das wäre schon interessant!

Firma Gamma-Juhasz

Zoltan und Istvan Juhasz waren die zwei führenden Köpfe der Firma Gamma-Juhasz, Söhne eines ungarischen Parlamentarieres. Istvan war der technische, Zoltan der wirtschaftliche Leiter des Unternehmens. Istvan Juhasz ist derselbe wie Stephen Shepherd (dieselben Lebensdaten 1894-1981, dasselbe Foto). Juhasz heisst auf Ungarisch etwas wie Schäfer, Schafhirte. Einmal wurde die Firma im Internet als Firma „Gamma Shepherd“ gefunden.

Frühling 1945: (Zoltán had fled to the West with his family, and eventually ended up in Colombia, South America, where, harking back to an early 19th century ancestor, they changed their name to Andujar.)
Siehe unter <http://magyarnews.org/news.php?viewStory=995>

Dort auch:

The end of World War II changed all that. They were still able to stop the Germans from taking away the Swiss, English and German precision machinery of the Gamma Works, but later on, the Russians took every serviceable instrument, machine and semi-finished product, as well as most of the raw materials. The firm had to lay off its thousands of workers. ((Auch bei Zeiss/Jena heisst es, dass die Russenrestlos **alles** abgeräumt hätten!))

In der Schweiz war das Gerät bei Kriegsende längstens in Lizenz-Produktion durch HASLER. Ob es dennoch ungarische Original-Bestandteile dazu brauchte ??

Istvan Juhasz war offenbar Chef von 1921-45. Es sollen mehr als tausend Stück des Kommandogerätes gebaut worden sein, verwendet in: (die Schweiz wurde in dieser Liste vergessen... Schweden ebenfalls)
China, die Niederlande, Norwegen, Finnland, Austria, Italien, Iran, Argentinien, Polen und die Sowjetunion.

Wirkung am Ziel

Die Erfolge waren bei der schweren Fliegerabwehr sehr gering. In Deutschland, Wien etc. war das bekannt, das Ansehen der Flak war bei der Bevölkerung nicht gut. Man fragte sich, wieso die – trotz der eindrucklichen Flak-Türme und des ganzen „Feuerzaubers“ – eigentlich nicht mehr Flugzeuge abschiessen.

Aus <http://www.mil-mod.de/html/fla-kanonen.html> entnommen:

Zu Beginn des Krieges war die deutsche Flakartillerie nach vorherrschender Expertenmeinung die stärkste, modernste und effektivste der Welt. Dies änderte sich jedoch im Verlauf des Krieges dramatisch! Waren **zu Beginn des Krieges „nur“ etwa 4200 Schuss** der schweren Flak erforderlich, um einen mittleren Bomber abzuschießen so wurden bereits **Anfang 1944 zwischen 15.000 und 17.000 Schuss** benötigt, um das gleiche Ziel zu erreichen. Ursache hierfür waren neben der schlechteren Ausbildung des an den Geschützen und Feuerleitrechnern eingesetzten Personals (Flakhelfer/innen, RAD-Leute, „HiWi's“, Kriegsversehrte, Firmenangehörige der zu schützenden Objekte, Greise, etc.) auch die fortschreitende technische Entwicklung der alliierten Flugzeuge (Flughöhe und -geschwindigkeit) sowie die zunehmende Erfahrung der alliierten Flugzeugbesatzungen.

Peter Ortmanns, Flakhelfer, p. 33, Adresse siehe weiter unten, bei backbierpeter...:

Im Zeitraum vom 5. März bis 29. Juni 1943 wurden 18.506 feindliche Einflüge erfasst. Die Abschüsse im gleichen Zeitraum betragen 872 Maschinen, das entspricht 4.7 %.

Bei einer Rede am 26. Juni 1942 vor dem englischen Unterhaus gibt Churchill bekannt, das bei einem Angriff von 726 Flugzeugen auf die Stadt Essen 35 nicht zurückgekehrt sind, das entspricht 4,9 %.

Man kann auf Grund eines Vergleichs verschiedener Informationsquellen mit Sicherheit annehmen, dass die Verluste weit unter 5% lagen. Laut Ermittlungen des Generalstabes der Luftwaffe - Generalquartiermeister - wurden bei 8.706 Abschüssen 35.322.260 Granaten aller Kaliber verschossen. Das entspricht **4.057 Granaten für einen Abschuss**. Natürlich sind die vielen beschädigten Maschinen oder die, welche bei der Landung zu Bruch gegangen sind, in diesen Zahlen nicht enthalten.

In der Schweiz wurde die Trefferwahrscheinlichkeit der schweren Flab deutlich optimistischer eingeschätzt:

Oberst Alfred Büchi (ASMZ, 1934) meldet, dass es **60 Schuss braucht, um ein Flugzeug vernichtend zu treffen**: <http://retro.seals.ch/cntmng?pid=asm-003:1934:80=100::1051> (dort p. 364). Dies ist allerdings eine Prognose, die deutschen Werte dagegen basieren auf einer Auswertung.

In Deutschland war das Innenleben der Kommandogeräte derart geheim, dass sich die Truppe entfernen musste, wenn die Waffenwarte daran arbeiteten. <http://www.backbierpeter.de/joomla/images/pdf/ortmanns2.pdf> (Peter Ortmanns, p. 43)

Am 13. Juli 1943 stürzen zwei britische „Lancaster“ ab, einer in Bouveret, einer bei Sion. Sie gehörten zu einem Verband, welcher von England westlich vom Mt. Blanc über Annecy nach Turin hätte fliegen sollen – infolge schwerer Gewitter über Frankreich gerieten aber über 100 Flugzeuge ins Wallis. Sie wurden auf dem Col du Marchairuz durch die CH-Flab beschossen und verschiedentlich getroffen (mitten in der Nacht!). Die zwei Abstürze gelten als Abschüsse durch die schweizerische Fliegerabwehr.

Die Mannschaften beider Bomber sind auf dem Friedhof in St. Martin, Vevey begraben. Wer ihre Gräber aufsucht, findet einen **ganzen Soldatenfriedhof** mit 136 gefallenen britischen Soldaten, stammend aus dem ganzen Britischen Empire.

Pressebericht zur 70-jährigen Erinnerung an die beiden Lancaster-Abstürze im Wallis:

<http://www.lenouvelliste.ch/fr/en-continu/pourquoi-deux-bombardiers-seperdirent-en-valais-498-1201352>

Nachts wurden die Flugzeuge mit grossen **Scheinwerfern** gesucht (in der Schweiz waren sie anlässlich der EXPO 64 rings um Lausanne ein letztes Mal in Betrieb). Mittels **Horchgeräten** wurde versucht, die ankommenden Flugzeuge rechtzeitig zu orten. Besonders schöne Fotos von Horchanlagen finden sich in:

<http://www.alternatehistory.com/discussion/showthread.php?t=185434&page=23>

(weit nach unten scrollen; es gibt auch Bilder früher Radar-Anlagen). Im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf ist ein grosses Horchgerät ELASCOPE ausgestellt.

Anhang 2:

Allerlei zum Kommandogerät GAMMA-JUHASZ

>>> Vorsicht mit **Jahrzahlen**: Das „Kgt. 40“ wurde offenbar 1940 entwickelt – bis zur Auslieferung verging noch einige Zeit. Im Feb. 1941 wurde immer noch das Schema gezeichnet, gedruckt und veröffentlicht mit dem doppelten v-Messer, d.h. vom ursprünglichen Gerät 38. Es gibt Zeichnungen vom Okt. 43, die das Gerät 40 betreffen, und nicht das Gerät 43. Wahrscheinlich gab es einen eigenen Typ 43/50, nicht identisch mit 43/50 R (Radar).

>>> **Schmieren des Gerätes**: Bitte nur mit **Knochen-Oel!** p. 12, Dok. 20 (1038) (persönl. Bild 276)

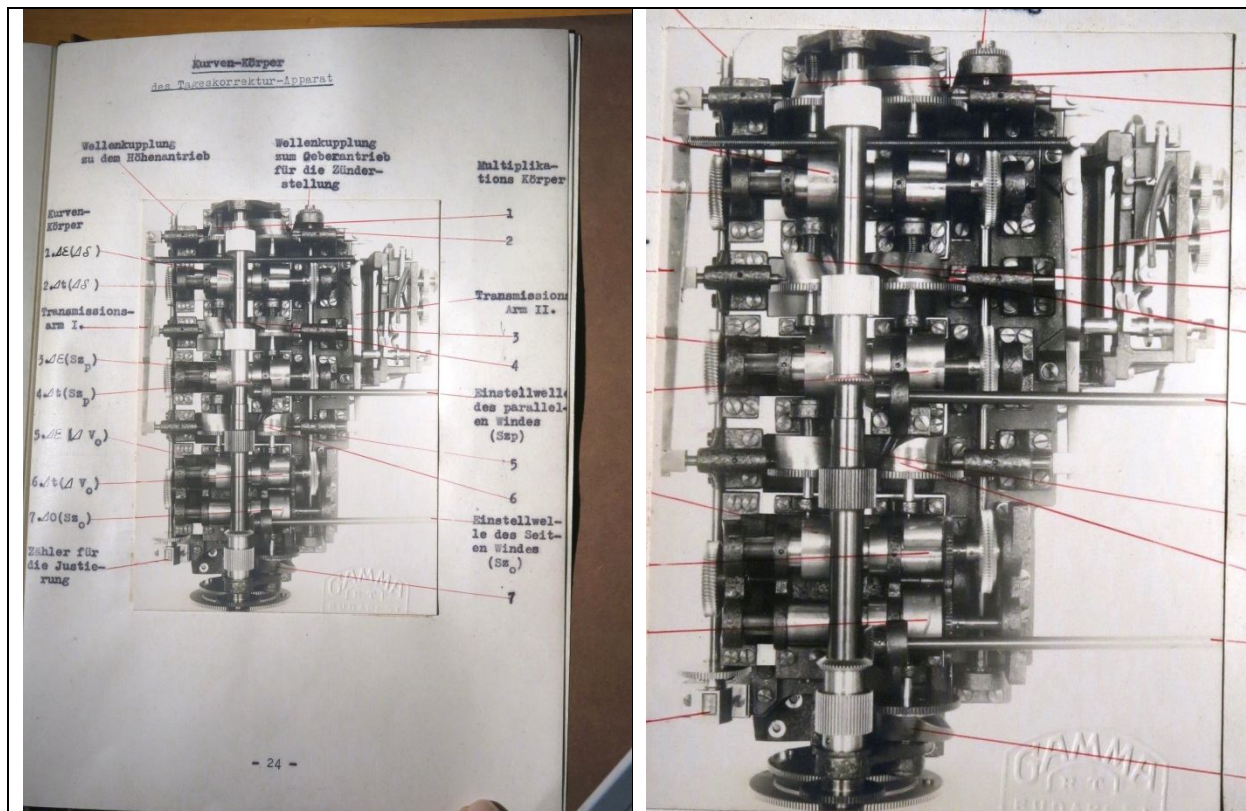
Die Schmierung ist durchschnittlich alle 600 Betriebsstunden zu erneuern.

„Die ballistischen Körper sind hauchartig überfettet (beinahe ganz trocken) zu halten.“

Der Grund für die winterliche Elektroheizung des Gerätes liegt in der Konsistenz der Schmiermittel.

>>> Die **Übertragung der Messwerte** zu den Geschützen erfolgt mit drei sternförmig angeordneten Spulen in einem magnetischen Wechselstromfeld. Beim Geber (Sender) werden die Spulen im Winkel richtig eingestellt, beim Empfänger folgen sie synchron und selbstständig. Allerdings wird bloss die Information übermittelt, eine Kraft zur direkten weiteren Verarbeitung kann nicht entnommen werden. Von Hand gibt das Bedienungspersonal die Information mit einem „Folgezeiger“ neu in das System ein. Alle drei Messwerte vom Kommandogerät und zu den Geschützen werden je in einer Grobskala und einer Feinskala übermittelt oder angezeigt (Feinskala am Geschütz: 100 A‰ pro ganzer Umdrehung). Vom Telemeter zum Kommandogerät funktioniert es gleich, aber ohne getrennte Grob- und Feinskala.

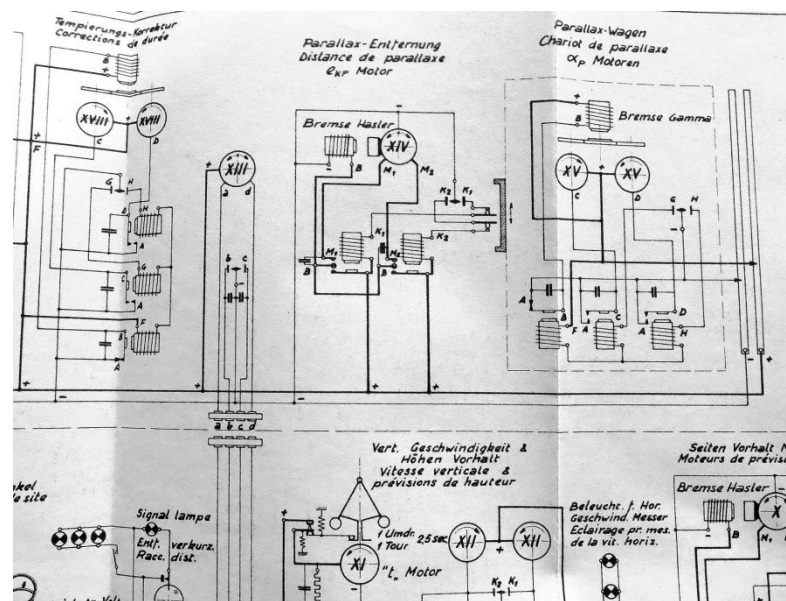
>>> Mehrere Feinkorrekturen der gerechneten Werte erfolgen mittels sorgfältig geformter „**Formkörpern**“. Sollte je eine **andere Munition** verwendet werden, ein anderes Kaliber, ein anderes Geschütz usw., so müssen die Formkörper ersetzt werden. Die „Schliessplatz-Munition“ hatte in der Schweiz eine Anfangsgeschwindigkeit von **550 m/s**, die Kriegsmunition von **805 m/s**. Das soll beim viel langsameren Schleppsack einen vergleichbaren Vorhalt ergeben wie beim kriegsmässigen Schiessen. Man musste dazu die grossen ballistischen Formkörper auswechseln (Nationalbibl., G 3188/69, p. 13, 1940). In Dok. 15 (1941) ist auf p. 30 erwähnt, dass die Formkörper gerechnet sind für die Anfangsgeschwindigkeit „805 m/sec. (bzw. 550 m/sec.)“. Ob der Tageskorrektur-Apparat (ganz oder teilweise) ebenfalls ausgewechselt werden musste, ist noch unklar – das wäre die folgende Baugruppe, die ev. doppelt hergestellt wurde: (originalen Gamma-Stempel auf der Foto)



>>> Wie gelang die **Herstellung der Formkörper**? Wie lassen sich derart viele Punkte einer Funktion dreier Variablen ausrechnen? Die ersten elektronischen Analogrechner wurden im Zusammenhang mit der Raketensteuerung entwickelt – in Deutschland durch Helmut Hölzer (V2, Peenemünde), in Russland zum selben Zweck durch Sergei A. Lebedew. Für die Herstellung der Formkörper standen sie noch nicht zur Verfügung. Tischrechner zur manuellen Berechnung gab es natürlich. Wo etwa das Abbremsen eines Geschosses durch den Luftwiderstand nicht in einer geschlossenen Formel fassbar ist, wird die Handrechnung nicht mehr angenehm. Winkelfunktionen lassen sich mit Tabellenwerken auf Papier beherrschen. Bei ZEISS/Jena gab es allerlei Geräte wie „Kurvenkörper-Messgerät“, „Kurvenkörper-Feinkopierbank“, „Kopierfräsmaschine für Raumkurven“ Mod. 31 ... Mod. 40 (Vgl. Jenaer Jahrbuch zur Technik- und Industriegeschichte, 2008, Band 11, p. 56-58). Im Museum für Kommunikation, Bern, lagern ca. 140 grosse Folien mit unzähligen numerischen Fräs-Angaben von HASLER.

>>> **Elektrisches:** Der Generator erzeugt (ab Benzinmotor) im Compound-Betrieb 80 V / 12 A (DC) für das Kommandogerät, jedoch 120 V bis 150 V im Nebenschluss-Betrieb zum Laden des Akku. Das heisst, der Betrieb des Kommandogerätes und das Akku-Laden erfolgen nicht gleichzeitig?! Akku: 84 Zellen Nickel-Eisen-Zellen mit 30 Ah bei Entladung mit 6A. Laden, sobald $U < 84$ V. Ladung bei 6A, bis Spannung von 126 V auf 153 V angestiegen ist. Warnungen, dass bei diesen Zellen nur KOH (Kalilauge) und auf gar keinen Fall H_2SO_4 (Schwefelsäure) eingefüllt werden darf.

>>> **Nachführmotoren:** Im Gerät **38** und **40** bestanden die meisten Nachführungen aus **zwei Motoren**, einer für aufwärts, der andere für abwärts. Grund: Die Motoren benötigten **weniger Strom** als doppelsinnige Motoren – dafür mehr Aufwand für die Zahnräder. Das Elektroschema für das Gerät 40 (unten) zeigt, dass die Motoren mit nur einem Drehsinn eine elektromagnetische „**Gamma-Bremse**“ haben, die doppelsinnigen Motoren dagegen eine „**Hasler-Bremse**“. Die in anderer Art gezeichneten Motoren im **Modell 43** (Seite 10) zeigen, dass später doppelsinnige Motoren mit zwei Statorspulen verwendet wurden. Gut sieht man unten die elektrische Begrenzung / Ausschaltung des Motors XIV durch die Bewegung des Parallax-Wagens. Das el. **Mikrometer** ist in beiden Fällen rechts unterhalb der Motoren. Das Gerät 40 ist durch Hasler in Lizenz gebaut worden. Titel des grossen Elektro-Planes: „Principschema für geänderte Kommandogeräte Gamma, 19.7.1941“ Motor XI hat noch einen Zentrifugalregler!



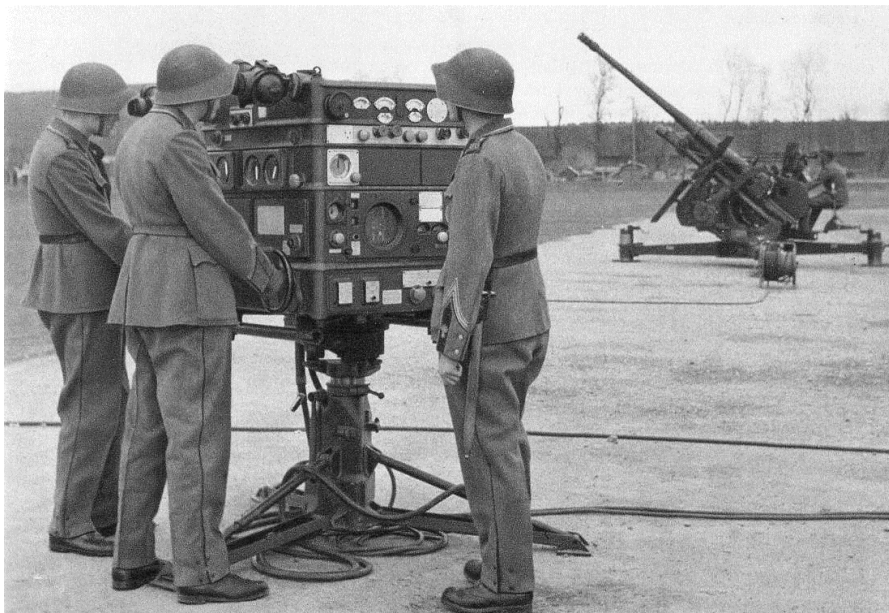
>>> A. Kuhlenkamp vom Deutschen Heereswaffenamt beschreibt in seinem Buch „Flak-Kommandogeräte“ (1943) das Gerät GAMMA-JUHASZ nur sehr kurz und summarisch, auf Grund erbeuteter Geräte aus Norwegen. Zwei Passagen daraus: „Die Entfernung oder die Höhe wird nach Zuruf eingestellt“. (?? Schon CH-Gerät 1938 hat Folgezeiger. Ähnlich aber Kögel, p. 20/21, vor 1942). (Das Gerät) „zeigte eine erhebliche Empfindlichkeit gegenüber unsachgemässer Bedienung“. Es heisst nicht, worauf sich das bezieht – das dürfte wohl für jedes andere Fabrikat ebenfalls gelten.

>>> Nach dem Ausschalten des elektrischen Hauptschalters „dürfen keine Einstellungen mehr vorgenommen werden“ (Dok. 7, p.71). Grund dafür sind die vielen elektrischen „Nachführungen“ mit fein eingestellten Mikrometer-Kontakten, die ohne Strom nicht mehr arbeiten können. Es ist gut denkbar, dass die elektrischen Kontakte in den vielen Jahrzehnten ev. Schaden genommen haben. Besonders im Museum ist es wahrscheinlich, dass da und dort versucht wird, an den Handrädern zu drehen.

>>> Es gibt zwei ballistische Körper (B.K.) für die Berechnung einer Zeitdauer, obgleich das Flugzeug ab Kanonenknall gleich lang fliegt (Flugzeit) wie das Geschoss bis zur Detonation (Tempierzeit). Zum Zeitpunkt A wird die Patrone aus der Tempiermaschine gerissen, drei bis vier Sekunden später (Zeitpunkt B) schießt die Kanone. Zur Zeit C explodiert das Geschoss.

B.K. „Flugzeit“: errechnet „jederzeit“, d.h. laufend die Zeit, die das Flugzeug bis zum Treffpunkt fliegen wird. Das ergibt die Vorhaltstrecke, daraus wird die Entfernung von der Kanone zum Treffpunkt abgemessen, welche wieder in den B.K. „Flugzeit“ eingespeist wird zur Ermittlung der Zeit (Kreis-Logik). Diese Rechnung wird bis zum Zeitpunkt B berücksichtigt. B.K. „Tempierzeit“: Errechnet „jederzeit“ die Distanz zum Treffpunkt und die Geschossflugzeit **für eine vergrößerte Vorhaltstrecke**, so dass das Flugzeug noch um die vorgängig abgemachte Zeitdifferenz $B - A$ länger fliegen kann. Diese Rechnung wird aber nur bis zum Zeitpunkt A berücksichtigt, nachher kann der Zünder nicht mehr beeinflusst werden. Die für die Kanone wichtigen Winkel werden bis B noch laufend aktualisiert.

>>> Das Modell 43/50 scheint ein eigener Typ gewesen zu sein, nicht derselbe wie 43/50 R (R für Radar). Das am Radar angeschlossene Gerät hat einen mittleren Zwischenstock erhalten, mit neuen Folgezeigern für Seiten- und Lagewinkel, im Bild unter den Fernrohren gut sichtbar. Am Radar wirklich angeschlossen, braucht es keine Fernrohr-Verfolgung mehr. Auf der gegenüberliegenden Seite des Gerätes (Mann fehlt!!) gibt es die Folgezeiger für „Radar-Distanz“ und daneben für die „Telemeter-Distanz“. Es gab nur 12 Radargeräte, Wikipedia. Das Modell 43/50 R wurde in der Truppe eingeführt ab 1957.



Radar

Hochinteressante Studie zur Geschichte der ersten Radar-Versuche, mit vielen technischen Einzelheiten, oft aus der Sicht der Schweiz, 53 Seiten:

<http://www.cdvandt.org/Jucker-early-warning.pdf>

Sollte die Adresse nicht mehr funktionieren, wäre zu suchen nach:

„Vorgeschichte und erste Generation Frühwarn-Radar bis ca. 1960“. Autor Hans Jucker, Schwerzenbach. Notgelandete fremde Flugzeuge waren speziell wegen der Untersuchung ihrer neuen Radar-Ausrüstung hochinteressant: Vgl. p. 6-9.

Weitere Studien zur Technik-Geschichte, besonders zur Funktechnik, aber auch andere Themen:

<http://www.cdvandt.org/handbooks.htm>

Ebenfalls von Hans Jucker, mit sehr schönen technischen Details:

<http://www.cdvandt.org/Lichtenstein%20radars.pdf>

Abenteuerliches und streng Geheimes zu den ersten Flugzeug-getragenen Radargeräten (selber Fall einer Notlandung in Dübendorf wie oben bei Hans Jucker, aber deutlich populärer geschrieben):

<https://www.woz.ch/0803/ein-deal-mit-deutschland>

Bildnachweis:

Wo mehrere Bilder auf einer Seite sind, werden sie hier zeilenweise genannt

Alle historischen Bilder wurden den vorhandenen Unterlagen zum Kommandogerät GAMMA-JUHASZ entnommen, in unterschiedlichen Jahren herausgegeben, zuhanden der Truppe oder der Gerätemechaniker, archiviert im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf (die Dok.-Nr. entspricht der EXCEL-Liste vom 29.7.2014)

Seite	Persönl. Foto-Nr.	Liste der Dokumenten-Nr.	Archiv-Registrierung Alt	Museum Neu	Publikation im Jahre
1	Hermann Schild, Fliegerabwehr, Verein der Freunde der Schweizerischen Luftwaffe, 1982/2005, p.19 / p.35				
6	193	15	045925	12271	1941
7	190	15	045925	12271	1941
9	193	15	045925	12271	1941
	190	15	045925	12271	1941
10	174	14	045922	12268	1947
11	285	17	045927	12273	1941
12	281	20	045930	12276	1938
	283	20	045930	12276	1938
	172	7	045821	12166	1950
	220	19	045929	12275	1938
13	257	18	045928	12274	1938
	302	15	045925	12271	1941
	269	18	045928	12274	1938
	171	6	039479	5133	(1950 ?)
14	287	17	045927	12273	1941
	301	15	045925	12271	1941
15	268	18	045928	12274	1938
	218	19	045929	12275	1938
17	161	Museum Flieger und Flab, Dübendorf, Rundgang			
	79	Museum Flieger und Flab, Dübendorf, Rundgang			
18	392	7	045821	12166	1950
20	368	11	045919	12265	1947
	174	14	045922	12268	1947
21	221	22	046567	12929	1944
22	368	11	045919	12265	1947
	5 Bilder Scan	7	045821	12166	1950
25	264	18	045928	12274	1938
26	401	Nationalbibliothek, G 3188/70			1940
27	„Hasler Werke – Schrittmacher in innovativer Technik“. Haslerstiftung, o.J., p. 55. Danke für Erlaubnis!				

Literatur

Waffen und Geräte der Schweizerischen Fliegerabwehr. Steckbriefe und Kurzorientierung.

Adj Uof Alfred Kögel 1913 – 2004

Herausgegeben von Oerlikon Contraves AG, Zürich/Schweiz. Publiziert Herbst 2006

Faksimile-Stellen aus Kögels persönlichem Skizzenbuch: thematisch breit gefächert mit Waffen, Geräten und allerlei geometrischen Situationen aus dem Alltag der Flab-Batterien. Ausbildung, technische Daten.

In Dok. 11 (1947, Büchlein 1, 12265) ist zuhinterst ein grosser Getriebe-Plan des KdoGt 43. Darin finden sich handschriftliche Notizen, höchstwahrscheinlich von Alfred Kögel (Vater), die über persönliche Notizen hinausgehen. Es sieht danach aus, als wenn sich Kögel auch in konstruktive Details eingemischt hätte, z.B. die eine oder andere Vorrichtung als überflüssig und unnötig befand. Handschriftprobe, damals noch Fw Kögel: Dok. 20 (1938), Titelseite.

Dank

Für Mithilfe, Interesse, Diskussionen, fachliche Tips, Vermittlung weiterer Adressen, Überlassung von Unterlagen etc. danke ich herzlich:

Bernd Ulmann (analogmuseum.org), Daniela Zetti (Technikgeschichte ETHZ), Anja Thiele (Deutsches Museum, Informatik), Ulrich Wegmann (Flab-Veteran), Peter Blumer (Contraves), Erich Greger (Technikgeschichte Jena), Klaus-Dieter Gattnar (Zeiss, Jena), Harald Grahe (Verein Deutscher Ingenieure, Verlag). Der Einstieg in das Thema gelang dank Alfred Kuhlenskamp, ehem. Heereswaffenamt (Buch FLAK-Kommandogeräte, 1943, VDI).

Besonderer Dank gilt Beatrice Heuberger, Elisabeth Bengzon, Beat Benz vom Flieger- und Flab-Museum in Dübendorf, die mir Unterlagen aus dem Museum heraussuchten und Zutritt zu den noch vorhandenen Ausstellungstücken gewährten.

Der Ausgräber: André Masson, CH-4900 Langenthal

Winter 2014/15