

Serie «Mechanische Rechner der Fliegerabwehr»

Flabvisier XABA zu 35mm Flabkanone 1963 Oerlikon

Überblick über die Arbeit:

Früher sind in dieser Serie ältere und grosse Feuerleit-Rechner vorgestellt worden – jetzt wird ein **jüngerer und kleiner Zahnrad-Rechner** besprochen, nämlich das sog. XABA-Visier für die Oerlikon-Bührle 35mm-Zwillings-Flabkanonen. Diese Geschütze waren ein grosser Erfolg und wurden in zahlreiche Länder exportiert. In der Schweiz sind sie ab 1963 in Dienst gestellt worden.

Das XABA-Visier gestattet eine improvisierte Flugzeugbekämpfung, wenn das grosse Feuerleitgerät (Super-Fledermaus, SkyGuard) nicht bereit oder ausgefallen ist, oder die langen Kabel in der Feuer-einheit zerstört sind, oder extreme elektronische Störungen den Radarbetrieb verunmöglichen. Mit dem Flabvisier ist trotzdem ein halbwegs gezieltes Feuer möglich – wobei man am Visier **Schätzwerte** für die **Entfernung** zum Treffpunkt und für die **Geschwindigkeit** des Flugzeuges eingeben muss.

Zu Beginn der Umrüstung auf die 35 mm-Geschütze waren die bisherigen optischen Telemeter zur Distanzbestimmung beim Korpsmaterial noch vorhanden. Die Ausbildung dazu wurde aber eingestellt, so dass die Distanzen *ohne Radar* bald nur noch geschätzt werden konnten (Erinnerung Chr. Guggisberg).

Inhalt: Prinzip des Zielvorganges mit dem klassischen Ellipsen-Visier	Seite 2 - 6
Die Aufgaben des XABA-Visiers – was es zu lösen gilt	Seite 7
Innenleben des XABA-Visiers – wie die Aufgaben gelöst werden	Seite 8 - 22
Diverses, Beifunde, Verwandtes, Versionen der 35mm-Kanone	Seite 23 - 30
Literatur	Seite 30
Bisherige Arbeiten über die mechanischen Flab-Rechner	Seite 31

Der **Name XABA** ist als Wort ein Zusammenzug der **Firma Xamax** in Oerlikon (in der Nähe des Bührle-Konzerns angesiedelt) und des Maschineningenieurs **Martin Baumann** aus Liebefeld, Bern. Die gefundenen Patente im Bereich der Flab-Visiere lauten teilweise auf XAMAX, teilweise auf Martin Baumann, nie zusammen.

Die Zürcher **Firma XAMAX** (Birchstr. 210) ist im Elektrobereich tätig, taucht in den Archiven und Patent-Listen ab 1930 auf; ab 1942 auch im Flab-Bereich dokumentiert, als die Schweiz eine Serie der grossen Horchgeräte der deutschen Firma Electroacoustic (Kiel) in Lizenz nachgebaut hat. In diesem Horchgerät ist ein Rechner eingebaut zur Umrechnung von der Richtung, aus der die Schallwellen herkommen, zur Richtung, in der die Flugzeuge zu erwarten sind. Das ist mechanische, sehr spezielle High-Tech-Arbeit – es ist nicht ganz klar, wieso eine Elektro-Firma diesen mechanischen Rechner produziert, dann ca. zehn Jahre später wieder das Flab-Visier, und noch später den mechanischen «Schiesselemente-Rechner» SER für die Artillerie (patentiert 1959). – Der Fussballklub XAMAX wurde von Max (genannt Xam) Abegglen schon 1912 gegründet; Xam lebte von 1902 bis 1970. Ob er auch die Elektro-Firma gegründet hat, ist (noch) nicht bekannt.

Es gibt heute noch Firmen mit XAMAX im Namen – aber sie wissen nichts mehr von diesen Rechnern.

Zielvorgang bei der Flab: Alte Hand-gesteuerte Kanonen mit klassischem Ellipsen-Visier

Man darf nicht auf das Flugzeug zielen, sondern auf einen Punkt weit voraus – so dass sich Flugzeug und Geschoss nach der Geschoss-Flugzeit am selben Ort treffen.

Die grosse Flab-Frage lautet: **Wo ist dieser Treffpunkt ? Wohin muss die Kanone zielen ?**

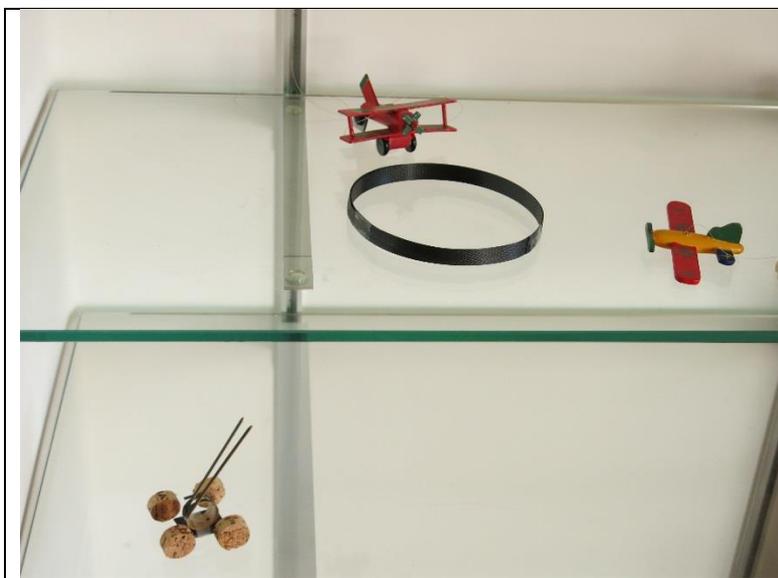
Vereinfachende Annahme für Flab-Visier XABA und für fast jede Flugzeug-Bekämpfung zur Zeit des zweiten Weltkrieges (ausser Stechflug; ab 1943 gab es grosse Kommandogeräte mit Kurvenflug-Näherungen):

Das Flugzeug fliegt andauernd geradeaus, mit fester Geschwindigkeit und fester Flughöhe

Die Kanone schießt vor das Flugzeug, das Geschoss steigt hoch – und nach der Geschossflugzeit t wird die Flughöhe des Flugzeuges erreicht sein. Das Flugzeug fliegt in dieser Zeit eine zusätzliche Strecke von $v \cdot t$. Um diese Strecke muss also vor das Flugzeug gezielt werden (Vorhalt der Strecke, es gibt auch einen Winkel-Vorhalt).

Nun nageln wir im Geist den Treffpunkt fest, aber die **Flugzeugrichtung soll variieren**: aus allen möglichen Richtungen fliegen die Flugzeuge, immer auf fester Höhe und mit fester Geschwindigkeit, zum Treffpunkt hin. Alle fliegen die gleiche Strecke in der Geschossflugzeit, d.h. immer wenn das Flugzeug den **Kreis um den Treffpunkt** (mit Radius = $v \cdot t$) erreicht, muss am Boden geschossen werden. Jetzt sehen wir, wie die unterschiedlichen Richtungen des Flugzeuges zu berücksichtigen sind:

Flab-Probleme in der Vitrine:



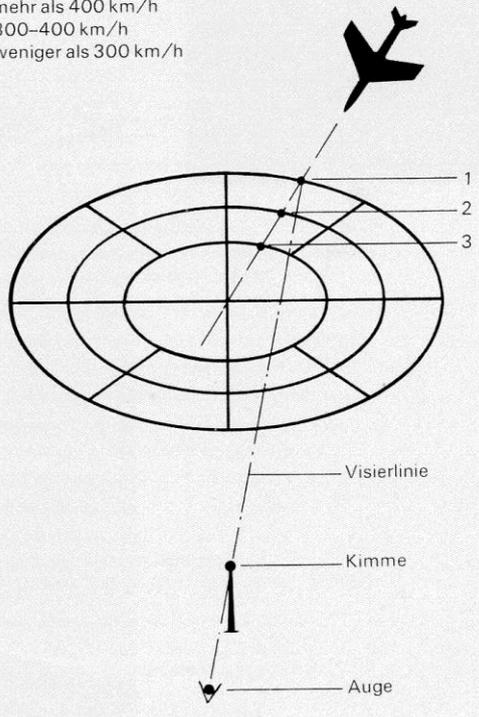
Herleitung der Ellipse: Wann muss man schießen, damit das Flugzeug getroffen wird ?

Ebene der Flughöhe: Aus diversen Richtungen fliegt das Flugzeug gleich weit bis zum Treffpunkt (Flugweg in der Geschossflugzeit). Es ist also immer dann zu schießen, wenn das Flugzeug beim gedachten Kreis angelangt ist.

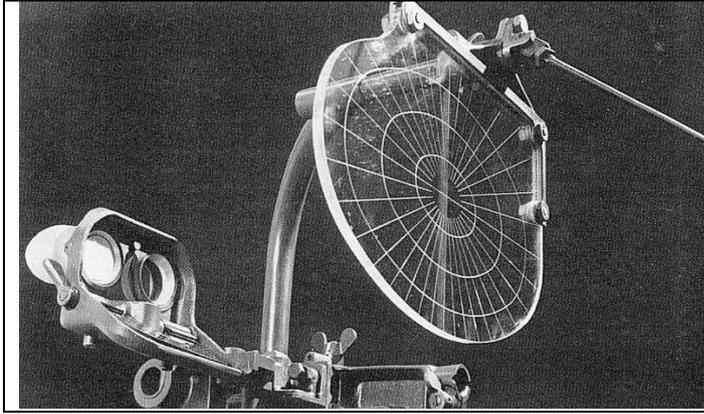
Ab Boden beurteilt: Je nach Anflug-Richtung erscheint der Weg des Flugzeuges vom Kreis zum Treffpunkt unterschiedlich stark verkürzt: Der Kreis erscheint als **Ellipse**. Liegt der Treffpunkt tief über dem Horizont, wird die Ellipse schmal. Liegt der Treffpunkt über der Kanone, gibt es einen Kreis.

Der gedachte Kreis im Himmel sieht von der Kanone her als **Ellipse** aus. Der Vorhalt wird perspektivisch verkürzt, wenn das Flugzeug auf das Geschütz zufliegt, quer dazu dagegen nicht. Ein normales, altmodisches Flab-Visier ist deshalb oft als Ellipse ausgebildet, resp. als ganzer Satz von unterschiedlich grossen Ellipsen, je nach geschätzter Flugzeug-Geschwindigkeit. Aus dem Blick des Kanoniers: Man muss das Flugzeug von aussen in die Ellipse einfliegen lassen, so dass der zukünftige Kurs schön ins Zentrum führt. Erreicht das Flugzeug die richtige Ellipse, so muss abgedrückt werden (die Geschwindigkeit wird geschätzt, je nach Flugzeug-Typ). Ob der Kanonier den Flugweg richtig eingeschätzt hat, d.h. schön durch das Zentrum der Ellipse, kommt oft spät oder zu spät aus.

Es gab feste Draht- oder Plexiglasvisiere – oder eine Fülle von Zielfernrohren, in denen die Ellipsen als Strichbilder sichtbar waren. Je nach Geschwindigkeit waren im Fernrohr unterschiedliche Ellipsen anwählbar, z.B. mit einem äusseren Drehschalter.

<p>Abschusspunkte für: 1 mehr als 400 km/h 2 300–400 km/h 3 weniger als 300 km/h</p> 	<p>Das Flugzeug fliegt hier von der Kanone weg – ein anfliegendes Ziel würde scheinbar ansteigen. Die Kanone wird so gerichtet, dass die vorausgedachte Flugbahn durch das Zentrum der Ellipse führt. Das Visier ist fest mit dem Rohr verbunden.</p> <p>Von weit aussen lässt man das Flugzeug einfliegen, muss vielleicht noch leicht korrigieren – und beim Erreichen der befohlenen Ellipse drückt man ab. Eine lange Salve von Schüssen fliegt dem Flugzeug entgegen, die Kanone geht dann sofort weiter vor das Flugzeug. Die Länge der Salve kompensiert die Unsicherheit der Geschwindigkeit.</p> <p>Eine kleine Panne hat es bei der Zeichnung gegeben: das Auge liegt in einer Linie mit Ellipsen-Zentrum und Kimme, und nicht so wie gezeichnet. Liegt der Kopf an der Stirnstütze, so lassen sich die Augen gar nicht so weit seitlich bewegen, dass der äusserste Ellipsen-Rand hinter die Kimme zu stehen kommt. Auch müsste man im Stuhl fast aufstehen (Anflüge) oder sich ganz klein machen (Wegflüge) – so war das nicht, es geht gar nicht.</p> <p style="text-align: right;">>>> Vgl. dazu auch p. 27</p> <p>Bild: Hermann Schild, Fliegerabwehr, p. 101</p>
--	--

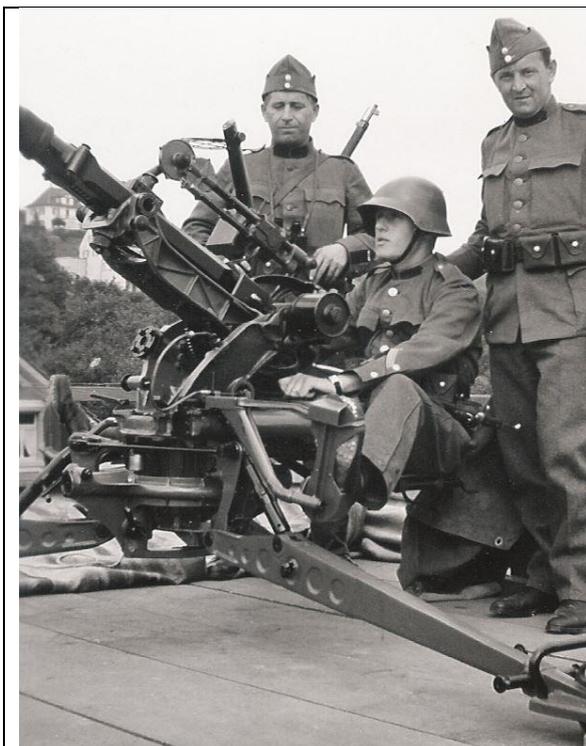
Die Ellipsen sind oft gerechnet für 45° Steigung der Rohre. Liegt der Treffpunkt steiler, so wären es beinahe Kreise; liegt der Treffpunkt von der Kanone her gesehen fast über dem Horizont, so wird die Ellipse sehr schmal – oder *würde* schmal, denn die Visiere sind in ihrer Form natürlich fest (Drähte oder Gravuren in Plexiglasplatten). Dass Befehle gegeben wurden, je nach Steilheit der Rohre etwas ausserhalb oder erst innerhalb der Ellipse abziehen, ist anzunehmen. Die 20mm Kanone 54 erhielt erst 1975 ein «lebendiges» Visier mit variablen Linien im Gesichtsfeld (je nach der Rohr-Erhöhung).



Plexiglas-Visier mit drei Ellipsen für die 20 mm Flab Kan 54. Hier ist die feste Perle («Kimme») vom Auge her gesehen jenseits der Ellipsen. Auch hier wird klar: Die Position der Augen bleibt fest – man kann sie nicht so stark verschieben, dass die Zeichnung oben auch nur annähernd erfüllt wäre.

Je nach Wetter, Regen, Licht wurden Draht- oder Plexiglasellipsen bevorzugt. Bei jüngeren Formen sieht man **asymmetrische Ellipsen**, unten flacher als oben – Flüge tief über dem Horizont haben schmalere Ellipsen als hohe.

Ein Versuch, die Form der Ellipse echt variabel zu gestalten, war das **Schwebekreisvisier**. Dabei wird ein Kreis oder ein Satz von unterschiedlich grossen Kreisen immer **in horizontaler Ebene** gehalten, egal wie steil die Rohre schauen. Das Visier wird gewissermassen um den Kopf des Richters geführt. Schiesst man fast horizontal, sind die Ellipsen sehr schmal, steil gegen oben sieht der Richter fast Kreise. – Im Ausland oft gebraucht bei kleineren Kalibern. Die horizontale Lage kann mit einer Zwangsführung oder mit einem Pendelgewicht erreicht werden. Durch Verschieben des Visiers zum Auge / vom Auge weg konnten die Vorhaltewinkel grösser / kleiner gemacht werden, je nach Distanz zum Flugzeug oder geschätzter Geschwindigkeit.



In der Schweiz wurde das Schwebekreis-Visier selten gebraucht – die 20 mm Flab Kan Oerlikon 37 (Bild) hatte eines (später umgebaut auf Zielfernrohr, Museum Dübendorf). Bild: Brücke bei Mellingen, Wikipedia, 20-mm Oerlikon Kanone. Der Kopf des Richters wird zwischen zwei Stellungen umspringen, vgl. p. 27



Visier mit Pendelgewicht, hier leider fixiert (rechtwinklig zur Blickrichtung) und **nicht** frei schwebend horizontal gehalten. Das Visier lässt sich mit dem Knopf rechts vorne verschieben von 50 m/s (weit) bis zu 75 m/s (nah). Das Auge bleibt fix am selben Ort (im Gegensatz zum Bild links). 20 mm Flak 38, Rheinmetall-Borsig. Hermann-Historica, Auktion 2010

Der Kanonier mit einem alten Ellipsen-Visier macht u.U. die folgenden Fehler:

- Die Richtung der Flugbahn wird falsch eingeschätzt (verläuft nicht durch das Zentrum der Ellipsen)
- Er kann ev. zu früh oder zu spät abdrücken,
- Es sieht keine Korrektur der Ellipsen-Form (je nach der Steilheit des Geschützrohres)
- Er hat die Geschwindigkeit falsch geschätzt, resp. sie ist ihm falsch kommandiert worden.

Gegen die ersten drei dieser Fehler bringt das XABA-Visier eine Verbesserung – beim vierten nicht.

Zusätzlich verbessert das XABA-Visier die **Abfolge der Schüsse** – das dürfte ein wesentlicher Unterschied sein: Nach jeder Salve beim Ellipsen-Visier musste früher die Kanone wieder so weit vor das Flugzeug bewegt werden, dass der Flieger erneut von aussen gegen die gewählte Ellipse zufliegt, in Richtung Zentrum; man passt ihm dort ab, und beim Erreichen des korrekten Vorhaltes wird erneut geschossen. Es ist nicht möglich, ab *einem Punkt* die korrekte Flugrichtung zu erkennen, der Kanonier braucht eine ganze Strecke, eine gewisse Zeit dazu. Die Schüsse sind deshalb **nur selten möglich**.

Beim XABA-Visier muss die Kanone mit dem Steuerknüppel so bewegt werden, dass der Flieger **stets im selben Punkt** des Visiers gehalten wird («Abschuss-Punkt») – Schiessen ist dann **praktisch ununterbrochen** möglich. Die Flugrichtung wird vom Visier selbständig nachgeführt, und der Betrag des Vorhaltes dauernd ausgerechnet. Die Kanone bewegt sich fein, d.h. kontinuierlich, und nicht mehr grob abgehackt wie beim Ellipsen-Visier.

Eine weitere Erleichterung beim XABA-Visier, wohl nicht so wichtig: Beim Reflex-Visier schaut man entspannter zum Flugzeug, das Auge muss nicht exakt am richtigen Punkt stehen. Beim Ellipsenvisier müssen Auge, Visier-Zentrum und eine kleine Perle (vor oder hinter der Ellipse) exakt in einer Linie stehen, so wie bei Korn-Visier-Auge beim Gewehr. Der Reflex-Spiegel zeigt das reflektierte Visier-Bild immer in der richtigen Richtung, egal wo man durchschaut: kleine Kopf- und Augenbewegungen sind deshalb viel besser möglich als beim Ellipsen-Visier.

Aussen-Ansicht des XABA-Visiers:



Ganz links die Stirnstütze des Richters (div. grossflächige Sonnenfilter fehlen). Rechts daneben die massive, dunkle Optik, mit der die Visier-Daten auf den schräg stehenden, durchsichtigen Spiegel projiziert werden. Das rechte Auge des Schützen sieht durch den Spiegel zum Flugzeug und «sieht» dabei den Ziel- und Treffpunkt im Himmel.



Links über der Optik das Erdziel-Fernrohr. Oben auf dem Gehäuse zwei Köpfe zur Einstellung von geschätzter Geschwindigkeit (links) und Distanz (rechts), auch vom Gehilfen einstellbar (zweite Ablesemarke rechts hinten). Vorne der schwarze Drehhebel zur Wahl der ungefähren Flugrichtung, sowie die Einstellung der Visier-Beleuchtung.

Auffallend ist, dass das Erdzielrohr deutlich nach unten geneigt ist gegenüber dem Visier-Gehäuse (vgl. p. 21). Die Neigung des Erdzielrohres beträgt ca. 7.5°.



Ankopplung an die Kanone: Die dünne Stange wird links oben ausgehängt und am Visiergestänge der Kanone befestigt. Dadurch erhält das Visier die Information zur Steilheit der Kanonenrohre – die drehbare Walze rechts gleicht die Vertikalbewegungen aus, so dass die gelbe Wasserwaage im Betrieb jederzeit horizontal steht. Senkrecht nach unten eine Kupplung, welche die Seitenbewegung der Kanone überträgt. Auch hier wird jede Seitenbewegung innen wieder rückgängig gemacht. Dunkel unten eine kleine Ableseskala der gegenwärtigen Distanz. Rot oben ein Druckknopf zur Auslösung eines automatisch ablaufenden «Distanzprogrammes» für Flieger im Anflug. Ganz rechts der elektrische Anschluss für Akku 12 V (Beleuchtung, Distanzprogramm, Magnet) und für den Fuss-Schalter beim Erfassen des Flugzeuges.

Vermutung: die dunkle Anzeige gleich unterhalb der Diagonalstange zeigt die Distanz zum Treffpunkt an – möglicherweise während des «Distanzprogrammes» den aktuell gültigen Wert, während der grosse Distanzknopf oben sich ev. gar nicht bewegt. Begründung. Ref. 3, Kap. 7.8: Nach Ablauf des Distanzprogrammes soll die Distanz zum ursprünglich eingestellten Wert zurückspringen (der muss also gespeichert bleiben). – Solange die Funktion aller Drähte des Anschluss-Steckers nicht bekannt ist, kann das Visier elektrisch nicht eingeschaltet werden, d.h. das Distanzprogramm lässt sich nicht untersuchen.

Innen-Ansicht des XABA-Visiers:



Blick eher zum Flugzeug: Eine blanke Eisenkugel mit komplexer Aufhängung – vier Drehachsen gehen durch den Kugelmittelpunkt! Dient der Orientierung am Himmel, siehe später. Das grosse Zahnrad im Bild ganz oben gibt die Flugrichtung an. Die grosse offene Walze ist an die Steilheit der Kanone gekoppelt. Die Kugel wird ab Erfassen des Flugzeuges magnetisch an den gezähnten Bronzetafel darunter gepresst. Rechts Druckknopf für Distanzprogramm.



Blickrichtung zum Richter: Zuhinterst die beiden Knöpfe zur Einstellung von Entfernung und Geschwindigkeit. Darunter, hier nicht sichtbar, die Mechanismen zur Einstellung des Vorhaltes und der Flugrichtung. Ganz rechts aussen die Optik und gleich innen die beiden Schleifringe für den Lampenstrom (Lampe und Vorhalt-Anzeige bewegen sich als Karussell um die Linsen-Achse, 360°). Rechts vorne Anschluss zur Beleuchtung des Erdzielfernrohres.

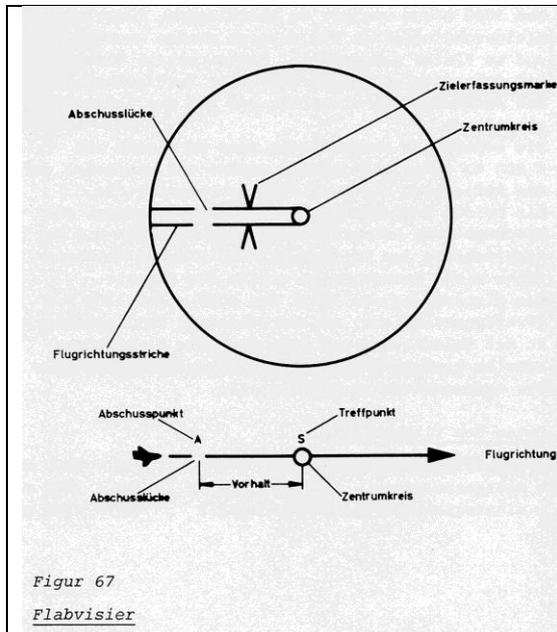
Die vier Aufgaben des XABA-Visiers:

- » Der Rechner bestimmt die scheinbare, durch die Perspektive verzerrte **Flugrichtung**, wie sie der Kanonier im Visier sieht. Ein in der Richtung variabel verstellbarer Doppelstrich zeigt die Richtung der scheinbaren Flugzeugbahn vor dem Himmel. Der Kanonier muss deshalb nicht mehr (wie früher) darauf achten, dass die Fortsetzung der Flugbahn exakt durch das Zentrum des Visiers gehen wird.
- » Der Rechner stellt automatisch die **richtige Ellipse** zur Verfügung, sowohl in der Form (fast ein Kreis bei steilem Winkel zum Flugzeug, eine sehr flache Ellipse nahe beim Horizont) wie auch in der Grösse der Ellipse (je nach Flugzeug-Geschwindigkeit und Distanz). Das heisst: Der **Vorhalt** wird geometrisch richtig zur Verfügung gestellt. Der Schütze muss das Flugzeug nur noch in einem Punkt im Visier festhalten – die Kanone schießt dann automatisch im richtigen Mass vor das Flugzeug (Länge und Winkel des Vorhaltes).
- » Der **«Schusswinkel»** wird ermittelt und automatisch eingestellt: das ist der Erhöhungswinkel, um den die Kanone höher zielt als bis zum Treffpunkt, um die Krümmung der Flugbahn auszugleichen (die Geschosse «fallen» infolge der Erdanziehung).
- » Schliesslich kann man auf Knopfdruck ein **«Distanzprogramm»** laufen lassen, d.h. eine Art Prognose, wie sich beim Anflug «typischerweise» die Distanz mit der Zeit verringern wird. Die eingestellte Geschwindigkeit wird dazu verwendet. Beim Wegflug funktioniert das nicht.
- » Daneben gibt es noch Filter, Sonnenblenden, Nachtbeleuchtungen der Skalen. Es ist auch ein konventionelles **Erdziel-Fernrohr** angebaut, für bewegte Panzer, Lastwagen. Hier läuft nichts über den Rechner. Das Erdziel-Fernrohr ist gegenüber dem XABA-Gehäuse seltsam, aber deutlich nach unten geneigt, mit einem Winkel von ca. 7.5 Grad (vgl. p. 21)

So verläuft der Richtvorgang beim XAMAX-Visier – das muss der Richter tun:

- Das Flugzeug ist rechtzeitig zu finden am Himmel (die Sonne blendet, Dunst oder Wolken erschweren die Sicht), und die Kanone wird grob darauf ausgerichtet. Welches Flugzeug, wenn es fünf hat ?
- Am Drehhebel ist die (seit letztem Mal beliebig eingestellte) scheinbare Flugrichtung ganz grob auf die neue Flugrichtung einzustellen, gemäss Reglement auf ca. 45° genau. Es kommt nicht gut, wenn der Rechner beinahe mit 180° falscher Richtung beginnen würde; der Fehler wäre im weiteren Flugverlauf nicht mehr zu beheben.
- Die Kanone ist mit dem Steuerknüppel so zu führen, dass das Flugzeug exakt in den sog. «Erfassungspunkt» kommt – das sind die zwei kleinen, festen Ecken im Visierbild. Die angezeigte Flugrichtung darf noch ziemlich falsch sein. Ist das Flugzeug erfasst, so drückt der Kanonier mit dem linken Schuh den «Erfassungsschalter» und bleibt darauf. Im Visier wird jetzt eine erste Richtung zum Flugzeug gespeichert.
- Das Flugzeug wird darauf mit dem Steuerknüppel in die «Abschuss-Lücke» gebracht und dort gehalten resp. verfolgt – aus den Bewegungen der Kanone (Seite und Höhe) errechnet das Visier laufend die scheinbare Flugrichtung und zeigt sie im Visier an. Die «Abschusslücke» ist eine dunkle

Stelle in den sonst leuchtenden Flugrichtungsstrichen. Ist das Flugzeug sauber in diesem Punkt, kann geschossen werden – jederzeit. Der Steuerknüppel dürfte mit der bewährten, schon 20 Jahre früher eingeführten «Weg-Geschwindigkeits-Steuerung» versehen sein: die gegenwärtige Geschwindigkeit in Seite und Höhe wird automatisch weitergeführt, von Hand sind nur noch kleine Korrekturen nachzuführen, sofern die Winkelgeschwindigkeit langsamer oder schneller wird. Auf diese Art lässt sich sehr fein nachfolgen.



Figur 67
Flabvisier



Aus dem Handbuch für Geschützmechaniker, **Vorschrift zum Zielen**. Oben das Blickfeld im Visier: die Flugrichtungsstriche sind anfänglich von Hand ganz herumzudrehen wie die Zeiger einer Uhr. Das Zentrum ist der Ort, wohin die Kanone schießt. Das Flugzeug kommt zuerst in die Zielerfassungsmarke (dort Fusspedal drücken), dann in die Abschusslücke (dort schießen).

Reflexvisier auf dem Stubentisch: Rechts unten das Kreislein für den Treffpunkt. Doppel-Ecke: Erfassungsmarke. Die Abschusslücke ist nicht schön ausgebildet, weil mit einer Taschenlampe «wild» ins Innere geleuchtet wird, d.h. das Licht kommt nicht von der Lampe am richtigen Ort. Deshalb ist der Schattenwurf eines beweglichen Drahtes nicht perfekt. Der Vorhalt (Schattenwurf bis Zentrum) wird automatisch berechnet. Links, unscharfer grosser Bogen: äussere Begrenzung des 45°-Visier-Spiegels.

Wie arbeitet das XABA-Visier ? Jetzt wird's konkret... es geht in die Einzelheiten!

Die Ermittlung der **scheinbaren Flugrichtung** – eine Hauptaufgabe des XABA-Visiers – ist **anspruchsvoll** zum Verstehen – eventuell halt weiterblättern bis p. 14. Ab dort wird es wieder einfacher.

Aufgabe Nr. 1: Orientierung am Himmel – Auffinden der scheinbaren Flugrichtung

Da sind einmal **unterschiedliche Zungen oder Sprachen** – ein und dieselbe geometrische Lage am Himmel kann in ganz anderen Modellen beschrieben werden. Im Patent von Martin Baumann, das mit dem realisierten Flab-Visier am besten übereinstimmt (eingereicht am 9.3.1951), heisst es im Titel: **«Vorrichtung zur Ermittlung der Dachebene eines bewegten Zieles»**. Man sucht mit dem Visier

also die Dachebene (oder Flugebene, siehe gleich unten), aber das eigentliche Ziel ist nicht das Finden dieser Ebene, sondern die Konstruktion der **scheinbaren Flugrichtung**: Wie steil steigt oder sinkt das Flugzeug gegenwärtig, beurteilt vom Visier aus, verglichen mit dem mathematischen Horizont ?

Es gibt **drei unterschiedliche Geometrie-Sprachen**, die im Grunde genommen alle dasselbe sagen, aber in je anderen Worten. Die Vorstellung des Himmels gemäss dem dritten Modell als «halbe Orange» kann ev. dazu dienen, zu vermitteln beim Übergang zwischen Dachebene / Flugebene und der scheinbaren Steilheit der Flugbahn im Visier. Immer geht es dabei um Flugzeuge, die mit **konstanter Höhe, konstanter Geschwindigkeit und konstantem Kompasskurs fliegen!**

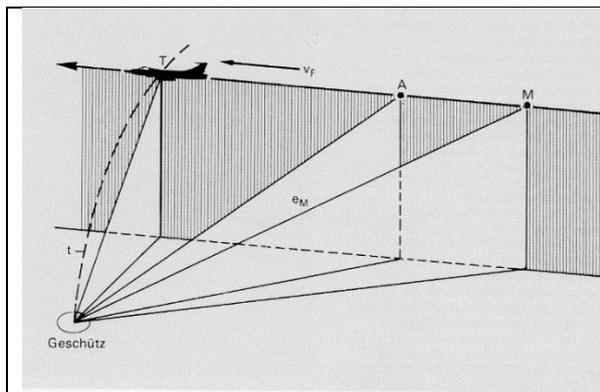


Abb. 142

Modell Dachebene oder Flugebene: Verbindung aller Geraden zwischen Geschütz und Flugzeug. Die Winkel zum Flugzeug (Lagewinkel, vertikal) variieren laufend (wie im Bild rechts), aber die Ebene bleibt fest. Wo das Flugzeug dem Geschütz am nächsten ist, erscheint es unter dem grössten Winkel gegen die Horizontale.
Bild: Hermann Schild, Fliegerabwehr, p. 83



Modell Flugrichtung, Beispiel Zuger Kantonsrats-Saal: Alle gekrümmten Linien oberhalb der Fenster sind wie gerade, horizontale Flugzeugbahnen. Scheinbar fliegt ein Flugzeug, das der markanten dunklen Linie an der Decke nachfliegt, aufwärts oder abwärts – aber das scheint nur so. Die **lokale Neigung** der Flugbahn zu suchen, ist Aufgabe des XABA-Visiers. Bild: Stefan Kaiser, Neue Luzerner Zeitung

Modell Dachebene: Wird die Ebene *vollständig* gezeichnet, so schneidet sie die horizontale Grund-Ebene in einer Geraden, parallel zum Flugzeugkurs, durch das Geschütz verlaufend (oben links: nicht so gezeichnet).

Die Dachebene ist bestimmt durch eine der drei folgenden Kombinationen:

→ Zwei Visierstrahlen vom Geschütz zum Flugzeug, wie in der Zeichnung oben. So wird es im XABA-Visier gebraucht: eine frühere und eine spätere Ziel-Linie von der Kanone zum Flugzeug.

→ Echter Flugzeugkurs (Ort, Kompassrichtung und Höhe, alles unbekannt) und Ort des Beobachters beim Geschütz.

→ Scheinbare Flugrichtung im Visier, sowie Ort des Beobachters beim Geschütz.

Das XABA-Visier rechnet von der ersten zur dritten Möglichkeit um.



Modell Flugrichtung: Das Flugzeug fliege längs der Regenrinne, zufliegend oder wegfliegend, echt zwar horizontal – aber die scheinbare Steilheit beträgt hier etwa 45° . Die Flugrichtung im Visier kann wie ein Uhrenzeiger alle Winkel annehmen. Pro Flug kommt nur ein beschränkter Winkelbereich vor – am besten abzulesen beim Modell Orange, Bild rechts.



Modell Orange: Vermittelt zwischen den Modellen der Dachebene und der Flugrichtung. Man halbiere eine Orange, lege sie mit flacher Seite nach unten zentral über das Geschütz, Achse der Orange sei parallel zum Flugzeugkurs. Ganzer Himmel = Aussenseite der Orange. Jeder geradlinige, horizontale Flugzeugkurs erscheint von der Kanone her auf einer Schnitz-Grenze zu verlaufen (Grosskreis). Schiefe Trennfläche zwischen den Schnitzen = Dachebene. Hier ist sowohl die konstante Dachebene wie auch die variable Neigung gut zu erkennen.

Die **scheinbare Flugrichtung** wird beim Richtvorgang mit Hilfe der markanten **Eisenkugel** innerhalb des XABA-Visiers **wie folgt gefunden**, siehe Bilder gleich unten folgend:

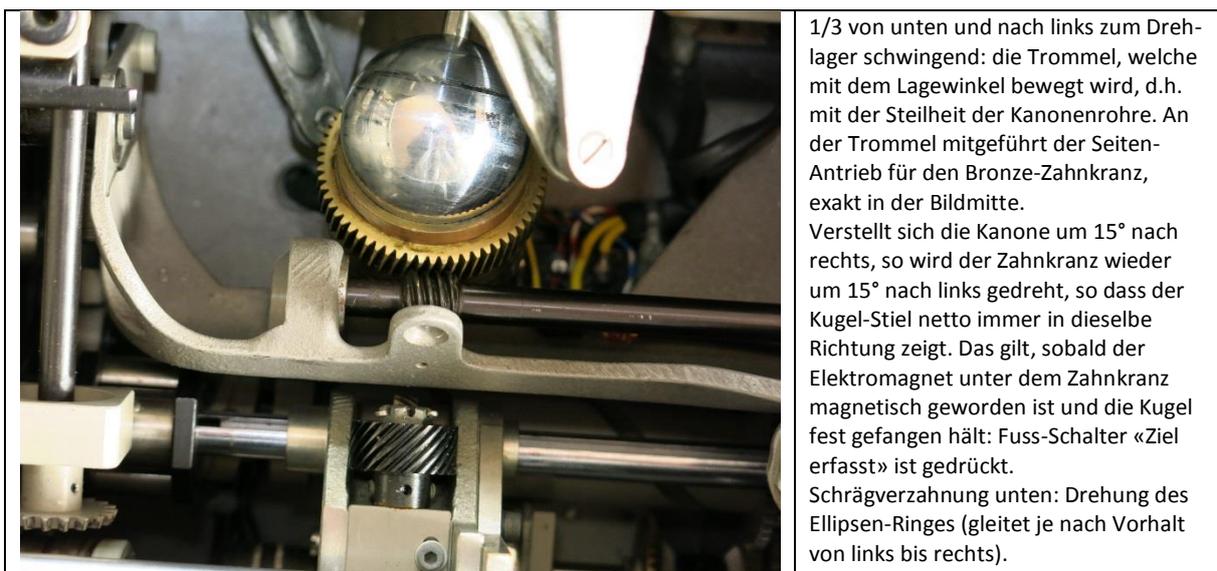
Zuerst ist alles in Unordnung, vom letzten Zielvorgang her beliebig verstellt. Einzig der **Bronze-Zahnkranz**, auf dem die Kugel beweglich gelagert ist, liegt immer genau horizontal, d.h. dessen Drehachse steht senkrecht, parallel zur Drehachse der Kanone, wenn sie sich seitlich bewegt. Der Visierkasten ist gleich geneigt wie die Kanonenrohre - werden die Rohre steiler gestellt, so wird diese Bewegung (mit der schrägen Stange, vgl. Ansicht p. 6) innerlich wieder rückgängig gemacht, so dass der Bronze-Zahnkranz dennoch horizontal bleibt. Vertikale Bronze-Rad-Drehachse = **Achse Nr. 1 durch das Kugelzentrum.**

Das grosse, **helle Zahnrad** mit den beiden «Ohrenklappen» zur Aufnahme der Drehachse zur Kugel-Stiel-Drehung) kann frei um 360° gedreht werden, um eine Achse parallel zur Schussrichtung, die Kugel folgt nach. Achse des grossen Zahnrades = **Achse Nr. 2 durch das Kugelzentrum.** Ganz links im Bild: Mit einfacher Übertragung um einige Ecken herum wird die Position des hellen Zahnrades zum Karussell geführt bei der grossen Linse und dreht dort den Leucht-Schlitz, der im Visier die sichtbare Flugrichtung angibt. Das grosse Zahnrad bestimmt direkt die Flugrichtung im Visier ($0 \dots 360^\circ$).



An den «Ohrenklappen» hängt ein **U-Bügel**, der im Kugel-Stiel eingehängt ist. Mit einer harten (Mitte) und mit zwei weichen Federn wird der Kugel-Stiel in einem festen Winkel von ca. 7° von der Schussrichtung gehalten. Das ist gerade so viel, wie der «Erfassungspunkt» im Visierbild von der Schussrichtung abweicht. Verdreht man von Hand die Flugrichtung, also das grosse, helle Zahnrad, so macht der Kugel-Stiel eine Präzessionsbewegung um die Schussrichtung. Der U-Bügel, der mit dem Kugel-Stiel in Kontakt ist, bewegt sich um die selber drehbare **Achse Nr. 3 durch das Kugelzentrum.**

Wird, wenn jetzt bald das Flugzeug auftaucht, die Steilheit der Kanonenrohre verstellt, so verdreht sich um eine horizontale Drehachse die innere Trommel, welche letztlich den Bronze-Zahnkranz horizontal hält (= **Achse Nr. 4 durch das Kugelzentrum.**). Diese Trommel ist in den drei Bildern oben sichtbar, immer in derselben Lage: schräg längs unten, mit typischem Loch, und links in einem Bogen zum einen Drehlager links verlaufend (ausser am Visier trägt diese Trommel eine Wasserwaage).



Jetzt kommt das Flugzeug! Man muss es finden, erkennen, das Feuerleitgerät ist nicht angeschlossen. Die Kanonenrohre werden mit dem Steuerknüppel grob zum Flugzeug gedreht. Sobald der Richter erkennt oder ahnt, wie das Flugzeug ungefähr fliegt, muss er von Hand am Visier eine ungefähre Flugrichtung eingeben. Das geht völlig locker und ohne jeden Widerstand. Erhofft wird gemäss Reglement eine Genauigkeit von ca. 45°.

Der Richter nimmt das Flugzeug im Visier zwischen die beiden «Erfassungsmarken», wobei die eingestellte Flugrichtung noch nicht richtig stimmt. Ab jetzt muss der Richter genau arbeiten! Hat er das bewegte Flugzeug zwischen den Erfassungsmarken, drückt er mit dem linken Fuss den Erfassungsschalter – und jetzt ändern sich die Dinge im Visier markant: Klack – die **Eisenkugel wird durch einen Elektromagneten an den Bronze-Zahnkranz angedrückt**, bleibt dort fest sitzen, und ab sofort sind die Bewegungen nicht mehr frei. Die Flugrichtung kann nicht mehr von Hand verstellt werden, das Gestänge von der Kanone her diktiert jetzt das Geschehen.

Der Stiel der Kugel – wäre er nicht um ca. 7° abgewinkelt – zeigt zum Flugzeug. Die Kanone wird ab jetzt seitlich und in der Höhe bewegt, um dem Flugzeug zu folgen. Der Richter nimmt das Flugzeug in die Abschuss-Lücke des Visiers. Seiten- und Höhenbewegung der Kanone werden im Visier beide wieder rückgängig gemacht, der Stiel der Kugel bleibt also im Raum fest und zeigt trotz drehender Kanone nach wie vor zum Punkt, an dem **früher** das Flugzeug war. Die eine Visierlinie in der Dachebene ist gefunden und bleibt fest gespeichert.

Der Stiel der Kugel zeigt zwar absolut immer in dieselbe Richtung – aber der ganze Visierkasten bewegt sich ja mitsamt der Kanone. Der Visierkasten denkt sich, die Kugel wolle ausreissen, wolle die Richtung des Kugel-Stieles verändern. Das scheinbare Ausreissen des Kugel-Stiels bringt die Zahnräder in Gang, welche schliesslich zur Verdrehung und zur richtigen Einstellung der scheinbaren Flugrichtung führen.

Wieso wird mit dieser Kugel-Aufhängung exakt die scheinbare Flugrichtung gefunden ?

Das erkennt man besser, wenn wir uns vorstellen, die **Aufhängung der Kugel sei noch leicht verändert worden**. Anstelle des tatsächlichen U-Bügels wählen wir eine **«Kuppel mit Spalt»**, ähnlich wie bei einer Sternwarte. Der Kugel-Stiel ist wie das Fernrohr und schaut zum Spalt hinaus. Bei dieser Kuppel ist **genau dieselbe Bewegung möglich** wie beim tatsächlichen Visier, aber weil es doch eine Drehachse weniger gibt, wird die Vorstellung einfacher. Dieses imaginäre Kuppel-Modell liegt erst noch näher am Patent CH316328/329, als am tatsächlich realisierten XABA-Visier. Der Spalt entspricht allen möglichen Kugelstiel-Richtungen, wenn der U-Bügel seine ganze Bewegung macht.



Ein Joghurt-Becher dreht reibungsarm auf einem zweiten. Die Achse der Joghurt-Becher ist parallel zur Schussrichtung, hier mit den beiden Kanonenrohren angedeutet. Der **dunkle Streifen** um den äusseren Becher soll als offener **Spalt** gedacht werden, der Kugel-Stiel schaut hinaus und dreht – sobald der Elektromagnet die Kugel fixiert – allenfalls die Kuppel seitlich weg. **Nur wenn das Flugzeug exakt in der Spaltrichtung weiterfliegt, verändert sich der Spalt nicht** – das ist die scheinbare Flugrichtung des Flugzeuges! Andernfalls verdreht sich der äussere Becher durch den Kugelstiel. Nimmt man die Becher zu Hand und schaut in ihrer Achse zum Himmel, zu möglichen Flugzeug-Bahnen, wird sofort klar, dass das dunkle Band die gesuchte scheinbare Flugrichtung ist, betrachtet von der Kanone her.

Handmodell mit Yoghurt-Becher, Handversuche am Himmel, Kugelstiel zeigt zum Flugzeug: Statt dass der Kugelstiel sich gedacht wie das Flugzeug weiterbewegt, ist er ja im Raum fest blockiert, und die Kanone bewegt sich mit dem Visier exakt im Gegensinne (nach links, wenn der Stiel nach rechts geht, oder aufwärts, wenn der Stiel vom Visierkasten her betrachtet abwärts geht). Das ist dasselbe!

Es ist hier besonders gut sichtbar, dass der Kugel-Stiel beim «Erfassen» des Flugzeuges eben gerade nicht exakt in der Schussrichtung liegen darf, also nicht zum Zentrum der Kuppel zeigt: Bricht der Stiel infolge der Kanonenbewegung quer zum Spalt aus, **so könnte er die Kuppel nicht mehr drehen**, wenn er exakt in der Kuppel-Drehachse läge. Aus diesem Grund muss man im Visier das Flugzeug zwischen die beiden «Erfassungs-Marken» ca. 7° **neben** der Schussrichtung nehmen, wenn das Pedal «erfasst» gedrückt wird. Ab jetzt kann der Kugel-Stiel auch die Kuppel resp. im Modell den Yoghurt-Becher verdrehen – im echten Visier über den U-Bügel das grosse Flugrichtungs-Zahnrad.

Position des U-Bügels wird **vor** «Flugzeug erfasst» durch **zwei Spiralfedern** am richtigen Ort gehalten. **Nach** «erfasst» kann die Eigenbewegung der Kanone die Federn überspielen. Harte Feder, auf Stoss belastet: Von ca. 7° bis 0° zur Hauptachse des Gehäuses. Weiche Feder, auf Zug belastet: Erlaubt eine Drehung der Kugel von 7° weg bis zu mehr als 90°.

Jetzt haben wir noch zwei kleinere Komplikationen:

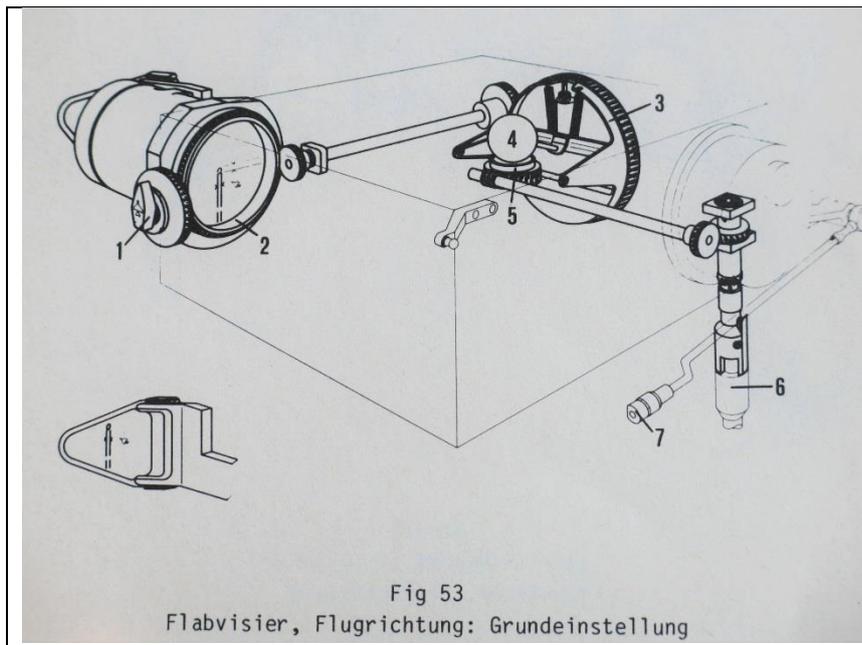
>> Beim **ersten Zielen** auf das Flugzeug (im Moment «Ziel erfasst») zeigen die Rohre gar nicht auf das Flugzeug, sondern sind ca. 7° vom Flugzeug entfernt (wo im Visier die «Zielerfassungsmarke» sichtbar ist). Wie gut die von Hand zuerst grob eingestellte Flugrichtung getroffen wurde, bleibt offen. Je korrekter sie war, desto besser wird auch die nachfolgend ermittelte Flugrichtung ausfallen.

Zu einer **Abschätzung des resultierenden Fehlers** wäre eine Annahme zu treffen über den Winkel am Himmel zwischen «Erfasst» und erstem möglichem Schuss. Ein langsamerer Richter kann den Anfangsfehler über einen grösseren Himmelsbogen ausschmieren, der schnellere Richter trifft womöglich schlechter. – **Vgl. dazu auch Seite 21:** leicht schräg montierter Visierkasten!

>> Beim späteren **Verfolgen** des Flugzeuges (es bleibt dauernd in der «Abschusslücke») zeigen die Rohre auch nicht genau auf das Flugzeug, sondern in den blauen Himmel, d.h. um die Vorhaltstrecke voraus.

Das ist einfacher: Da die Rohre sich nur noch in der Dachebene bewegen, wenn die scheinbare Flugrichtung richtig angezeigt und das Flugzeug vom Richter in der «Abschusslücke» gehalten wird, spielt der Vorhalt keine Rolle mehr zum Anzeigen der Flugrichtung: das Zielen zum Flugzeug selber oder zu einem Punkt weiter vorne auf derselben Flugbahn bleibt in derselben Ebene. Ist der Vorhalt nicht riesig, so bleibt die scheinbare Flugrichtung beim Flugzeug und beim Treffpunkt sehr ähnlich.

Jetzt folgt noch die **Gesamtschaltung zur Anzeige der scheinbaren Flugrichtung**, Bild aus dem Kanonen-Reglement 1963, Ref. 3. Es ist die graphische Veranschaulichung der Flugrichtungs-Mechanik im Visier, ohne die Ellipsen-Drehung, ohne die Ellipsen-Verschiebung, ohne die Vorhalt-Anzeige – nur was beiträgt zur Anzeige der scheinbaren Flugrichtung:



Ganz rechts: Ankopplung an die Bewegung der Kanone; Seite 6 dreht an Bronze-Zahnkranz 5 unter der Kugel 4, und die Höhe 7 lässt den Bronze-Zahnkranz immer horizontal stehen.

Die Kugel 4 ist die ein- und ausschaltbare «Kupplung» zwischen Kanone und Visier. Grosses Zahnrad 3 bringt die Flugrichtung zum Karussell 2 mit dem Schlitz, welcher im Spiegel zum Auge des Richters gespiegelt wird.

Mit Knopf 1 wird von Hand die ungefähre Flugrichtung eingestellt, solange die Kugel noch frei ist (Elektromagnet darunter ist ausgeschaltet).

Bild aus: Die 35mm-Fliegerabwehrkanone 1963, II. Teil, Mechanikerarbeiten, Anleitung für Geschützmechaniker, Ausgabe 1. Oktober 1974. Dort auch das Bild p. 16 unten.

Einmal herum mit der Handeinstellung 1 (360°) ergibt auch einmal herum bei Karussell 2 – die beiden Zahnräder 1 und 2 müssten also gleich gross sein. Zahnrad 3 ist deutlich grösser, bewegt sich aber winkelsynchron zu Handeinstellung 1.

Aufgabe Nr. 2: Der **korrekte Vorhalt:** Bereitstellen von Form und Grösse der Ellipse – die der Kanonier allerdings nicht mehr sieht.

Eingangsdaten zur Ermittlung des Vorhaltes:

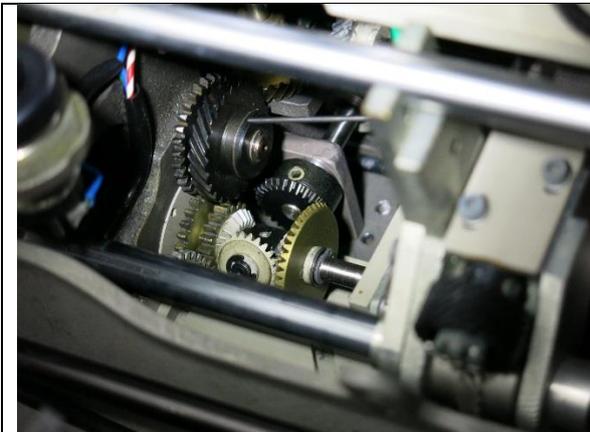
a) An den beiden Handknöpfen oben auf dem Deckel sind die Werte für die **Distanz zum Treffpunkt** und die **Geschwindigkeit des Flugzeuges** einzustellen, die beide geschätzt werden müssen. Aus diesen Grössen wird der Betrag des Winkel-Vorhaltes bestimmt (die Grösse der Ellipse). Wären die Schüsse immer gleich schnell, so hätte die Distanz keinen Einfluss auf den Winkel-Vorhalt.

b) Daneben wird der **Lagewinkel zum Flugzeug** gebraucht (Steilheit über Horizont), um die Form der Ellipse anzupassen. Bei Blickrichtung fast senkrecht nach oben gibt es beinahe einen Kreis, tief über dem Horizont wird die Ellipse sehr schmal, siehe weiter oben.

c) Schliesslich wird die **scheinbare Flugrichtung** gebraucht aus Aufgabe Nr. 1, um zu schauen, wo das Flugzeug in die Ellipse einfliegt. Im Grunde genommen ist es ein ganz klassischer Zielvorgang, wie oben beschrieben, aber stark automatisiert, der Mensch muss weniger tun.

Diese Operationen werden wie folgt technisch realisiert:

a) Die **Grösse der Ellipse** wird variabel gemacht, indem eine Ellipsenform näher heran oder weiter weg von der Linse **verschoben** wird. Die Distanz und die Geschwindigkeit werden in einem **Differentialgetriebe** zusammengezählt (in je verschiedenem Masstab und mit je anderem Nullpunkt). Der Ausgang dieser Summe verschiebt einen Schlitten mit der Ellipse daran mehr oder weniger nach links oder rechts, d.h. näher oder weiter weg von der optischen Linse. Je näher die Ellipse bei der Linse ist, desto grösser im Winkel erscheint sie. Der Schlitten ist im folgenden Bild (linkes Bild) ganz unscharf am rechten Rand sichtbar, mit seinen Führungsstangen.

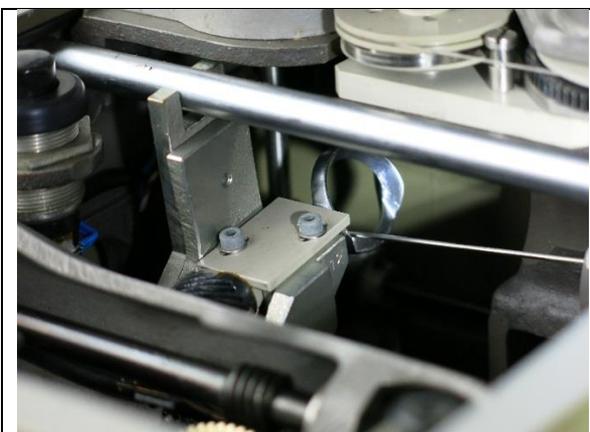


Die beiden schwarzen Zahnräder bringen Distanz und Geschwindigkeit auf das **Differentialgetriebe**, wo sie addiert werden. Die Summe bewegt tiefer unten eine ...

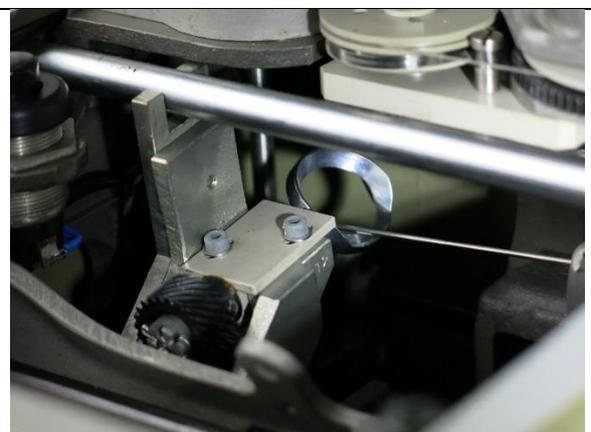


... helle lange Walze mit **Spiralrille**, welcher den Schlitten mit dem drehbaren Kreis verschiebt (s. untere Bilder). Das Differentialgetriebe ist oben, hier nicht mehr sichtbar.

b) Die **Form der Ellipse** wird variabel gemacht, indem ein kleiner Kreis (so gross wie ein Fünfrappenstück) gedreht wird, je nach Neigung der Kanonenrohre. Von der Linse her betrachtet: Von «fast Kreis» (Schuss senkrecht nach oben) bis zu «fast Strich» (horizontaler Schuss) ist alles möglich.

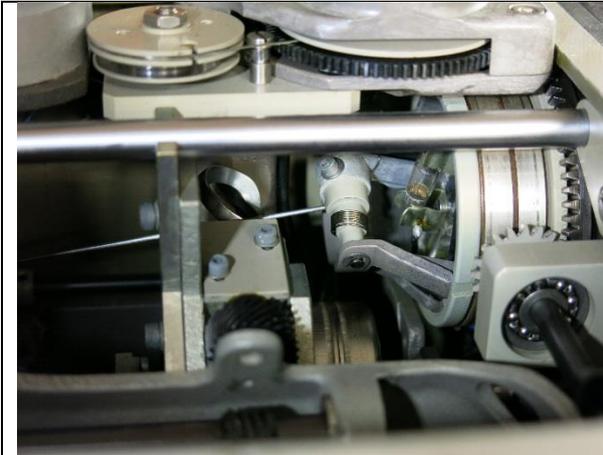


Leicht rechts der Bildmitte ist der drehbare Kreis, dessen scharfer Innenrand als «Ellipse» dient: Am unteren Rand des Innenkreises tastet die dünne, lange Nadel den Winkel ab, das ergibt den Vorhalt. Die Nadel ist hier steiler als im Bild rechts, es ist also mehr Vorhalt nötig.



Im Bild rechts erscheint die Ellipse von der Linse her (rechts weit aussen) schmaler, weil der Lagewinkel kleiner geworden ist. Die Position des drehbaren Kreises (Lage links-rechts) wird durch Distanz und Geschwindigkeit bestimmt, siehe oben unter a).

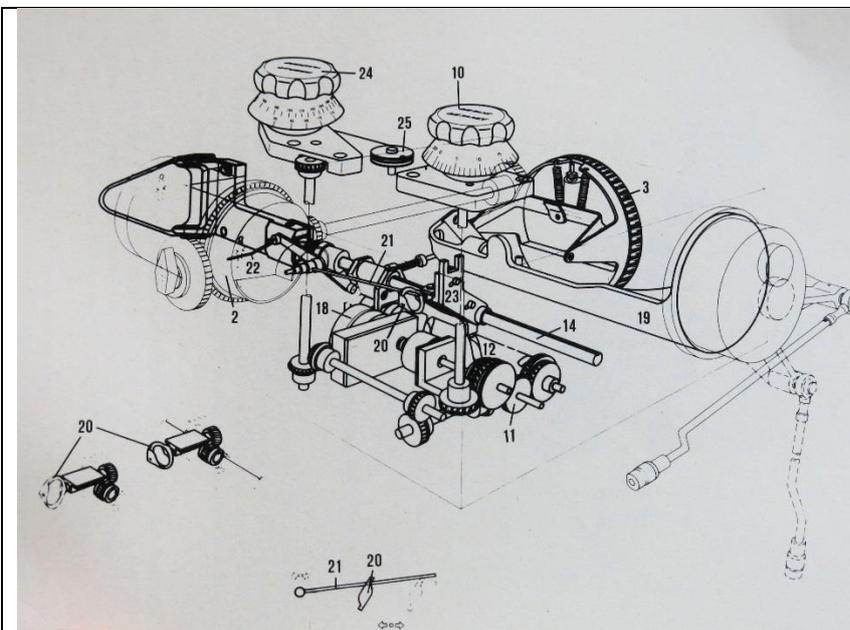
c) Der korrekte Ort auf der Ellipse, wo genau das Flugzeug einfliegt, wird mit der scheinbaren Einflugrichtung bestimmt, und zwar so: Die lange Abtastnadel vom Zentrum der Projektionslinse her federt von innen an den geschärften inneren Rand des kleinen Kreisleins, das je nach Neigung zur Ellipse wird. Die Federbewegung / Winkelbewegung der Abtastnadel wird übertragen zu einem verschiebbaren Draht, welcher bei der Projektionslinse einen Schatten wirft auf die beiden Flugrichtung-Striche. Die Ellipse ist also bereits in der korrekten Einflugrichtung abgetastet worden, exakt wie beim alten klassischen Ellipsen-Visier. Alles muss so gefertigt sein, dass die Lichtquelle und der Strahlengang vor der Linse nicht behindert wird, auch die 360°-Drehbewegung des Flugrichtung-Karussells nicht. Der Strom kommt über zwei Schleifringe zur Lampe.



Ab Bildmitte nach rechts das Karussell, mit Lämpchen drin, Schleifringe zur Stromzuführung. Noch weiter rechts käme die Linse. Links der Bildmitte hell der drehbare Ring, der die Ellipse darstellt, verschiebbar nach links oder rechts (Ring erscheint so kleiner oder grösser). Durch den Ring die feine Abtastnadel, welche in Flugrichtung (parallel zum Lämpchen) nach aussen drückt, wegen sichtbarer Spiralfeder. Die Bewegung der Nadel wird tief ins Karussell getragen, verschiebt dort den abgewinkelten Draht, der im nächsten Bild rechts oben knapp sichtbar ist.



Bild mit **Endoskop-Kamera**: Links das kleine elektrische Lämpchen, Glas ca. 1 cm lang. Dann eine Zylinder-Linse, schlecht erkennbar. Rechts folgend die Flugrichtung-Striche mit der Erfassungsmarke (Muster durchsichtig, alles andere lässt kein Licht durch). Leicht oberhalb der Erfassungsmarke ist ein abgewinkelter, verschiebbarer Draht, der das Licht wegnimmt und die «Abschlusslücke» darstellt. Alles dreht mit dem Karussell um 360°, je nach Flugrichtung. Nach rechts folgt das Objektiv, das die Information auf den Spiegel wirft.



Ganz links ist der Spiegel, durch den der Richter den Vorhalt und die Flugrichtung (Karussell 22) zugespiegelt erhält. Geschwindigkeit und Distanz sind mit Knöpfen 24 und 10 einzustellen; daraus wird mit einer Spiralrille 12 der Ring 20 seitlich verschoben, ergibt grössere, kleinere Ellipse.

Der Lagewinkel (Trommel 19) lässt den Ring 20 mehr oder weniger kippen (links unten), und die Nadel 21 tastet von innen her die Winkel-Grösse der Ellipse ab. Über Umlenkehebel bewegt Nadel 21 den Schatten-Werfer 22, welcher am richtigen Ort im Leuchtstrich den «Abschlusspunkt» als Schatten markiert.

Nicht sichtbar im Schema oben: Differentialgetriebe zur gewichteten Addition von Distanz und Geschwindigkeit. Die Spirallinse zur seitlichen Verschiebung der Ellipse ist nur sehr knapp sichtbar bei der Ziffer 12.

Die Form der Ellipse wird bestimmt durch die Elevation des Treffpunktes (und nicht die Elevation des Flugzeuges).

Geschwindigkeit 24 wird mit Stahlsaiten auf Drehpotentiometer 25 übertragen, das geht in die Elektronik und lässt den Motor 18 die Distanz automatisch (d.h. je nach Geschwindigkeit) verkürzen beim Anflug: «Distanzprogramm», vgl. p. 19.

Bewegt sich der Schlitten mit der drehbaren Ellipsen-Form in dieser Ansicht nach rechts, d.h. weiter weg vom Karussell, wird der Vorhalt kleiner. Er kann aber **nicht beliebig klein** gemacht werden, denn der Visierkasten ist bloss 17 cm breit. Helikopter fliegen so langsam, dass sie nicht mehr gemäss normalem Zielverfahren im Abschusspunkt gehalten werden dürfen. Jetzt muss man improvisieren und den Vorhalt künstlich kleiner machen, d.h. das Ziel näher ins Zentrum nehmen. Die minimale Zielgeschwindigkeit, für die das Visier gerechnet ist, beträgt 80 m/s – das ist etwa die Maximalgeschwindigkeit eines Helikopters.

Geschätzter **minimaler**, noch richtig gerechneter Vorhalt in Winkelgraden am Himmel: 4°

Geschätzter **maximaler**, noch richtig gerechneter Vorhalt in Winkelgraden am Himmel: 27°

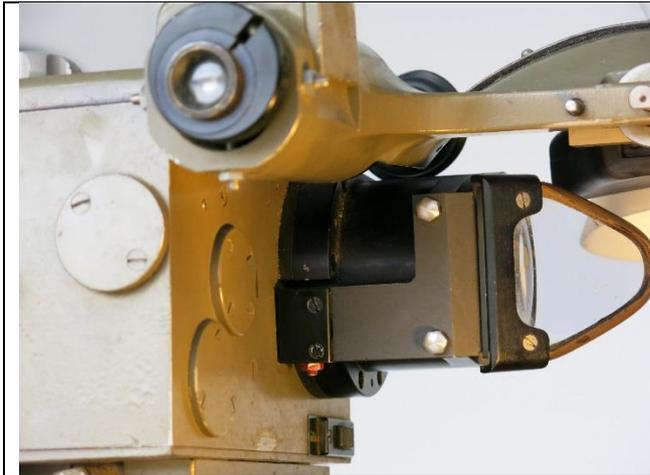
Einen Treffer gibt's nur, wenn sowohl der Betrag des Vorhaltes wie auch die Richtung stimmt!

Aufgabe Nr. 3: Einstellung des korrekten **Schusswinkels.** Gekrümmte Flugbahn

Die Schüsse «fallen» während ihrer Flugzeit, infolge der Erdanziehungskraft. Die Leuchtspur-Munition zeigt, dass die Schüsse auf leicht gekrümmten Bahnen fliegen. Die Kanone muss deshalb etwas höher schießen, als was der geradlinigen Verbindung zum Treffpunkt entspricht. Dieser Zusatzwinkel wird **Schusswinkel** genannt.

In einer Flugzeit von 1s / 2s / 3s beträgt die Fallstrecke (Abweichung senkrecht nach unten von der Visiergeraden) ca. 5m / 20m / 44m. Umgerechnet in einen Winkel, gibt diese Fallstrecke bei fast horizontalen Schüssen einen grösseren Schusswinkel als bei Schüssen steil nach oben. Numerische Beispiele dazu finden sich auf p. 23.

Beim Flabvisier XABA wird der Schusswinkel so eingestellt, dass der **Reflex-Spiegel leicht verdreht wird**. Sieht der Schütze im Visier seine Informationen leicht zu tief unten, so dreht er die Kanonenrohre höher, bis alles wieder stimmt – und der Schusswinkel ist damit eingestellt.



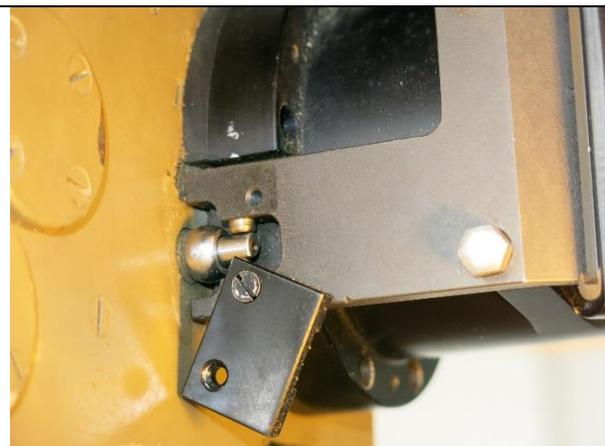
Der Spiegel (rechts im Bild, dreieckig, durchsichtig) von hinten her betrachtet, darüber die Stirnstütze des Richters. Der Spiegel ist an einem beweglichen, **L-förmigen Träger** befestigt, hinter dem sich das grosse, schwarze Linsensystem befindet. Links oben das Objektiv (Ausblick) des Erdziel-Fernrohres.

Der Spiegelträger ist an drei Punkten befestigt: rechts unten helle Schraube = **Drehpunkt**, bleibt fest. Rechts oben, helle Schraube: lässt links-rechts-Bewegung zu. Links unten, hinter dem Abdeckblech, liegt die eigentliche Spiegelsteuerung: der L-Träger geht auf-ab (mit roter Schraube wird von unten her die Justierung gesichert). Die Distanzen zwischen den drei Punkten betragen je 5 cm.

Natürlich müssen wir wissen, wie es hinter dem Abdeckblech aussieht! Dort befindet sich der wahrscheinlich **kleinste je gesehene «Formkörper» zur Speicherung einer Funktion von zwei Variablen**. Aus den Visiergehäuse kommt ein Dorn, der sich längs seiner Achse bewegt (je nach Distanz zum Treffpunkt) und auch noch um seine Achse dreht (je nach dem gegenwärtigen Lagewinkel). Er ist einseitig (im Bild: unten) angeschliffen, abgeflacht, am Ende mehr als gegen die Gehäuse-Wand hin. Oberhalb des Dornes drückt eine **Feder** den Spiegelträger so hoch wie möglich, von unten her steuert die Justierschraube (nicht sichtbar) die Vertikalbewegung – entsprechend der Position des angeschliffenen Dornes.

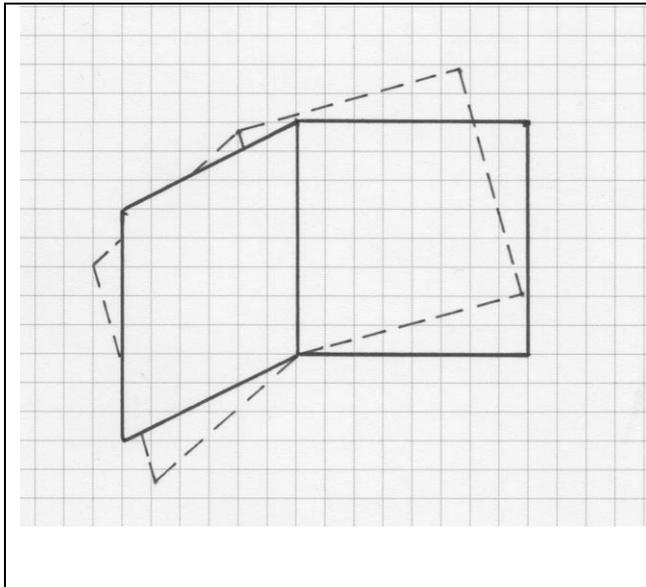


Distanz 0 km, Lagewinkel tief. Der Dorn ist an der Stelle der Abtastung ringsherum nirgends angeschliffen, es gibt so keinen Schusswinkel, der Spiegel steht «richtig».



Distanz 3 km, Lagewinkel tief. Der Spiegelträger ist links leicht höher als im Bild links, weil der Dorn rechts unten stärker angeschliffen ist. Feder oberhalb Dorn drückt hoch.

Der Spiegelträger verdreht sich minimal, bleibt aber in seiner Ebene. Der Spiegel selber ist um 45° abgewinkelt und macht deshalb eine etwas komplexere Bewegung: er kippt aus seiner Ebene heraus.



Blick vom Richter her: Der Spiegelträger rechts verdreht sich beim Hochdrücken der Ecke rechts unten exakt in seiner Ebene. Der Spiegel links ist perspektivisch gezeichnet, d.h. um 45° vorstehend, gegen den Richter hin (der Richter schaut rechtwinklig zum Spiegelträger durch den schrägen Spiegel hindurch).

Ausgezogen: Situation ohne Schusswinkel, z.B. Distanz = 0 eingestellt. **Gestrichelt:** Der Spiegelträger rechts verdreht sich, dem Schusswinkel entsprechend, ohne seine Ebene zu verlassen. Hingegen wird der Spiegel links aus seiner Ebene gedrückt und verkippt sich nach hinten.

Hand-Experiment mit einem Spiegel: bei kleinen Verdrehwinkeln ändert sich beim Spiegelbild nur die Höhe, nicht aber die Seite. Das Spiegelbild der Visierstriche erscheint tiefer, also hebt der Richter die Rohre, um das Flugzeug zu treffen – der Schusswinkel ist damit richtig eingestellt.

Bei der Einstellung des Schusswinkels geht es nur um sehr kleine Korrekturwinkel, meistens weniger als 1° . Es sind allerdings viel grössere Vertikal-Korrekturen im Spiel, vgl. Seite 21.

Aufgabe Nr. 4: Distanz-Programm

Automatische Distanz-Nachführung nach 1. Schuss

Zu Beginn des Richtvorganges muss am einen der beiden grossen Knöpfe eine geschätzte Distanz zum Treffpunkt eingestellt werden (Bereich: 0 bis 3 km). Auf Knopfdruck kann bei anfliegenden Flugzeugen ein sog. «Distanz-Programm» gestartet werden, welches die Distanz «in typischer Weise» reduziert. Dabei wird ein Elektromotor in Betrieb gesetzt, und je nach gewählter Flugzeug-Geschwindigkeit wird die Distanz im Getriebe automatisch herabgesetzt, und zwar von 3000 m bis 1200 m. Für wegfliegende Flugzeuge funktioniert das nicht. Geschwindigkeit einstellbar: von 80 bis zu 340 m/s.

Die Idee wirkt etwas seltsam und erinnert an eine Notlösung – das Visier kennt die Anflug-Geometrie ja nicht. Fliegt das Flugzeug direkt über die Stellung, so wird die Distanz schneller und auf kleinere Werte fallen, als wenn der Flugzeug-Kurs weit neben der Stellung vorbeiführt.

Das Distanz-Programm soll auf den Befehl «Feuer» eingeschaltet werden, und läuft offenbar während Dauer-Druck auf die Bedienungstaste bis zur Minimaldistanz. (Ref. 2, p. 121: «Bei Zielwechsel sind Zielerfassungsschalter und Distanzauslösetaste loszulassen und der Richtvorgang zu wiederholen.» - Bei Verstellung der Distanz hört man bei 1200 m ein Relais klicken, das dürfte den Abbruch der Distanzverkürzung bedeuten.

Ref. 3, Kap. 7.8: «Das Distanzauslöseprogramm wird ausgelöst durch Drücken der Distanzauslösetaste auf das Kommando «Feuer» und durch Betätigen des elektrischen oder mechanischen Fussabzuges.» «Das gleichzeitige Loslassen der Distanzauslösetaste und des Zielerfassungsschalters hat das Zurückspringen des Distanzprogrammes auf die eingestellte Treffpunktdistanz zur Folge.»

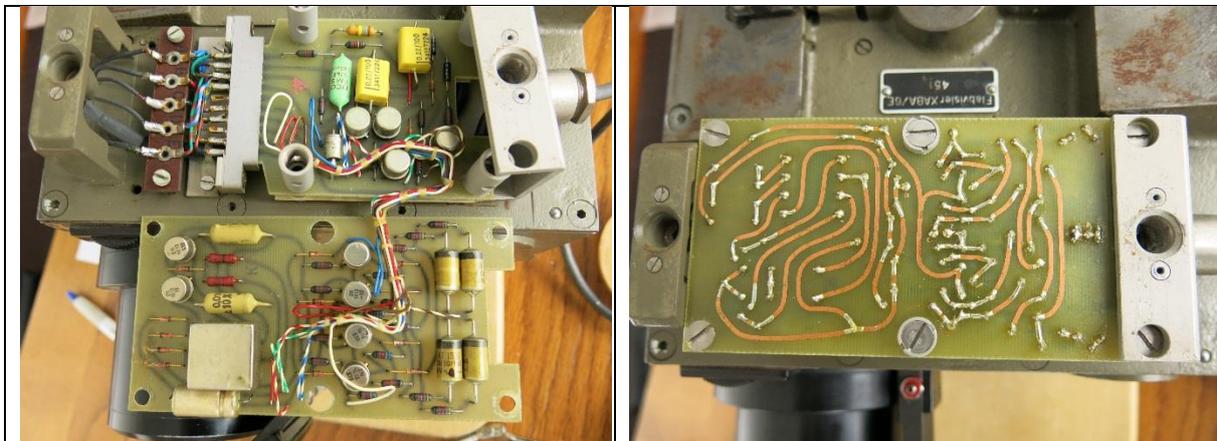
Der Gerätemechaniker muss gelegentlich prüfen, ob das Distanzprogramm in «richtiger» Zeit durchlaufen wird. Dazu sollen die folgenden Zeiten eingehalten werden, von 2500 m bis zu 1200 m: (Zeiten Minimal, Sollwert, Maximal) (Ref. 2, p. 250)

v = 100 m/s:	15.75 s	17.5 s	19.25 s
v = 200 m/s:	9.0 s	10.0 s	11.0 s
v = 300 m/s:	6.3 s	7.0 s	7.7 s

Daraus liessen sich typische Vorbeiflug-Winkel abschätzen

Es wird in Ref 2, p. 120 gewarnt, dass beim Wegflug, d.h. bei zunehmenden Distanzen das Distanzprogramm nicht mehr laufe, und deshalb der **Schusswinkel** nicht mehr stimme. Muss man von Hand am Einstellknopf dafür sorgen, dass die Distanz wieder grösser wird? Ref. 2, p.120: «Die Schusswinkel werden nur von 3000 m bis 1200 m berücksichtigt».

Wirkungsweise des Distanzprogrammes, technische Realisierung: Die grob geschätzte Geschwindigkeit des Flugzeuges wird direkt am Drehknopf durch den Zug einer Stahlsaite auf ein Dreh-Potentiometer gegeben, welches den Wert in die **elektronische Schaltung** unterhalb des Visierkastens führt. Dort sind auf zwei Platinen 5 cm mal 12 cm zusammen 10 Transistoren zu finden, welche den Elektromotor ab Knopfdruck «Start» in passender Geschwindigkeit laufen lassen, je nach Flugzeuggeschwindigkeit. Der Elektromotor wirkt beim Differentialgetriebe über eine Untersetzung auf die Distanz und reduziert sie laufend. Beim Erreichen der Minimaldistanz von 1200 m spricht ein Endschalter an (man hört ihn), und der Motor hört auf.



Zwei frei gestapelte Platinen mit diskreten Elementen sind in einem Blechkasten unter dem Visier, ohne echte Regendichtung. Links oben die 5 Kabelanschlüsse zur Kanone.

Die (im Bild links) untere Leiterplatte von hinten, mit Abstandsröhrlri zusammengeschraubt. Es gibt noch keine integrierten Schaltungen. Alles ist von Hand gelötet.

Die Elektronik-Schaltung ist noch nicht untersucht: Mangels gesicherter Informationen über die fünf Anschlussdrähte am Visierkabel wurde noch keine elektrische Spannung angeschlossen. Mindestens «Plus» und «Minus» müssten ja sicher bekannt sein. Ein Durchmessen der Drähte vom Akku über die Kanone bis zum Visier ist nicht möglich – der 12V-Akku beim Sitz des Richters wird per Relais abgehängt, wenn Unterspannung droht (oder eben gar kein Akku eingesetzt ist). Ein Schema ist bei der Kanone im Museum Full erhalten. Die Relais sind auch mit der Stromversorgung der Kanone gekoppelt.

Das Element im Blechgehäuse mit 8 Anschlüssen (Bild links, unten links) wird als Relais vermutet. Ein zweites Relais ist im Visierkasten drin. 8 der 10 Transistoren sind 2N1613-Typen unterschiedlicher Firmen, NPN. Die zwei anderen sind 2N1711 NPN.

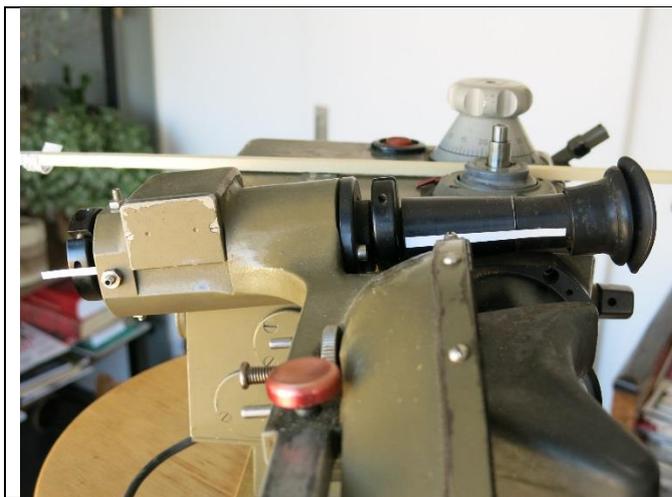
Neben dem Elektromotor für das Distanzprogramm brauchen auch noch Strom: Beleuchtung von Reflexvisier und Erdzielrohr, sowie der Elektromagnet, der beim Pedal «Erfasst» die Eisenkugel in ihrer aktuellen Stellung fixiert.

Seltsam:

Orientierung am Himmel – oder Desorientierung ? Das Visier zielt scheinbar schief, es «schielt».

Das vertikale «Schielen» des Visiers hätte man an mehreren Orten im Text erwähnen müssen, Sätze und Begriffe relativieren, etc. Im Interesse einer besseren Lesbarkeit wird die «Fehlstellung» des Visiers nur gerade in diesem Abschnitt besprochen.

Auf den ersten Blick wird deutlich, dass das Erdziel-Fernrohr seltsam nach unten orientiert ist, im Vergleich zum Visierkasten. Höhen-Messungen mit Hilfe eines «Batterie-Instrumentes» ergeben einen geschätzten Winkel von 7.5° . Das ist der einzige Winkel, der einigermaßen richtig gemessen werden konnte; andere Winkel ähnlicher Grösse (Erfassungspunkt im Reflexvisier, Messung zwischen Visier und Kanone, drehender Kugelstiel im Gerät) sind deutlich ungenauer, bis $\pm 1^\circ$. Ob das also immer exakt derselbe Winkel ist oder nur ungefähr, bleibt deshalb offen.

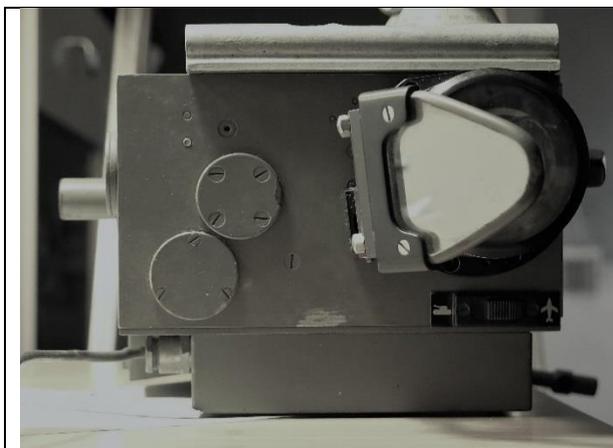


Das Zielfernrohr für Erdziele ist in der Achse mit weissem Klebpapier markiert worden. es zeigt arg nach unten, wenn das Gehäuse des Visiers horizontal auf dem Tisch liegt (ein helles Holzstäbchen liegt flach über dem Gehäuse, zur besseren Sichtbarkeit).

Gegen den Betrachter hin: die Stirnstütze des Richters. Einer der beiden grossen Einstellknöpfe hinter dem Fernrohr ist abgehoben worden.

Diese unterschiedliche Richtung ist sehr viel grösser als der Schusswinkel, um den die Rohre angehoben werden zur Kompensation der fallenden Geschosse.

Auch der Spiegel zum Betrachten der Ziel-Informationen ist geneigt gegen das Gehäuse:



Der Deckel des XABA-Visiers ist weg, über dem Gehäuse liegt die austarierte Wasserwaage. Der Spiegel hebt die Lichtstrahlen (kommen aus Objektiv und Karussell) nach oben, der Richter sieht deshalb: sie kommen von unten her. Das ist die gültige Richtung, wie beim Erdzielfernrohr auch, d.h. genau gleich wie die Kanonenrohre zeigen (abgesehen vom viel kleineren Schusswinkel).

Geschätzter Winkel zwischen Oberkante Visiergehäuse und dem angezeigten Treffpunkt in der Markierung des Leuchtvisiers: ca. 7.5° . Ebenfalls gleich gross: Winkel im Bild links zwischen «vertikal» und dem senkrechten Spiegelträger. Diese beiden Winkel konnten nur ungenau gemessen werden.



Der helle Holzstab rechts ist satt am Visierkasten befestigt: Er ist **nicht parallel** zu den Geschützrohren. Die Richtung des Visiers ist um die 8° Grad steiler, und dieser Wert hängt nicht von der Steilheit der Kanonenrohre ab.

Ist das Visier zu steil, müssen Erdzielfernrohr und die Zielinformation im Reflex-Spiegel nach unten abgelenkt werden (verglichen mit dem Metallkasten des Visiers).

Foto erfolgt hier parallel zu den Schildzapfen der Geschützrohre. Wird stärker von vorne fotografiert (d.h. von links her), wird der Fehlwinkel durch perspektivische Verzerrung noch viel deutlicher.



35 mm-Kanone im Flieger-Flab-Museum Dübendorf.

Nach einem Besuch im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf mit Holzplatten-Messungen steht fest:

Erdziel-Fernrohr, Spiegelträger des Visiers und die Kanonenrohre stehen alle parallel – aber das Gehäuse des Visiers ist geneigt zu den Rohren montiert. Die ganze Orientierung am Himmel mit der Eisenkugel zur Bestimmung der Flugbahn-Neigung ist **bewusst mit einem vertikalen Winkel-Fehler von ca. 7.5° eingebaut worden**. Wozu ?? Was ist die Absicht dahinter ??

Vermutung: Beim «Erfassen» eines Zieles muss das Flugzeug zwischen die beiden Markierungen im Visier genommen werden, die etwas von der Rohrachse entfernt stehen. Wahrscheinlich hat man entschieden, dass die Hauptbedrohung von anfliegenden Richtungen her stamme, wo die Flugzeuge von unten her ins Gesichtsfeld fliegen. Auf Kosten der (kaum relevanten) wegfliegenden Ziele macht man lieber die anfliegenden genauer. Hat der Richter die erste Schätzung der Flugrichtung gut getroffen, und das Flugzeug kommt von unten, so erhöht sich die Präzision, wenn man das Visier künstlich anhebt – der «Erfassungspunkt», dadurch auch der Kugelstiel kommen näher zum tatsächlichen Ort des Flugzeuges. Auf Pedaldruck «Erfasst» wird die Kugel in dieser Richtung fixiert und bleibt dann dort, selbst wenn sich das Geschütz bewegt.

Was der Winkel-Fehler des Visierkastens ausmacht bei seitlichen Vorbeiflügen oder bei anderen Flugrichtungen, müsste abgeklärt werden. Die scheinbare Flugrichtung wird ungenauer.

Numerische Verhältnisse, zur Veranschaulichung

Zur Erinnerung: 10 m neben das Flugzeug geschossen, ist präzise
 20 m neben das Flugzeug geschossen, trifft es sicher nicht mehr
 Der Aufschlagzünder erfordert einen direkten Treffer!

Geschossflugzeiten nach graphischer Flugbahnkarte der Kanone

Distanz	0°		90°		daraus geschätzt für 30° oder 60°
	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal	
1 km	0.95 s	0.95 s	0.95 s	0.95 s	
3 km	3.8 s	3.7 s	3.7 s	3.75 s	
6 km	12.9 s	11.9 s	11.9 s	damit weitergerechnet	

Flugzeug-Wegstrecke in dieser Geschossflugzeit = Vorhalte-Strecke, bei zwei Geschwindigkeiten:

	v = 85 m/s		v = 150 m/s		85 m/s	150 m/s
	oder	v = 306 km/h	v = 540 km/h			
1 km	81 m	140 m	als Winkel am Himmel:	4.6°	8.5°	
3 km	320 m	560 m		6°	10.6°	

Freier Fall der Geschosse in dieser Flugzeit:

1 km	4.4 m
3 km	69 m

Winkel zwischen den zwei Geraden: Direkt zum Ziel - Direkt zum Punkt «Fallstrecke oberhalb Ziel»

	30°	60°	
1 km	0.22°	0.12°	
3 km	1.13°	0.64°	(Zwei leichte Vereinfachungen)

Fehlende Flugstrecke des Zieles nach der Geschossflugzeit, wenn das Flugzeug 20% langsamer fliegt als gemäss freihändiger Schätzung vorausgesagt

	v = 85 m/s		v = 150 m/s		
	oder	v = 306 km/h	v = 540 km/h		
1 km	16 m	28 m			
3 km	64 m	112 m		Keine Chance mehr bei Einzelschuss	

Zeitliche Verspätung des Flugzeuges am ursprünglichen Treffpunkt, wenn es 20% langsamer fliegt als geschätzt (zu vergleichen mit der Salven-Dauer)

	v = 85 m/s		v = 150 m/s		
	oder	v = 306 km/h	v = 540 km/h		
1 km	0.2 s	0.2 s			
3 km	0.75 s	0.75 s		Das geht noch gut (Salve)	

Chronologie der Oerlikon 35mm-Geschütze, Fledermaus/Skyguard:

Die Jahreszahlen gelten (ungefähr) für die Ausrüstung der Schweizer Armee. Die Geschütze hatten international grossen Erfolg und wurden in zahlreiche Länder exportiert. Es ist gut möglich, dass gewisse technische Unterschiede in anderen Ländern etwas früher oder später realisiert worden sind als in der Schweiz.

Oerlikon Fabrik-Nummerierung Geschütz international	Geschütz Bezeichnung CH-Armee, Jahr	Visier (zum Betrieb ohne FltGt)	FltGt
GDF-001	FlabKan 63	XABA Mechanisches Visier mit Schätzung von Distanz und Geschwindigkeit	Super-Fledermaus FltGt 63 ohne Standzeichen-Unterdrückung, Analogrechner Röhren
	FlabKan 63	XABA	Super-Fledermaus FltGt 69 mit Standzeichen-Unterdrückung MIT = Moving target indicator
	FlabKan 63/75	XABA	SkyGuard FltGt 75, Digitalrechner
GDF-002		Ferranti-Visier 1980 (CH ??) mit innerem Kreiselgerät	
GDF-005	FlabKan 63/90 mit eingebauter Stromversorgung	Gunking 3 Computer-Zielgerät 1985, Laser-Distanz-Messer, Digitalrechner, 10 Menus	SkyGuard FltGt 75
GDF-006, 007 AHEAD-Mun. V ₀ -Messung und Zünder-Programmierung für jeden Schuss einzeln. 300 Teileschosse kurz vor Ziel.			
GDF-009			

Unter der folgenden Adresse finden sich Angaben zu Ferranti-Reflexvisieren mit Kreisel für den Einbau in Jagd-Flugzeugen, einsatzfähig ab 1941 (mit weiterführenden Adressen):

https://en.wikipedia.org/wiki/Gyro_gunsight

Beim Flugzeug gibt es zwischen Kanone und Ziel scheinbar mehr Beweglichkeit als bei den schweren Flab-Kanonen, die mindestens am Boden stehen bleiben und nur die Rohre schwenken. Allerdings: Mit dem ganzen Flugzeug die fest eingebauten Kanonen zu schwenken, oder mit der ortsfesten Kanone am Boden allein die Rohre zu bewegen, wird von der Treffpunkt-Problematik auf dasselbe hinauslaufen. Beim Flieger wird es schwierig sein, sich selber in eine gute Schussposition zu bringen – bei der Boden-Flab ist dies unmöglich.

Angaben über ein Deutsches Reflexvisier EZ 40 und EZ 41 von Zeiss mit Kreiselsteuerung für Flugzeuge, Aufbau, Einschwingzeiten:

<http://www.deuscheluftwaffe.com/archiv/Dokumente/ABC/b/Beobachtungsgereate/EZ/EZ%2040/EZ%2040%20Visier.html>

Diverses / Ähnliches / Verwandtes / Ergänzendes:

Schon früher wurde ein Flab-Reflexvisier getestet – und fallen gelassen. Brief vom 11.3.1958 an die Generalstabsabteilung, Materialsektion (Brief im Bundesarchiv gefunden), Wortlaut:

Das **Flabvisier APX** wurde in den Jahren 1956 und 1957 in Of.Schiesskursen, Rekrutenschulen sowie Truppen-WK mit

- 20 mm Flab.Kan.38
- 20 mm Flab.Kan.54
- 20 mm Flab.Kan. Drillingen gründlich erprobt.

Vorteile: Rasche Zielerfassung und rasches Nachrichten, einfache Bestimmung der Flugrichtung

Nachteile: Reflexvisier, und damit verbunden:

- Starke Blendung für Ziele, die aus der Sonne anfliegen sowie bei greller Beleuchtung
- Beschlagen oder Vereisen der Reflexplatte
- Behindern des Richtens bei Regen
- Verminderte Sichtbarkeit der Ziele, d.h. unter Umständen spätere Feuereröffnung oder Unmöglichkeit, die Ziele zu sehen, z.B. bei Dämmerung.

Die Vorhaltestrecke muss geschätzt werden, und zwar in Ziellängen und ist in erster Linie eine Funktion der Distanz und des Flugzeugtypes (Grösse und Geschwindigkeit des Zieles).

Der Schiessende sieht durch das Visier zwei Bilder des Zieles:

- 1 reelles Bild infolge direkter Sicht durch die halbversilberte Reflexplatte und
- 1 imaginäres, leicht verkleinertes Bild durch das Fernrohr.

Diese Doppelbilder wirken störend, wenn mehrere Flugzeuge sich im Gesichtsfeld befinden, oder wenn die Visierlinie auf das Ziel sich unter dem Horizont befindet (Hintergrund).

Auf Grund dieser gründlichen Erprobungen und unter Berücksichtigung der festgestellten Vor- und Nachteile dieses Visiers kommen wir zum Schluss, **dass die Einführung des APX-Visiers für die leichte Flab nicht in Frage kommt.**

Unterzeichnet, Ausbildungschef der Fliegerabwehrtruppen: Oberstbrigadier R. Meyer

Gefundene Patente (Schweiz) in einem ähnlichem Rahmen wie das XABA-Visier

Nummer	Inhaber	Eingereicht	
CH279656	Martin Baumann	9.3.1951	Ähnlich XABA, nur Flugrichtung angezeigt, kein Vorhalt, keine Ellipse. Kugel ist da.
CH316328/329	Martin Baumann	13.10.1951 17.2.1952	Ähnlich XABA, Flugrichtung, Vorhalt, diskrete Ellipsen für 4 Geschw., Form nur für 45°.
CH335119	Xamax	14.2.1959	Schiess-elemente-Rechner SER Artillerie, hat nichts mit Flab zu tun.

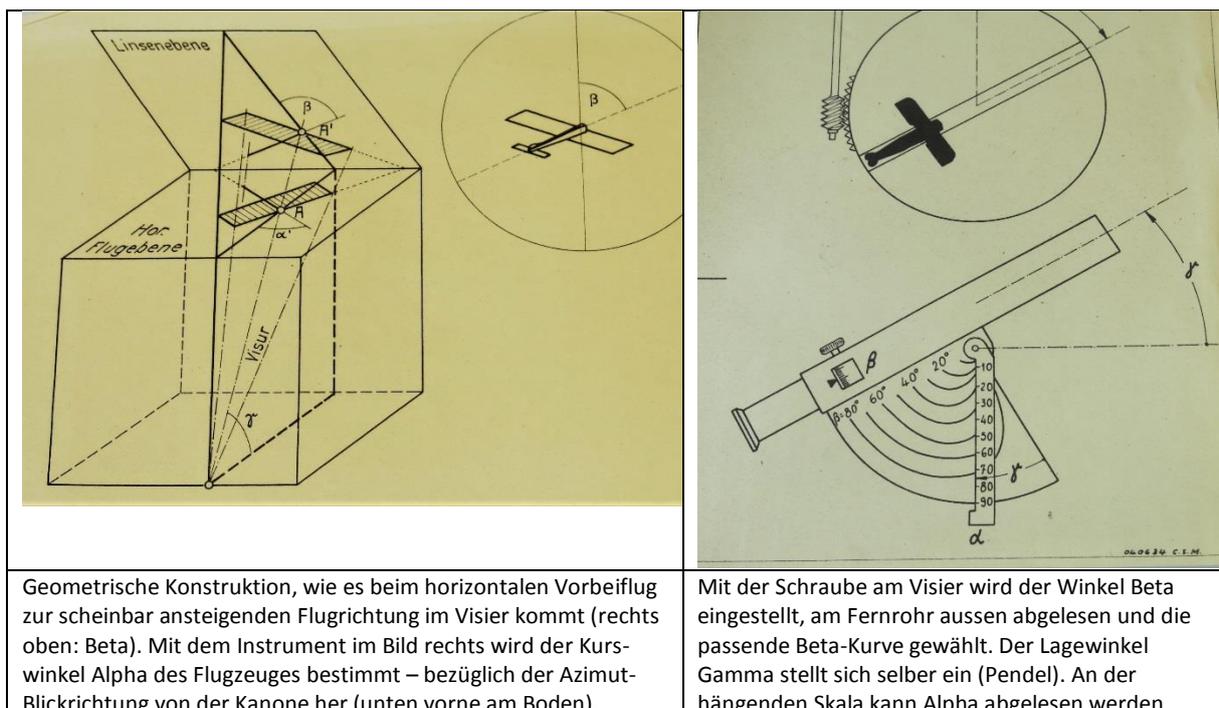
CH456402	Xamax / Eichler	29.6.1964	Flab-Visier: Kugel noch ähnlich zu XABA, sonst sehr kompliziert, viel Gestänge... ähnliche Aufgaben wie XABA
CH466756/757	Xamax / Bänziger Xamax/Eichler	20.12.1966	Gegen Flugzeuge und Erdziele, z.B. von einem fahrenden (geneigten) Panzer aus. Ev. leichte Ähnlichkeit zu 456402 (?)

Im Bundesarchiv gefunden, E5460A#1967/127#232*

«Geometrischer Kompass», um vom Boden aus den Flugzeugkurs zu ermitteln

Der Zusammenhang zwischen «Steilheit des Flugzeugweges im Visier» und «Grösse des Lagewinkels des Flugzeuges» ist offenbar ausgenutzt worden, um den Kompasskurs des Flugzeuges mit einem eigens konstruierten Messinstrument zu ermitteln. Ob das nur eine Idee war, oder ob das Instrument je gebaut worden ist, bleibt unklar.

Der ermittelte Wert α (oder α' aus der anderen Zeichnung, dieselbe Bedeutung) ist der Flugzeugkurs **relativ zur Blickrichtung, wenn der Boden-Beobachter** das Flugzeug anvisiert (alle Winkel verändern sich dabei laufend). Um den Kompasskurs des Flugzeuges ab «Nord» zu erhalten, sind die beiden gemessenen Winkel jedes Mal neu zu verrechnen. Eine der Zeichnungen ist datiert: 4. 6. 1934



Geometrische Konstruktion, wie es beim horizontalen Vorbeiflug zur scheinbar ansteigenden Flugrichtung im Visier kommt (rechts oben: Beta). Mit dem Instrument im Bild rechts wird der Kurswinkel Alpha des Flugzeuges bestimmt – bezüglich der Azimut-Blickrichtung von der Kanone her (unten vorne am Boden).

Mit der Schraube am Visier wird der Winkel Beta eingestellt, am Fernrohr aussen abgelesen und die passende Beta-Kurve gewählt. Der Lagewinkel Gamma stellt sich selber ein (Pendel). An der hängenden Skala kann Alpha abgelesen werden.

Die Beziehung zwischen Alpha, Beta und Gamma lautet:

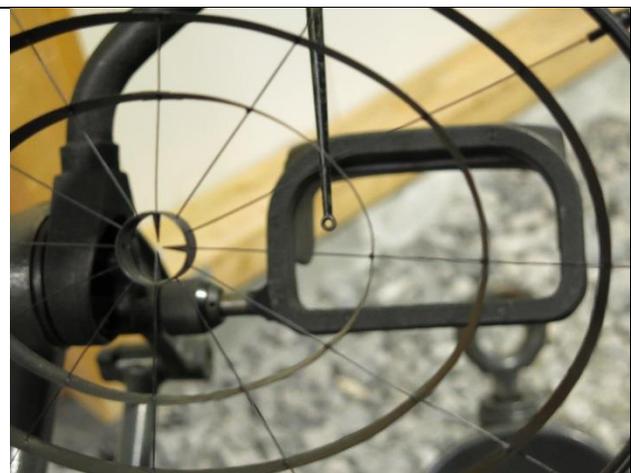
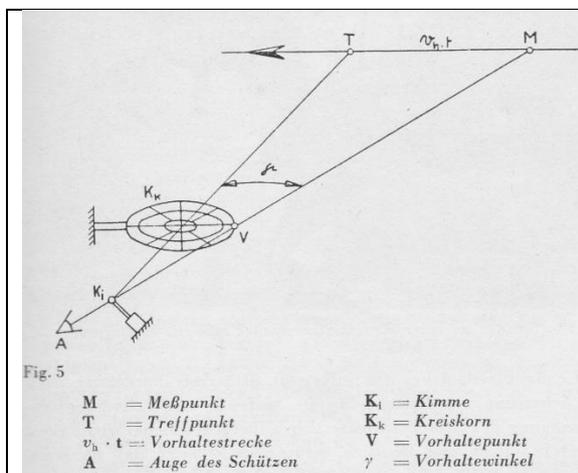
$$\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha / \sin \gamma$$

Zwei Zielmethoden bei alten Kanonen mit Ellipsenvisier: Vgl. «Zeichnungs-Panne», p. 3

Es wurde noch eine zweite, ältere Stelle gefunden, wo der Zielvorgang wieder auf diese «unmögliche Art» dargestellt wird: Schweizer Aero-Revue, November 1942, p. 438/439. Da gibt es nur noch eine Möglichkeit: Es waren offenbar **zwei unterschiedliche Zielverfahren** üblich. Wo das Visier mit einer Stirnstütze oder einer Augenmuschel Halt bietet, **bleibt der Kopf** fest für die beiden Teil-Vorgänge des Zielens:

a) Justieren der Kanone: Seite und Höhe der Kanone so einstellen, dass das Flugzeug durch die Ellipsenmitte fliegen wird, dann die Kanone still behalten. Auge, Kimme, Ellipsen-Mitte bilden dabei eine Linie, und zwar in beiden Verfahren.

b) Einfliegen lassen des Flugzeuges von aussen her bis zur richtigen Ellipse, dort abziehen. Bei festgehaltenem Kopf (neues Verfahren) hat *die Kimme hier keine Funktion mehr*. Im älteren Verfahren gibt es zwischen a) und b) eine **kräftige Kopfbewegung**, seitlich und in der Höhe. Es gibt deshalb bei der alten Methode keine Stirn- und keine Augenstütze. Das Flugzeug ist ausserhalb der Ellipse, muss aber erneut über die Kimme genommen werden, indem der Kopf seitlich verschoben wird.



Älteres Zielverfahren: Zum Justieren der Kanone liegt das Auge in der zentralen Achse (Schuss-Richtung). Danach nimmt man das Flugzeug bei ruhiger Kanone mit deutlicher Seitwärts-Kopfbewegung hinter die Kimme, lässt es einfliegen bis zur richtigen Ellipse, und schießt. Bild: Aero-Revue 1942, siehe oben

Neues Visier des 20 mm Drillings, vom Flugzeug her betrachtet: Liegt der Kopf an der Stirnstütze, könnte das Flugzeug nicht einmal bis zur innersten Ellipse genommen werden, wenn es hinter der Kimme liegen müsste. Kimme liegt zwischen Ellipsen und Stirnstütze. Das Verfahren im Bild links ist somit ausgeschlossen.

Drilling-Visier im Bild rechts: Liegt das Flugzeug noch exzentrischer zu den Rohren, noch weiter rechts, so kommt die Kimme links ausserhalb des Gesichts-Rahmens zu liegen, d.h. eine Linie Auge – Kimme – Flugzeug ist nicht mehr möglich.

Das Problem ist gelöst: es gab offenbar beide Versionen! Man muss auch sagen, dass die Flugzeuggeschwindigkeiten mit den Jahren zugenommen haben. Je schneller das Flugzeug, desto grösser der Vorhalt, desto heftiger die Kopfbewegung beim älteren Verfahren. Einmal ist es nicht mehr gegangen und man hat offenbar zum neuen Verfahren mit Fixierung des Kopfes Zuflucht genommen. Der Verfasser hat ab 1965 nur noch das neue Verfahren erlernt

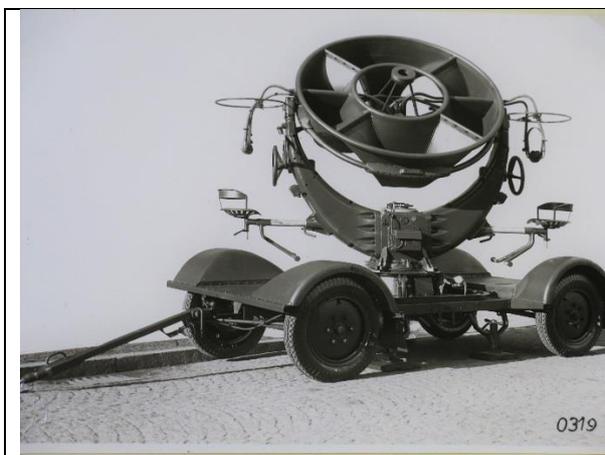
(am Drilling), hat vom alten Verfahren noch gar nie etwas gehört. Der Unterschied zwischen beiden Verfahren wird auch im schönen Skizzen-Buch von Adj. Uof. Kögel nicht erwähnt: «Waffen und Geräte der Schweizerischen Fliegerabwehr», herausgegeben von Oerlikon Contraves AG, 2006, erhältlich im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf.

Horchgeräte – entfernte geometrische Ähnlichkeit zum XABA-Visier

In den Zeiten vor den Radar-Geräten sind bei der schweren Flab in fast allen Ländern **grosse Horchgeräte** verwendet worden, um z.B. nachts die Flugzeuge nach dem Motorenlärm ungefähr zu orten, damit sie durch die Scheinwerfer gefunden werden.

Eines der bekanntesten Geräte wurde bei Electroacoustic in Kiel entwickelt. Hier ist ein mechanischer **Schallverzugs-Rechner** eingebaut, um von der Schalleinfallrichtung umzurechnen in diejenige Richtung, in der sich die unsichtbaren Flugzeuge tatsächlich befinden. Bild unten links: Bundesarchiv

Zu dieser Umrechnung gibt es eine frühere Form Orthognom I (in der Schweiz nicht bekannt) und einen späteren Rechner Orthognom II, zu dem im Bundesarchiv Pläne mit Datierung 1933 gefunden werden. Das Horchgerät mit dem «Orthognom II» ist in der Schweiz ab 1936 ausprobiert worden; in Lizenz nachgebaut wurde das Gerät ab 1942 in einer Serie von 50 Stück. **Dieser Rechner hat ebenfalls ein sich drehendes Karussell**, das viel grösser ist, aber leichte Ähnlichkeiten hat zum Karussell im XABA-Visier. Mitgearbeitet an diesem Rechner haben **Xamax** in Oerlikon und **Hasler** in Bern. Das Fahrgestell wurde durch FBW Wetzikon, die Schalltrichter und deren Steuerung sind durch Gebr. Bühler Uzwil hergestellt, alles nach Plänen von Electroacoustic, Kiel.



Ansicht des grossen Horchgerätes auf Zweiachsanhänger. Mitgedreht werden auf den beiden Sesseln die Horcher zur Einstellung der Höhe resp. für die Seite. Je ein Viertels-Trichter gibt den Ton ins linke oder rechte Ohr; die beiden Horcher stellen nach subjektivem Toneindruck den Sammeltrichter in die Richtung, aus der der Flugzeug-Schall kommt. Der Rechner-Operateur sitzt hinten in der Mitte.



In der Mitte der grossen Traggabel sitzt das Flugrichtungs-Karussell, vom Bediener des Rechners auf Stillstand eingeregelt. Unter den sich drehenden Fenstern ist eine weitere, sich drehende Scheibe mit farbigen Strich-Markierungen. Durchmesser 35 cm. Die echte Flugrichtung wird vom Pfeil angezeigt. Hasler und Xamax haben an der Konstruktion des Rechners mitgearbeitet.

Der Rechner-Operateur sucht «blind» die Dachebene des Fluges, indem er auf das Karussell schaut: so lange es sich dreht, ist die Flugrichtung noch nicht richtig gefunden. Der Operateur versucht die Dachebene (siehe p. 9) mit einer Drehkurbel so lange zu verändern, bis das Karussell **stillsteht** – dann hat er sie gefunden – die Flugrichtung wird mit dem weissen Pfeil angezeigt. Die Schiefe der Dachebene wird nicht angezeigt.

Im Jahre 1936 stand für die erste Flab-RS bereits ein solches Horchgerät «Elascop» zur Verfügung (H. Schild, Fliegerabwehr, p. 17, 19; Hugo Freudiger, Geschichte der Schweizer Luftwaffe, Internet, p. 28, Abb. 32, 33, der Rechner Orthognom II ist bereits eingebaut). Vermutlich bei der Anschaffung dieses ersten Versuchsgerätes lieferte die Firma Electroacoustic aus Kiel ein kleines **Tisch-Demonstrations-Modell**, das die innere Arbeitsweise des Rechners Orthognom II veranschaulicht, in stark vereinfachter Ausführung. Dieses Modell ist erhalten geblieben und steht heute im Flieger-Flab-Museum in Dübendorf (Bild rechts: Halle 1, fast am NE-Ende der Halle). Die Beschreibung und Erklärung dazu ist ebenfalls erhalten, auf dünnem Schreibmaschinenpapier von Electroacoustic, Kiel, datiert 1936; sie liegt heute im Bundesarchiv in Bern (Bild links): E5150A#1968/9#181*



Modell des Schallverzugs-Rechners von Electroacoustic, Beschreibung dazu aus dem Jahre 1936. Grosser Rahmen mit fester Nadel oben = Horchrichtung. Hinten auf separatem Stativ die Flugzeugbahn mit Horch-Ort. Kleinster Rahmen steht parallel zum Flugzeug-Kurs. Gegenwärtig ist Flugzeug-Geschw. = 0 eingestellt. Fehlende Knicknadel bei «5» zeigt zum Ort des Flugzeuges (bei $v=0$ auch zum Schall-Ort). Flugzeug fliegt mit $v=0$ nach rechts.

Dasselbe Modell, mit etwas Patina, aufgenommen 2019 in Dübendorf. Eingestellt ist maximale Flz.Geschwindigkeit (Lager der Knick-Nadel ist seitlich verschoben, Kreisscheibe mit Dachebenen-Neigung ist links ganz am Anschlag). Extremer Sinkflug = Stechflug. Flugzeugmodell = Ort, wo der Schall herkommt = Horchort. Knicknadel zeigt zum echten Ort des Flugzeuges. Halbkreis mit Spalt = Dachebene der Flugbahn.

Das Modell dient nur der räumlichen Orientierung, es zeigt nicht den tatsächlichen Aufbau des Schallverzugsrechners Orthognom II im Horchgerät. Dieser Rechner hat drei umeinander zirkulierende vertikale Rotationsachsen, hier sind es nur zwei. Der echte Rechner kann bei Gerät und Flugzeug in *allen* Richtungen arbeiten, beim Modell ist das nicht möglich (deshalb musste man den Knickzeiger bei «5» entfernen). Der Knickzeiger wird durch ein Loch im grossen Rahmen ganz unten gesteuert. Der grosse Rahmen ist direkt mit den Horchtrichtern verbunden, in Seite und Höhe, und hat deshalb immer die Richtung zum Ort, woher der Schall kommt.

Der **Vergleich zwischen Orthognom II 1936 und XABA-Visier ca. 1963** zeigt, dass es Ähnlichkeiten gibt in der geometrischen Orientierung. Tatsächlich machen die beiden Rechner nicht dasselbe. Aber **beide bestimmen die Dachebene**: Das Horchgerät durch die laufende Winkel-Verschiebung während des Horchvorganges, das XABA-Visier durch die erste (gespeicherte) und die jeweils letzte Anpeilung des Flugzeuges. – In allen anderen bisher studierten Rechnern der Fliegerabwehr kommt die Orien-

tierung der Dachebene nicht vor. Bilder oben: «Halbkreis mit Spalt» entspricht etwa dem «Spalt in der Sternwart-Kuppel» beim XABA-Visier (vgl. p. 12), beide stellen die Dachebene der Flugbahn dar.

	Orthognom II im Horchgerät	XABA-Visier
Haupt-Aufgabe des Rechners	Winkel-Koordinaten des unsichtbaren Flugzeuges ermitteln (d.h. Schall-Vorhalt rechnen)	Scheinbare Flugrichtung im Visier sowie auch den Vorhalt ermitteln
Tätigkeit des Operateurs	Probeweise den Kompasskurs des Flz. so verändern, dass der Winkel der Dachebene bei weiterer Verfolgung stillsteht	Erste Visierlinie räumlich speichern, dann das Flugzeug verfolgen
Eigenbewegung des Gerätes beeinflusst den Rechenvorgang	Ja	Ja
Ausgang	Zwei echte Winkel zum Flugzeug-Ort werden an die Scheinwerfer weitergegeben. Beleuchtetes Ziel wird vom KdoGt verfolgt, jetzt erst wird der normale Vorhalt berechnet	Verfälschte Winkel zum Flugzeug werden so ins Visier gespiegelt, dass die Kanone den richtigen Vorhalt schiesst.

Literatur:

1. Hermann Schild: Fliegerabwehr, Leichte und mittlere Fliegerabwehr, VFL Dübendorf, 1982/2005.
2. 35mm Fliegerabwehrkanone 63/75, I. Teil, Materialkunde, Bedienung und Wartung. Anleitung für Geschützmechaniker. Regl. 65.306 / I d. Im Shop VSAM mit vielen anderen Reglementen erhältlich
3. 35 mm Fliegerabwehrkanone 63/75, schwarzes Truppen-Reglement 56.624 d. In der Guisan-Bibliothek enthalten.
4. A. Masson: Horch-Ortung – Elascop und Orthognom. November 2016. Es gilt eine ähnliche Geometrie zur Orientierung am Himmel wie beim XABA-Visier.

Patent-Suche: (Der Patent-Nummer ist immer das Land voranzustellen, z.B. CH316328)

<https://depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?window=1&space=menu&content=index&action=einsteiger>

Alle Bilder ohne Quellenangabe stammen vom Autor.

Bisherige Arbeiten:

Dies ist die **zwölfte Arbeit** des Autors zu den **mechanischen Rechnern der Fliegerabwehr**. Frühere Themen waren:

Erste Arbeit:	Kommandogerät SPERRY	Herbst 2014
Zweite Arbeit:	Kommandogerät GAMMA-JUHASZ-HASLER	2014/15
Dritte Arbeit:	Diverse Geräte der Fliegerabwehr: Distanzbestimmungen, Kontroll- und Schulungsgeräte	
Vierte Arbeit:	Rechnen mit präzis geformten Stahlkörpern	März 2016
Fünfte Arbeit:	Kommandogerät zur 34mm Kanone (Winkelgeschwindigkeits-Gerät)	Mai 2016
Sechste Arbeit:	Frühe CONTRAVES-Geräte: Oionoskop mit Stereomat und Verograph	Juli 2016
Siebente Arbeit:	Horchortung: Elascop und Orthognom	Nov 2016
Achte Arbeit:	Kurvenflug-Rechner	Jan 2017
Neunte Arbeit:	Automatisierte Rechner für Geschossflugbahnen	Mai 2017
Zehnte Arbeit:	Auswanderungsmesser: Flugzeugvermessung im 1. Weltkrieg	Okt 2017
Elfte Arbeit:	Rechenanlage Verograph zur genauen Distanzbestimmung	Dez 2018

Daneben gibt es noch fünf kleinere Arbeiten, bald noch eine sechste:

AMP Burgdorf, historische Flab-Geräte sind eingelagert (inkl. Stereomat und Verograph)

Werkstattgeräte von Gamma-Budapest (Fabrikation / Test der Tageskorrekturen am Gamma-Kommandogerät)

Lehrgeräte Gamma (Fund Bundesarchiv, die «Werkstattgeräte» werden zu «Demonstrationsgeräten»)

Versionen Gamma-Geräte Schweiz, Telemeter, „Nachlese“

Gebrauchsanweisung Stereomat, Vergleich der Ausgaben 1944/1946; Contraves-Geräte für Schweden.

Ellipsenvisier und Schwebekreisvisier

Die grösseren Arbeiten können aufgerufen werden unter www.wrd.ch, dort unter Führungssysteme, dort unter Anfänge bis 1964, oder aber unter der Militär-Bibliothek am Guisanplatz, www.big.admin.ch (Suche nach dem Autor).

André Masson, Langenthal / Schweiz

Mai 2019