

GEBRAUCHSANLEITUNG

ARISTO

AVIAT G

Nr. 616

DENNERT & PAPE · HAMBURG

Die historischen Vorgänger der AVIAT-Rechenscheiben,
die berühmten *Dreieckrechner System Knemeyer*,
sind ausführlich beschrieben in dem Buch

**C. Plath – Fabrik nautischer Instrumente,
die Dreieckrechner und die Flugzeugnavigation.**



Nähere Informationen finden Sie auf unserer Website
www.edition-greis.de

ARISTO-AVIAT G Nr. 616

Gebrauchsanleitung

1. Einleitung

Der Navigationsrechner ARISTO-AVIAT G Nr. 616 ist ein vielseitig anwendbares Hilfsgerät der Navigation, mit dem sich die meisten der in der navigatorischen Praxis vorkommenden Aufgaben lösen lassen. In Abwandlung des ARISTO-AVIAT Nr. 615 - der als Weiterentwicklung des bewährten Dreieckrechners, System Knemeyer, die Berechnung des Winddreiecks nach dem Sinussatz vorsieht - ist beim ARISTO-AVIAT G die trigonometrische Rechnung durch eine graphische Lösung ersetzt. Damit wird in erster Linie den Wünschen der Flugnavigatoren und der Flugzeugführer Rechnung getragen, die das graphische Verfahren wegen seiner Anschaulichkeit bevorzugen.

Neben der Berechnung der üblichen Weg/Zeit-, Brennstoffverbrauchs- und Winddreiecksaufgaben ermöglicht der ARISTO-AVIAT G Nr. 616 mittels einfacher Einstellungen die Umwandlung von metrischen in angelsächsische Masseinheiten (und umgekehrt), sowie von Flüssigkeits- in Gewichtseinheiten unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichts. Ferner dienen besondere Skalen zur Bestimmung der wahren Eigengeschwindigkeit, der wahren Höhe und der Dichte-Höhe, der Schallgeschwindigkeit und der Machzahl, zur Lösung von Aufgaben der barometrischen Navigation, u.a.m.

Mit Rücksicht darauf, dass der Navigationsrechner international verwendbar sein soll und dass Englisch als eine der ICAO-Luftfahrtsprachen im Weltluftverkehr allgemein eingeführt ist und auch in Deutschland auf Logbuchvordrucken, in Streckenhandbüchern und im Flugsicherungskontrolldienst Anwendung findet, werden die englischen Bezeichnungen zur Beschriftung der Skalen benutzt.

2. Die Skalen

Der ARISTO-AVIAT G Nr. 616 ist ein Navigationsrechner in Form einer kreisförmigen Rechenscheibe. Ueber einem weissen Kunststoffkörper mit festen Skalen ist auf jeder Seite eine transparente Scheibe mit entsprechenden konzentrischen Skalen drehbar gelagert. Durch Farbwirkung ist das Teilungsbild übersichtlich gegliedert, ein transparenter Drehzeiger mit Indexstrich erleichtert die Einstellung und Ablesung zwischen den Teilungsintervallen. Zwischen der Vorder- und Rückseite lässt sich ein Diagramm verschieben, das mit der transparenten Schreibfläche der Rückseite zusammenarbeitet.

Die Vorderseite (Fig. 1) trägt von aussen nach innen folgende Skalen:

Auf dem festen Aussenring

(a) Am Rande zwei kurze Teilungen mit den spezifischen Gewichten von 0.7 - 0.95 für Brennstoff und Öl, die eine zur Umwandlung von Flüssigkeitseinheiten (Liter, Imp.Gallons, US Gallons) in Kilogramm, die andere zur Umwandlung in Pfund (lbs).

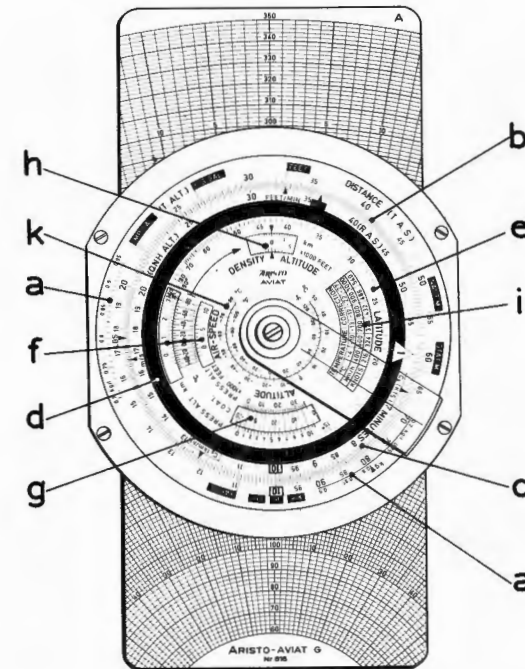


Fig. 1

(b) Eine mit "Distance", "(T.A.S.)" und "(T. Alt.)" bezeichnete logarithmische Vollkreisteilung im dekadischen System (Wegskala). Zusätzlich sind Umrechnungsmarken angebracht für

Kilometer	-	Nautical Miles	-	Statute Miles	(rot)
Meter	-	Yards	-	Feet	(schwarz)
Liter	-	Imp. Gallons	-	US Gallons	(blau)

Auf der drehbaren Innenscheibe

(c) Eine logarithmische Vollkreisteilung als Gegenskala zu (b), sie enthält Marken für die Umrechnung von ft/min in m/sec und ist gleichzeitig eine Zeitskala, die von der Stundenmarke Δ ausgehend eine Minutenskala von 6 bis 60 Minuten darstellt.

(d) Eine Stundenskala (weiss im schwarzen Ring), bei der Stundenmarke Δ an Skala (c) anschliessend und bis 20 Stunden geteilt, so dass Stunden- und Minutenangaben sich gegenüber stehen. Die Marke sec dient in Verbindung mit der Stundenmarke zur Umrechnung von Minuten in Sekunden.

(e) Eine Breitenskala "LATITUDE" von 15° - 90° für Berechnungen bei den Verfahren der barometrischen Navigation.

(f) Zwei konzentrische Fensterauschnitte mit roter Teilung und Bezifferung für Eigengeschwindigkeitsberechnungen, beschriftet mit "Air Speed". Zwischen den Fensterauschnitten ist die Skala für die berichtigte Aussentemperatur

"(C.O.A.T. °C)" von +50° bis -80° aufgetragen. Im oberen Fensterausschnitt erscheint die Druckhöhenkala "(Pressure Altitude)" in km von -0,6 bis +12 und im unteren Fensterausschnitt die Druckhöhenkala in Fuss x 1000 von -2 bis +40.

(g) Ein Fensterausschnitt mit blauer Teilung und Bezifferung für Höhenberechnungen, beschriftet mit "Altitude". Am oberen Rand des Ausschnitts ist die Druckhöhenkala in km von -0,5 bis +10,7 und am unteren Rand in Fuss x 1000 von -2 bis +35 aufgetragen, im Ausschnitt steht die berichtigte Aussentemperatur (C.O.A.T. °C).

(h) Ein Fensterausschnitt für die Bestimmung der Dichte-Höhe "(Density Altitude)", zu dem ein roter Pfeil von der "Air Speed"-Skala hinleitet. Im Ausschnitt erscheint eine Höhenkala in km von -2 bis +12 und eine Höhenkala in Fuss x 1000 von -6 bis +40.

Im Mittelfeld der drehbaren Scheibe

(i) Eine Tabelle zur Berichtigung der am Bordthermometer abgelesenen Aussentemperatur bei hohen Geschwindigkeiten (von 400 bis 1000 km/h, bzw. von 216 bis 540 Knoten).

(k) Eine konzentrische Kreisskala zur Umwandlung der Temperatur von Fahrenheit- in Celsius-Grade.

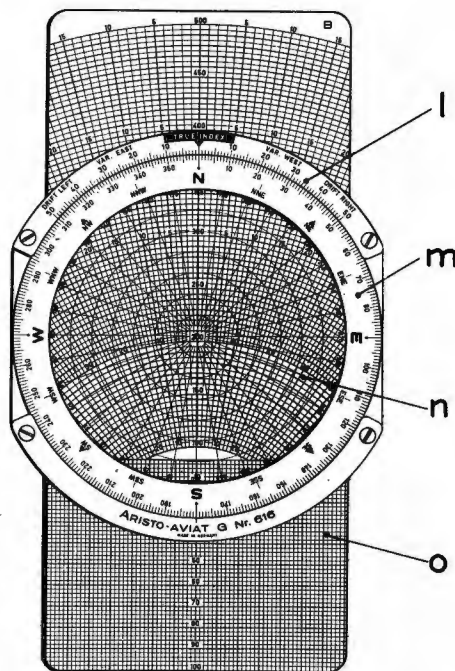


Fig. 2

Die Rückseite (Fig. 2) trägt von aussen nach innen:

Auf dem festen Aussenring

(1) Eine Gradteilung, die von 0° (True Index) rechts- und linksläufig bis 50° durchgeführt ist.

Auf dem drehbaren Innenring

(m) Eine Kursrose von 0° bis 360°, in der die Haupthimmelsrichtungen besonders markiert sind.

(n) Eine transparente, mattierte Schreibfläche mit konzentrischen Kreisen zum Abtragen von Geschwindigkeiten in km/h oder Kt und mit radialen Abtriftlinien in 10° Abstand, die am Aussenrand von Süden der Kursrose beginnend über W, N, E von 0° bis 360° beziffert sind.

(o) Zwischen den Rechenscheiben gleitet der Diagrammschieber mit den Seiten A und B.

Die Diagrammseite A enthält konzentrische Kreisbögen für die Fluggeschwindigkeiten von 60 bis 350 km/h bzw. Kt und radiale Strahlen für Abtriften.

Die Diagrammseite B enthält die entsprechenden Angaben für Fluggeschwindigkeiten von 100 bis 500 km/h bzw. Kt. Die Abstände für Geschwindigkeit und Abtrift sind gegenüber Seite A im Masstab 1:2 verkleinert.

Im unteren Drittel der Seite B befindet sich ein Quadratnetz mit Bezifferung für Geschwindigkeiten von 0 bis 100.

3. Einfache Rechnungen

Die Skalen (b) und (c) sind in dieser Neukonstruktion wie bei einem Rechenstab als zwei vollwertige logarithmische Skalen aufgetragen, womit alle vorkommenden Multiplikationen und Divisionen, Verhältnisrechnungen und Prozentrechnungen ausgeführt werden können.

3.1 Das Lesen der Teilungen

Aufgrund ihrer logarithmischen Eigenschaft werden auf den Skalen (b) und (c) die Abstände zwischen den Zahleneinheiten im Uhrzeigersinne immer kleiner. Die hierdurch bedingten verschiedenartigen Teilungsbilder in den Bereichen von 10 - 20, von 20 - 50 und von 50 - 10 sind zu beachten. Folgende Ablesbeispiele veranschaulichen die Verschiedenartigkeit der Ablesungen in den drei Bereichen.

Die anfänglichen Schwierigkeiten beim Lesen der Teilungen für Benutzer, die nicht an das Arbeiten mit Rechenschiebern gewohnt sind, verlieren sich, sobald das Teilungsbild durch einige Übungen in Einstellen und Ablesen vertraut geworden ist.

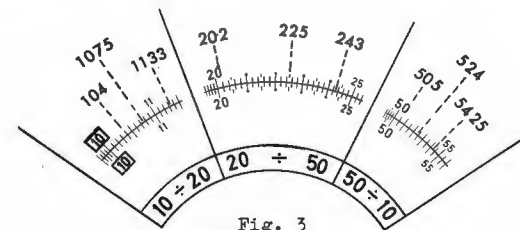


Fig. 3

Wie bei jedem Rechenschieber sind die Bezifferungen vieldeutig in Bezug auf die Kommastellung. Wenn beispielsweise die Zahl 12 als Ergebnis einer Einstellung auf der Rechenscheibe abgelesen wird, kann der tatsächliche Wert 0,12 oder 1,2, 12, 120 ... lauten. In allen Fällen, bei denen die Grössenordnung der Lösung einer Rechenaufgabe nicht ohne weiteres übersehbar ist, empfiehlt es sich, zunächst eine Ueberschlagsrechnung mit glatten Zahlenwerten vorzunehmen, um die richtige Kommastellung zu ermitteln.

Der Skalenanfang (Index) ist durch die umrahmte 10 gegeben, die grossen Zahlen 20, 30 usw. gliedern die Skala in zehn Hauptintervalle, ihre Skalenstriche geben die erste Stelle der Ablesung. Die kleineren Zahlen innerhalb der Hauptintervalle oder auch die hervorgehobenen Teilstriche geben die zweite Stelle; die dritte Stelle der Ablesung liefern die kleinsten Skalenstriche oder sie wird durch Interpolation gefunden.

3.2 Multiplikation

Nach dem Prinzip des logarithmischen Rechnens werden zur Multiplikation Strecken auf der festen Aussenskala und der drehbaren Innenskala aneinandergereiht. In dem Beispiel $32 \times 1,4$ wird der Index 10 der Innenskala auf den Wert 32 der Aussenskala eingedreht, dann steht über dem Wert 1,4 der Innenskala das Ergebnis 44,8 auf der Aussenskala. Die Benutzung des Drehzeigers erleichtert hierbei die Ablesung.

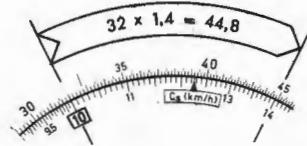


Fig. 4

3.3 Division

Die Division ist die Umkehrung der Multiplikation. Wenn die soeben beschriebene Einstellung in der umgekehrten Reihenfolge vorgenommen wird, d. h. wenn der Wert 44,8 der Aussenskala und der Wert 1,4 der Innenskala übereinandergestellt werden, so kann als Ergebnis der Division 32 auf der Aussenskala über dem Index 10 der Innenskala abgelesen werden.

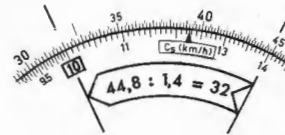


Fig. 5

3.4 Abwechselnde Multiplikation und Division

Bei Aufgaben der Dreisatzrechnung (Regeldetri) kommen immer Ausdrücke der Form $\frac{a \times c}{b}$ vor. In diesem Falle wird die Rechnung mit der Division $\frac{a}{b}$ begonnen, anschliessend mit dem Faktor c multipliziert. Wenn der Ausdruck $\frac{44,8 \times 3,4}{1,4}$ berechnet werden soll, so wird anschliessend an die Division

$44,8 : 1,4$ der Drehzeiger auf den Wert 3,4 der Innenskala gestellt und darüber in der Aussenskala das Ergebnis 108,8 abgelesen. Das Zwischenergebnis aus der Division braucht nicht abgelesen zu werden.

Beispiel: $327 \times 5,22 \times 0,453 : 128$

(eine überschlägliche Berechnung ergibt $\frac{300}{100} \cdot 5 \cdot 1/2 \approx 7,5$ als Ergebnis)

Einstellvorgang:

- (1) Index 10 unter 327 der Aussenskala
- (2) Drehzeiger über 5,22 auf der Innenskala

- (3) Index 10 unter Drehzeiger
- (4) Drehzeiger über 0,453 auf der Innenskala
- (5) 128 auf der Innenskala unter Drehzeiger
- (6) Ergebnis: 6,04 auf der Aussenskala über dem Index 10 der Innenskala

3.5 Proportionen (Verhältnisse)

Viele Aufgaben der Flugnavigation lassen sich in der Proportionsform sehr übersichtlich rechnen. Durch die Gegenüberstellung der zueinander gehörigen Verhältniswerte (gegebenen Grössen) sind auch alle weiteren Relationen bekannt.

Das obige Beispiel aus Kapitel 3.4 lässt sich bequem in die Proportion

$$\frac{44,8}{1,4} = \frac{108,8}{3,4}$$

umschreiben. Die Trennungsfuge zwischen der Aussen- und Innenskala ist dann gleichsam der Bruchstrich für alle Verhältnisse.

Beispiel einer Prozentrechnung: Tankinhalt 960 l
hiervon verbraucht 647 l
gesucht: Verbrauch des Tankinhalts
in Prozenten

Die gesuchte Prozentzahl verhält sich zu 100 wie der Verbrauch zum Tankinhalt.

$$\frac{x}{100} = \frac{647}{960}$$

Ergebnis: 67,4 %

3.6 Addition und Subtraktion

Die schwarze gleichmässige Winkelteilung mit dem Flugzeugbild bei Null und die dazugehörige blaue Winkelteilung auf der Rückseite werden zur Addition und Subtraktion benutzt.

Beispiel: $43 + 89 = 132$

In der umgekehrten Ableserichtung wird $132 - 89 = 43$ gerechnet. Auf diese Weise werden bei Dreiecksrechnungen (vergl. 11.2) Winkel addiert und subtrahiert.



Fig. 6

4. Umrechnung von Massen: metrisch ↔ angelsächsisch

Die Marken der Aussenskala sind durch die Vereinigung der metrischen Masseneinheiten m, km und Ltr über der Marke 10 übersichtlich angeordnet. Auf diese Weise können alle Umrechnungen einheitlich vorgenommen werden.

Grundsätzlich beginnt jede Umrechnung damit, dass der umzurechnende Wert in der drehbaren Skala aufgesucht und unter die Marke der gegebenen Einheit gestellt wird. Das Ergebnis wird dann auf der drehbaren Skala bei der Marke für die gesuchte Einheit abgelesen. In den folgenden Abbildungen ist die 1. Einstellung jeweils umrandet und Pfeile geben die Richtung für den Drehzeiger an.

4.1 Umrechnung von Streckenmassen und Entfernungen

- 4.1.1 Gegeben : 3 feet
Gesucht : Wert in yard und m
Ergebnis : 1 yard, 0,915 m

Drehe den Skalenwert 30 unter die Feet-Marke und lies das Ergebnis auf der drehbaren Skala unter der entsprechenden Marke yard oder m ab.

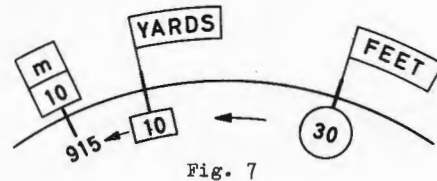


Fig. 7

- 4.1.2 Gegeben : 17 m
Gesucht : Wert in yards und feet
Ergebnis : 18,59 yards;
55,8 feet



Fig. 8

- 4.1.3 Gegeben : 172 Stat. Miles
Gesucht : Naut. Miles und km
Ergebnis : 149,5 Naut. Miles;
277 km

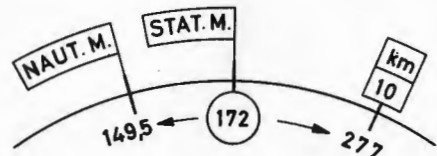


Fig. 9

4.2 Umwandlung von Flüssigkeitsmassen

- 4.2.1 Gegeben : 2350 l
Gesucht : Imp. Gallons und US Gallons
Ergebnis : 517 Imp. Gallons;
621 US Gallons

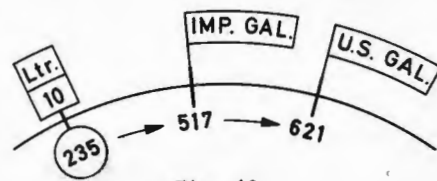


Fig. 10

- 4.2.2 Gegeben : 173 US Gallons
Gesucht : Imp. Gallons und Liter
Ergebnis : 144 Imp. Gallons;
655 Liter

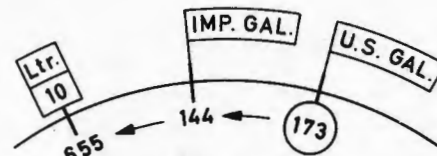


Fig. 11

4.3 Gewichtsrechnung aus Flüssigkeitsmassen

Für die Umwandlung von Flüssigkeitsmassen in Kilogramm oder englische Pfund unter Berücksichtigung des jeweiligen spezifischen Gewichts zwischen 0,7 und 0,95 sind am oberen Rand des Aussenrings je eine Skala für die Umwandlung in Pfund (lbs) und in kg angebracht. Zu jeder Flüssigkeitsmenge in Liter oder Gallons kann somit das Gewicht wahlweise in kg oder lbs. abgelesen werden.

Stelle die umzuwandelnde Flüssigkeitsmenge auf der drehbaren Innenskala (c) unter die zutreffende Marke (Ltr., Imp.Gal. oder US Gal.) auf dem Aussenring (b) und drehe den Halbzeiger über den Wert des spezifischen Gewichts der Flüssigkeit in Skala (a) ein.

Lies unter dem Drehzeiger auf der Innenskala das der Flüssigkeitsmenge entsprechende Gewicht ab und zwar in kg, wenn der Indexstrich über der spezifischen Gewichtsskala mit der Bezeichnung "kg" eingestellt ist, oder in (englische) Pfund bei Einstellung des Indexstriches über der mit "LBS." bezeichneten Skala.

- 4.3.1 Gegeben : 234 US Gallons,
spez.Gewicht 0,72
Gesucht : Gewicht in Kilogramm und Pfund
Ergebnis : 1407 lbs.; 637 kg



Fig. 12

- 4.3.2 Gegeben : 156 Imp. Gallons,
spez.Gewicht 0,74
Gesucht : Gewicht in lbs.
Ergebnis : 1157 lbs.

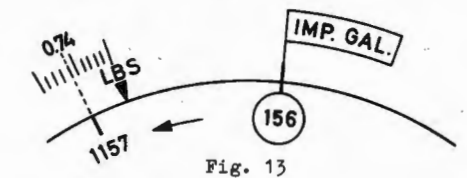


Fig. 13

5. Umrechnung von Zeiten und Geschwindigkeiten

Bei derartigen Aufgaben besteht gegenüber den bisherigen Umrechnungsbeispielen der Unterschied, dass sich die Zeit- und Geschwindigkeitsmarken in der beweglichen Skala (c) befinden. Die Marke der gegebenen Einheit muss auf den gegebenen Wert in der festen Skala eingedreht werden. Das Ergebnis steht dann gegenüber der entsprechenden Marke.

5.1 Umrechnung von Zeiten

5.1.1 Umrechnung von Minuten in Stunden

In der Minutenskala (c) und in der Stundenskala (d) stehen sich die entsprechenden Werte für 1 bis 10 Stunden gegenüber. Am inneren Rand des schwarzen Ringes ist sie bis 20 Stunden = 1200 Minuten fortgesetzt.

5.1.2 Umrechnung von Minuten in Sekunden mit den Marken Δ und \triangleleft

- Gegeben : 17 Minuten
Gesucht : Anzahl der Sekunden
Ergebnis : 1020 sec.

Die Stundenmarke Δ gilt gleichzeitig als Minutenmarke. Aus der Fig. 14 geht hervor, dass die Umkehrung der Aufgabe in der gleichen Weise gerechnet wird.

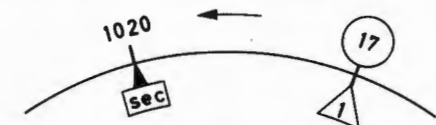


Fig. 14

5.2 Umrechnung von Geschwindigkeiten

5.2.1 Umrechnung von m/sec. in km/h

Die Marke $\overline{36}$ erleichtert mit ihrer Lage bei dem Wert 36 auch die Umrechnung von Stunden in Sekunden $1 \text{ h} = 3600 \text{ sec}$ und $1 \text{ m/sec} = 3,6 \text{ km/h}$. Wird z. B. die Marke $\overline{10}$ der Minutenskala (c) gegenüber $3,58 \text{ m/s}$ in Skala (b) gestellt, zeigt die Marke $\overline{12,9}$ auf $12,9 \text{ km/h}$.

5.2.2 Umrechnung mit den Marken m/sec und ft/min

Gegeben : 500 ft/min

Gesucht : m/sec

Ergebnis : 2,54 m/sec

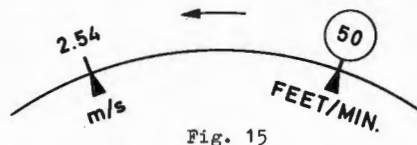


Fig. 15

6. Weg-Zeit Aufgaben

Derartige Aufgaben sind immer als eingekleidete Aufgaben gegeben, die am zweckmässigsten in die Form einer Proportion (Verhältnisgleichung) gebracht werden (vergl. 3.5).

6.1 Berechnung von Steig- oder Sinkzeiten bzw. -geschwindigkeiten

6.1.1 Beispiel: Ein Flugzeug soll mit einer Steiggeschwindigkeit von 700 feet/min von 2000 auf 11000 Fuss steigen. Gesucht ist die Steigzeit für den Höhenunterschied von 9000 Fuss.

Die Steiggeschwindigkeit 700 ft/min gibt an, dass das Flugzeug in einer Minute 700 ft hoch steigt. Damit ist die Ausgangseinstellung für die Proportion gegeben:

$$\frac{700}{1} = \frac{9000}{x}$$

Einstellung: Stelle bewegliche $\overline{10}$ unter die Steiggeschwindigkeit 700

Ablesung : Lies die Steigzeit 12,85 min auf der beweglichen Skala unter dem Höhenunterschied 9000 ab

Ergebnis : Steigzeit 13 Minuten



Fig. 16

6.1.2 Beispiel: Ein Flugzeug gibt in 14 Minuten 8500 ft Höhe auf. Gesucht ist die Sinkgeschwindigkeit.

$$\text{Proportion : } \frac{8500}{14} = \frac{x}{1}$$

Einstellung: 14 unter 85

Ablesung : 607 über $\overline{10}$

Ergebnis : Sinkgeschwindigkeit 607 ft/min



Fig. 17

6.2 Strecke-Grundgeschwindigkeit-Flugzeit

6.2.1 Bekannt: Grundgeschwindigkeit 246 Knoten
Flugstrecke 745 sm
Gesucht: Flugzeit

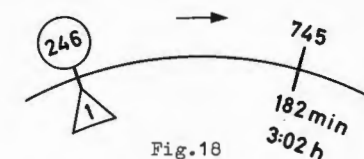


Fig. 18

Ansatz: Knoten sind Seemeilen pro 1 Stunde, also:

$$\frac{246}{1} = \frac{745}{x}$$

Einstellung: Stelle die Stundenmarke Δ der Zeitskala unter die Grundgeschwindigkeit 246 auf der Aussenskala (Entfernungsskala - "Distance")

Ablesung : Lies unter der Strecke 745 auf der Entfernungsskala die Flugzeit 182 min = 3:02 h auf der Zeitskala ab.

6.2.2 Bekannt: Strecke 412 sm
Flugzeit 1:28 h = 88 min
Gesucht: Grundgeschwindigkeit



Fig. 19

Einstellung: Stelle die Flugzeit 88 min auf der Zeitskala unter die Strecke 412 Seemeilen auf der Entfernungsskala

Ablesung : Lies über der Stundenmarke der Zeitskala die Stundengeschwindigkeit 281 Knoten auf der Entfernungsskala ab.

6.2.3 Bekannt: Grundgeschwindigkeit 247 Knoten
Flugzeit 2:16 h = 136 min
Gesucht: Zurückgelegte Strecke

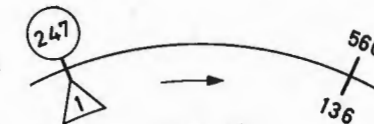


Fig. 20

Einstellung: Stelle die Stundenmarke der Zeitskala unter die Grundgeschwindigkeit 247 Kt auf der Entfernungsskala

Ablesung : Lies über der Flugzeit 136 min auf der Zeitskala die zurückgelegte Strecke 560 Seemeilen auf der Entfernungsskala ab.

6.2.4 Bestimmung des Punktes gleicher Zeiten

Wenn während des Fluges eine Motorenstörung auftritt, ist es für den Flugzeugführer wichtig, zu wissen, ob der Zielflughafen oder der Ausgangsflughafen schneller erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wird der Punkt gleicher Zeiten (C.P. = Critical Point oder P.E.T. = Point of Equal Time) berechnet, d. h. der Punkt, von dem aus der Weiterflug zum Ziel die gleiche Zeit erfordert wie der Rückflug zum Startort. Die hierzu benutzte Formel lautet:

$$T_x = \frac{T_F \times G_R}{G_H + G_R} \quad (\text{Zeitformel})$$

T_x = Flugzeit zum Punkt gleicher Zeiten
 T_F = Flugplanzeit vom Abflug zum Zielort
 G_R = Grundgeschwindigkeit auf dem Rückflug
 G_H = Grundgeschwindigkeit auf dem Hinflug

Die Entfernung vom Abflugort zum Punkt gleicher Zeiten wird mit folgender Formel berechnet:

$$D_x = \frac{D_Z \times G_R}{G_H + G_R} \quad (\text{Distanzformel})$$

D_x = Entfernung vom Abflugort zum Punkt P_x

D_Z = Entfernung vom Abflugort zum Zielort

Die obige Gleichung lässt sich in eine für die Einstellung auf dem Navigations-Rechner handlichere Form bringen:

$$\frac{G_R}{G_H + G_R} = \frac{T_x}{T_F} \quad \text{oder} = \frac{D_x}{D_Z}$$

Beispiel:

Gegeben : Gesamtflugstrecke 920 Sm

$G_H = 240 \text{ Kt}$

$G_R = 210 \text{ Kt}$

Flugplanzeit $T_F = 3:50 \text{ h}$
 $= 230 \text{ min}$

Gesucht : 1. Nach welcher Flugzeit wird der Punkt P_x erreicht?
 2. Wie weit ist der Punkt P_x vom Abflugort entfernt?

Zwischenrechnung: $G_H + G_R = 450 \text{ Kt}$

Einstellung: Stelle den Drehzeiger auf $G_R = 210$ in der Aussenskala und drehe die Summe $G_H + G_R = 450$ in der drehbaren Skala unter den Zeigerstrich. Mit dieser Einstellung stehen sich nach obiger Proportion die entsprechenden Flugzeiten T bzw. Entfernungen D gegenüber.

Ablesung : 1. Drehe den Zeiger nach $T_F = 230$ der Innenskala und lies $T_x = 107,3 \text{ min}$ auf der Aussenskala ab.
 2. Drehe den Zeiger nach $D_Z = 920$ der Innenskala und lies $D_x = 429 \text{ Sm}$ auf der Aussenskala ab.

Ergebnis : Der Punkt gleicher Zeiten wird nach einer Flugzeit von 107,5 min erreicht. Die geflogene Strecke beträgt dann 430 Sm.

6.2.5 Bestimmung des letzten Umkehrpunktes

Der letzte Umkehrpunkt (Point of No Return) hängt von der Höchstflugdauer des Flugzeuges ab. Nach dem Ueberfliegen des letzten Umkehrpunktes reicht

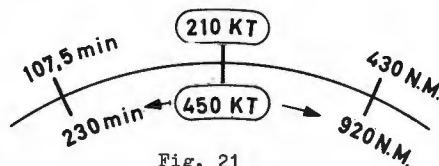


Fig. 21

der Kraftstoffvorrat zu einer Rückkehr zum Ausgangsflughafen nicht mehr aus. Der Flug kann dann nur noch zum Ziel- oder Ausweichflughafen fortgesetzt werden. Vielfach wird auch der letzte sichere Umkehrpunkt (Point of Safe Return) ermittelt, dann liegt der Berechnung der Kraftstoffvorrat abzüglich der Warte- und etwaiger Ausweichreserven zu Grunde.

Die Formel für die Flugzeit zum letzten Umkehrpunkt P_u lautet:

$$T_u = \frac{T_{\max} \times G_R}{G_H + G_R}$$

T_{\max} = Maximale Flugdauer

Diese Formel ist wie diejenigen des Abschnitts 6.2.4 aufgebaut, so dass auch hier wieder die gleiche Proportion gilt:

$$\frac{G_R}{G_H + G_R} = \frac{T_u}{T_{\max}}$$

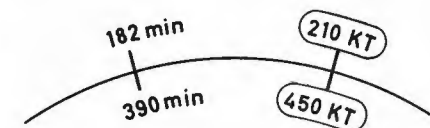


Fig. 22

Beispiel : Maximale Flugdauer: $6\frac{1}{2}$ Stunden = 390 min

$G_H = 240 \text{ Kt}$

$G_R = 210 \text{ Kt}$

$G_H + G_R = 450 \text{ Kt}$

Einstellung : Stelle G_R über $G_H + G_R$ wie unter 6.2.4

Ablesung : Lies die Flugzeit zum letzten Umkehrpunkt auf der Aussenskala über der maximalen Flugdauer auf der Innenskala ab.

Ergebnis : Der letzte Umkehrpunkt wird nach 182 min = 3:02 h erreicht. Wenn der Punkt geographisch festgelegt werden soll, bestimmt man die Entfernung zum letzten Umkehrpunkt mit G_H nach der üblichen Weg/Zeitrechnung (vergl. 6.2.3). Die Entfernung ist 728 Sm.

7. Kraftstoffverbrauch

7.1 Bekannt: Stundenverbrauch 220 Imp.Gal.,

Flugzeit 3:24 h = 204 min

und spez. Gewicht 0,72

Gesucht: Gesamtverbrauch und Gewicht des verbrauchten Kraftstoffs in (engl.) Pfund

Einstellung : Stelle die Stundenmarke der Zeitskala unter den Stundenverbrauchswert 220 auf dem Aussenring

Ablesung : Lies den Gesamtverbrauch 748 Imp.Gal. auf dem Aussenring über der Flugzeit 204 auf der Zeitskala ab.



Fig. 23

Zwischenergebnis: Gesamtverbrauch 748 Imp. Gal.

Gewichtsberechnung (vergl. 4.3.2)

Ergebnis: 5390 lbs.

7.2 Bekannt : Gesamtverbrauch
1470 US Gal. und
Flugzeit 4:05 h =
245 min

Gesucht : Stundenverbrauch

Ergebnis: Stundenverbrauch
360 US Gal.

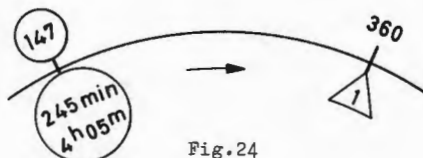


Fig. 24

7.3 Bekannt : Stundenverbrauch
320 Gal. und Kraft-
stoffvorrat 1460 Gal.

Gesucht : Maximale Flugdauer

Einstellung : Stelle die Stunden-
marke der Zeitskala
unter den Stunden-
verbrauch

Ablesung : Lies unter dem Kraftstoffvorrat
auf dem Aussenring die maximale
Flugdauer 274 min auf der Zeitskala ab.

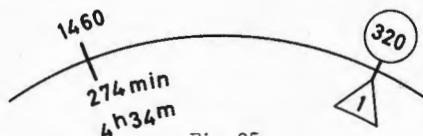


Fig. 25

8. Barometrische Navigation (Pressure Pattern Flying)

8.1 Berechnung der Querwindkomponente V_n aus Höhenvergleichsmessungen

Die Formel zur Berechnung der Querwindkomponente lautet:

$$V_n = \frac{C \times (D_2 - D_1)}{\sin \varphi_m \times ZF}$$

darin bedeuten:

C = Konstante (21,47)

φ_m = Mittelbreite zwischen den beiden Messorten

D_1 = Differenzwert in Fuss für die 1. Messung

D_2 = Differenzwert in Fuss für die 2. Messung

ZF = Zwischenflugstrecke in Naut. Miles berechnet
mit der Eigengeschwindigkeit (Air Distance)

Die Breitenskala ("Latitude") auf der
Innenscheibe des Navigationsrechners
berücksichtigt das Glied $\frac{C}{\sin \varphi_m}$ ob-
iger Gleichung, d.i. der "K-Faktor".
Damit wird die Gleichung vereinfacht:

$$V_n = \frac{D_2 - D_1}{ZF} \cdot K$$

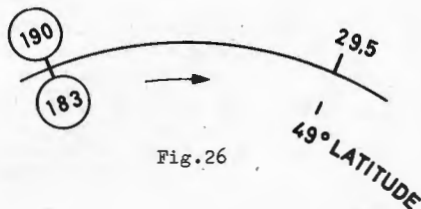


Fig. 26

Beispiel: 10.00 Uhr absolute Höhe über NN: 10240 Fuss
Druckhöhe: 10100 Fuss

D_1 + 140 Fuss

10.50 Uhr absolute Höhe über NN: 10050 Fuss
Druckhöhe: 10100 Fuss

D_2 - 50 Fuss

$$D_2 - D_1 = -50 - (+140) = -190$$

Zwischenflugstrecke = 183 Sm, Mittelbreite = 49°

Der Wert $D_2 - D_1$ ist negativ, d.h. das Flugzeug fliegt von
einem Gebiet höheren Drucks in ein Gebiet tieferen Drucks.
Nach dem barischen Windgesetz kommt der Wind bei diesen Be-
dingungen von links. Die Querwindkomponente ist somit
positiv.

Einstellung: Stelle die Differenz der D-Werte (190) auf dem Aussenring
gegenüber der Zwischenflugstrecke 183 auf der Randskala der
Innenscheibe. Drehe den Zeiger über die Mittelbreite 49°
auf der Latitude-Skala.

Ablesung : Lies unter dem Indexstrich die Querwindkomponente
 $V_n = 29,5$ Kt.

8.2 Berechnung der seitlichen Windversetzung Z_n für die Zwischenflugzeit.
Die hierbei anzuwendende Formel lautet:

$$Z_n = \frac{K \times (D_2 - D_1)}{V_e}$$

K = K-Faktor (siehe unter 8.1)

D_1 = Differenzwert in Fuss für die 1. Messung

D_2 = Differenzwert in Fuss für die 2. Messung

V_e = effektive wahre Eigengeschwindigkeit
zwischen den Messungen.

Der Z_n -Wert wird zur Bestimmung von Druckstandlinien (Pressure Lines of
Position) gebraucht.

Beispiel : $D_2 - D_1 = -170$ Fuss

$V_e = 175$ Kt

Mittelbreite: 38°N

Einstellung: Stelle die wahre Eigen-
geschwindigkeit 175 Kt
auf der Randskala der
Innenscheibe unter die
Differenz der D-Werte 170 Fuss auf dem Aussenring und drehe
den Halbzeiger über die Mittelbreite 38° auf der Latitude-
skala.



Fig. 27

Ablesung : Lies unter dem Indexstrich die seitliche Windversetzung
 $Z_n = 34$ Sm für die Zwischenflugzeit auf dem Aussenring ab.

$D_2 - D_1$ ist negativ, daher ist die Windversetzung senkrecht
zum rechtweisenden Steuerkurs um 34 Sm nach rechts vom Stand-
ort ohne Wind (Air Position) für den Zeitpunkt der 2. Messung
abzutragen.

8.3 Bestimmung der Abtrift aus V_n oder Z_n

Die Bestimmung der Abtrift aus dem Wert der Querwindkomponente oder der seitlichen Windversetzung wird im Rahmen der Anleitung für die Lösung von Dreiecksaufgaben mit Hilfe des Navigationsrechners unter 11.2.6 erläutert.

9. Eigengeschwindigkeits-Berechnungen

Fahrtmesser werden nach den Bedingungen der internationalen Standardatmosphäre für das Meeresniveau geeicht. Bei einer von der Standardluftdichte für das Meeresniveau unterschiedlichen tatsächlichen Luftdichte in Flughöhe weicht die wahre Eigengeschwindigkeit von der Fahrtmesseranzeige ab, auch wenn der Fahrtmesser sonst fehlerfrei ist oder etwaige Instrumentenfehler berücksichtigt worden sind. Für die jeweilige Luftdichte sind als Hauptfaktoren der Luftdruck und die Temperatur bestimmend. Wegen der Gesetzmässigkeit der Luftdruckabnahme mit der Höhe kann zur Berechnung der wahren Eigengeschwindigkeit an Stelle des Luftdrucks die Flughöhe und zwar die Druckhöhe (Pressure Altitude) eingesetzt werden.

Auf dem ARISTO-AVIAT R Nr. 615 werden die Eigengeschwindigkeits-Berechnungen unter Benutzung der Skalen mit der Bezeichnung "Air Speed" (vergl. Fig. 1,f) ausgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass das Bordthermometer bei höheren Geschwindigkeiten in Folge der Kompressibilitätsenergieerhöhung eine zu hohe Temperatur anzeigt. Vor der Einstellung auf dem Navigationsrechner muss daher die abgelesene Temperatur zunächst berichtigt werden. Zu diesem Zweck ist im Mittelfeld des AVIAT R eine Tabelle aufgetragen, der die Temperaturberichtigungswerte für die verschiedenen Eigengeschwindigkeiten - erforderlichenfalls durch Interpolieren - entnommen werden können. Beispielsweise muss bei einer Geschwindigkeit von 600 km/h die Ablesung am Bordthermometer um 10°C verringert werden, für die Geschwindigkeit 500 km/h ist die interpolierte Berichtigung -8°C.

9.1 Berechnung der wahren Eigengeschwindigkeit

Bekannt : Fahrtmesseranzeige (V_a)
Berichtigte Aussentemperatur ("C.O.A.T.") in Celsius
Druckhöhe (Pressure Altitude) in Fuss oder km

Gesucht : Wahre Eigengeschwindigkeit V_e (Engl.: True Air Speed = T.A.S.)

Einstellung: Stelle in der roten Skala (f) die berichtigte Aussentemperatur auf der Temperaturskala "C.O.A.T." unter die Druckhöhe ("Pressure Altitude") in km im oberen Fensterausschnitt oder über die Druckhöhe in Fuss im unteren Fensterausschnitt.

Ablesung : Lies die wahre Eigengeschwindigkeit (T.A.S.) auf dem Aussenring über der Fahrtmesseranzeige auf der Randskala der Innenscheibe ab.

Beim Einstellen der Temperatur muss das Vorzeichen beachtet werden. Zur Erleichterung der Ablesung sind die Teilstriche für 10°, 30° usw. durchgezogen und nur die Werte 20°, 40° usw. beziffert. Dazwischen befinden sich die 5°-Teilstriche, so dass die einzelnen Grade geschätzt werden können. In der Höhenskala gilt jedes Intervall von Teilstrich zu Teilstrich 1000 ft; dazwischen können 100 ft geschätzt werden. Die metrische Höhenskala gibt Teilstriche für alle 200 m. Mit Hilfe des Zeigers

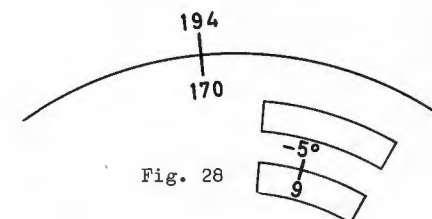
ermöglichen die beiden Höhenskalen (Pressure Altitude) eine einfache Umrechnung von ft in km und umgekehrt.

Beispiel:

Gegeben : $V_a = 170$ Kt
Berichtigte Aussentemperatur -5°C
Druckhöhe 9000 Fuss

Gesucht : Wahre Eigengeschwindigkeit V_e

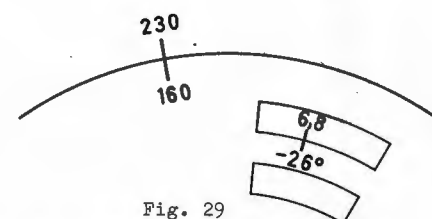
Ergebnis : $V_e = 194$ Kt



9.2 Berechnung der Fahrtmesseranzeige

Bekannt : Wahre Eigengeschwindigkeit (V_e) = 230 Kt
Aussentemperatur -21°C
Druckhöhe 6800 m

Gesucht : Fahrtmesseranzeige



Temperaturberichtigung -5°, berichtigte Aussentemperatur -26°C

Einstellung : wie unter 9.1

Ablesung : Lies die Fahrtmesseranzeige auf der Randskala der Innenscheibe gegenüber der wahren Eigengeschwindigkeit auf dem Aussenring ab

Ergebnis : $V_a = 160$ Kt

9.3 Kompressibilitätsberichtigung

Bei der Errechnung der wahren Eigengeschwindigkeit mit dem AVIAT R Nr. 615 wird der durch die Kompressibilität der Luft hervorgerufene Fehler nicht berücksichtigt. Der dadurch entstehende Fehler nimmt erst bei Geschwindigkeiten von über 200 Kt und in grösseren Flughöhen nennenswerten Umfang an. Der Kompressibilitätseffekt im Meeresniveau wird bereits bei der Fahrtmesser-Eichung erfasst. Im allgemeinen stehen für Flugzeuge, deren Geschwindigkeit eine Berücksichtigung der Kompressibilität notwendig macht, Geschwindigkeitsdiagramme zur Verfügung, in welche die Berichtigung eingearbeitet ist. Diese Diagramme, die vom Herstellerwerk auf Grund der Ergebnisse von Messflügen zusammen mit den Flugleistungskurven herausgegeben werden, ermöglichen eine genaue Bestimmung der kompressibilitätsberichtigten wahren Eigengeschwindigkeit. Ausserdem gibt es Eigengeschwindigkeitsmesser (True Air Speed Indicators), die unmittelbar die kompressibilitätsberichtigte wahre Eigengeschwindigkeit anzeigen. Einen anderen Weg zur Berechnung der wahren Eigengeschwindigkeit eröffnen die in Flugzeuge mit Düsentriebwerk eingebauten Machmeter auf Grund der Beziehung:

$$\text{Machzahl} = \frac{\text{wahre Eigengeschwindigkeit}}{\text{Schallgeschwindigkeit}}$$

Nachstehende Tabelle gibt einen Ueberblick über die Kompressibilitätsberichtigung für die verschiedenen Höhen und Geschwindigkeiten:

Druckhöhe ft	Berichtigte Fahrtmesseranzeige in Knoten							
	200	250	300	350	400	450	500	550
10.000	1.0	1.0	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97
20.000	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
30.000	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.91	0.90	0.89
40.000	0.96	0.94	0.92	0.90	0.90	0.87	0.87	0.86
50.000	0.93	0.90	0.87	0.86	0.86	0.84	0.84	0.84

Um die kompressibilitätsberichtigte wahre Eigengeschwindigkeit zu ermitteln, geht man in obige Tabelle mit den Werten der Druckhöhe und der berichtigten Fahrtmesseranzeige ein und entnimmt den zugehörigen Berichtigungsfaktor. Die in der üblichen Weise (vergl. 9.1) bestimmte Eigengeschwindigkeit wird dann mit dem Berichtigungsfaktor multipliziert. Das Ergebnis ist nicht ganz exakt, da die Temperatur in Flughöhe bei Abweichung von den Werten der Standard-Atmosphäre als dritte Variable unberücksichtigt bleibt.

Beispiel: Berichtigte Fahrtmesser-anzeige 320 Kt,
Flughöhe 20000 Fuss,
Abgelesene Aussentemperatur -6°

Geschätzte Eigengeschwindigkeit zur Entnahme der Temperaturberichtigung 430 Kt,
Temperatur-Berichtigung -17°C,
Berichtigte Aussentemperatur -23°C,

Wahre Eigengeschwindigkeit (ohne Kompr.-Ber.) 440 Kt,
Berichtigungsfaktor 0,97,
 $0,97 \times 440 = 427$ Kt (komp.-berichtigte wahre Eigengeschwindigkeit)

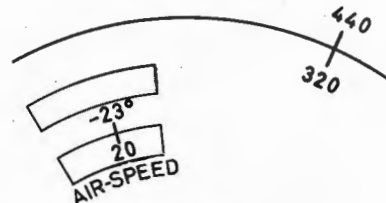


Fig. 30

9.4 Berechnung der Schallgeschwindigkeit und Machzahl

Nach der unter 9.3 angegebenen Beziehung zwischen Machzahl, Eigengeschwindigkeit und Schallgeschwindigkeit kann jederzeit aus zwei bekannten Größen die dritte berechnet werden.

9.4.1 Machzahl

Zur Bestimmung der Machzahl sind in den Skalenfeldern unter den Fensterauschnitten für die Eigengeschwindigkeitsberechnungen (AIR-SPEED) zwei Marken angebracht, die eine mit der Bezeichnung "M(km/h)" im Fensterauschnitt für Druckhöhen in km und die andere mit der Bezeichnung "M(KTS)" im Fensterauschnitt für Druckhöhen in Fuss; die Marke "M(KTS)" wird von der Druckhöhen-skala aus am besten durch Linksdrehung der Innenscheibe erreicht.

Beispiel: Wahre Eigengeschwindigkeit 420 Kt
Aussentemperatur in Flughöhe -35°C

Ergebnis: Machzahl 0.7

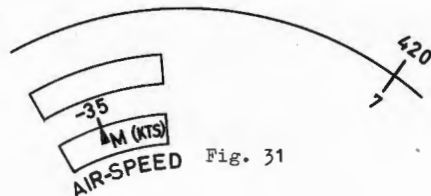


Fig. 31

Einstellung: Stelle die Marke M(KTS) gegenüber der Aussentemperatur (C.O.A.T.) in Flughöhe ein.

Ableseung : Lies unter der wahren Eigengeschwindigkeit auf dem Aussenring die Machzahl auf der drehbaren Skala ab.

9.4.2 Schallgeschwindigkeit

Da die Schallgeschwindigkeit sich mit der Temperatur ändert und die einfache Beziehung $C_s = \frac{V_e}{M}$ zwischen der Machzahl und der Schallgeschwindigkeit besteht, kann durch die Einstellung der Aussentemperatur auf die Marke M(KTS) bzw. M(km/h) die Schallgeschwindigkeit berechnet werden.

Einstellung: Stelle die Marke M gegenüber der Aussentemperatur in Flughöhe ein.

Ableseung : Lies über der Marke 10 der Minutenskala die Schallgeschwindigkeit in der festen Aussenskala ab.

Beispiel : Aussentemperatur in Flughöhe -35°C

Ergebnis : Über Marke 10 steht die Schallgeschwindigkeit 600 Kt

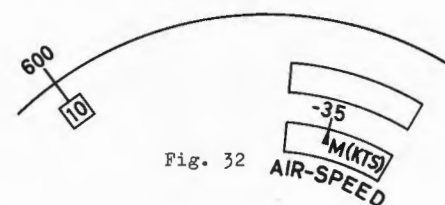


Fig. 32

10. Höhenberechnungen

10.1 Berechnung der wahren Höhe

Der Höhenmesser ist nach den Bedingungen der Standard-Atmosphäre geeicht. Abweichungen des tatsächlichen Luftdrucks von den Standardwerten finden durch entsprechende Höhenmessereinstellung (QNH oder QFE) Berücksichtigung. Dagegen lassen sich Temperaturabweichungen, die ebenfalls eine Fehlanzeige zur Folge haben, nicht in der gleichen Weise wie die Luftdruckabweichungen durch eine Einstellung am Höhenmesser ausgleichen.

Zur Berechnung der wahren Höhe wird auf dem AVIAT R die mit "Altitude" bezeichnete Fensterskala (g) benutzt.

Bekannt: Druckhöhe (Pressure Altitude) 17000 ft
QNH-Höhe 17500 ft
Berichtigte Aussentemperatur -10°C

Gesucht: Wahre Höhe (True Altitude)

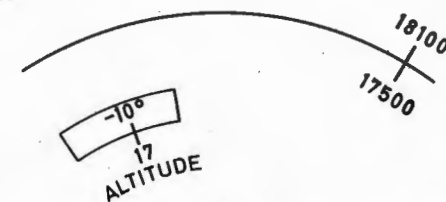


Fig. 33

Einstellung: Stelle die Druckhöhe 17000 Fuss unter die berichtigte Aussentemperatur (C.O.A.T.) -10°C.

Ableseung : Lies über der QNH-Höhe 17500 auf der drehbaren Innenskala die wahre Höhe 18100 ft auf dem Aussenring "(T.Alt.)" ab.

10.2 Berechnung der Dichte-Höhe ("Density Altitude")

Dichte-Höhe ist diejenige Höhe, die in der Standard-Atmosphäre der in Flughöhe herrschenden Luftdichte entspricht. Da für die Flugleistungen nicht die absolute Flughöhe, sondern die in der Flughöhe herrschende Luftdichte massgebend ist, sind die Flugleistungskurven auf die Dichte-Höhe abgestellt.

Einstellung: Stelle auf der Air Speed-Skala die berichtigte Aussentemperatur gegenüber der Druckhöhe ein.

Ableseung : Lies, dem roten Hinweis-pfeil nach rechts folgend, die Dichte-Höhe in dem mit Density Altitude bezeichneten Fensterausschnitt an der Ablesemarke für km (am oberen Rand des Fensterausschnittes) oder an der Ablesemarke für Fuss (am unteren Rand des Fensterausschnittes) ab.

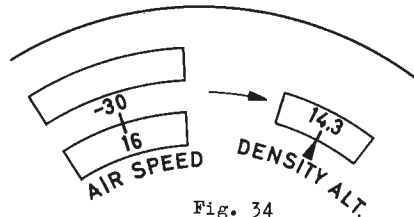


Fig. 34

Beispiel : Druckhöhe 16000 Fuss
Berichtigte Aussentemperatur -30°C

Ergebnis : Dichte-Höhe 14300 Fuss

11. Lösung von Dreiecksaufgaben

Die Rückseite des ARISTO-AVIAT G ist in Verbindung mit dem Diagrammschieber (0) zur Lösung von Dreiecksaufgaben bestimmt. Auf dem Diagrammschieber werden für Winddreiecksaufgaben die radialen Abtriftlinien und die konzentrischen Geschwindigkeits-Kreisbögen benutzt. Zur Lösung von Aufgaben im ebenen rechtwinkligen Dreieck dient das quadratisch aufgeteilte Feld auf Seite B des Diagrammschiebers unten. Das Diagramm auf Seite B ist im Verhältnis 1:2 kleiner als das der Seite A, so dass die unbezifferten konzentrischen Kreise der transparenten Scheibe für Seite A den Abstand 10, für Seite B den Abstand 20 Geschwindigkeitseinheiten haben.

Zum Beschreiben der mattierten Zeichenfläche dürfen weiche Bleistifte oder Füllhalter benutzt werden, keinesfalls aber Kopierstifte, Farbstifte oder Kugelschreiber.

11.1 Winddreiecksaufgaben

Mit dem ARISTO-AVIAT G lassen sich Winddreiecksaufgaben in vereinfachter Weise graphisch lösen. Zum besseren Verständnis wird die übliche zeichnerische Lösung jeweils vorausgeschickt. Abb. 37 gibt eine allgemeine Uebersicht über die Bezeichnungen im Winddreieck.

11.1.1 Das Winddreieck

Das Winddreieck ergibt sich aus der vektoriellen Zusammensetzung der Geschwindigkeiten und zwar der Eigengeschwindigkeit in Richtung der Flugzeuglängsachse und der Windgeschwindigkeit in Windrichtung. Die Resultierende daraus ist die Grundgeschwindigkeit in Richtung des Kurses über Grund.

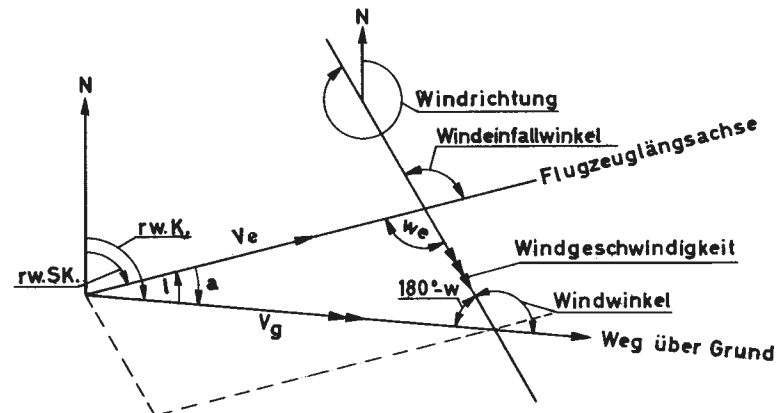


Fig. 35

Wenn das Flugzeug durch den Wind in Bezug auf die Richtung der Flugzeuglängsachse nach rechts versetzt wird, dann erhält die Abtrift das Vorzeichen "plus", bei Versetzung nach links das Vorzeichen "minus".

Wenn die Flugzeuglängsachse in Bezug auf den Kurs über Grund nach rechts vorgehalten wird, erhält der Luvwinkel das Vorzeichen "plus", bei Vorgehalten nach links das Vorzeichen "minus".

11.1.2 Bestimmung der Abtrift und der Grundgeschwindigkeit

Bekannt: Rechtweisender Steuerkurs
Eigengeschwindigkeit
Wind

Gesucht: Abtrift und Grundgeschwindigkeit

Zeichnerische Lösung:

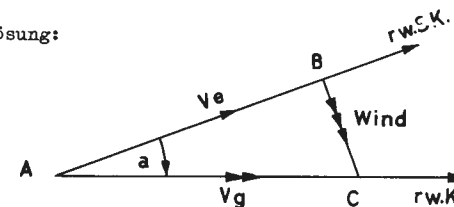


Fig. 36

- (1) Man zeichnet vom Ausgangspunkt (A) die Richtung des rechtweisenden Steuerkurses und trägt darauf die Eigengeschwindigkeit für 1 Stunde ab.

- (2) Vom Endpunkt (B) dieser Strecke trägt man den Wind leewärts nach Richtung und Stärke ab und erhält den Punkt C.
- (3) Der Winkel BAC ist die Abtrift (a) und die Strecke AC gibt die Grundgeschwindigkeit für 1 Stunde wieder.

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- Stelle an der Marke "True Index" den rechtweisenden Steuerkurs ein und schiebe die Eigengeschwindigkeit auf der Mittelachse des Diagramms unter den Mittelpunkt der transparenten Scheibe.
- Trage vom Mittelpunkt aus den Wind leewärts unter Benutzung der roten Radiallinien mit den roten Windrichtungszahlen und der Geschwindigkeitskreise ab.
- Unter dem Endpunkt des Windvektors liest man dann die Abtrift an den radialen Abtriftlinien und die Grundgeschwindigkeit an den Geschwindigkeitsbögen auf dem Diagrammschieber ab.

Beispiel:

Gegeben : $\alpha_{SK} = 120^\circ$
 $V_e = 210 \text{ Kt}$
 $W_{ind} = 250^\circ/30 \text{ Kt}$

Gesucht : Abtrift und V_g

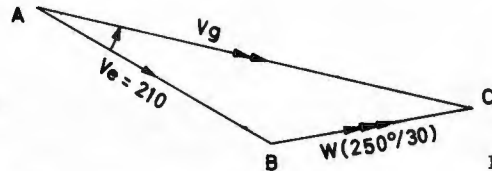


Fig. 37

Einstellung: 120° unter die Marke "True Index"
210 Kt unter dem Mittelpunkt der Transparenzscheibe

Ablesung : Lies unter dem Schnittpunkt der Windrichtungslinie (rot 250°) mit dem Windgeschwindigkeitskreis 30 die Abtrift mit -6° und die Grundgeschwindigkeit mit 230 Kt ab.

Wenn die Eintragung des Windvektors bei Windrichtungen und/oder Windstärken mit anderen als vollen Zehnerwerten Schwierigkeiten macht, kann man die Windrichtung zunächst an der True Index-Marke einstellen und die Windstärke vom Mittelpunkt aus nach unten unter Benützung der Geschwindigkeitsunterteilung längs der Mittelachse des Diagrammschiebers abtragen. Es genügt dabei, den Endpunkt des Windvektors durch ein kleines Kreuz oder einen Punkt zu markieren. Man stellt dann den rechtweisenden Steuerskurs unter die Marke "True Index" und verfährt so, wie oben unter (1) - (3) beschrieben.

Beispiel:

Gegeben : rwSK und V_e wie oben
Wind = 248°/26 Kt

Einstellung: (1) Windrichtung = 248° gegen Index - Marke

- (2) Vom Mittelpunkt der Transparenzscheibe aus 26 Kt nach unten abtragen (hierzu kann man beispielsweise 126 oder 226 auf der Mittelachse des Diagrammschiebers unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe stellen und das Ende des Windvektors bei 100 bzw. 200 markieren).

- (4) $V_e = 210 \text{ Kt}$ unter Mittelpunkt der Transparentscheibe

Ablesung : Unter dem Endpunkt des Windvektors liest man die Abtrift mit $-5\frac{1}{2}^{\circ}$ und die Grundgeschwindigkeit mit 227 Kt ab.

11.1.3 Bestimmung des Luvwinkels und der Grundgeschwindigkeit

Bekannt: Rechtweisender Kurs (Kartenkurs bzw. beabsichtiger Kurs
über Grund)
Eigengeschwindigkeit
Wind

Gesucht: Luvwinkel und Grundgeschwindigkeit

Zeichnerische Lösung:

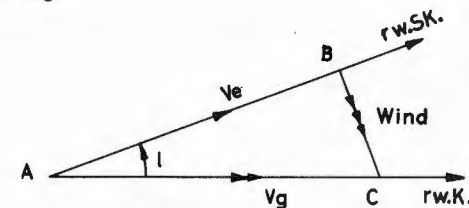


Fig. 38

- (1) Man zeichnet die Richtung des rechtweisenden Kurses ein.
- (2) Von einem beliebigen Punkt (C) der Kurslinie aus trägt man den Wind luvwärts mit seiner Stärke ab.
- (3) Um den Endpunkt (B) dieses Windvektors schlägt man einen Kreis mit der Eigengeschwindigkeit und verbindet den Schnittpunkt (A) von Kreisbogen und Kurslinie mit B. Der Winkel BAC ist der Luvwinkel und die Strecke AC gibt die Grundgeschwindigkeit wieder.

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- Stelle unter die Marke "True Index" den rw K ein.
- Trage vom Mittelpunkt aus den Wind luvwärts unter Benutzung der roten Radiallinien auf der Transparentscheibe und der schwarzen Gradzahlen auf der Kursrose, sowie der roten Windgeschwindigkeitskreise ab.
- Schiebe unter den Endpunkt des Windvektors den der Eigengeschwindigkeit entsprechenden Kreisbogen.
- Lies unter dem Endpunkt des Windvektors den Luvwinkel an den Abtriftlinien und unter dem Mittelpunkt der Transparentscheibe die Grundgeschwindigkeit an der Bezifferung der Mittelachse des Diagrammschiebers ab.

Beispiel:

Gegeben : $rw\ K = 48^\circ$
 Wind = $350^\circ/30\ Kt$
 $V_e = 210\ Kt$

Gesucht : l und V_g

Einstellung: 48° unter Index - Marke

Markiere den Schnittpunkt der Windrichtungslinie, die vom Mittelpunkt zu 350° auf der Kursrose mit der schwarzen Beschriftung führt, mit dem Geschwindigkeitskreis $30\ Kt$. Stelle unter den so markierten Windpunkt den mit 210 bezifferten Geschwindigkeitsbogen.

Ablesung : Lies unter dem Windpunkt den Luvwinkel mit -7° und unter dem Mittelpunkt der Transparenzscheibe die Grundgeschwindigkeit mit $192\ Kt$ ab.

11.1.4 Bestimmung des Windes aus Abtrift und Grundgeschwindigkeit

Gegeben : Rechtweisender Steuerkurs
 Eigengeschwindigkeit
 Grundgeschwindigkeit
 Abtrift

Gesucht : Wind

Zeichnerische Lösung:

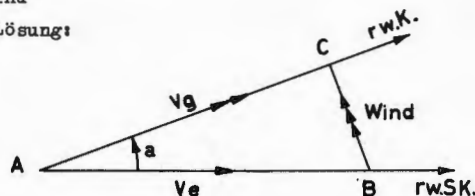


Fig. 39

- (1) Man trägt den rechtweisenden Steuerkurs mit der Eigengeschwindigkeit für 1 Stunde ab (Strecke AB).
- (2) Im Ausgangspunkt bringt man dann den Abtriftwinkel nach der entsprechenden Seite (+ nach rechts, - nach links) an.
- (3) Auf dem freien Schenkel des Abtriftwinkels trägt man dann V_g ab und erhält den Punkt C.
- (4) Die Verbindungslinie zwischen B und C gibt den Wind nach Richtung und Stärke an.

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- (a) Stelle den rechtweisenden Steuerkurs unter die Marke "True Index".
- (b) Schiebe die Eigengeschwindigkeit unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.

- (c) Markiere den Schnittpunkt der Abtriftlinie mit dem Grundgeschwindigkeitskreisbogen.
- (d) Lies mit Hilfe der roten Windrichtungslinien, Gradzahlen und konzentrischen Windgeschwindigkeitsbögen den Wind nach Richtung und Geschwindigkeit ab.

Anmerkung: Wenn eine genauere Ablesung des Windes gewünscht wird, drehe den Windpunkt nach unten auf die Mittelachse des Diagrammschiebers und lies die Windrichtung unter der Marke "True Index" ab. Die Windgeschwindigkeit wird in der üblichen Weise unter Benutzung der Geschwindigkeitsskala auf der Mittelachse des Diagrammschiebers bestimmt.

Beispiel:

Gegeben: $rw\ SK = 310^\circ$
 $V_e = 200\ Kt$
 $V_g = 176\ Kt$
 $a = +7^\circ$

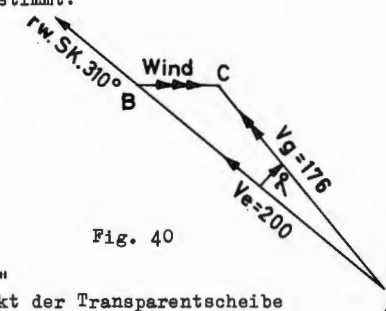
Gesucht: Wind nach Richtung und Geschwindigkeit

Fig. 40

Einstellung: 310° unter "True Index"

200 Kt unter Mittelpunkt der Transparenzscheibe

Ablesung : Bei dem Schnittpunkt der Abtriftlinie $+7^\circ$ (nach rechts) mit dem Geschwindigkeitsbogen 176 lies den Wind mit 270° und $33\ Kt$ ab.



11.1.5 Bestimmung des Windes aus zwei oder mehreren Abtriften

Wenn auf zwei rechtweisenden Steuerkursen, die, um brauchbare Ergebnisse zu erzielen, einen Gradunterschied von wenigstens 45° haben sollen, die Abtrift gemessen wird, lässt sich bei bekannter Eigengeschwindigkeit der Wind bestimmen.

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- (a) Stelle zunächst die Eigengeschwindigkeit auf dem Diagrammschieber unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.
- (b) Stelle den 1. rechtweisenden Windkurs an der "True Index"-Marke ein.
- (c) Ziehe mit einem Bleistift die der 1. gemessenen Abtrift entsprechende Abtriftlinie des Diagrammschiebers auf der Transparenzscheibe nach.
- (d) Stelle den 2. rechtweisenden Windkurs an der Marke "True Index" ein.
- (e) Markiere den Schnittpunkt der Abtriftlinie auf dem Diagrammschieber, die der 2. gemessenen Abtrift entspricht, mit der zuvor eingezeichneten Bleistiftlinie.
- (f) Lies mit Hilfe der roten Windradialen und der roten Kursrose, sowie der Windgeschwindigkeitskreise auf der Transparenzscheibe die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit ab.

Anmerkung: Wenn eine genauere Ablesung gewünscht wird, verfährt man nach der unter 11.1.4 beschriebenen Anmerkung. Das Verfahren zur Windbestimmung lässt sich in gleicher Weise auch bei der Messung von drei Abtriften anwenden. Bei genauer Abtriftmessung und Kursablesung sollten sich die drei auf der Transparentscheibe eingezeichneten Abtriftlinien in einem Punkt schneiden. Wenn sich stattdessen ein Dreieck bildet, so gibt dessen Grösse einen Anhalt für die zu erwartende Genauigkeit der Windbestimmung. Zur Ablesung von Windrichtung und -geschwindigkeit nimmt man als Windpunkt den Mittelpunkt des Fehlerdreiecks an.

Beispiel : $V_e = 240 \text{ Kt}$

1. rw SK - 210° $a = -6^\circ$
2. rw SK - 260° $a = +2^\circ$

Einstellung: (1) 240 Kt unter Mittelpunkt der Transparentscheibe
 (2) 210° unter Index - Marke
 (3) Ziehe die -6° Abtriftlinie mit dem Bleistift nach
 (4) 260° unter Index - Marke
 (5) Markiere den Schnittpunkt der $+2^\circ$ Abtriftlinie mit der voreingezeichneten Bleistiftlinie
 (6) Lies die Windrichtung mit $(248^\circ) 250^\circ$ und die Windstärke mit 36 Kt ab

Ergebnis : Wind $250^\circ / 36 \text{ Kt}$

11.1.6 Nachkoppeln

Zum Nachkoppeln benutzt man die quadratische Unterteilung unten auf der Seite B des Diagrammschiebers.

Bekannt : Die geflogenen rechtweisenden Steuerkurse, die Eigengeschwindigkeit und der Wind.

Gesucht : Richtung und Entfernung des Koppelortes vom Ausgangspunkt für das Nachkoppeln

Einstellung: (1) Stelle den ersten rechtweisenden Steuerkurs unter die Marke "True Index".
 (2) Stelle den oberen Rand der quadratischen Einteilung unter den Mittelpunkt der Transparentscheibe und trage in geeignetem Massstab die Flugstrecke senkrecht nach unten ab, die ohne Berücksichtigung des Windeinflusses mit dem ersten Steuerkurs zurückgelegt worden ist.
 (3) Stelle den zweiten rechtweisenden Steuerkurs ein und trage vom Endpunkt des ersten Kurses senkrecht nach unten die Flugstrecke für den zweiten Kurs ab.
 (4) Verfahre in gleicher Weise bei etwaigen weiteren Kursen.
 (5) Stelle die Windrichtung an der Marke "True Index" ein.
 (6) Trage die Gesamtwindversetzung für die auf den verschiedenen Steuerkursen geflogene Zeit vom Endpunkt der aneinander gekoppelten rechtweisenden Steuerkurse senkrecht nach oben ab.
 (7) Drehe den Endpunkt des so eingetragenen Windvektors nach unten auf die Mittelscheibe des Diagrammschiebers ein.

Ablesung: Lies unter der Marke "True Index" die Richtung des Koppelortes vom Ausgangspunkt ab.

Die Entfernung des Koppelortes vom Ausgangspunkt ergibt sich als Abstand des Endpunktes des Windvektors vom Mittelpunkt der Transparentscheibe. Zur Ablesung benutze man die Einteilung auf der Mittelachse des Diagrammschiebers.

Beispiel:

Gegeben : $V_e = 255 \text{ Kt}$

1. rw SK 145° , Flugzeit 6 min (25,5 sm Flugstrecke)
2. rw SK 90° , Flugzeit 4 min (17 sm Flugstrecke)
3. rw SK 20° , Flugzeit 7 min (30 sm Flugstrecke)

Wind $340^\circ / 50 \text{ Kt}$

Gesucht : Richtung und Entfernung des Koppelortes vom Ausgangspunkt

Zeichnerische Lösung:

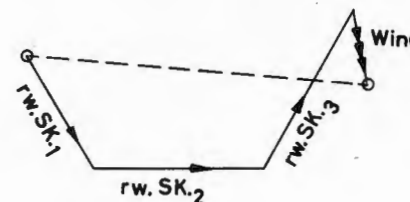


Fig. 41

Einstellung: (1) Stelle 145° unter "True Index" und den oberen Rand der Quadratteilung unter den Mittelpunkt.
 (2) Trage vom Mittelpunkt aus senkrecht nach unten 25,5 sm ab.
 (3) 90° unter "True Index".
 (4) Trage 17 sm vom Endpunkt des ersten Kurses senkrecht nach unten ab.
 (5) 20° unter "True Index".
 (6) Trage 30 sm nach unten ab.
 (7) Windrichtung 340° unter "True Index".
 (8) Windversetzung 14 sm senkrecht nach oben abtragen.

Die Windversetzung für die Gesamtflugzeit 17 min ergibt sich aus einer Verhältnisgleichung mit der Windgeschwindigkeit 50 sm/h .

$$\frac{50}{\Delta} = \frac{\text{Windversetzung}}{\text{Gesamtflugzeit}}$$

(9) Endpunkt des Windvektors nach unten über die Mittelachse des Diagrammschiebers drehen.

Ablesung: Lies unter der "True Index"-Marke die Richtung des Koppelortes mit 97° ab. Entfernung vom Ausgangspunkt 47 sm.

11.1.7 Kursverbesserung

Bekannt: Seitliche Versetzung (in sm) des Flugzeuges von der Sollkurslinie. Entfernung des Flugzeuges vom Ausgangspunkt.

Gesucht: Kursfehler und Kursberichtigung

- Einstellung:**
- (1) Stelle eine der Haupthimmelsrichtungen unter die "True Index"-Marke.
 - (2) Trage die seitliche Versetzungstrecke nach oben oder unten mit Hilfe der Skala längs der Mittelachse ab.
 - (3) Stelle eine zum 90° verschiedene Haupthimmelsrichtung unter die "True Index"-Marke.
 - (4) Stelle die geflogene Entfernung auf der Mittelachse des Diagrammschiebers unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.
 - (5) Lies unter dem Endpunkt der Versetzung den Kursfehler in Grad unter Benutzung der Abtrifflinien auf dem Diagrammschieber ab.
 - (6) Stelle die noch zu fliegende Entfernung unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe und lies den Kursverbesserungswinkel für die Strecke bis zum Bestimmungsort in entsprechender Weise wie unter Ziffer (5) ab.
 - (7) Addiere die beiden Gradwerte und bringe die so erhaltene Gesamtberichtigung an den rechtweisenden Steuerkurs bei Versetzung nach rechts durch Subtraktion, bei Versetzung nach links durch Addition an.

Beispiel:

Gegeben: Rechtweisender Steuerkurs 100°
zurückzulegende Strecke 380 sm
seitliche Versetzung 24 sm nach rechts nach einer Flugstrecke von 210 sm

Gesucht: Kursverbesserungswinkel

Zeichnerische Lösung:

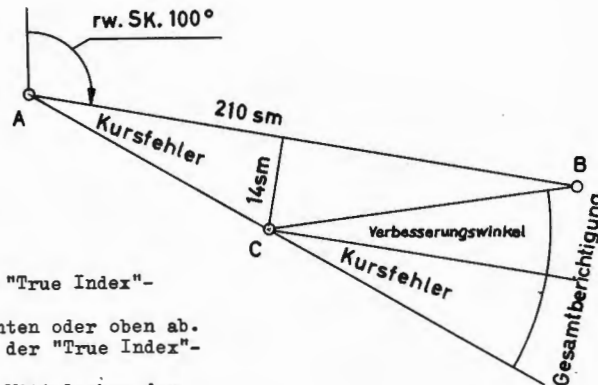


Fig. 42

Einstellung:

- (1) Stelle N unter die "True Index"-Marke.
- (2) Trage 24 sm nach unten oder oben ab.
- (3) Stelle E oder W an der "True Index"-Marke ein.
- (4) Stelle 210 auf der Mittelachse des Diagrammschiebers unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.

- (5) Lies den Kursfehler mit $6\frac{1}{2}^\circ$ ab.
- (6) Stelle die Restentfernung 170 unter den Mittelpunkt und lies den Verbesserungswinkel mit 8° ab.
- (7) Bringe an den geflogenen Steuerkurs (100°) die Gesamtberichtigung ($6\frac{1}{2} + 8 = 14\frac{1}{2}$) nach links an und steuere $85\frac{1}{2}^\circ$, um den Bestimmungsort zu erreichen.

11.1.8 Berechnung der Seiten- und Längswindkomponente

Für Start und Landung auf befestigten Bahnen ist es wichtig, die Seiten- und/oder Längswindkomponente zu kennen. Zur Lösung dieser Aufgaben benutzt man die quadratische Unterteilung auf der Seite B des Diagrammschiebers.

- Einstellung:**
- (1) Stelle den Quadrattteil des Diagrammschiebers unter die Transparenzscheibe.
 - (2) Drehe die Windrichtung unter die Marke "True Index".
 - (3) Stelle den Nullpunkt der Quadratteilung unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe und trage den Windvektor nach unten ab.
 - (4) Stelle die rechtweisende Richtung der Landebahn an der "True Index"-Marke ein.

- Ablesung:**
- (1) Lies von der Mittelachse aus entlang einer Horizontal-Linie der quadratischen Unterteilung die Seitenwindkomponente als Abstand des Endes des Windvektors von der Mittelachse ab.
 - (2) Lies von der Null-Linie aus senkrecht nach unten bis zum Ende des Windvektors die Längswindkomponente ab.

Beispiel 1:

Gegenwind

Richtung der Landebahn 265° (rw)
Windrichtung 330° / 30 Kt

- (1) Stelle 330° unter die "True Index"-Marke.
- (2) Stelle 0 der Quadratteilung unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.
- (3) Trage nach unten den Windvektor mit 30 Kt ab.
- (4) Stelle die Landebahnrichtung 265° unter die "True Index"-Marke.
- (5) Lies von der Mittelachse aus entlang einer Horizontal-Linie bis zum Endpunkt des Windvektors die Seitenwindkomponente mit 27 Kt ab.
- (6) Lies die Gegenwindkomponente von der horizontalen Null-Linie aus entlang einer Vertikallinie bis zum Endpunkt des Windvektors mit 13 Kt ab.

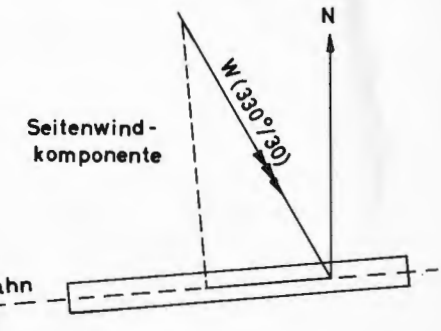


Fig. 43

Beispiel 2:

Rückenwind

Richtung der Landebahn 75°
Windrichtung $200^\circ / 40 \text{ Kt}$

- (1) Stelle 200 unter die "True Index"-Marke.
- (2) Stelle 0 der Quadratteilung unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.
- (3) Trage den Windvektor mit 40 Kt nach unten ab.
- (4) Stelle die Landebahnrichtung 75° unter die Marke "True Index".
- (5) Schiebe die durch den Nullpunkt der Geschwindigkeitsskala verlaufende Horizontallinie unter den Endpunkt des Windvektors und lies die Seitenwindkomponente mit 33 Kt ab.
- (6) Lies die Rückenwindkomponente längs der Geschwindigkeitsskala auf der Mittelachse unter dem Mittelpunkt mit 23 Kt ab.

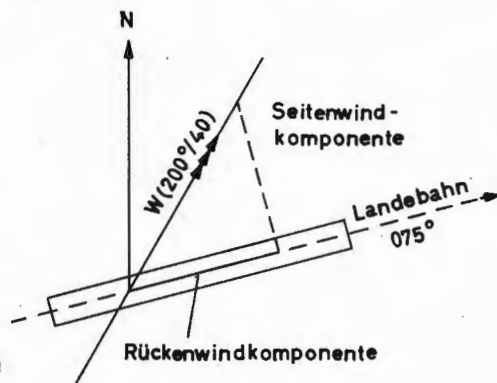


Fig. 44

11.1.9 Berechnung der Abdrift aus der Querwindkomponente V_n oder der seitlichen Windversetzung Z_n (Barometrische Navigation, vergl. 8.1)

Bekannt: V_e , V_g und V_n

Gesucht: Abdrift

Zeichnerische Lösung:

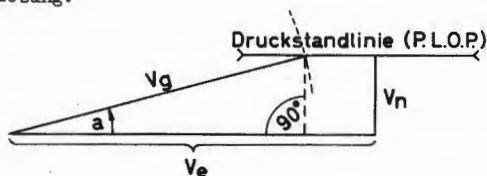


Fig. 45

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- (a) Stelle eine der vier Haupthimmelsrichtungen (z.B. N) unter die Marke "True Index" und trage längs der Mittelsenkrechten den V_n -Vektor vom Mittelpunkt aus nach oben oder unten maßstabgetreu ab.
- (b) Stelle eine um 90° verschiedene Haupthimmelsrichtung (z.B. E) unter die Marke "True Index" und die V_g unter den Endpunkt des V_n -Vektors.
- (c) Lies unter dem Endpunkt des V_n -Vektors die Abdrift ab.

Beispiel 1:

Gegeben : V_n 29 Kt nach rechts
 V_g 205 Kt

Gesucht : a

Ergebnis : Abdrift $+ 8^\circ$

Beispiel 2:

Gegeben : seitliche Windversetzung $Z_n = 34 \text{ sm}$ nach rechts
 $V_g = 210 \text{ Kt}$, Zwischenflugzeit zwischen den D-Messungen 90 min.

Gesucht : Abdrift

Zunächst wird mit der Grundgeschwindigkeit die in der Zwischenflugzeit zurückgelegte Entfernung zwischen den Messorten mit 315 sm bestimmt. Dann wird die Abdrift in der oben beschriebenen Weise ermittelt, wobei anstelle von V_g die Entfernung zwischen den Messpunkten tritt.

Ergebnis : Abdrift $+ 6^\circ$

11.2 Berechnung der Abweitung

Die Abweitung ist der Abstand in Seemeilen zwischen zwei Meridianen auf einem Breitengrad. Die Näherungsformel zur Berechnung der Abweitung lautet:

$$\text{Abweitung} = \text{Längenunterschied} \times \cos \text{Breite}$$

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- (a) Drehe N unter die Marke "True Index".
- (b) Stelle das Quadratnetz des Diagrammschiebers unter die Transparenzscheibe.
- (c) Trage in geeignetem Masstab den Längenunterschied in Minuten vom Mittelpunkt aus horizontal nach links ab.
- (d) Drehe die Breite unter die Marke "True Index".
- (e) Der horizontale Abstand des Endpunktes der dem Längenunterschied entsprechenden Strecke von der Mittelachse des Diagrammschiebers ergibt in dem unter (c) gewählten Masstab die Abweitung in Seemeilen.

Beispiel:

Wie gross ist die Abweitung zwischen 5°E und 6°E auf 54° nördlicher Breite?

Längenunterschied $1^\circ = 60'$

Ergebnis: 35 sm

11.3 Berechnung der Grosskreisbeschickung

Die Näherungsformel zur Berechnung der Grosskreisbeschickung lautet:

$$u = 1/2 \text{ Längenunterschied} \times \sin \text{Mittelbreite}$$

Lösung mit ARISTO-AVIAT G:

- (a) Stelle N unter die Marke "True Index".
- (b) Stelle die horizontale Nulllinie des Quadratnetzes unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe.
- (c) Trage vom Mittelpunkt nach links in geeignetem Masstab (z.B. Seitenlänge eines stark ausgezogenen Quadrates = 1° Längenunterschied) den halben Längenunterschied ab.
- (d) Stelle die Mittelbreite unter die Marke "True Index".
- (e) Lies in dem unter (c) gewählten Masstab die Grosskreisbeschickung u ab als Länge der Senkrechten von dem Ende der nach links abgetragenen Strecke auf die horizontale Nulllinie.

Beispiel:

Standort des Senders 51°N 8°W
Koppelort des Flugzeuges 53°N 4°E
Längenunterschied 12° (halber Längenunterschied 6°)
Mittelbreite 52°

- Einstellung:
- (1) Stelle N unter die "True Index"-Marke.
 - (2) Stelle die horizontale Nulllinie der Quadrateinteilung unter den Mittelpunkt der Transparenzscheibe
 - (3) Trage nach links entlang der Horizontallinie 6 Quadrateinheiten ab
 - (4) Stelle 52° unter die Marke "True Index"

Ablesung : Lies die Grosskreisbeschickung 4,7° als Länge der Senkrechten vom Endpunkt der unter Ziff. (3) abgetragenen Strecke bis zur Nulllinie des Quadratnetzes ab. Die Skaleneinteilung auf der Mittellinie erleichtert die Ablesung.

12. Begriffsbestimmungen

Zur Erläuterung der in dieser Anleitung vorkommenden Fachausdrücke und vor allem zur Gegenüberstellung mit den im englisch-amerikanischen Schrifttum geläufigen Bezeichnungen sind die wichtigsten Begriffe noch einmal alphabetisch zusammengestellt.

Abtrift (Drift)

ist der Winkelunterschied zwischen dem Steuerkurs (Heading - Richtung der Flugzeuglängsachse) und dem Kurs über Grund (Track Made Good - Richtung des Flugweges).

Barometrische Navigation (Pressure Pattern Navigation)

Navigationsverfahren auf der Grundlage der Luftdruckverteilung längs des Flugweges. Sie beruhen auf der aus der geostrophischen Windformel hergeleiteten Möglichkeit, die Querwindkomponente (Beam Wind) (V_n) oder die seitliche Windversetzung (Beam Displacement) (Z_n) quer zum Steuerkurs durch Vergleich der absoluten Höhe (Absolute Altitude) mit der Druckhöhe (Pressure Altitude) an zwei Messorten zu bestimmen.

D-Wert (D-Value)

Der Unterschied zwischen der absoluten Höhe und der Druckhöhe ist der D-Wert (D-Value). Im Fluge werden die D-Werte durch Vergleich der Anzeige des Funkhöhenmessers (Radio Altimeter) mit der Anzeige des barometrischen Höhenmessers (Pressure Altimeter) bestimmt.

Geschwindigkeiten

(a) Fahrtmesseranzeige (Indicated Airspeed - I.A.S.) ist die am Fahrtmesser abgelesene Geschwindigkeit.

Berichtigte Fahrtmesseranzeige berücksichtigt den mechanischen Fehler des Fahrtmessers (Instrument Error) sowie die Fehler, die durch die Strömungsverhältnisse in der Umgebung des Staurohrs (Position- bzw. Attitude Error) hervorgerufen werden. Durch Anbringung der Berichtigung erhält man die Berichtigte Fahrtmesseranzeige (Rectified Airspeed - R.A.S. oder Calibrated Airspeed - C.A.S.).

(b) Wahre Eigengeschwindigkeit (True Airspeed - T.A.S.) ist die Relativgeschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft. Sie wird aus der berichtigten Fahrtmesseranzeige durch Anbringung der Dichteberichtigung (Höhen- und Temperaturberichtigung) bestimmt.

(c) Effektive Eigengeschwindigkeit (Effective True Airspeed - E.T.A.S.) wird in der barometrischen Navigation zur Berechnung der seitlichen Windversetzung (Z_n) gebraucht, wenn zwischen den beiden Vergleichsmessungen der Kurs geändert worden ist. Man ermittelt die direkte Entfernung (Effective Air Distance - E.A.D.) zwischen dem Koppelort bei der ersten Höhenvergleichsmessung und dem Koppelort ohne Wind ("Air Position") bei der zweiten Höhenvergleichsmessung und dividiert diesen Wert durch die Zwischenflugzeit.

(d) Grundgeschwindigkeit (Ground Speed) ist die in der Zeiteinheit (1 Stunde) zurückgelegte Entfernung über Grund.

Höhen

- (a) Absolute Höhe (Absolute Altitude) ist die tatsächliche Höhe des Flugzeuges über dem überflogenen Gelände.
- (b) Dichtehöhe (Density Altitude) ist die Höhe in der Standard-Atmosphäre, die der im Flugniveau herrschenden Luftdichte entspricht.
- (c) Druckhöhe (Pressure Altitude) ist die Höhe in der Standard-Atmosphäre, die dem im Flugniveau herrschenden Luftdruck entspricht.
- (d) QNH-Höhe (QNH Altitude) ist die Höhe, die ein Höhenmesser anzeigt, wenn an der Luftdruck-Unterskala (subscale) der QNH-Wert (früher QFF-Wert) eingestellt wird.
- (e) Wahre Höhe (True Altitude) ist die Höhe über einem festgelegten Bezugsniveau (zumeist Meeresspiegel - NN; Above Mean Sea Level - A.M.S.L.).

Kompressibilität (Compressibility)

Die durch die Zusammendrückbarkeit der Luft bedingte zu hohe Fahrtmesseranzeige nimmt erst bei Geschwindigkeiten von über 200 Kt bzw. rd. 400 km/h Werte an, die eine Berichtigung (Kompressibilitätsberichtigung) notwendig machen.

Kurse

- (a) Rechtweisender Kurs (rwK - True Track, T.T., in den USA: True Course, T.C.) ist der Winkel zwischen rechtweisend Nord (True North) und der Flugrichtung über Grund (bei der Flugvorbereitung auch als Kartenkurs (Required Track) und bei der Flugdurchführung als Kurs über Grund (Track Made Good, T.M.G.)) bezeichnet.
- (b) Rechtweisender Steuerkurs (rwSK - True Heading, T.H.) ist der Winkel zwischen rechtweisend Nord und der Richtung der Flugzeuglängsachse (Frühere Bezeichnung: rw. Windkurs). Der Winkelunterschied zwischen rwK und rwSK ist der Luvwinkel bzw. die Abtrift.
- (c) Missweisender Steuerkurs (mwSK - Magnetic Heading, M.H.) ist der Winkel zwischen missweisend Nord (Magnetic North) und der Flugzeuglängsachse. Der Winkelunterschied zwischen rwSK und mwSK wird durch die Ortsmissweisung (Variation) hervorgerufen.
- (d) Kompasskurs (KK - Compass Heading, C.H.) ist der Winkel zwischen Kompass-Nord und der Flugzeuglängsachse. Der Winkelunterschied zwischen mwSK und KK wird durch Störfelder am Kompassort (Deviation) hervorgerufen.

Luvwinkel (Drift Correction Angle, W.C.A.)

Luvwinkel ist der Winkel zwischen der Richtung des beabsichtigten Kurses über Grund (rechth. Kurs bzw. Kartenkurs) und der Richtung der Flugzeuglängsachse. Im gleichen Winddreieck ist der Luvwinkel grössengleich mit der Abtrift und unterscheidet sich von dieser nur durch das Vorzeichen.

Machzahl (Mach Number)

Gibt das Verhältnis von Eigengeschwindigkeit zur jeweiligen Schallgeschwindigkeit an:

$$\text{Machzahl} = \frac{V}{c_s} \quad \left(\frac{T.A.S.}{\text{speed of sound}} \right)$$

Windwinkel (w) (Wind Angle)

Windwinkel ist der Winkel zwischen der Herkunft-Richtung des Windes und der Richtung des Flugweges über Grund (rechtweisender Kurs).

Windeinfallwinkel (we) (Relative Wind Angle)

Windeinfallwinkel ist der Winkel zwischen der Herkunft-Richtung des Windes und der Richtung der Flugzeuglängsachse (rechth. Steuerkurs).

Seitliche Windversetzung (Z_n - Beam Displacement)

Als Strecke ausgedrückte Versetzung des Flugzeuges quer zur Flugzeuglängsachse zwischen zwei D-Wert-Messungen.

Querwindkomponente (V_n - Beam Wind Component)

Der rechtwinklig zur Flugzeuglängsachse wirkende Anteil der Windgeschwindigkeit, ausgedrückt in Knoten.