Fliegerabwehr, frühe Vermessung der Flugzeuge:

Oionoskop mit **Stereomat** und **Verograph**

mit origineller, früher elektrischer Analogrechnung
mit magnetischem Datenspeicher auf umlaufendem Stahlband
mit mechanischem Berechnungsteil und ballistischen Körpern

Übersicht über die Arbeit:

Contraves Zürich war ab den 50er-Jahren eine erfolgreiche, auch im Export tätige Firma im Gebiet der militärischen Flugabwehr. Die Firma gehörte lange Zeit zum Bührle-Konzern, heute zu Rheinmetall Air Defence. Der Start ab 1936 bis ca. 1946 war sehr mühsam, trotz origineller Ideen, die der Zeit voraus waren. Die Firma stellte ab der Gründung ihr **Projekt „Oionoskop“** vor. Damit sollte die Qualität der Zielvorgänge der schweren Flab geprüft werden – sogar ohne jeden Schuss.

Eingelagert im Projekt Oionoskop (resp. zeitlich vorgezogen) waren die zwei Teilgeräte **Stereomat** und **Verograph.** Sie wurden über viele Jahre in kleinen Stückzahlen produziert und verkauft – während die Oionoskop-Zentrale in nur einem Exemplar mühsam fertiggestellt und geprüft, aber nie verkauft wurde. Alle hier besprochenen Geräte sind **nicht für den Kriegseinsatz** konzipiert; sie dienen der Fehler-Vermessung, dem Fehler-Verständnis, der Ausbildungskontrolle.

Stereomat für sich allein: Mit zwei Thedoliten im Abstand von 1 bis 3 km wird das Flugzeug andauernd verfolgt, vermessen und die Sprengwolke festgehalten (ab 1941 ohne Entwicklung von Filmmaterial). Anschliessend wird nach der Handeingabe der abgelesenen Winkel im Stereomaten die **räumliche Abweichung der Sprengwolke** vom Flugzeug-Ort **automatisch errechnet.** Betrieb mit dem Oionoskop: Nur ein Theodolit allein wird benötigt, sofern keine Schüsse beobachtet werden.

Verograph für sich allein: Mit zwei (andersartigen) Theodoliten wird laufend der **genaue Abstand zum Flugzeug** errechnet. Vier Telemeter (3m Basis) lassen sich anschliessen – die **Qualität der Telemeter-Messung** wird kontrolliert und schriftlich protokolliert. Betrieb mit dem Oionoskop: Alles wird benötigt (aber ohne die zusätzlichen Telemeter).

Abgesehen von den Aspekten der Fliegerabwehr, bildet die Art der **elektrischen Berechnung mittels Widerstands-Netzwerken** eine einzigartige Leistung von Prof. F. Fischer. In der Geschichtsschreibung der Rechenanlagen ist diese Technik wohl noch nie beschrieben worden – zumal das Oionoskop, der Stereomat und der Verograph ev. „die einzigen elektro-mechanischen Analogie-Rechengeräte dieser Genauigkeitsklasse geblieben sind“, die je mit dieser Rechentechnik realisiert worden sind (Contraves-Angaben 1977, Ref. 1, p. 35 und 37). Diese Rechentechnik wurde bereits etliche Jahre vor der Entwicklung der ersten elektronischen Analogrechner entwickelt.
Die Rechenprinzipien werden hier vorgestellt – obgleich sie der Verfasser nicht ganz verstanden hat.

Mögliche Stichworte: Kommandogeräte - Mechanische Rechner - Feuerleitgeräte - Contraves - Prof. F. Fischer - Ballistische Körper - schwere Fliegerabwehr - 2n-Pol-Rechner - Widerstands-Netzwerk-Rechner - frühe magnetische Datenspeicherung - Oionoskop - Stereomat - Verograph.

Verfasser: André Masson März-Juli 2016

Fliegerabwehr, CONTRAVES-Flugzeugvermessung:

Oionoskop Vogelsehen, Vogelsehgerät

Mit Stereomat, Verograph und neuartiger elektrischer Widerstands-Rechentechnik

Schon 1935 und somit sehr früh muss F. Fischer völlig klar gewesen sein, dass die Distanzvermessung zum Flugzeug mit Hilfe der optischen Telemeter zu wenig genau sein wird. Erst zwei Jahre später konnte die Schweizer Armee die ersten Versuche machen mit einem GAMMA-JUHASZ-Kommandogerät und mit den ersten schweren Flab-Kanonen. Die Telemeter Barr & Stroud mit 3 m Basislänge wurden 1938 bestellt (ein erstes Versuchs-Exemplar war im Frühjahr 1938 bereits vorhanden).

Die Firma CONTRAVES wird im März 1936 mit dem Ziel gegründet, die Idee des **Oionoskopes** („Vogelsehgerät") zu vermarkten. Dessen Grundidee: Mit viel genauerer Vermessung des Flugzeuges (besonders in der Distanz, dank deutlich grösserer Messbasis) wird laufend geprüft, wie falsch die Fliegerabwehr-Kanonen bei normaler Distanzmessung zielen und/oder schiessen. Das Oionoskop ist ein Schulungs- und Überwachungsgerät, und nicht für den Kriegseinsatz gedacht. Ein kleiner Hintergedanke: CONTRAVES spielte mit dem Gedanken, später eigene Feuerleitgeräte zu entwickeln – mit dem Oionoskop wäre es leichter zu beweisen, dass sie viel genauer arbeiten als andere Produkte (Ref. 1, p.9).

Hier fährt der **Verograph** mit seinem neuartigen Widerstands-Netzwerk-Rechner zu seinem Einsatz. Er wird ein Flugzeug vermessen und die Seitenlänge eines Dreiecks laufend, schnell und genau errechnen. Bild Januar 1942 oder früher, aus Ref. 4 und Ref.9. Die Oionoskop-Zentrale ist noch nicht dabei! Seitlich an drei Anhängern befinden sich die Tragestangen für den Verograph und für zwei Theodoliten. Vorne zwei Stromaggregate.

Feuerleitrechner (= Kommandogerät): Errechnet die Vorwärts-Prognose

Die 7.5 cm Flab-Kanonen werden gesteuert durch einen schweren mechanischen Zahnrad-Rechner, genannt **Kommandogerät.** Mit zwei Fernrohren wird dabei das Flugzeug in der Seite und in der Höhe verfolgt, ein optisches Telemeter bestimmt die Distanz (anfänglich per Zurufen zum Kommandogerät übermittelt). Aus diesen Informationen wird alles ausgerechnet, was es braucht, um den **Treffpunkt** zwischen **Flugzeug- und Geschossbahn** zu berechnen: Flugzeughöhe, Flugzeuggeschwindigkeit, Kurswinkel, Steig- oder Sinkgeschwindigkeit, ab 1943 wird auch ein allfälliger Kurvenflug gemessen und in die Prognose einbezogen. Daraus werden die Seiten- und Höhenwinkel ermittelt, welche bei den

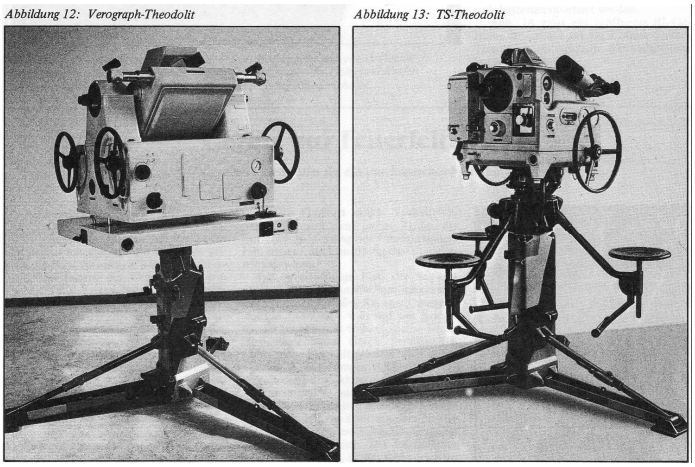
Geschützen von Hand einzustellen sind. Auch der Wert für den Zeitzünder (Tempierung) folgt aus den Berechnungen des Kommandogerätes, er wird ebenfalls zu den Geschützen geschickt.

Genauigkeits-Kontrolle: Vergleich mit der Rückwärts-Rechnung

Das Oionoskop übernimmt laufend die Geschütz-Winkel sowie den Wert für den Zeitzünder, und **speichert** sie kontinuierlich, ca. für die Dauer der Geschossflugzeit. Andererseits vermisst das Oionoskop das Flugzeug direkt: Mit zwei Theodoliten (Abstand 1 bis 2 km) und einem eigenen **„Widerstandsrechner“** wird die Distanz mit hoher Genauigkeit bestimmt. Ein dritter Theodolit nahe beim Kommandogerät liefert laufend den Höhen- und Seitenwinkel des Flugzeuges. Im Oionoskop wird mit drei ballistischen Körpern (= gespeicherte Flugbahnkarten) andauernd bestimmt, wann und unter welchen Winkeln der Schuss zuvor hätte losgehen müssen, damit er „jetzt“ das Flugzeug trifft. Die **Rückwärts-Rechnung** des Oionoskops wird verglichen mit der **Vorwärts-Rechnung** des Kommandogerätes – die Differenzen im Seitenwinkel, im Höhenwinkel der Kanonen und in der Zünderlaufzeit werden kontinuierlich auf die Schreiber gegeben, zusammen mit der exakten Distanz und weiteren Werten.

Das Kommandogerät und das Oionoskop peilen dasselbe Flugzeug gleichzeitig an, das sich „jetzt“ an einer bestimmten Stelle befindet. Das KGt hat schon früher den Vorhalt ermittelt, und die Kanonen damit auf den gerechneten Treffpunkt weit vor dem Flugzeug gerichtet – wo das Flugzeug „jetzt“ vielleicht nicht mehr ist. Das Oionoskop nimmt den sicheren Ort des Flugzeuges „jetzt“ und rechnet ohne jede Rücksicht auf Vorhalt, Windrichtung oder Parallaxwerte die Abschusswerte, die in der Vergangenheit richtig gewesen wären für einen Treffer. Fliegt das Flugzeug eine Kurve, was man bis 1940 (eventuell, Deutschland) oder bis 1943 (sicher, Schweiz) rechnerisch nicht berücksichtigen konnte, so liegt der Ort des Flugzeuges nicht auf der vorausberechneten Bahn des KGt, und die vom Oionoskop zurückgerechneten Werte waren in der Vergangenheit prinzipiell nicht zu errechnen. Zu was genau dienen die dokumentierten Abweichungen ? Was lassen sich für Schlüsse daraus ziehen ? Bei Kurvenflügen wird die Interpretation der Oionoskop-Ausgaben schwierig bis hoffnungslos gewesen sein. Nur bei schönen Geradeausflügen werden sich die Abweichungen interpretieren lassen. Tageseinflüsse wie Wind, Sommer/Winter (andere Pulvertemperatur, andere Anfangsgeschwindigkeit) vermag nur das Kommandogerät, nicht aber das Oionoskop zu berücksichtigen – das hätte eine Anzahl weiterer ballistischer Korrektur-Körper erfordert.

Das Oionoskop vermag seine Genauigkeitskontrolle kontinuierlich durchzuführen, **ohne dass überhaupt je geschossen wird.** Allerdings bleiben so die Fehler bei der Ladezeitverzögerung unerkannt. Echtes Schiessen ist auch möglich, dann aber müssen die Sprengwolken vermessen werden, ein zweiter Stereomat-Theodoliten wird benötigt, und die Qualitätskontrolle ist nicht mehr „sofort“ und jederzeit möglich, sondern erst nach der Auswertung im Stereomat.



Aus Ref. 1, p. 38

Die unterschiedlichen Theodolite für Verograph und Stereomat, je mit anderen Winkel-Systemen

Neben den ungenau erfassten Parametern zur Bestimmung der Flugzeugposition (zwei Winkel, eine Distanz) erhöhen besonders **ungeplante Bewegungen des Flugzeuges** die Fehler. Rot: Wirklicher Weg des Flugzeuges. Im Pkt. J1 erstellt das **Kommandogerät** seine Prognose, wo sich das Flugzeug mit den Geschossen treffen wird: im Pkt. S1 (Jetziger Sollpunkt). In diesen Jahren gab es noch in keinem Kommandogerät eine Möglichkeit zur Kurven-Extrapolation.

Das **Oionoskop** umgekehrt rechnet ab J2 zurück: Wie hätten die Einstellungen an den Geschützen erfolgen müssen, um das Flugzeug im Pkt. J2 zu treffen ? Die Differenz aus den jetzigen Werten des Oionoskopes und den früheren Werten des KdoGt. (verzögert um ca. die Geschossflugzeit) wird als Fehler ausgegeben.

Bild aus Ref. 6. Datum wahrscheinlich Dez. 1936. Zu dieser Zeit war das Oionoskop erst mit zwei Theodoliten geplant. Später wurden deren drei benötigt – vielleicht weil der **Verograph** (laufende Distanzvermessung) und der **Stereomat** (nachträgliche Vermessung von Sprengwolke und Flugzeug) aus dem Gesamtprojekt herausgenommen und zeitlich früher produziert worden sind (mit Theodoliten je anderer Winkelausrichtungen).

Genauigkeit

Die erforderliche Genauigkeit ist bei allen Ziel- und Rechenvorgängen ein grosses Problem! Die mechanischen Rechner müssen äusserst genau arbeiten, damit die Treffer im Ziel landen. Die Flugzeit der Geschosse ist gross (10 bis knapp über 20 Sekunden), die Geschosse sind schwer (die Kanone muss von Hand geladen werden), abgezogen wird auch von Hand. Zur Tempierung werden die Geschosse neben der Kanone in die Tempiermaschine gesteckt und dürfen erst im allerletzten Moment in die Kanone hinübergewuchtet werden. Der Rechner muss zum Voraus wissen, wie lange der Ladevorgang dauern wird vom Tempieren bis zum Abschiessen. Vom Rechner kommen mittels Lampen Signale an die Geschütze, welche das Einhalten der Lade-Zeit erleichtern.

Beim Kommandogerät GAMMA-HASLER wurden ab 1943 **automatische Nachlaufsteuerungen** eingebaut, damit die Verfolgung des Flugzeuges (Auge am Fernrohr) **ruhiger und genauer** verläuft. Die Firma CONTRAVES hat die TS-Theodoliten für den Stereomat schon im Jahre 1941 mit einer solchen Nachlaufsteuerung ausgerüstet: Durch Drehung am Handrad werden Weg und Geschwindigkeit der Nachlaufbewegung miteinander kombiniert. Das verhindert ein „Überschiessen“, wenn ein in Rückstand geratenes Fadenkreuz schneller bewegt wird, bis es wieder beim Flugzeug ist.

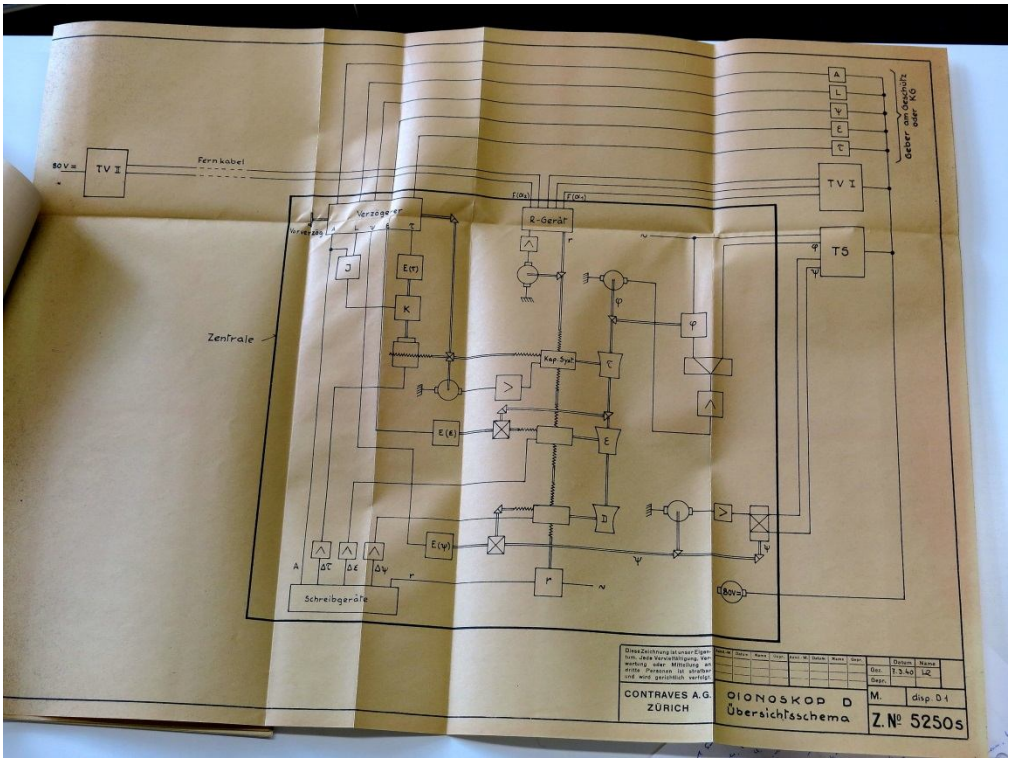
Amerikanische Bomber B-17, „Fliegende Festung“, im Feuer der Fliegerabwehr. Bei v = 420 km/h müssten die vordersten Schüsse **um 0.2 Sekunden** später (bei gleicher Winkelstellung) abgefeuert werden, um eine Flugzeuglänge näher zu explodieren. Fliegen die Bomber auf 3000 m Höhe und sind 6 km horizontal entfernt, so entspricht eine Flugzeuglänge **nur 0.2°** beim Seitenwinkel (Vorbeiflug) resp. **0.1°** beim Höhenwinkel (Überflug). *Vgl. Genauigkeiten: Seite 14*
Aus „Flugzeug Classic“, Juli 2014, p. 63, mit Erlaubnis. Ein Vergleich mit einer Foto im Internet zeigt: Nichts darf man glauben! Vier Sprengwolken sind hier entfernt worden, vier weitere in der Form verändert. Die weissen Wolken in der Bildmitte waren original schwarz!

Grosse Flugzeuge stürzten im Weltkrieg nicht gleich ab, wenn sie einzelne Splitter von explodierenden Ladungen erhielten. Das Flugzeug war gefährdet, wenn die Splitter einen Treibstofftank trafen, den Piloten, oder wenn ein Motor ausfiel – andernfalls verursachten Treffer von Splittern mehr Reparaturarbeiten an den Flugzeugen. Erst direkte Treffer von Geschossen haben deutlich grössere Auswirkungen. Es gab Zeitzünder mit zusätzlichem Aufschlagzünder.

So funktioniert das Oionoskop

Funktionsschema: aus Ref. 6 A, **März 1940**, kontrastverstärkt

Mechanisch dargestellte Variablen (Drehwellen, Zahnstangen) haben im Schema **doppelte** Striche, **Elektrisch** dargestellte Grössen haben **einfache** Striche.



Ganz oben: Fünf Grössen werden laufend ab Geschütz und/oder ab Kommandogerät übermittelt (Geschossflugzeit, zwei Winkel Seite und Elevation, Verzögerung Abzug und Ladebeginn).

TV I und II: Zwei Theodoliten (zum Verograph) ermitteln die Schrägdistanz zum Flugzeug, sie wird im R-Gerät und gleich unterhalb **mechanisch kopiert** (Verstärker, Motor, Rückkopplung). Die mittlere, vertikale Drehwelle verstellt mittels Spindel die drei Abtastgeräte entsprechend der Distanz. Verdreht werden die ballistischen Körper entsprechend dem aktuellen Lagewinkel Phi des Flugzeuges, geliefert durch den **dritten Theodoliten TS**, welcher auch den Seitenwinkel liefert.

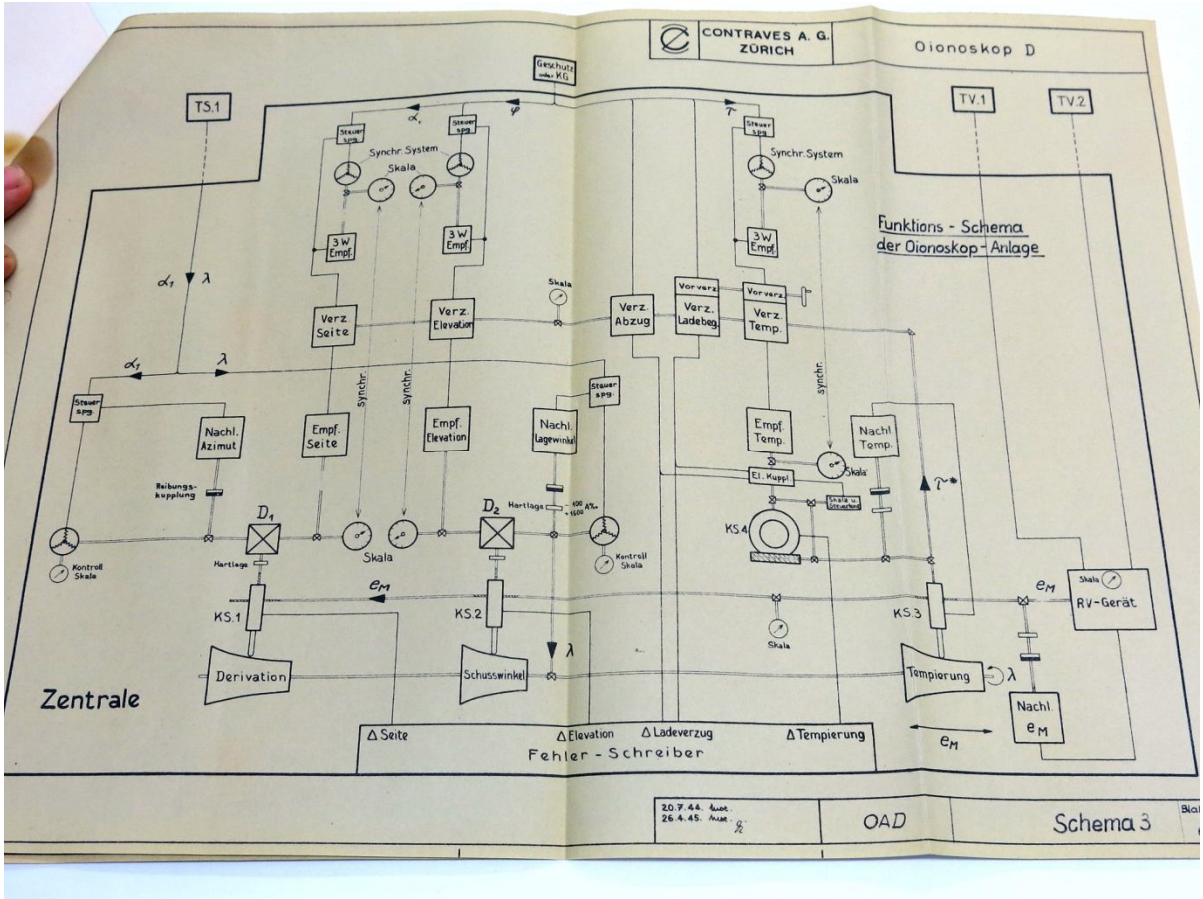
Ganz zuunterst wird die mechanische Grösse r (Schrägdistanz) wieder in elektrische Form umgewandelt und ausgegeben.

Der aktuelle Seitenwinkel ψ des Flugzeuges wird in einem Differentialgetriebe (Quadrat mit Kreuz) vom verzögerten Kanonen-Wert abgezogen, anschliessend mit einem Wert für die Derivation D ab ballistischem Körper gemischt.

Links oben: Alle fünf Werte ab Kommandogerät werden verzögert, z.T. noch (von Hand ?) „vorverzögert", entsprechend der durch das Oionoskop ermittelten Geschossflugdauer τ ab ballistischem Körper.

Links unten: Ausgabe der Differenzen zwischen den früheren Werten des Kommandogerätes und der gegenwärtigen Vermessung. Die gegenwärtige Vermessung wird mit Hilfe der ballistischen Körper zurückgerechnet auf den früheren Abschuss-Zeitpunkt.

Ein späteres Schema (gezeichnet **1944**) sieht zwar recht anders aus, zeigt aber einigermassen dieselben Funktionsteile. Die unterschiedliche Darstellung kann hilfreich sein beim Lesen und Interpretieren des Schemas. Bild aus Ref. 9 B



Doppelter / einfacher Strich: Mechanischer / elektrischer Signalweg. Abtastung der drei ballistischen Körper mit KS1 bis KS3 (kapazitives System 1 bis 3): Hier sind die neuartigen Motoren drin und der kapazitive Positions-Sensor, siehe p. 7/8. KS4: nicht richtig verstanden, schon im älteren Schema nicht. D1, D2: Differentialgetriebe zur Differenz-Bildung der beiden Berechnungen. RV-Gerät: Verograph, gibt genaue Schrägdistanz. Seitenwinkel / Lagewinkel Flugzeug heisst neu α / λ (jetzt gemessen). ϕ: Elevation Kanone (früher gemessen). Nachlauf: Motor kopiert Signal geregelt auf mechanische Welle.

Neuartige Einzelteile im Oionoskop

1) Ballistische Körper

Das Oionoskop erhielt eigene Ballistische Körper, wie es sie im Kommandogerät nicht gab. Zwar ist das Prinzip dasselbe geblieben: Variablen-Umrechnungen innerhalb der Schar aller Geschossflugbahnen, aber es wurden dabei andere Variablen verwendet.

Kommandogerät: Wenn die Flughöhe und die Horizontaldistanz bekannt sind, wie gross muss die Rohr-Elevation oder die Zünderlaufzeit sein ?

Oionoskop: Wenn die Schrägdistanz und der Höhenwinkel zum Flugzeug bekannt sind, wie gross muss die Rohr-Elevation und die Zünderlaufzeit sein ?

Die **Herstellung** eines ersten ballistischen Körpers ist mühsam, erfordert viele Handarbeit und ist zeitaufwändig. Kopierfräser vermögen das erste Exemplar anschliessend leichter zu vervielfältigen. Punkt für Punkt wurde gerechnet (interpoliert, graphisch abgelesen) auf Grund der Schussbahnen. Mit Bohrern wurden die Metallkörper bis auf eine gewisse Tiefe angebohrt, anschliessend mit der Feile ausgeglichen. Die folgenden Bilder stammen aus „Between Human and Machine“, Davis A. Mindell, John Hopkins University Press, 2002, with permission of Hagley Museum and Library. Fabrikation möglicherweise bei Sperry.

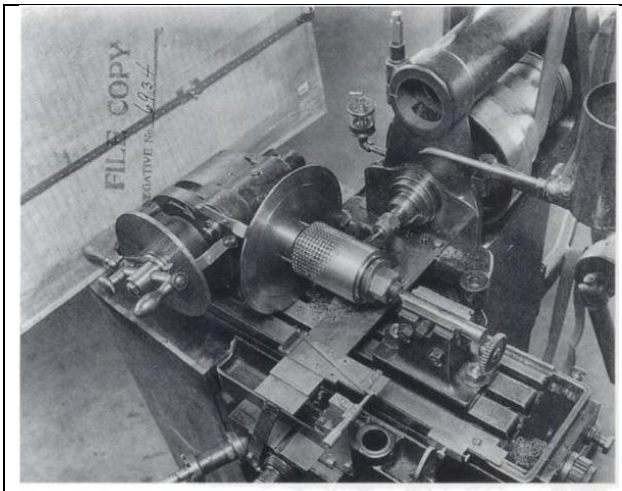


Fig. 3.13. Numerical control: manufacturing ballistic cams. First, holes were drilled into a cylinder, each hole corresponding to a data point from a ballistics table. In the background is such a numerical table. Courtesy of Hagley Museum and Library.

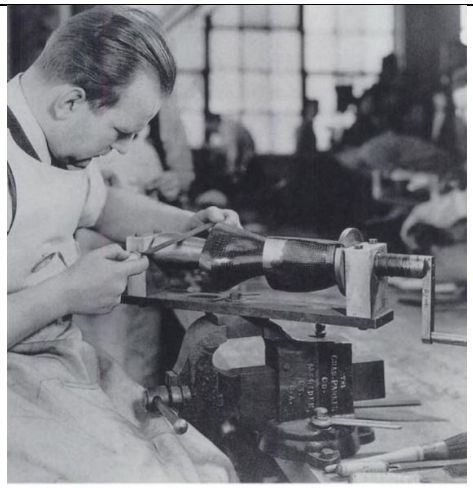


Fig. 3.14. After the holes are drilled into the cylinder, the cams are then filed smooth by a machinist, who also serves to interpolate between data points, a digital-to-analog conversion. Three cams are crafted out of a single cylinder, and the data points are still visible as holes. Courtesy of Hagley Museum and Library.

Zur Erinnerung: Die Schweizer Armee pflegte auf den Ausbildungs-Schiessplätzen eine **andere Munition** mit geringerer Anfangsgeschwindigkeit zu verwenden. Die kleinere Geschwindigkeit der Schleppflugzeuge (sie ziehen den Schleppsack an langem Seil hinter sich) sollte **zu einem ähnlich grossen Vorhalt** der Geschütze führen wie bei der Kriegsmunition. Das bedingte, dass für die Arbeit auf dem Schiessplatz sämtliche ballistischen Körper **neu gerechnet, neu hergestellt** und bei Bedarf im Kommandogerät und im Oionoskop **ausgewechselt** werden mussten.

Zuerst wurde ins Auge gefasst, das Oionoskop auch für die 34mm-Flab Kann 38 auszurüsten, was dann unterlassen wurde.

2) Neue Nachführung beim Ablesen der ballistischen Körper: präziser und schneller

Es war in den Dreissiger-Jahren üblich, mechanisch erfasste Grössen (Drehwellen etc.) **elektrisch umzukopieren** auf andere Drehwellen. Damit steht wieder neue Kraft zur Verfügung, geliefert von einem Elektromotor. Besonders mechanisch heikle Vorgänge wie das Ablesen bei den ballistischen Körpern oder das ruhige Nachführen eines Folgezeigers von Hand dürfen nicht mit viel Kraftaufwand (zum Betreiben nachfolgender Getriebe) verbunden sein.

Normalerweise erfolgt das Umkopieren mit drei feinen Elektro-Kontakten, genannt „elektrisches Mikrometer“: die ursprüngliche Drehwelle (Quelle der Information) bewegt den mittleren Kontakt, die beiden äusseren Kontakte steuern einen Elektromotor links- oder rechtsherum, wodurch die zweite Drehwelle jederzeit geregelt in die richtige Position gebracht wird. Der Motor muss dabei andauernd korrigieren und neu einstellen, er ist nie in Ruhe. Im Kommandogerät GAMMA-HASLER wird praktisch jede vorkommende Grösse auf diesem elektro-mechanischen Weg umkopiert.

Für das Oionoskop wurden sowohl neue, extrem **schnell anlaufende Motoren** entwickelt, wie auch ein neuartiges System eines **kapazitiven Positions-Sensors** ganz ohne mechanische Kontakte. Innerhalb „weniger Hunderstels-Millimeter“ steuert ein Rotations-Kondensator (mit isolierter Lamelle im radialen Zwischenspalt) eine Elektronenröhre, welche ihrerseits den Elektromotor mit äusserst geringem Trägheitsmoment schaltet. Der Motor soll unter Last (45W) innert 1/100 Sekunde vom Stillstand auf volle Tourenzahl von 3000 T/Min kommen – unwahrscheinlich schnell! Ref. 3, p.81

3) Verzögerungs-Speicher

Die Ausgangs-Daten des Kommandogerätes müssen **zwischengespeichert** werden, damit sie sich mit den erst später bereitstehenden Rechnungen des Oionoskopes vergleichen lassen. Nun gab es in den Dreissigerjahren noch keine Ringkernspeicher, keine RAM, keine CMOS- oder TTL-IC ...

CONTRAVES entwickelte einen Speicher mit magnetisierbaren Stahlbändern, die langsam und kontinuierlich am Umfang eines grossen Rades mit ca. 1.5 m Durchmesser an den Schreib- und Leseköpfen vorbei liefen. Ein ganzer Umlauf dauert 24 Sekunden, was etwa der Flugdauer der Geschosse bei der höchstmöglichen Wirkungsdistanz der 7.5cm-Geschosse entspricht. Das ergibt eine Bandgeschwindigkeit von ca. 20 cm/sek – ausserordentlich wenig!
Zum zeitgenössischen Vergleich: 1935 Lorenz - Stahlbandrecorder speziell für Radiostudios: Stahlband mit v = 2 m/s erstmals eingesetzt bei den Olympische Winterspielen 1936, Patent Carl Stille (Angaben Museum ENTER).

Es mussten für das Oionoskop wegen der **tiefen Bandgeschwindigkeit** eigene Schreib- und Leseköpfe entwickelt werden für besonders tiefe Frequenzen. Dieser Verzögerungsspeicher war Firmen-intern ein Hauptgrund für lange Entwicklungsdauer und hohe Kosten. Es konnten Informationen auf 12 Kanälen gespeichert werden, mit kontinuierlich veränderlicher Speicherzeit: feste Schreibköpfe, und am Umfang angeordnete, bewegliche Leseköpfe. Weil die Leseköpfe jederzeit und überall Zugriff haben müssen, war keine Zick-Zack-Führung des Bandes möglich, welche eine höhere Bandgeschwindigkeit ermöglicht hätte.

Wie die numerischen Winkel- und Zeitwerte in unterschiedliche Frequenzen codiert wurden, und wie genau sich die Werte ab Band rekonstruieren liessen, ist noch nicht klar. Um eine tiefe Frequenz genau zu bestimmen, braucht man viel Zeit – aber die hat man gerade nicht, denn die nachfolgenden Werte kommen ja andauernd – sie ändern sich laufend. 12 Kanäle, als Vermutung: Fünf Kanäle gemäss Funktionsschema, je mit Grob- und Feinbereich, plus ein Reservekanal. Bilder: Ref. 6 B

Das Verzögerungsrad mit 12 nebeneinanderliegenden Stahlbändern. Schreibköpfe unten fest, Leseköpfe am beweglichen Arm

Blick in den Wagen der Oionoskop-Zentrale. Hinten das Rad des Verzögerungs-Speichers, von der anderen Seite her gesehen.

Der Anhänger ist die Oionoskop-Zentrale, mit einem Gewicht von ca. 11 Tonnen (wahrscheinlich nur ein Stück hergestellt).

4) Elektrisches Rechnen mit Widerstands-Netzwerken

Das Prinzip des Analog-Rechnens mit Widerstands-Netzwerken (sog. 2n-Pole) wird hier eingehender dargestellt, denn das ist mehr als eine blosse Episode für die Steuerung oder Überprüfung der schweren Fliegerabwehr-Kanonen. Prof. F. Fischer hat hier – kurz vor dem Einsatz der Elektronenröhren zu Rechenzwecken – eine Rechenmethode entwickelt, die als eigenständige zeitgeschichtliche Leistung zu würdigen ist. Das fand noch vor Erfindung des Analogrechners im Zusammenhang mit der V2-Steuerung statt (Helmut Hoelzer, Peenemünde, 1941). Der Berichterstatter bedauert, dass er die Methode eher erahnt denn wirklich versteht.

Zu rechnen war im **Verograph** (laufend, möglichst genau und schnell) die Länge einer Dreieckseite (Abstand Theodolit – Flugzeug), wenn zwei Winkel und die Messbasis (Abstand zum anderen Theodoliten: 1 bis 3 km) bekannt sind. Die Winkel werden nicht abgelesen, nirgends gespeichert, sondern sofort elektrisch verarbeitet. Die Rechnungen erfolgen weitgehend in den beiden Theodoliten, die Kabel werden mit ihren elektrischen Eigenschaften in die Rechnung einbezogen. Verwendet wird ein elementarer trigonometrischer Zusammenhang, dann folgt allerdings noch eine Variablen-Substitution aus Genauigkeitsgründen. Es wird zufolge dieser neuen Variablen mit hyperbolisch-trigonometrischen Funktionen gerechnet, was eher unanschaulich wirkt.
Ziel der Substitution: Bei allen möglichen Winkeln (Flugzeugpositionen) soll eine ähnliche Genauigkeit erreicht werden.

Das Prinzip der R-Netzwerk-Rechner funktioniert etwa so, stark vereinfacht:

a) Generell: Jede Funktionseinheit besteht aus symmetrischen Brücken, genannt „2n-Pole“. Jeder Ein- und Ausgang besteht aus **je zwei Drähten**, mit symmetrischen Spannungen (z.B. +4.2 V, -4.2V) und symmetrischen Strömen. Auch die Widerstände in den Funktionseinheiten sind symmetrisiert. Ein- und Ausgangswiderstände sind bei allen Funktionseinheiten stets gleich. Elektronenröhren werden nur so wenige wie möglich verwendet, sie sind zu wenig stabil für Rechenzwecke.

b) Vierpole, z.B. für die Aufgabe: $U_{out} = U_{in} \cdot \sin \alpha$. Ein Eingang, ein Ausgang.
Eine **Wheatston'sche Messbrücke** lässt am Ausgang jeden Wert zu von + U_{in} bis $-U_{in}$. Es werden die nötigen Teilwiderstände für alle Winkel α einzeln voraus-berechnet und eine Unzahl von Widerständen mit den richtigen Werten zusammengelötet. Der Winkel α wird mit **mechanischer Drehwelle** eingegeben; es werden z.B. bei gesuchten sin (61°) per Drehschalter diejenigen Widerstände angewählt, welche am Ausgang den Wert sin(61°) ergeben. Weil alles genau sein muss, gibt es Kaskaden von Grob- und Feinbereich, s. unten. Erreichte Genauigkeit ca. 10^{-4}, mechanische Umschaltungen im Bereich von 0.01 sec

c) Sechspole, Achtpole
Aufgabe: Die Koordinaten eines Punktes (u, v) seien umzurechnen in ein gedrehtes Achsensystem. Das Koordinatensystem wird um den Winkel α gedreht. Es wird die Aufgabe gelöst:

$x = u \sin \alpha + v \cos \alpha$ und gleichzeitig $y = u \cos \alpha - v \sin \alpha$. Das gelingt mit den folgenden vier 6-Polen und den vier 4-Polen (Zeichnung **links**). Der Winkel α wird mechanisch per Drehwelle in die Schaltung geführt: zu jedem α werden die passenden Widerstände anwählt.

Diese Schaltung gemäss Abb. 4 (unten) gedenkt Prof. Fischer (ohne nähere Erklärungen) umzuwandeln in die komprimierte Schaltung **rechts Abb. 5,** wo es nur noch acht variable Widerstände gibt, d.h. acht Widerstands-Sätze zu je 100 oder zweimal 100 (grob-fein) Einzelwiderständen.

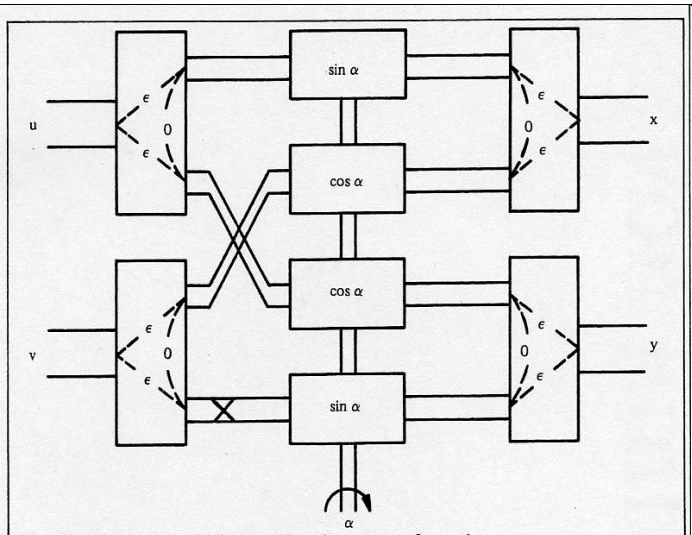


Abbildung 4: Schaltbild für eine Koordinatentransformation

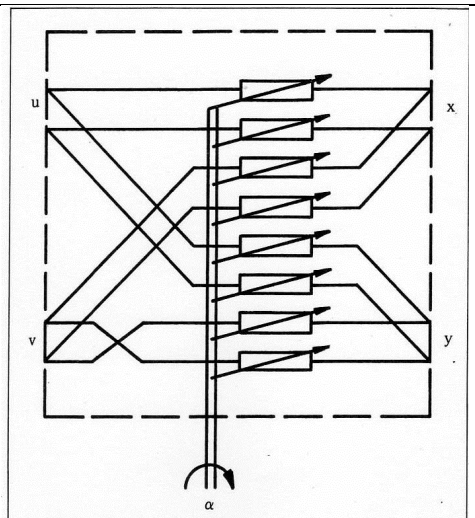


Abbildung 5: Transformations-Achtpol

Abbildung 4 links: In den 6-Polen bedeutet das „Epsilon“ Einheit, Multiplikation mit 1: entweder Aufteilung eines Wertes auf zwei Zweige, oder Summation. Bei den Kopplungen mit „0“ besteht **keine Rückwirkung** zwischen den entsprechenden Ein- resp. Ausgängen, die Kanäle stören sich nicht, spüren sich nicht. Die 6-Pole sind fest, d.h. es gibt keine Winkelabhängigkeiten. **Abbildung 5 rechts:** Die Widerstände sind so auszurechnen, dass die geforderte Aufgabe erfüllt wird (Winkelfunktionen), dass kopiert resp. addiert wird, dass keine Rückwirkungen entstehen, und dass alle Ein- und Ausgangswiderstände der ganzen Schaltung bei allen Winkeln immer einheitlich sind. Prosit Neujahr – wer kann das noch ausrechnen ?

Aufgabe mit 8-Polen: Allgemeine, dreidimensionale Drehung eines Koordinatensystems, mit drei Drehwinkeln. Drei 8-Pol-Schaltungen lösen diese Aufgabe:

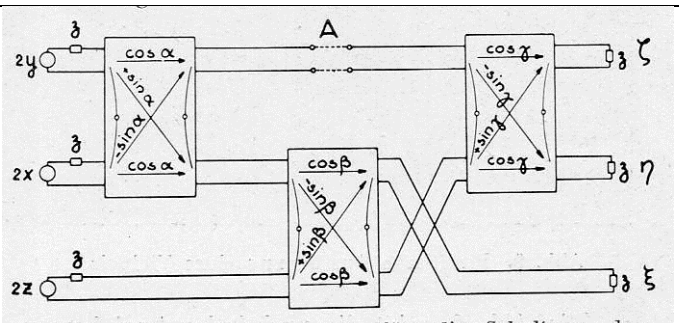


Abb. 7. Uebertragungsfaktoren für die Schaltung der Abb. 1.

In jedem dieser drei 8-Pole gibt es 16 Einzelwiderstände, siehe unten bei Abb. 8. Immer vier dieser Widerstände sind gleich gross. Alle Widerstände sind Winkel-abhängig, jeder 8-Pol gehorcht einem anderen Winkel. Die Winkel-Einstellung ist hier gar nicht mehr eingezeichnet.

Die fein gezeichnete „0“ bedeutet: es darf keine Rückwirkung geben zwischen diesen Pfaden.

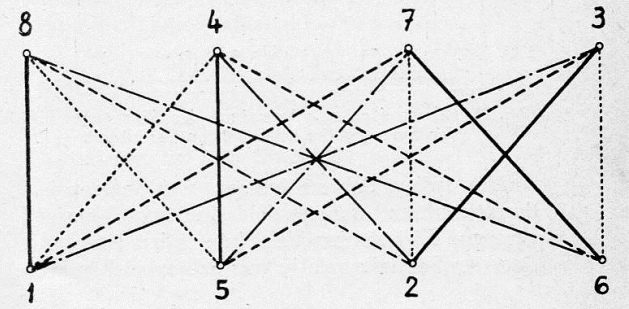


Abb. 8. Schaltung des Achtpols.

und 8 das vierte Klemmenpaar. Die Widerstände, die gestrichelt gezeichnet sind, können etwa wie $c \cdot (1 + \cos \alpha)$ verständlich sein; die Widerstände, die ..... gezeichnet sind, müssen dann wie $c \cdot (1 - \cos \alpha)$ und die Widerstände, die mit Vollstrich bezeichnet sind, wie $c \cdot (1 + \sin \alpha)$ und schliesslich die Widerstände, die mit . — . bezeichnet sind, wie $c \cdot (1 - \sin \alpha)$ mit dem Verdrehungswinkel α variieren.

Widerstände im 8-Pol, Abb. 8 oben: Anschluss 1/5 ist ein Signal-Strang, 2/6 einer, 8/4 und 7/3. Die Widerstände sind immer symmetriert, also bei gleichen Linienarten gleich gross für jeden Winkel. Rechts dazu die Angabe, wie gross die 16 Widerstände sein sollen. Alle diese Beispiele aus Ref. 3, 1939. **Das alles muss bei der Gründung der CONTRAVES 1936 dem Prof. Fischer schon klar vor Augen gestanden haben, wahrscheinlich schon 1935 beim Verfassen der Denkschrift.** Wenn man nicht weiss, wie solche Rechnungen durchzuführen sind, kann man gar nicht erst beginnen mit den Gedanken zu solchen Rechengeräten!

Wieso ist bei den angegebenen Werten für die vier Grössen der Widerstände noch eine Summe drin ?? Widerstandswerte (Abb. 8) und gefordertes Übertragungsmass für die gesamte Schaltung (Abb. 7) sind natürlich nicht dasselbe!

d) Grob- und Feinbereich

Es lassen sich aus praktischen Gründen nicht so viele einzelne Widerstände in die Schaltung einbauen, wie man für die gewünschte Genauigkeit haben muss. Pro Variable oder pro Umdrehung der Widerstands-Anwähler seien etwa hundert Widerstände möglich – aber bei einem Winkelbereich von 90° gäbe das eine Abstufung von ca. einem Winkelgrad: das ist für die Distanzbestimmung zum Flugzeug hoffnungslos zu grob.

Es wird deshalb ein **Grobbereich** von ca. 100 Stufen gemacht, und zwischen jeder dieser Stufen gibt es einen **Feinbereich** mit weiteren 100 Stufen, so dass es 10‘000 Stufen gibt und die Genauigkeit auf ca. 10^{-4} kommt, d.h. auf ein Prozent eines Prozentes. Der Feinbereich muss noch verdoppelt werden auf zweimal 100 Stufen, damit man kontinuierlich weiterdrehen kann, und nicht den Feinbereich rückwärts stellen muss, wenn im Grobbereich eine Stufe vorwärts geht. Die Umschaltung zwischen zwei Grob-Stufen soll derart noch 0.005 Sekunden betragen (Ref. 4, p.6).

Bild unten, Abb. 14 (aus Ref. 4, aus dem Verograph): Links Grobbereich, rechts Feinbereich mit kontinuierlicher Drehung. Das ist **ein einziger, winkelabhängiger Widerstand** im ganzen Widerstands-Netzwerk!

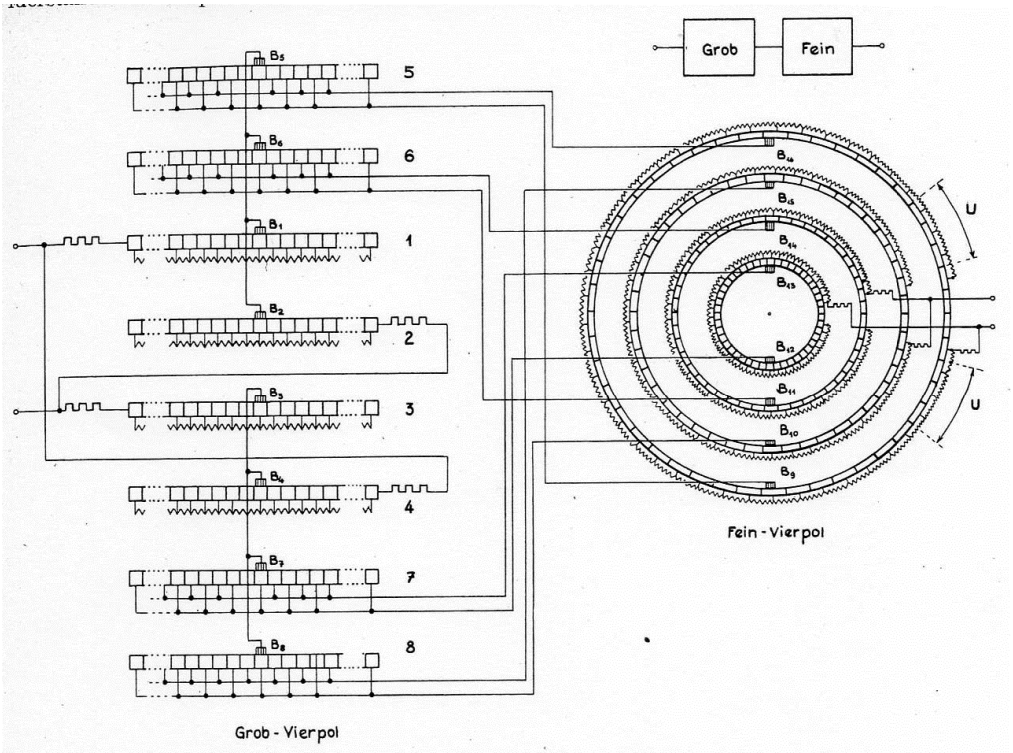
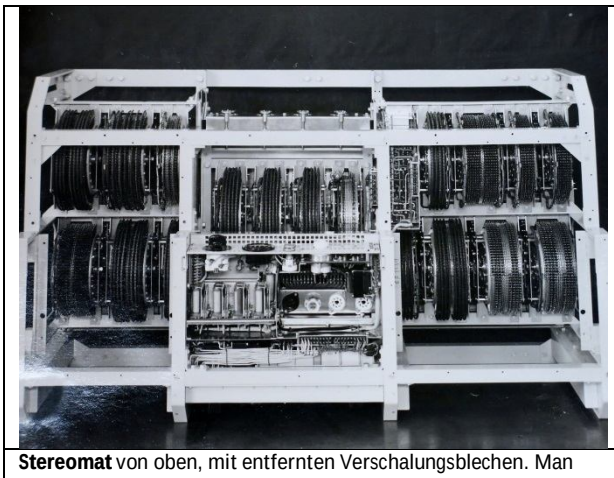


Abb. 14. Elektrische Anordnung der Grob-Fein-Kette.



Stereomat von oben, mit entfernten Verschalungsblechen. Man erkennt die zahlreichen Widerstandswähler, parallele, halbkreisförmige Konstrukte mit vielen Widerständen. Von 4 Elektr.röhren (Gleichrichter, Eisen-Wasserstoff) sieht man die leeren Sockel. Es gab 11 weitere Verstärkerstufen mit Röhren. Gesamtlänge ca. 110 cm, geschätzt im Militärmuseum Full, wo ein Stereomat lagert.

Ausschnitt aus einem Widerstands-Anwähler. Unten sieht man 10 parallel geführte Wählkontakte, oben mit Faden zusammengebundene Kabelbäume. Die einzelnen Widerstände sind mit Draht gewickelte Spulen, ca. 11 mm lang (Betrieb mit Wechselstrom). Die Wähler werden mechanisch gemäss den aktuellen Winkelwerten eingestellt. Bilder aus Ref. 6 B

e) Funktionsgleichungen und Rechenschema im Stereomat

Alleinbetrieb, d.h. ohne Oionoskop
Bilder aus Ref. 3.

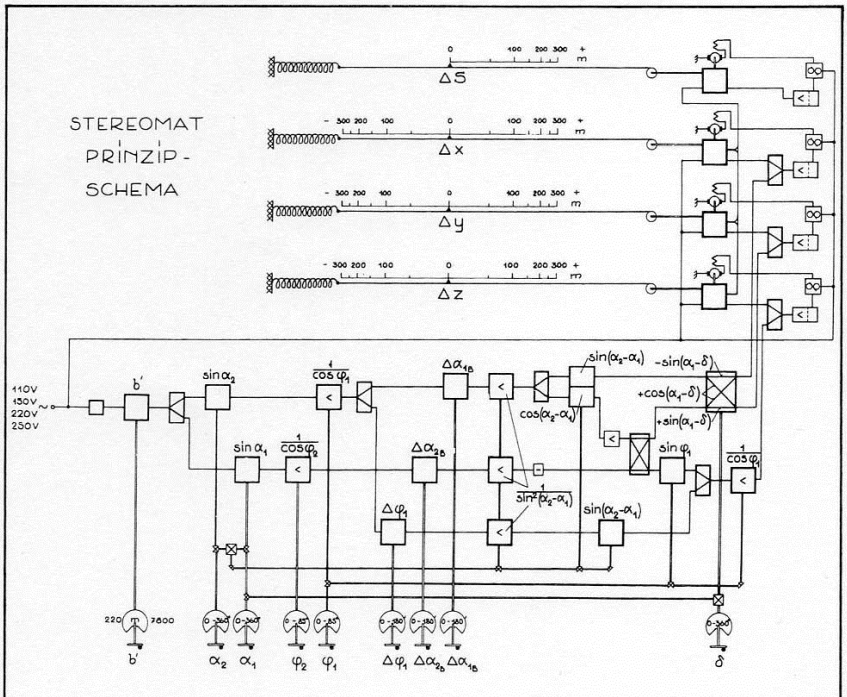


Abbildung 8: Prinzipschema des Stereomaten

Zuunterst die mechanischen Eingaben von Winkeln und Winkeldifferenzen mittels Handrädern. b = Basis, Distanz zw. Theodoliten. Die **dicker** gezeichneten Striche sind **mechanische** Verbindungen (Zahnräder angedeutet bei den Ecken/Verzweigungen, winzig klein). Zwischen α_1 und α_2 rechnet ein Differentialgetriebe die Differenz aus. Dasselbe beim Winkel δ, rechts unten, vgl. Funktionsgleichungen.

Die **dünneren** Striche sind **Wechselstrompfade,** jeweils mit zwei symmetrischen Drähten (nicht gezeichnet).

Oben die Registrierungen auf Papierstreifen: Abweichung der Sprengwolke vom Flugzeug (total und in Komponenten, in Metern, nicht-linear).
Röhren: Verstärker-Stufen sind eingezeichnet mit „<“.

Es folgen die mathematischen Gleichungen, welche das Schema oben mittels Widerstandsnetzwerken auf Knopfdruck auflöst (Ortsabweichung zwischen Sprengwolke und Flugzeug):

$$\Delta x = \frac{b' \left\{ \left[\sin\alpha_2 \,.\, \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\alpha_{1B} - \sin\alpha_1 \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2} \,.\, \Delta\alpha_{2B} \right] . \cos(\alpha_1 - \delta) - \left[\sin\alpha_2 \,.\, \sin(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\alpha_{1B} \right] . \sin(\alpha_1 - \delta) \right.}{\cos\varphi_1 \,.\, \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$\Delta y = \frac{b' \left\{ \left[\sin\alpha_2 \,.\, \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\alpha_{1B} - \sin\alpha_1 \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2} \,.\, \Delta\alpha_{2B} \right] . \sin(\alpha_1 - \delta) + \left[\sin\alpha_2 \,.\, \sin(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\alpha_{1B} \right] . \cos(\alpha_1 - \delta) \right.}{\cos\varphi_1 \,.\, \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$\Delta z = \frac{b' \left\{ \left[\sin\alpha_2 \,.\, \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\alpha_{1B} - \sin\alpha_1 \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2} \,.\, \Delta\alpha_{2B} \right] . \sin\varphi_1 + \sin\alpha_2 \,.\, \sin(\alpha_2 - \alpha_1) \,.\, \Delta\varphi_1 \right\}}{\cos^2\varphi_1 \,.\, \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$\Delta s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}.$$

Stereomat: Nach der Hand-Eingabe der Parameter werden diese Gleichungen **auf Knopfdruck hin** gelöst. Beim **Verographen** erfolgt die Berechnung des Abstandes andauernd im „real-time"-Betrieb.

Die **Ausgabedaten** beim Stereomat (Alleinbetrieb) lassen sich per Schalter **umstellen:** Entweder wird die Abweichung zwischen Sprengwolke und Flugzeug ausgedrückt im rechtwinkligen Koordinatensystem x, y, z wie oben, oder es ist auch möglich, die Fehler im rechtwinkligen Koordinatensystem anzugeben, dessen **eine Achse parallel zum Kanonenrohr** liegt: hoch/tief, links/rechts, zu kurz / zu lang (d.h. zeitlich zu früh/zu spät). Das bedingt wahrscheinlich, dass der eine Theodolit nahe bei einem Geschütz steht.

Eingabe der Daten: Ab Film oder bedrucktem Plasticstreifen wurden die Daten der beiden Theodoliten ausgelesen, abgemessen, und **von Hand** in den Stereomaten eingegeben. Das Ausmessen erfolgte mittels Okular.

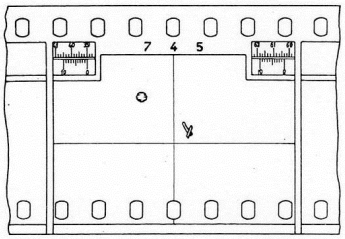
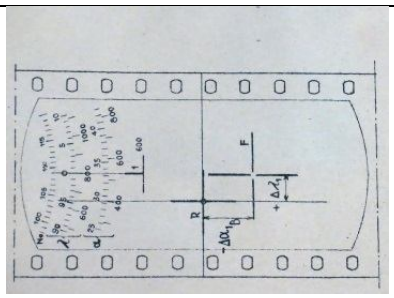


Abb. 10. Filmstreifen mit Aufnahme des Flugzeuges und der Sprengwolke mittels Kinotheodoliten.



Anfänglich wurden Flugzeug, Sprengwolke und Winkel des Theodoliten (mit Nonius) auf Film **fotografiert,** was lange Entwicklungszeit zur Folge hatte (links, Ref. 3). Später wurden die Angaben **„auf Plasticstreifen gedruckt"**, mit Grob- und Feinskala (rechts, Ref. 9). Die chemische Entwicklung entfällt so.

Details zum Verograph: (Ref. 9)

> Die am Gerät anzuschliessenden Telemeter müssen ein **spezielles** Höhen-Linearisierungs-Getriebe haben, so dass der Ausgang proportional zum Reziprokwert der Entfernung ist. Im Militär-Museum Full ist ein derartiges Telemeter erhalten. Bei den kleinen Telemetern mit Basis 1.25m, die nicht damit ausgerüstet sind, wird die Distanz zugerufen, danach in einen 1/e-Geber eingedreht.

> Die Theodolite haben eine spezielle Nachlaufsteuerung zur besonders feinen Verfolgung des Flugzeuges; Weg und Folge-Geschwindigkeit werden gemischt, wie ab 1943 beim Kommandogerät GAMMA-HASLER.

> Die Kabel vom Theodolit zum Hauptgerät werden elektrisch abgeglichen (kapazitive und ohmsche Symmetrierung)

> Ausgang: Geschrieben werden die Fehlerkurven auf Wachspapier.

> Im Vollbetrieb des Oionoskops wird der komplette Verograph in den Zentralenwagen eingebaut. Es ist nicht nur das Rechenprinzip, das in der Zentrale übernommen wird, sondern das gesamte Gehäuse des bereits früher gebauten Gerätes (aber ohne zusätzliche Telemeter).

Details zum Stereomat: (Ref. 9)

> Der Heizstrom der Verstärker-Rohre wird mit einem Eisen-Wasserstoff-Urdox-Widerstand konstant gehalten.

> Die Verstärker-Rohre werden einzeln überprüft, ev. mit Hilfe eines Eich-Netzwerkes neu eingestellt: Anodenstrom, Übertragungsmass.

> Bei einem Höhenunterschied zwischen den beiden Theodoliten wird am Stereomat nur die Kartendistanz dazwischen eingegeben.

> Die mechanischen Eingaben führen oft auf ein Differentialgetriebe zur Differenzbildung. Damit die Verdrehung nicht verkehrt herum erfolgt (Eingabe des einen Winkels verdreht gleich den anderen Winkel), sind die Eingaberäder mit verstellbaren Bremsen ausgestattet.

> Ein Stereomat wurde im April 1939 in Zuoz durch die Truppe im Schiesskurs ausprobiert. Alles hat geklappt, man war zufrieden.

> Von den fünf ersten hergestellten Exemplaren sind deren drei an die Schweizer Armee abgeliefert worden, eines ist im April 1941 bereits dem Heereswaffenamt nach Deutschland geliefert worden, und eine italienische Bestellung lag vor. Für eines der drei CH-Geräte (reserviert für die spätere Verwendung mit dem Oionoskop) wurde die Bewilligung erteilt, das Gerät vorderhand nach Schweden auszuführen.

> Mit dem „Komparateur" (separates Mess-Okular) wird der Mess-Streifen am entfernten Theodoliten ausgewertet und telefonisch durchgegeben: die Resultate der Schuss-Auswertung liegen vor, ohne dass der Weg von 1 bis 2 km zurückgelegt werden muss. Ref. 6 B.

> Die früher mühsame Auswertung mit den ASKANIA-Anlagen ist in Ref. 7, p. 97-102 skizziert: ca. 3 Stunden komplizierter, fehleranfälliger Arbeiten sind dank dem Stereomat überflüssig geworden!

Endzweck: Ausdruck, Ausgabe des Oionoskopes:

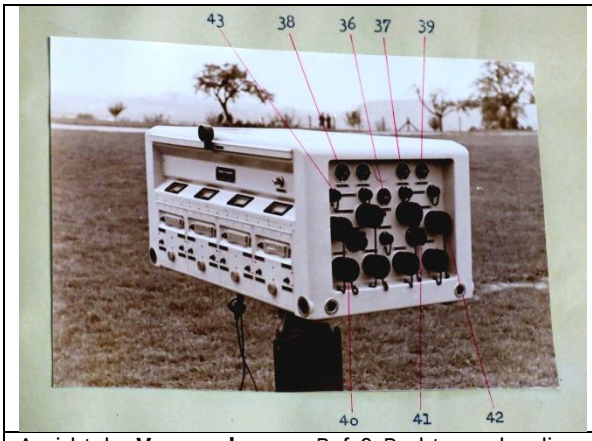
In Ref. 8, p. 178 ist ein vollständiger Ausgabe-Streifen abgedruckt mit den registrierten Seiten-, Höhen- und Zünderzeitfehlern, sowie mit Schuss-Signalen und sogar dem Ladeverzugsfehler. Später im Buch noch ein reduzierter Streifen, ev. eine Vorschau mit zwei Variablen für noch nicht Realisiertes.

Die fliegerische Situation zum Mess-Streifen wird nicht beschrieben, offenbar war es auf einem Schiessplatz. Distanzen und Zeitskala sind nicht angegeben. Es gab 5 + 7 + 6 Schüsse ohne Zielwechsel, sofern das in ca. 100 Sekunden möglich ist... (??)

Nach dem Einpendeln kurz vor dem ersten Schuss beobachtet man auf den kontinuierlichen Schreibspuren: Die Kurven der gemessenen Fehler liegen immer schön symmetrisch zur Null-Linie!
Seitenfehler meistens unter 15 ‰ (selten bis 30 ‰, einmal bis 50‰)
Elevationsfehler meistens unter 15‰ (einmal bis 30‰)
Tempierungsfehler meistens unter 0.15 sec (selten 0.4 sec)
Ladezeitfehler meistens kleiner 0.15 sec, gelegentlich 0.25 sec, einmal 0.4 sec.

Beim Bild der Bomber B-17 (vgl. Seite 5) wird abgeschätzt, dass bei der dort angenommenen Flughöhe die Zeit auf ca. 0.2 Sek. genau, die Winkel auf 0.1 bis 0.2 ° genau (oder 2 bis 4 ‰) stimmen müssten, um den Treffpunkt nicht viel mehr als eine Flugzeuglänge falsch zu haben. Das Oionoskop zeigt, sofern nur Einzelfehler betrachtet werden: In der Zeit wäre das erfüllt, in den Winkeln kaum.

Inwieweit daraus Schlüsse gezogen werden über die Präzision des Kommandogerätes, über die Arbeit der Bedienungsmannschaft, über die Unkenntnis der Windgeschwindigkeit, oder über die Genauigkeit des Oionoskopes selber, muss hier offen bleiben. Aus einem einzigen überlieferten Messprotokoll ohne klare Flugzeuglage kann nichts Wesentliches herausgelesen werden.



Ansicht des **Verographen,** aus Ref. 9 Rechts werden die Kabel der beiden Theodoliten angeschlossen, plus vier Telemeter, deren Genauigkeit kontrolliert wird. Papierstreifen protokollieren laufend die Genauigkeit. Bilder Ref.9

Acht Mann tragen den **Verographen** vom Anhänger zum Stativ, der Gruppenführer am Boden gibt Anweisungen zum Abstellen. Die Widerstandsnetzwerke gehen ins Gewicht – von einem Mikro-Prozessor spricht noch lange niemand!

Chronologie

Schrift normal: Firma CONTRAVES und Rechner, im direkten Aufgabenkreis des Oionoskopes
Schrift kursiv: *Technisches Umfeld, andere Bereiche, Kommandogeräte, Telemeter, auch Gesellschaftliches*

1935

„***Memorial Luftschutz***" *von Oberst H. Bandi verlangt grundlegende Überlegungen im Bereich Flieger und Fliegerabwehr. H. Bandi wird darauf Chef der „Abteilung für Flugwesen und aktiven Luftschutz", bald nachher umgetauft in „Abteilung für Flugwesen und Fliegerabwehr".* http://wrd.ch/luftwaffe/PDFDOK/1935_12_31_Memorial_Luftschutz_IN.pdf

„**Denkschrift**" über Fliegerabwehrprobleme, von F. Fischer, H. Brändli, G. Guanella, G. Spiess (noch vor der Gründung der CONTRAVES). Geht an verschiedene Stellen der Militärverwaltung – ist aber ganz ohne Echo und ohne Diskussion geblieben, z.T. sind nicht einmal Empfangsbestätigungen gekommen – was Kränkungen erzeugte. Technisch-numerische Probleme, Genauigkeiten, Trefferwahrscheinlichkeiten.

Ref. 7 und Notizen meines ersten Besuches im Bundesarchiv: Der damalige Chef der KTA (von 1927-1940: Oberst Robert Fierz) äussert sich sehr direkt und immer negativ über Bührle/Contraves/Oionoskop. *Die Beschaffung der 34mm-Kanonen (1938) hat die KTA durchgedrückt gegen den ausdrücklichen Widerstand des Waffenchefs der Flieger und Fliegerabwehr (Ref. 7, p. 119-121). KTA = Kriegstechnische Abteilung*

1936
10.3. Gründung der CONTRAVES
Dezember: Ausführliches Projekt Oionoskop an KTA geschickt, Kosten ca. Fr. 535'000.- Im Schema sind erst zwei Theodoliten vorgesehen, zwei lange Kabel je 2 bis 4 km (später drei Theodoliten, nur noch ein langes Kabel).

1937
Juni Absage von KTA und Abt. Flugwesen und Fliegerabwehr, ohne jegliche vorherige technische Kontaktaufnahme. Es wurden stattdessen Askania-Geräte (Vermessungs-Kino-Theodoliten) für Fr. 140'000.- gekauft.
10.11. Rede von F. Fischer vor der Volkswirtschaftlichen Kommission des Kt. ZH, welche am 15.11. eine positive Empfehlung an den Bundesrat formuliert (Arbeitsbeschaffung: F. Fischer hofft, nach der Entwicklung ca. 50 Geräte ins Ausland verkaufen zu können). Der Wortlaut der Rede ist in Ref. 1 wiedergegeben.

1938
14. Feb.: Eine möglicherweise „Provisorische Bestellung" wird aus einem eingegangenen Brief des EMD-Vorstehers herausgelesen oder hineininterpretiert (nach einem Direktkontakt von Dr. Roman Abt, VR-Präsident der CONTRAVES, Nationalrat, mit Bundesrat Minger, unter Umgehung von KTA und Waffenchef). Der Brief von BR Minger ist erhalten, Ref. 6: Sehr vorsichtige bis unklare Wortwahl.

1939
April: Ein erster Stereomat wird im Schiesskurs in Zuoz erfolgreich durch die Truppe getestet.
1.9. Überfall auf Polen, Beginn direkter Kriegshandlungen

1940
7.3. Schema Oionoskop ist jetzt mit drei Theodoliten projektiert, 2 Gleichstrom-Generatoren
Erster Stereomat durch KTA bezahlt mit 100'000.-. Erster Verograph bestellt
Juli: Armee soll ins „Réduit" zurückgezogen werden, d.h. ins Alpengebiet. Bevölkerungszentren nur schwach verteidigt.
15.11. Eingabe der 200 an den Bundesrat: Dr. Hans Brändli (Geschäftsleiter resp. Direktor von CONTRAVES) ist einer der Wortführer. Verlangt werden die Verschärfung der Pressekontrolle, die Ausschaltung von Redaktoren kritischer deutschsprachiger Zeitungen und die Ausweisung des Völkerbundes.

1941
CONTRAVES-Lieferung von Höhen-Linearisierungs-Getrieben für die Telemeter, die erst jetzt direkt an das Kommandogerät angeschlossen werden, mittels Folgezeiger (vorher sind die Distanzen mündlich zugerufen worden).
Herstellung von 5 Stereomaten. Drei gehen an die Schweizer Armee (einer davon später wahrscheinlich an Schweden), einer an das Heereswaffenamt in Deutschland, eine italienische Bestellung liegt vor.
Erster Verograph ist fertig, zehn weitere in Angriff genommen.

1942
Herbst: Erste zwei TS-Theodoliten (zu Stereomat) der KTA abgeliefert
Roman Abt gestorben, VR-Präsident (mit freundschaftlichen Beziehungen zu Bundesrat Minger)
1942, 43 und später: Radar wird in Deutschland und England langsam operativ. Zuerst zur Orientierung (Küstenlinie, Seen), dann zum Suchen von Flugzeugen und Schiffen ab Boden und Luft. Mit der Radar-Distanzbestimmung wird das Oionoskop eigentlich obsolet.

1943
Oionoskop-Zentrale endlich „nach unsäglicher Mühe" fertig zur Erprobung.
*HASLER entwickelt für das Kommandogerät GAMMA erstmals eine **Kurvenextrapolation**; zuvor konnte nur mit Gradausflug gerechnet werden.*

1944
Oionoskop wird in Zuoz im Schiesskurs geprüft. Das Resultat ist nicht im Sinne der CONTRAVES ausgefallen.
Prof. Fischer zieht sich frustriert zurück, ist nicht mehr Delegierter. Grund: Er ist enttäuscht über die Firmen-interne Behandlung einer Denkschrift der technischen Gruppe vom Juli 43 an den VR. Er bleibt aber VR bis 1947.

1945
*Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon (Bührle) wird Alleinaktionär der CONTRAVES. Andere Firmen sind abgesprungen aus Angst davor, selber auf die **„Schwarze Liste“** zu kommen, oder haben auf Aufträge verzichtet. CONTRAVES muss eine Tarnfirma „Röntgen und Elektro AG“ errichten (Sitz in Lugano, Produktion von Röntgenapparaten in Wädenswil).*

1946
Nachforderungen über 1.5 Mio Fr.- an KTA: werden nicht anerkannt, nur 0.5 Mio wurden bezahlt.
Die „Schwarze Liste“ wird aufgehoben

1947
28.12. Prof. Fritz Fischer stirbt 49-jährig.

1948
Schweden erteilt CONTRAVES den Auftrag zur Entwicklung eines vollautomatischen Feuerleitgerätes

1950
*Prototyp von HASLER für das Kommandogerät 43/50 R: Distanz und Winkel werden mit **Radar** vermessen und dann von Hand am Kommandogerät eingedreht. Distanzbestimmung mit dem grossem Telemeter oder mit den Geräten der CONTRAVES wird überflüssig. Am Kommandogerät ist immer noch ein Betrieb mit oder ohne Radar möglich.*

Buch von H. Brändli: „Theorie des Mehrfachschusses“, mit einem Anhang über Oionoskop. Brändli sieht zwar, dass das Gerät veraltet ist, aber er breitet sich darüber aus, wie es zu verändern wäre, um auf den Weltmeeren eingesetzt zu werden (bei Schiffen, mit Wellen, unter Kurvenfahrt). Ref. 8

Bis 1946 waren für die CONTRAVES schwierige Zeiten – von Durststrecken und vom Segeln am Abgrund war die Rede. Erst später ist es steil aufwärts gegangen mit diversen Feuerleitgeräten (Feuerleit-Richtgerät und Rechner 54, BAT 56, F/90, Fledermaus (Einachser), Superfledermaus (Zweiachser, wurde in über 20 Ländern eingeführt!), Raketen, dem ersten in der Schweiz entwickelten Digitalrechner Cora I von Ingenieur Peter Toth (ab 1964), Coragraphen, Flabpanzer, Skyguard (ab 1971 mit Digitalrechner Cora II), Seaguard, usw. – bis zur Nutzlastverkleidung von ARIANE

Intrigen

Der Luftraum über der Schweiz wurde nicht nur durch feindliche Flugzeuge gefährdet, sondern auch durch **massive Intrigen** gegen den Kommandanten der Flieger und Fliegerabwehr H. Bandi. Ein vergiftetes Klima in den obersten Etagen wird sich zwangsläufig auswirken auf die Entwicklung und Beschaffung unkonventioneller, noch unfertiger Geräte.

Felix Müller berichtet (1986) über eine Lizentiatsarbeit von Herrmann Anthamatten zu diesen Intrigen, die schliesslich zur Absetzung von Divisionär Hans Bandi führten (Kdt FF Trp 1936-1943): http://wrd.ch/luftwaffe/PDFDOK/1986_09_11_Maulwuerfe_Felix_Mueller.pdf

Bericht des Bundesrates, mit Anmerkungen von Walter Dürig: http://wrd.ch/luftwaffe/PDFDOK/1947_01_07_Bericht_Bundesrat.pdf

Bericht Bandi, mit Anmerkungen von Walter Dürig: http://wrd.ch/luftwaffe/PDFDOK/1947_01_15_Eingabe_Hans_Bandi.pdf

Notizen 1940-44 von Bernard Barbey, Chef des persönlichen Stabes von General Guisan, zeugen von Spannungen und Intrigen im Bereich der Flieger und Flab, mit offenen Feindseligkeiten gegen deren Kommandanten, die bis zum General getragen wurden:
http://wrd.ch/luftwaffe/PDFDOK/1948_Auszuege_%20Barbey.pdf

Quellen

1. Die ersten zehn Jahre der Contraves AG, Dr. H. Brändli † und Dr. M. Lattmann. Festschrift **1977** für Gruppenleitung und Geschäftsführer OBC, oberes Kader CZ und Mitarbeiter der CZ mit Firmeneintritt 1936-1946.

2. F. Fischer: Beitrag zur Theorie des 2n-Poles, der als n-Klemmenpaar betrieben wird.
Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, Februar **1938**, 4. Jahrgang, Heft 2, p.29.
Sehr theoretisch gefärbter Beitrag, äusserst schwierig zu verstehen.

3. F. Fischer: Ein neuartiges elektrisches Rechengerät und einige Zusatzapparaturen. Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, März **1939**, 5. Jahrgang, Heft 3, p.74.
Vortrag vor der Physikalischen Gesellschaft Zürich, 6.2.1939. 2n-Pol-Technik und **Stereomat** werden beschrieben.

In dieser Publikation wird die Rechenmethode beim Oionoskop noch leicht anders beschrieben, als es später realisiert wurde: Aus den Kanonen-Daten Seite / Elevation / Tempierung (vorerst zwischengespeichert) rechnet das O. mittels eigener ballistischer Körper einen Ziel-Ort aus, und vergleicht diesen Ort mit dem echten Ort des Flugzeuges – aber zu welcher Zeit genau ? Nach Ablauf der Tempierzeit, die natürlich auch fehlerbehaftet ist ? Später werden nicht die Flugzeugkoordinaten, sondern die Kanonen-Ausgangswerte verglichen und als Ungenauigkeit ausgegeben.

4. F. Fischer: Über elektrische Rechengeräte hoher Genauigkeit, unter spezieller Berücksichtigung eines neuen Entfernungsmessers für die Flabartillerie (Verograph). Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, Januar **1942**, 8. Jahrgang, Heft 1, p.1.
Vortrag vor der Physikalischen Gesellschaft Zürich, o. Datum. 2n-Pol-Technik und **Verograph** werden beschrieben.
Die Zeitschrift ist in der Universitätsbibliothek Basel im Zeitschriftenarchiv vorhanden: Techn. Zs. 187. F. Fischer ist Mitglied der Redaktionskommission der Zeitschrift, in allen Jahren dieser Publikationen. Sehr viel hat er in dieser Zeitschrift auch über seine Arbeiten am **Eidophor** publiziert (Entwicklung ab 1939, spätere Betriebsreife 1959).

5. K.H. Grossmann: Der Stereomat, ein Rechengerät für die Fliegerabwehr. Schweizerische Bauzeitung , band 113/114, **1939**. http://dx.doi.org/10.5169/seals-50590
Flab-Situation im Gelände, Funktions-Schema und Rechenaufgabe des Stereomaten als Einzelgerät (d.h. nicht im Gesamt-system Oionoskop verwendet). Es wird etwas eingegangen auf die Netzwerke von Widerständen in den Mehrpolen, nicht leicht zu verstehen. In Abb. 2 ist noch die ältere Version des Stereomaten abgebildet, als die drei kleinen Eingabeknöpfe noch vorhanden waren (später wurden sie entfernt).

6. Bundesarchiv:

A: E27#1000/721#18301*	B: E5560C#1982/151#83*
C: E27#1000/721#18315*	D: E5156A#1979/25H#248*
E: E5465A#1981/194#894*	Es sind Sammel-Kartons mit vielen Unterlagen

A: Frühe Unterlagen zum Oionoskop (1936, 1940), auch zum Stereomat
B: Viel zu Oionsokop als Gesamtanlage und Zentralen-Wagen (einzelne Fotos dazu), Kommandostand, eher spät: 1945, Feb. 1946. Stereomat: frühe Form **mit** den drei kleinen Einstellknöpfen, noch ohne uvw-Umschaltung. Schöne Fotos von Wider-stands-Wähler und mechanischen Getrieben. Auch Stereomat später Typ (Okt. 1945) und Verograph = RV-Gerät Dez. 1942, Auswertegerät dazu Mai 1945, Komparateure zu TS-Theodoliten Dez. 1945. Sonderdruck Flugwehr und Technik 5/6 1945.
C: Stereomat frühe Form 1938-1941
D: Vorgeschichte, lange Korrespondenzen zwischen Contraves und Militärverwaltung, Pflichtenheft, Änderungen...
E: Verograph und Oionoskop in Emmen installiert 1944-1948: Bauliches, Aufträge Kabelkanäle bauen, Nagetiere verletzen Kabel, technisch durchwegs unergiebig.

Eine Beschreibung der Rechentechnik durch die Widerstands-Netzwerke war offenbar nie Gegenstand der Korrespondenz mit der Militärverwaltung und ist deshalb im Bundesarchiv (wahrscheinlich) nirgends zu finden.

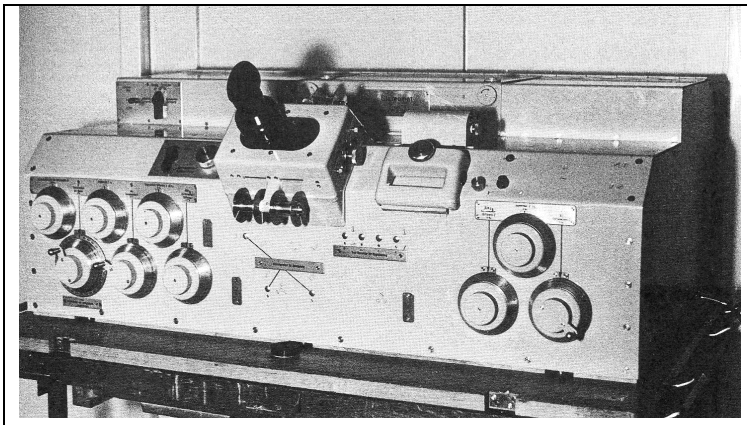
7. Oberstbrigadier H. Born, Die geschichtliche Entwicklung der Flab. Avia/Flab, Huber & Co, Frauenfeld, 2. Aufl. **1969**

8. Hans Brändli, Die Theorie des Mehrfach-Schusses, Birkhäuser, Basel, **1950**
Sehr mathematische Abhandlung über Treffer-Wahrscheinlichkeiten, Splitterwirkungen, Verletzlichkeitskugel... Z-Fehler und A-Fehler (für Zeitzünder und Aufschlagzünder), Richtfehler und Zielfehler, usw. Im Anhang zehn Seiten über das Oionoskop inkl. Registrierstreifen, plus zwölf Seiten über Marine-Anwendungen und denkbare Erweiterungen des O. Auf p. 183 ist der Kommandostand des O. abgebildet, ein Stativ-Gerät ausserhalb des grossen Wagens.

Auf Grund von Hinweisen im Buch, separat gesucht: Es gab tatsächlich schon **Näherungszünder!** Zitat Wikipedia: Die ersten funktionsfähigen **Radar-Dopplereffekt-Abstandszünder** kamen 1943 im Pazifik-Krieg bei Flakgranaten zum Einsatz. „Radio (or radar) proximity fuze“. Trotz riesiger Beschleunigung und Rotationskräften waren vier Elektronenröhren im Geschoss!!

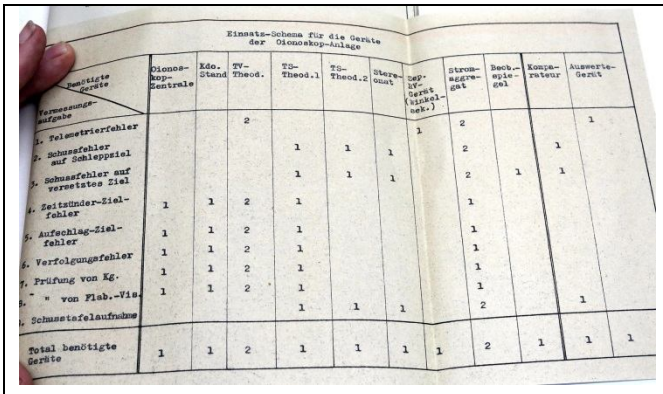
9. Flieger- und Flabmuseum Dübendorf: Gebrauchsanweisung Stereomat (Reg. Nr. 12932) und Gebrauchsanweisung Verograph (Reg. Nr. 12930). Beide von CONTRAVES Zürich, Juni 1944 (Ster.) resp. Okt. 1943 (Verogr.).

Ein TS-Theodolit und ein Stereomat sind heute im Militär-Museum in Full erhalten geblieben. Von der Oionoskop-Zentrale weiss niemand mehr etwas. Im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf sieht man in der Ausstellung nichts von Oionoskop, Stereomat oder Verograph (ob ev. noch etwas in den Magazinen und Lagern schlummert ?).



Der **Stereomat** im Museum von Full und derjenige aus Ref. 1, Bild links, sehen gleich aus, (Bilder aus Full dürfen nicht veröffentlicht werden). Die Modelle abgebildet in Ref. 3 und Ref. 5 (beide 1939) hatten noch zusätzlich drei kleinere Dreh-Knöpfe zum Einstellen, und die Hinterseite zeigt andere Typen von Röhren. Weitere Kleinigkeiten (z.B. Film-Aufwickelspulen) haben sich geändert. Länge ca. 1.10 m.

Das dunkle Okular kann verschoben werden und vergrössert die Bilder der beiden (ursprünglich) chemisch entwickelten Filme, welche gleichzeitig Flugzeug und Sprengwolke fotografiert haben – ausgelöst durch eine Fotozelle. Rechts davon der Papier-Schreiber für den Ausdruck der Resultate. Später wurde ein „Streifen bedruckt“ mit den Winkelangaben, mit Grob- und Feinbereich, vgl. Seite 13.



Einsatz-Schema für die Geräte der Oionoskop-Anlage

Benötigte Geräte / Vermessungs-Aufgabe	Oionoskop-Zentrale	Kdo. Stand	TV-Theod.	TS-Theod.1	TS-Theod.2	Stereomat	Sep-TV-Gerät (Winkel-nek.)	Strom-aggregat	Beob.-spie-gel	Kompa-rateur	Auswerte-Gerät
1. Telemetrierfehler			2				1	2			1
2. Schussfehler auf Schleppziel				1	1	1		2		1	
3. Schussfehler auf versetztes Ziel				1	1	1		2	1	1	
4. Zeitzünder-Zielfehler	1	1	2	1				1			
5. Aufschlag-Zielfehler	1	1	2	1				1			
6. Verfolgungsfehler	1	1	2	1				1			
7. Prüfung von Kg.	1	1	2	1				1			
8. " " von Flab.-Vis.	1	1	2	1				1			
9. Schusstafelaufnahme				1	1	1		2			1
Total benötigte Geräte	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1

Das Oionoskop war eine komplexe, vielschichtige Anlage. Je nach Messaufgabe wurde sie unterschiedlich aufgebaut. Hier der Bedarf an Geräten, aufgelistet für neun unterschiedliche Aufgaben (aus Ref. 6 B):

Telemetrierfehler / Schussfehler auf Schleppziel / Schussfehler auf versetztes Ziel / Zeitzünder-Zielfehler / Aufschlag-Zielfehler / Verfolgungsfehler / Prüfung von Kommandogerät / Prüfung von Flab-Visier / Schusstafelaufnahme.

Ev. war alles etwas zu kompliziert für die Bedürfnisse der Milizarmee. Total waren es 13 Geräte (inkl. Stromaggregate). Im Vollbetrieb waren 11 Mann an den vier Theodoliten, plus 2 an Kommandostand / Zentrale.

Lebenslauf Prof. Fischer: (über die Geräte zur Fliegerabwehr steht hier fast nichts)
http://dx.doi.org/10.5169/seals-541285
Hat Mühe, diesen „persistenten Link“ zu finden. Autor: Heinz Balmer, 1978
Titel: Fritz Fischer : ein Meister der technischen Physik, 1898-1947

Verfasser: André Masson, Langenthal März-Juli 2016

Dies ist die **sechste Arbeit** zu den **mechanischen Rechnern der Fliegerabwehr** zur Zeit des zweiten Weltkrieges.

Erste Arbeit: Kommandogerät SPERRY
Zweite Arbeit: Kommandogerät GAMMA-JUHASZ-HASLER
Dritte Arbeit: Diverse Geräte zur Distanzbestimmung, zu Kontroll- und Schulungszwecken, Überblick
Vierte Arbeit: Rechnen mit Formkörpern
Fünfte Arbeit: Kommandogerät zur 34mm Kanone (ein Winkelgeschwindigkeits-Gerät)