

DER
FLUG-NAVIGATIONS-
RECHENSTAB
LG 35 - 7380

NAVIGAT

als unentbehrliches Hilfsmittel
für Theorie und Praxis

Eine Anleitung zum Gebrauch

VEB MANTISSA - RECHENSTÄBE - ZEICHENGERÄTE
DDR 808 DRESDEN - GOETHESTRASSE 9 - TEL. 584347

Inhalt

1 Einleitung	5
2 Aufbau des Navigationsrechenschiebers	5
3 Die Intervalle der Teilungen	8
4 Das Schätzen	9

I Allgemeine Mathematik auf dem »Navigat«

5 Die Multiplikation	11
6 Die Division	11
7 Das Quadrieren und Quadratwurzelziehen	12
8 Bestimmung der Werte der trigonometrischen Funktionen	14
9 Multiplikation von Zahlen mit trigonometrischen Winkelfunktionen	15
10 Division von Zahlen mit trigonometrischen Winkelfunktionen	16
11 Kombinierte Operationen	17
12 Umrechnung von Maßeinheiten	18

II Aufgaben für die Navigation

13 Berechnung der Machzahl und der Schallgeschwindigkeit	21
14 Berechnung der Weggeschwindigkeit aus zurückgelegter Entfernung und Flugzeit	21
15 Berechnung der zurückgelegten Entfernung aus Weggeschwindigkeit und Flugzeit	22
16 Berechnung der Flugzeit aus der zurückgelegten Entfernung und Weggeschwindigkeit	23
17 Berechnung der Weggeschwindigkeit aus der Flugzeit und einer Basis gleich der Flughöhe	23
18 Berechnung der Seitenabweichung in Grad (SA°) aus Entfernung und Seitenabweichung in km (SA_{km})	24
19 Berechnung der berichtigten Flughöhe aus der Anzeige des barometrischen Höhenmessers	25
20 Berechnung der berichtigten Fluggeschwindigkeit aus der Anzeige des Geschwindigkeitsmessers	27

21 Bestimmung des Äquivalentwinkels	29
22 Berechnung des Abdriftwinkels und der Weggeschwindigkeit mit bekanntem Windvektor	30
23 Berechnung des Abdriftwinkels eines Flugzeuges mit Längs- und Vertikalwinkel	31
24 Bestimmung des Abdriftwinkels mit einer seitlichen Funkstation	32
25 Bestimmung der horizontalen Entfernung mit der Höhe und dem Vertikalwinkel	33
26 Berechnung der horizontalen Entfernung mit der Höhe und der schrägen Entfernung	34
27 Bestimmung der Weggeschwindigkeit mit Hilfe von funktechnischen Systemen	36

III Berechnung für Flugmanöver

28 Bestimmung des Kurvenradius mit dem Schräglagewinkel und der Kurvengeschwindigkeit	37
29 Bestimmung der Dauer einer Kurve für ein Flugzeug mit gegebenem Radius und gegebener Kurvengeschwindigkeit	37
30 Bestimmung der Dauer einer Kurve mit gegebener Schräglage und Kurvengeschwindigkeit	38
31 Bestimmung des linearen Vorhaltes der Kurve	39
32 Berechnung der kleinsten Entfernung zur Tilgung eines Zeitmangels oder Überschusses	40
33 Bestimmung der Flugzeit für eine Schleife zur Tilgung eines Zeitüberschusses	40
34 Berechnung der Zeit für Begegnung und Einholung von Flugzeugen	41

IV Aufgaben zum Bombenwurf

35 Berechnung des Zielwinkels	42
36 Bestimmung der schrägen Entfernung beim Bombenwurf	44
37 Bestimmung der Größe der Abdrift eines langsam fallenden Körpers	46
38 Bestimmung der Bombenabwurfhöhe mit Lichtbildern	46
39 Berechnung der erforderlichen Anzahl von Aufnahmen beim Foto-Bombenwurf	47

V Aufgaben zur Luftbildfotografie

40	Bestimmung des Aufnahmemaßstabes	48
41	Bestimmung der Höhe für die Aufnahme	48
42	Bestimmung der maximal zulässigen Belichtungsdauer	49
43	Bestimmung der Geländeerfassung	49
44	Bestimmung der Seitenkanten der Meßstabschablone	49
45	Bestimmung der Anzahl der Aufnahmen für einen Flugweg	50
46	Bestimmung des Intervalles zwischen den Belichtungen	50
47	Bestimmung der Anzahl der Flugwege zum Fotografieren einer gegebenen Fläche	50
48	Bestimmung der Höhe bei Perspektivfotografie	51
49	Bestimmung des Abbildungsmaßstabes bei der Perspektivfotografie	52
50	Bestimmung der Geländeerfassung mit dem vorderen und hinteren Abschnitt	54
51	Bestimmung der Entfernung der Vertikalen des Flugzeuges bei der Perspektivfotografie	54
52	Bestimmung des Intervalles zwischen den Belichtungen bei der Perspektivfotografie	54
53	Bestimmung der Anzahl der Aufnahmen aus einem Flugzeug bei Perspektivfotografie	55

VI Aufgaben für das Luftschießen

54	Bestimmung der linearen Abdrift für Kugel und Geschöß	57
55	Bestimmung des linearen Vorhaltes	57
56	Bestimmung des Vorhaltewinkels	58
57	Bestimmung der Entfernung bis zum Ziel	59
58	Berechnung des Visierwinkels	59
59	Der Läufer	59
60	Die Behandlung des Rechenstabes	60

ACHTUNG!

Wenn Sie bereits
routinierter Rechenstabrechner sind,
dann beginnen Sie mit Ihren Übungen
bei Abschnitt II!

1 Einleitung

Der Rechenstab – auch Rechenschieber genannt – ist in einer etwa 200jährigen Entwicklungszeit ein unentbehrliches und vielseitig verwendbares Hilfsmittel für eine Vielzahl von Rechnungsarten geworden. Man kann damit multiplizieren, dividieren, potenzieren, radizieren usw.

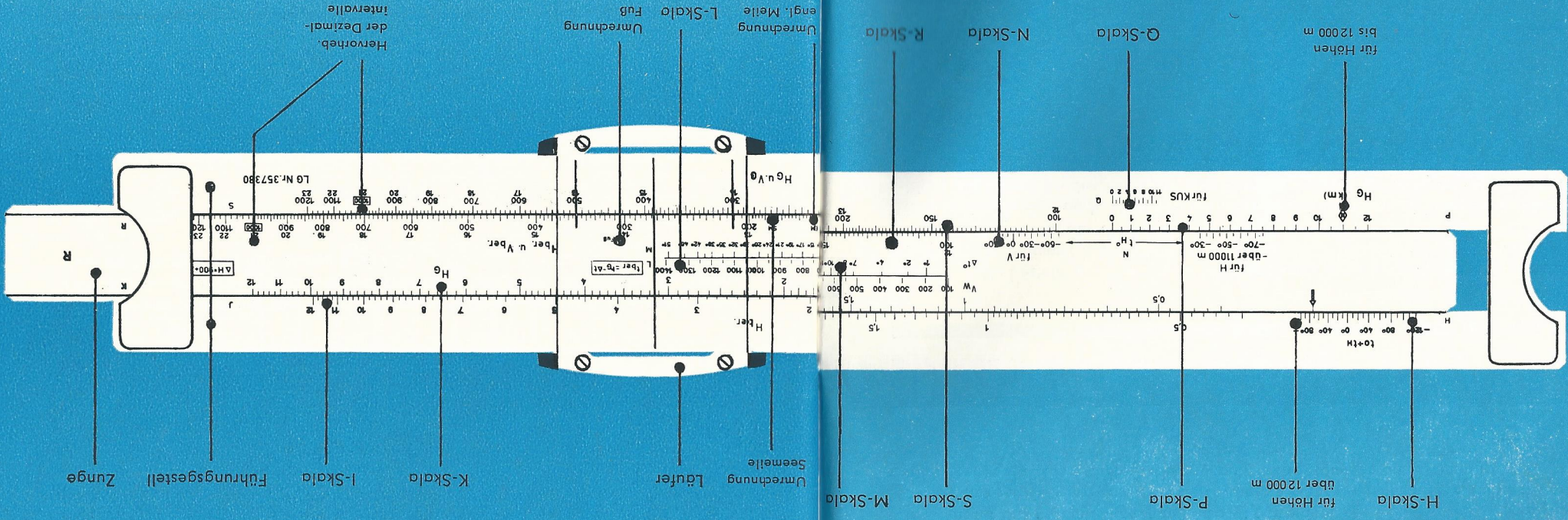
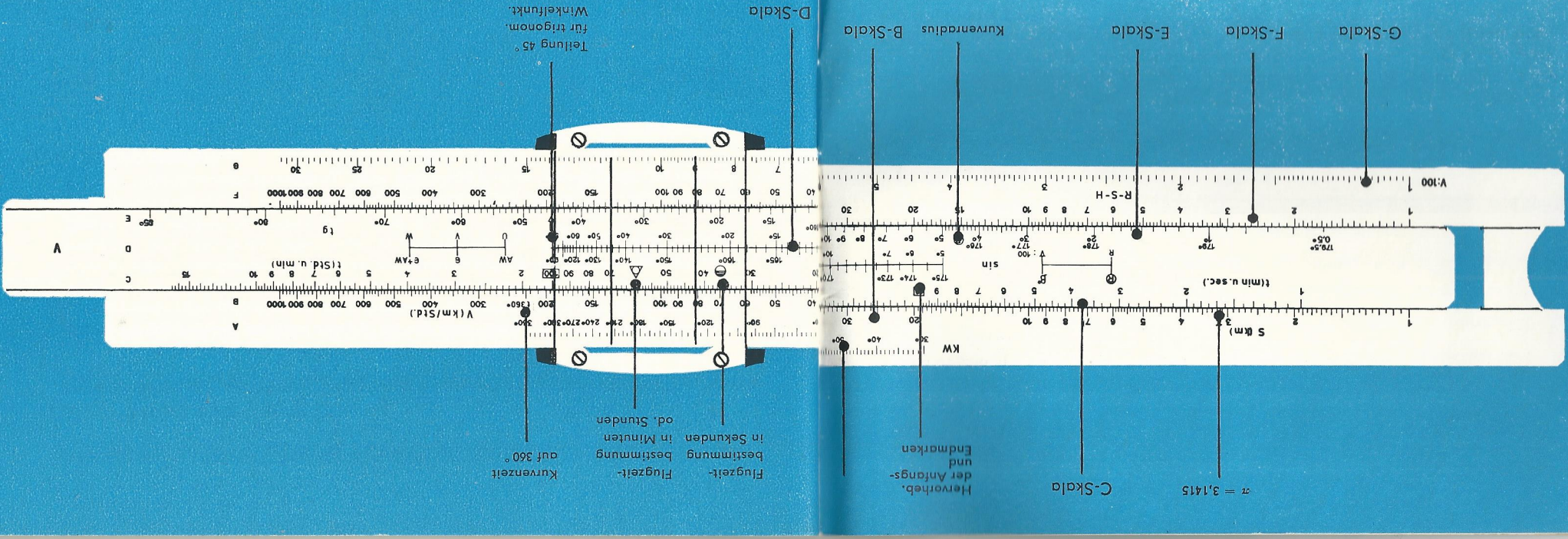
Die ersten Navigationsrechenschieber, in dieser Anleitung kurz »Navigat« genannt, mit gradlinigen Skalen wurden bereits 1923 von dem sowjetischen Konstrukteur Nemtschinow herausgebracht. Durch ständige Fortentwicklungen ist er heute ein gernbenutztes Recheninstrument für das gesamte fliegende Personal geworden.

Man fordert vom »Navigat« nicht die Eigenschaften einer Rechenmaschine, sei aber davon überzeugt, daß die erzielte Rechengenauigkeit vollkommen ausreichend ist.

2 Aufbau des Navigationsrechenschiebers

Der »Navigat« besteht aus einem nicht leicht entflammaren Kunststoff, der mit einem weichen Radiergummi leicht gereinigt werden kann. Hauptteile und Anordnung der gravierten Skalen sind aus der Abbildung 1 und 2 ersichtlich.

Zwischen den Skalen, auch Teilungen genannt, liegen eine Anzahl besonderer Kennzeichen, sie erleichtern das Einstellen und Ablesen, sie sind ebenfalls aus Abbildung 1 und 2 ersichtlich.

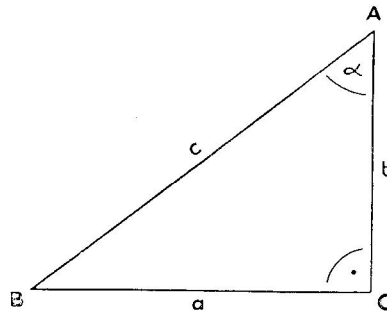


$\pi = 3,1415$

8 Bestimmung der Werte der trigonometrischen Funktionen

Die Bestimmung der Werte von Sinus und Tangens eines gegebenen Winkels erfolgt nach folgenden Gleichungen (Abbildung 10):

$$\sin \alpha = \frac{BC}{AB} \quad \tan \alpha = \frac{BC}{AC}$$



$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{a}{c} = \frac{BC}{AB} \\ \cos \alpha &= \frac{b}{c} = \frac{AC}{AB} \\ \tan \alpha &= \frac{a}{b} = \frac{BC}{AC} \\ \cot \alpha &= \frac{b}{a} = \frac{AC}{BC} \end{aligned}$$

Abb. 10

Bei diesen Rechenoperationen muß der Index E ∇ auf dem Teilstrich 100 der F-Skala stehen! Dies bezeichnen wir forthin als Grundstellung des Rechenschiebers.

	Winkel	entspricht	einstellen auf Skala	Werte auf F-Skala
Beispiel 19	sin 45°	—	D	0,707
Beispiel 20	sin 15°	—	D	0,258
Beispiel 21	sin 173°	—	D	0,112
Beispiel 22	cos 70°	sin 20°	D	0,342
Beispiel 23	tan 25°	—	E	0,466
Beispiel 24	tan 56°	—	E	1,48
Beispiel 25	cot 21°	tan 69°	E	2,605

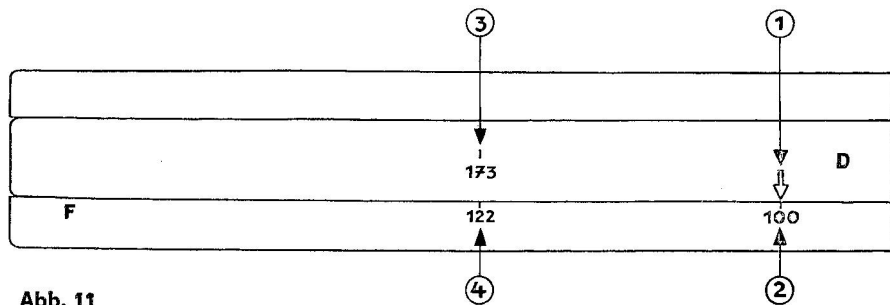


Abb. 11

Sinus 5° ... 175° wird auf der D-Skala eingestellt, kleine Sinuswinkel und alle Tangenswinkel hingegen auf der E-Skala.

Beispiel 26: $\sin 2^\circ 30' = \tan 2^\circ 30' = ?$

Lösung nach Abbildung 12: Läuferstrich auf E-2-5, darunter auf F-4-3-7. Ergebnis: 0,0437

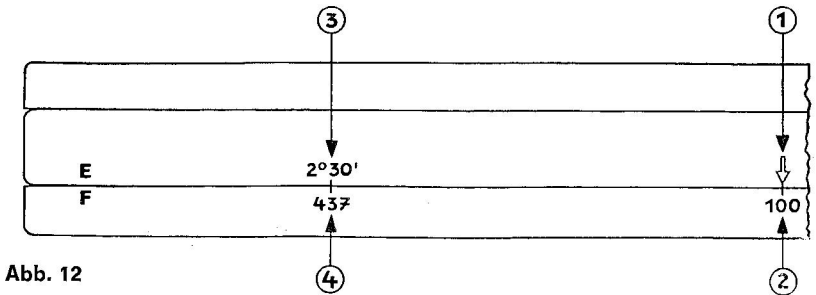
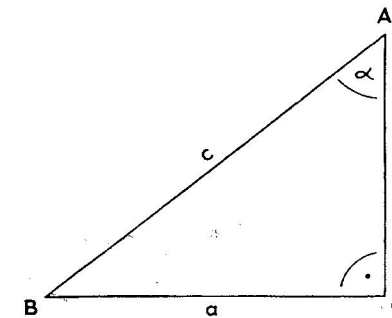


Abb. 12

9 Multiplikation von Zahlen mit trigonometrischen Winkelfunktionen

Die Multiplikation mit dem Sinus oder Cosinus lautet:



$$a = c \cdot \sin \alpha$$

$$b = c \cdot \cos \alpha$$

Abb. 13

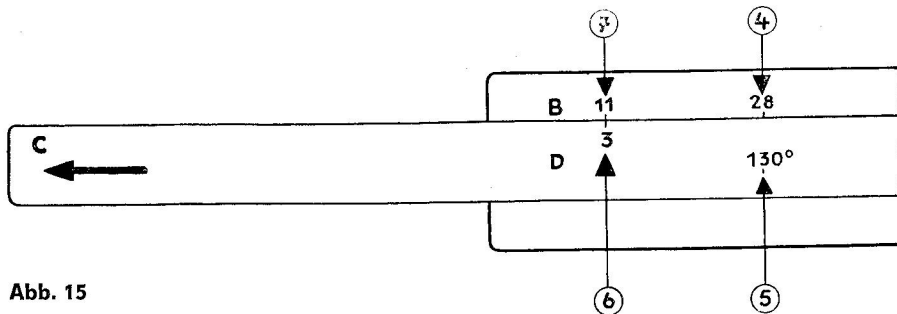
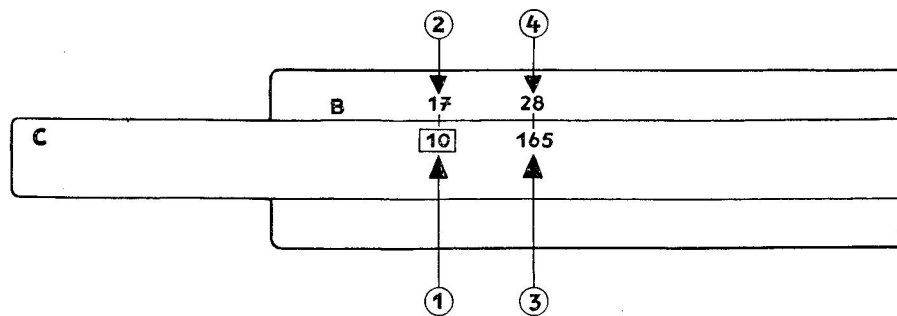


Abb. 15

Ergebnis: $r = 11$ km Abbildung 15 zeigt Ihnen den Rechnungsgang

12 Umrechnung von Maßeinheiten

a) Stundenkilometer in Metersekunden

Beispiel 38 und 39: $725 \text{ km/h} = ? \text{ m/s}$

Lösung: Index $C \oplus$ gegenüber $B-7-2-5$, Läufer auf Index $\boxed{10}$ führen und auf $B-2-0-1$ ablesen.

Ergebnis: 201 m/s . Üben Sie weiter: $515 \text{ km/h} = 143 \text{ m/s}$

b) Metersekunden in Stundenkilometer

Beispiel 40 und 41: $25 \text{ m/s} = ? \text{ km/h}$

Lösung: Index $C \boxed{10}$ unter $B-2-5$ ziehen, Läufer auf Index $C \oplus$ führen, darüber auf $B-9-0$ ablesen.

Ergebnis: 90 km/h . Üben Sie weiter: $195 \text{ m/s} = 702 \text{ km/h}$

c) Umrechnung von See-, engl. Meilen und Fuß in metrische Werte und umgekehrt.

Beispiel 42: $205 \text{ engl. Meilen} = ? \text{ km}$ $205 \text{ Seemeilen} = ? \text{ km}$ $205 \text{ Fuß} = ? \text{ m}$

Lösung nach Abbildung 16: R 100 über $S-2-0-5$ ziehen, Läuferstrich nacheinander auf Index R EM, SM und Fuß führen und darunter auf S entsprechende metrische Ziffernfolge ablesen:

$a = 328 \text{ km}$ $b = 380 \text{ km}$ $c = 62,5 \text{ m}$

Beispiel 43: $455 \text{ km} = \text{a) } ? \text{ engl. Meilen}$ $\text{b) } ? \text{ Seemeilen}$ $\text{c) } 45,5 \text{ m} = ? \text{ Fuß}$

Lösungen: Läuferstrich auf $S-4-5-5$, dann zieht man die Zunge nacheinander auf vorstehende Marke und liest den jeweiligen Wert unter R-100 auf S ab, so erhält man folgende

Ergebnisse: $a = 283 \text{ engl. Meilen}$, $b = 246 \text{ Seemeilen}$, $c = 149 \text{ Fuß}$

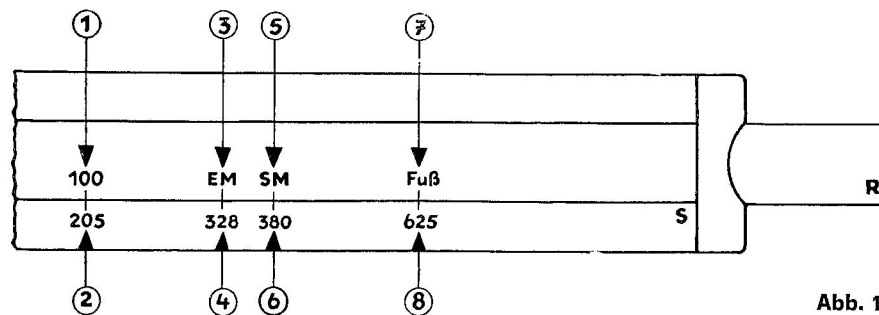


Abb. 16

Meter pro Sekunde	\triangleq	Fuß pro Sekunde
1 m	$=$	3,281 Fuß (ft)
1 m/s	$=$	3,281 ft/s
1 m/s	$=$	$3,281 \cdot 60 \text{ ft/min} = 196,86 \text{ ft/min}$.

Beispiel 44: $5 \text{ m/s} \triangleq ? \text{ ft/min}$

Lösung: Index R-100 auf $S-197$ führen und unter R-500 Ergebnis $S-985$ ablesen.

Ergebnis: 985 ft/min

Üben Sie weiter $7 \text{ m/s} \triangleq 1380 \text{ ft/min}$,
Fuß pro Minute \triangleq Meter pro Sekunde

Beispiel 45: $1500 \text{ ft/min} \triangleq ? \text{ m/s}$

Lösung: Index R-100 auf $S-197$ führen und über $S-150$ Ergebnis R-762 ablesen.

Ergebnis: $7,62 \text{ m/s}$

d) Umrechnung von Winkelgraden in Radianten (Arcusmaß) und umgekehrt.

Hierbei gilt folgende Formel:

$$\widehat{\alpha} = \frac{\pi}{180^\circ} \cdot \alpha^\circ \quad \alpha^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \widehat{\alpha} \quad \left[1 \text{ rad} = \left(\frac{360}{2\pi} \right)^\circ = 57,296^\circ \right]$$

Hierbei B-Skala Intervall 1 bis 10 und C-Skala Intervall 10 bis 100 benutzen!

Beispiel 46 und 47: $35^\circ = ? \text{ arc}$

Lösung nach Abbildung 17: Zunge mit C-1-8 unter B- π ziehen, dann Läuferstrich auf C-3-5, darüber steht auf B-6-1.

Ergebnis: 0,61 arc. Mit gleicher Zungeneinstellung schieben wir den Läuferstrich auf 240° und lesen B-4-2, das ist 4,2 arc.

Beispiel 48 und 49: $1,84 \text{ arc} = ? \text{ Winkelgrad}$

Lösung: Unter B-1-8 die Zunge mit C π ziehen, Läuferstrich auf C-1-8-4 gleiten lassen, darüber auf B-1-0-5 ablesen.

Ergebnis: 105° . Mit gleicher Zungenstellung Läufer auf 0,27 arc = $15,5^\circ$

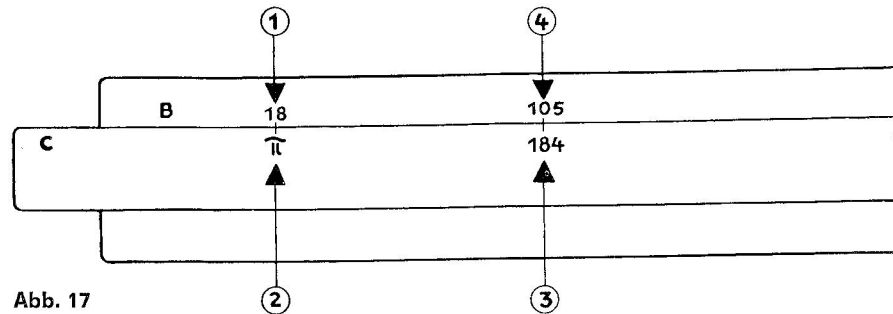


Abb. 17

II Aufgaben für die Navigation

13 Berechnung der Machzahl und der Schallgeschwindigkeit

$$M = \frac{V}{a} \quad \begin{array}{l} a = \text{Schallgeschwindigkeit} \\ M = \text{Machzahl} \end{array}$$

Beispiel 50: Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit bei $t_H = -40^\circ \text{ C}$?

Lösung nach Abbildung: Auf P-Skala ständig 3,25 km einstellen, darüber $t_H = -40^\circ \text{ C}$ dann liest man über Index S-1000 auf R-1100 ab.

Ergebnis: $a = 1100 \text{ km/h}$

$$P \frac{-40^\circ}{3,25 \text{ km (const)}} \quad V \frac{1100 = a}{1000} \quad \begin{array}{l} R \\ S \end{array}$$

$$V_W = 800 \text{ km/h} \triangleq M = 0,729; \quad M = 1,2 = V_W = 1320 \text{ km/h}$$

Bei gleicher Schiebereinstellung ist man in der Lage, auf R für jede beliebige Geschwindigkeit darunter auf S die entsprechende M-Zahl abzulesen bzw. umgekehrt an Hand der Machzahl die Geschwindigkeit zu bestimmen.

14 Berechnung der Weggeschwindigkeit aus zurückgelegter Entfernung und Flugzeit

$$\text{Hierbei gilt: } W = \frac{s}{t} \quad \begin{array}{l} W = \text{Weggeschwindigkeit km/h oder m/s} \\ s = \text{zurückgelegte Entfernung km oder m} \\ t = \text{Flugzeit in min oder sec} \end{array}$$

18 Berechnung der Seitenabweichung in Grad (SA°) aus Entfernung und Seitenabweichung in km (SA_{km})

Folgende Formeln gelten:

$$\tan SA^\circ = \frac{SA_{km}}{S_{zur}} = \text{Seitenabweichung in km} \\ \text{zurückgelegte Entfernung in km}$$

$$\tan ZB = \frac{SA_{km}}{S_{Rest}} \quad ZB = \text{zusätzliche Berichtigung} \\ S_{Rest} = \text{restliche Entfernung}$$

$$\tan KB = SA^\circ + ZB$$

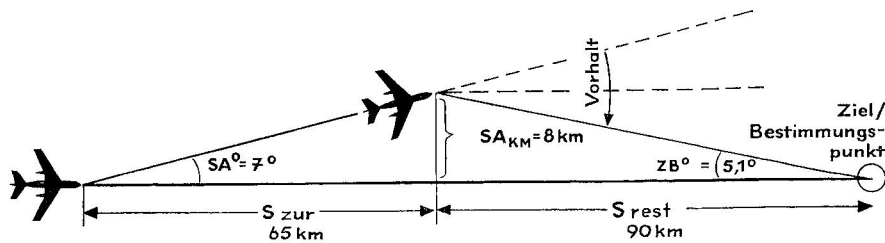


Abb. 20

Beispiel 57: Wir entnehmen die Werte der Abbildung 20

Lösung: Index E \downarrow über F-6-5 ziehen, Läuferstrich auf F-8 führen, gegenüber auf E-7 ablesen.

1. Ergebnis: $SA^\circ = 7^\circ$ (Abbildung 20), Index E \downarrow über F-9-0 ziehen, Läuferstrich auf F-8 führen, gegenüber auf E-5-1 ablesen.

2. Ergebnis: $ZB = 5,1^\circ$, Gesamtberichtigung $7^\circ + 5,1^\circ = 12,1^\circ$

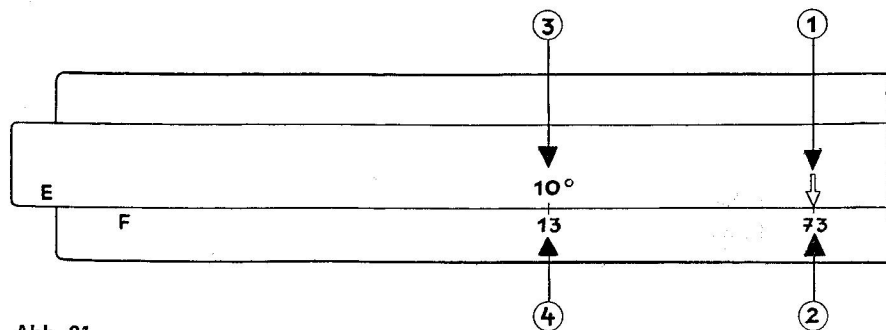


Abb. 21

Ist die seitliche Abweichung nur in Grad bekannt, so wird die Aufgabe ebenfalls wie in Abbildung 21 dargestellt gelöst, aber mit dem Unterschied, daß anfangs gegenüber dem Läufer nicht der gesuchte Wert in Grad, sondern die Seitenabweichung in Kilometer abgelesen wird und durch ihn schon die zusätzliche Berichtigung im Kurs errechnet ist:

Beispiel 58: Zurückgelegte Entfernung = 73 km

Restliche Entfernung = 125 km

Seitenabweichung = 10°

$SA_{km} = ?$ $ZB = ?$ $KB = ?$

Lösung: $SA_{km} = 13$ km $ZB = 6^\circ$ $KB = 16^\circ$

Das Vorzeichen der Berichtigung für den Kurs wird durch die Abweichung von der Weglinie bestimmt:

Linksabweichung +
Rechtsabweichung -

19 Berechnung der berichtigten Flughöhe aus der Anzeige des barometrischen Höhenmessers

a) Umrechnung der angezeigten Höhe bis zu 12000 m

Beispiel 59: Der barometrische Höhenmesser an Bord zeigt 7800 m bei

$t_0 = +22^\circ C$, $t_H = -30^\circ C$; wie hoch ist H_{ber} ?

Lösung nach Abbildung 22: Man errechnet zuerst $t_0 + t_H = 22^\circ - 30^\circ = -8^\circ C$; dann stellt man den linken Index K \uparrow auf H-8 und führt den Läuferstrich auf K-7-8, dem Wert gegenüber steht auf J-8, das Ergebnis lautet: $H_{ber} = 8000$ m.

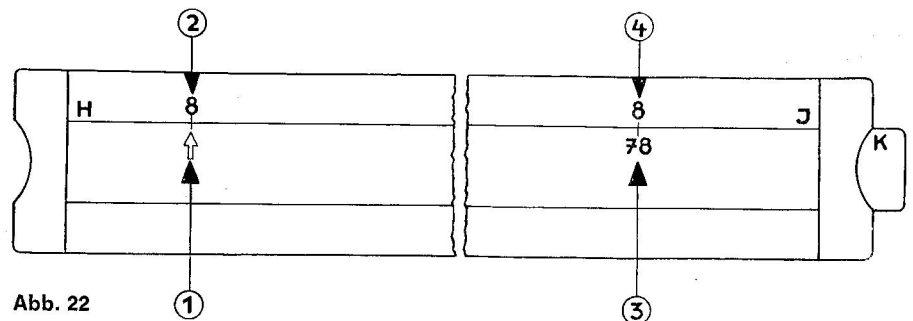


Abb. 22

22 Berechnung des Abdriftwinkels und der Weggeschwindigkeit mit bekanntem Windvektor

Hierbei gilt: $\sin AW = \frac{U}{V} \sin \varepsilon$

oder: $W = \frac{\sin(\varepsilon + AW)}{\sin \varepsilon} \cdot V$

$AW =$ Abdriftwinkel
 $U =$ Windgeschwindigkeit (km/h)
 $V =$ Fluggeschwindigkeit (km/h)
 $\varepsilon =$ Windwinkel in Grad
 $W =$ Weggeschwindigkeit (km/h)

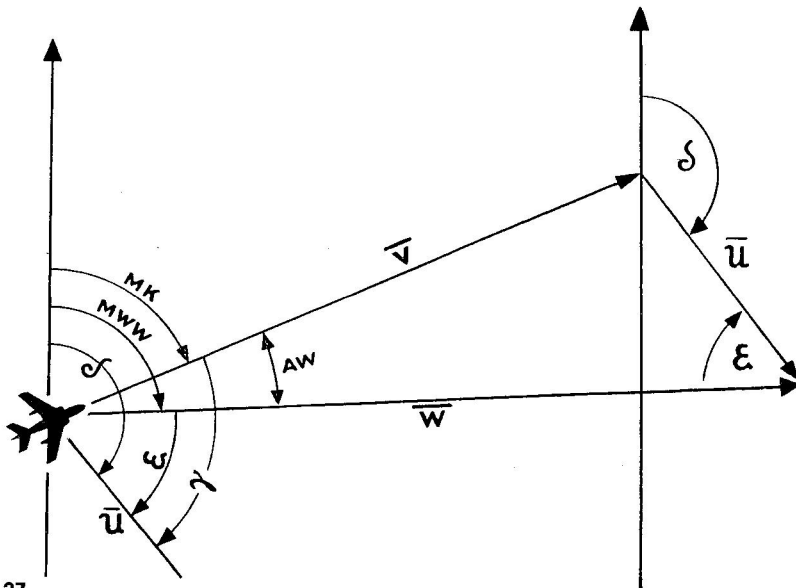


Abb. 27

Beispiel 67: $V = 620 \text{ km/h}$ $U = 120 \text{ km/h}$ $\delta_n = 152^\circ$ $MWW = 120^\circ$
 $\varepsilon = ?$ $AW = ?$ $W = ?$

Lösung: Man berechnet zuerst $\varepsilon = \delta_n - MWW$ $\varepsilon = 152^\circ - 120^\circ = 32^\circ$
 Läuferstrich auf F-6-2, darunter Zunge mit D-3-2, dann Läuferstrich auf F-1-2, darüber auf D-5,8° ablesen.

Jetzt addiert man $32 + 5,8 = 37,8$, auf diesen Wert der D-Skala führt man den Läuferstrich und liest darunter auf F-7-2 ab.

Ergebnis: $W = 720 \text{ km/h}$ $AW + 5,8^\circ$

Merke: Winkel zwischen 5° und 90° , bzw. 90° und 175° auf D-Skala
 Winkel zwischen 0° und 5° , bzw. 175° und 180° auf E-Skala einstellen!
 Ist der Windwinkel größer als 180° , so muß sein Komplementwinkel zu 360° benutzt werden.

Beispiel 68: $V = 280 \text{ km/h}$, $U = 45 \text{ km/h}$, $\varepsilon = 155^\circ$, $AW = 4^\circ$, $W = 237 \text{ km/h}$

Das Vorzeichen für die Abdrift ist positiv, es wird jedoch negativ, wenn ε als Komplementwinkel zu 360° genommen wird.

Wird AW kleiner als $0,5^\circ$, so setzt man es gleich Null und errechnet $W = V \pm U$

23 Berechnung des Abdriftwinkels eines Flugzeuges mit Längs- und Vertikalwinkel

Es gilt: $AW = \frac{VW_Q}{\tan VW_L}^\circ$

$VW_L =$ Vertikalwinkel zu einem Richtpunkt, der sich voraus auf der Kurslinie befindet
 $VW_Q =$ Seitenneigung in Grad (Vertikalwinkel zum Richtpunkt auf der Querlinie zur Kurslinie)

Beispiel 69: $VW_L = 35^\circ$ $VW_Q = -8^\circ$ $AW = ?$

Lösung nach Abbildung 28: Läuferstrich auf F-8, darunter zieht man die Zunge mit E-3-5, führt den Läufer auf Index E-7 und liest darunter auf F-1-1-4 ab.

Ergebnis: $AW = -11,4^\circ$

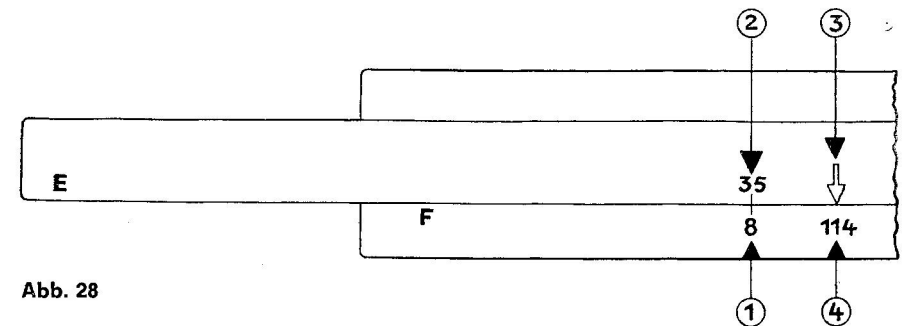
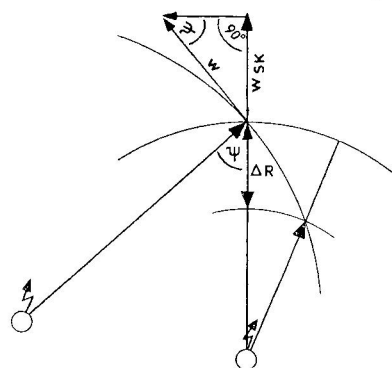


Abb. 28

Bemerkung: $VW_L = 45^\circ$ $26,5^\circ$ $63,6^\circ$
 $AW = VW_Q$ $2 VW_Q$ $\frac{1}{2} VW_Q$

27 Bestimmung der Weggeschwindigkeit mit Hilfe von funktechnischen Systemen



Es gilt: $W = \frac{\Delta R}{t \cdot \sin \psi}$

ψ = Stationswinkel

ΔR = Entfernungsänderung von der Geschwindigkeitsstation in der Zeit

Abb. 35

Beispiel 75: $R = 2500 \text{ m}$, $t = 20 \text{ sec}$, $\psi = 30^\circ$, $W = ?$

Lösung nach Abbildung 36: Läuferstrich auf B-2-5 stellen, darunter C-2-0 ziehen, dann Läuferstrich auf Index C ⊕ führen, darunter die Zunge mit D-30°; gegenüber Index 100 auf B-9 ablesen.

Ergebnis: $W = 900 \text{ km/h}$

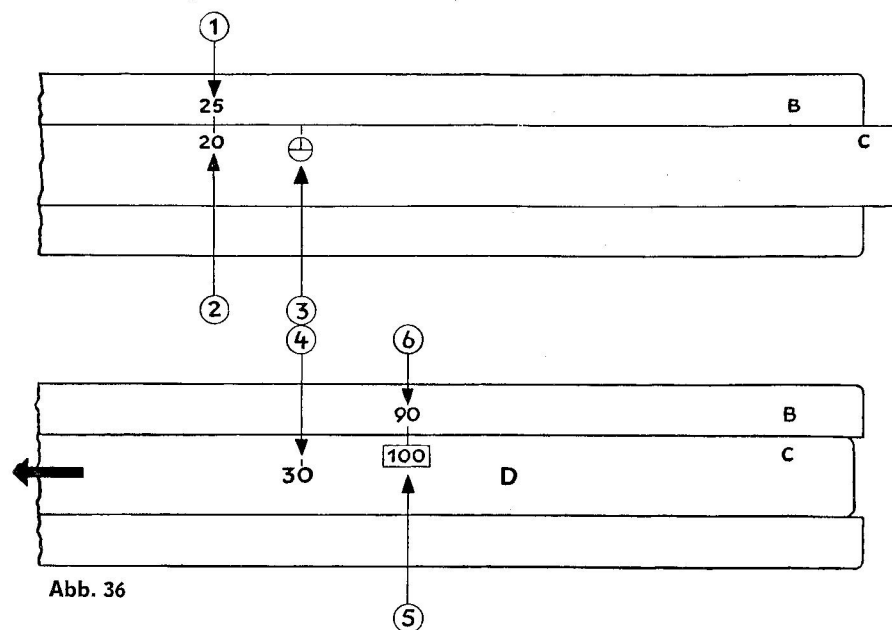


Abb. 36

III Berechnungen für Flugmanöver

28 Bestimmung des Kurvenradius mit dem Schräglagewinkel und der Kurvengeschwindigkeit

Es gilt: $R = \frac{V^2}{g \cdot \tan \beta}$

R = Kurvenradius des Flugzeuges (m)

V = Fluggeschwindigkeit (m/sec)

g = Erdbeschleunigung (9,81 m/sec)

β = Schräglagewinkel

Beispiel 76: Wie groß ist der Kurvenradius eines Flugzeuges, das mit 720 km/h bei $\beta = 18^\circ$ fliegt?

Lösung: Läuferstrich auf G-7-2, darüber zieht man die Zunge mit E-18, dann liest man unter der E-(R)-Marke den Wert F-1-2-5 ab.

Ergebnis: $R = 12,5 \text{ km}$

Beispiel 77: $V = 260 \text{ km/h}$, $\beta = 12^\circ$, $R = 2500 \text{ m}$

Diese Aufgaben können nach der symbolischen Darstellung, links der D-Skala errechnet werden.

29 Bestimmung der Dauer einer Kurve für ein Flugzeug mit gegebenem Radius und gegebener Kurvengeschwindigkeit

1. $t_{360} = \frac{2 \pi R}{V}$

$\pi = 3,1415$

R = Kurvenradius in km oder m

V = Kurvengeschwindigkeit

in km/h oder m/s

2. $t_{KW} = \frac{\pi \cdot R \cdot KW}{V \cdot 180} = \frac{KW}{360} \cdot t_{360}$

KW = Kurvenwinkel des Flugzeuges

V Aufgaben zur Luftbild-Fotografie

40 Bestimmung des Aufnahmemaßstabes

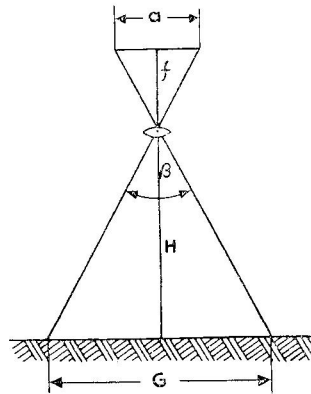


Abb. 47

Es gelten folgende Formeln:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H} \quad M_B = \frac{H}{f}$$

m = Maßstab

M_B = Bildmaßstab

H = Aufnahmehöhe (cm)

f = Brennweite

Beispiel 92: Bestimme den Bildmaßstab aus 5400 m Höhe bei $f = 45$!

Lösung: Läuferstrich auf S-5-4, darüber Zunge mit R-4-5, gegenüber R-100 liest man auf S-1-2.

Ergebnis: $M_B = 120$ m für 1 cm

41 Bestimmung der Höhe für die Aufnahme

Es gilt: $H = M_B \cdot f$

Beispiel 93: Gegeben: $f = 25$, $M_B = 11$ cm für 1 cm, — $H = ?$

Lösung: Zunge mit R-100 über S-110, Läuferstrich auf R-2-5, darunter auf S-2-7-5 ablesen.

Ergebnis: 2750 m

42 Bestimmung der maximal zulässigen Belichtungsdauer

$$\text{Es gilt: } B_{\max} = \frac{M_B}{100 W} \quad \begin{array}{l} M_B = \text{Bildmaßstab} \\ W = \text{Weggeschwindigkeit (m/sec)} \end{array}$$

Beispiel 94: Wie hoch ist max. zu belichten bei 740 km/h und $M_B = 80$ m für 1 cm?

Lösung: Index C-10 unter B-7-4, Läuferstrich auf C-10, Zunge C-80 darunter und gegenüber C-100 auf B-2-5-8 ablesen.

$$\text{Ergebnis: } a = \frac{1}{B_{\max}} = 258 \quad \text{also } B_{\max} = \frac{1}{258} \text{ sec}$$

43 Bestimmung der Geländeerfassung

$$\text{Lösungsformel: } L = M_B \cdot l$$

L = Geländeerfassung durch Bildung des Luftbildes (m)

l = Bildlänge in Flugrichtung (cm)

M_B = Abbildungsmaßstab

Beispiel 95: Bestimme L bei $M_B = 290$ m für 1 cm, $l = 28$ cm

Lösung: Index 10 unter B-2-8, dann Läuferstrich auf C-2-9 führen und darüber auf B-8-1 ablesen.

Ergebnis: $L = 8100$ m

44 Bestimmung der Seitenkanten der Maßstabschablone

$$\text{Folgende Formel gilt: } P = \frac{L}{M_k}$$

P = Seitenkanten der Maßstabschablone (mm)

L = Geländeerfassung durch Bildung des Luftbildes (m)

M_k = Kartenmaßstab

Beispiel 96: Ermittle P wenn $L = 4300$ und $M_k 1000$ m für 1 cm

Lösung: Läuferstrich auf B-4-3, darunter die Zunge mit C-100 gegenüber C-10 auf B-4-3 ablesen.

Ergebnis: $P = 4,3$ mm

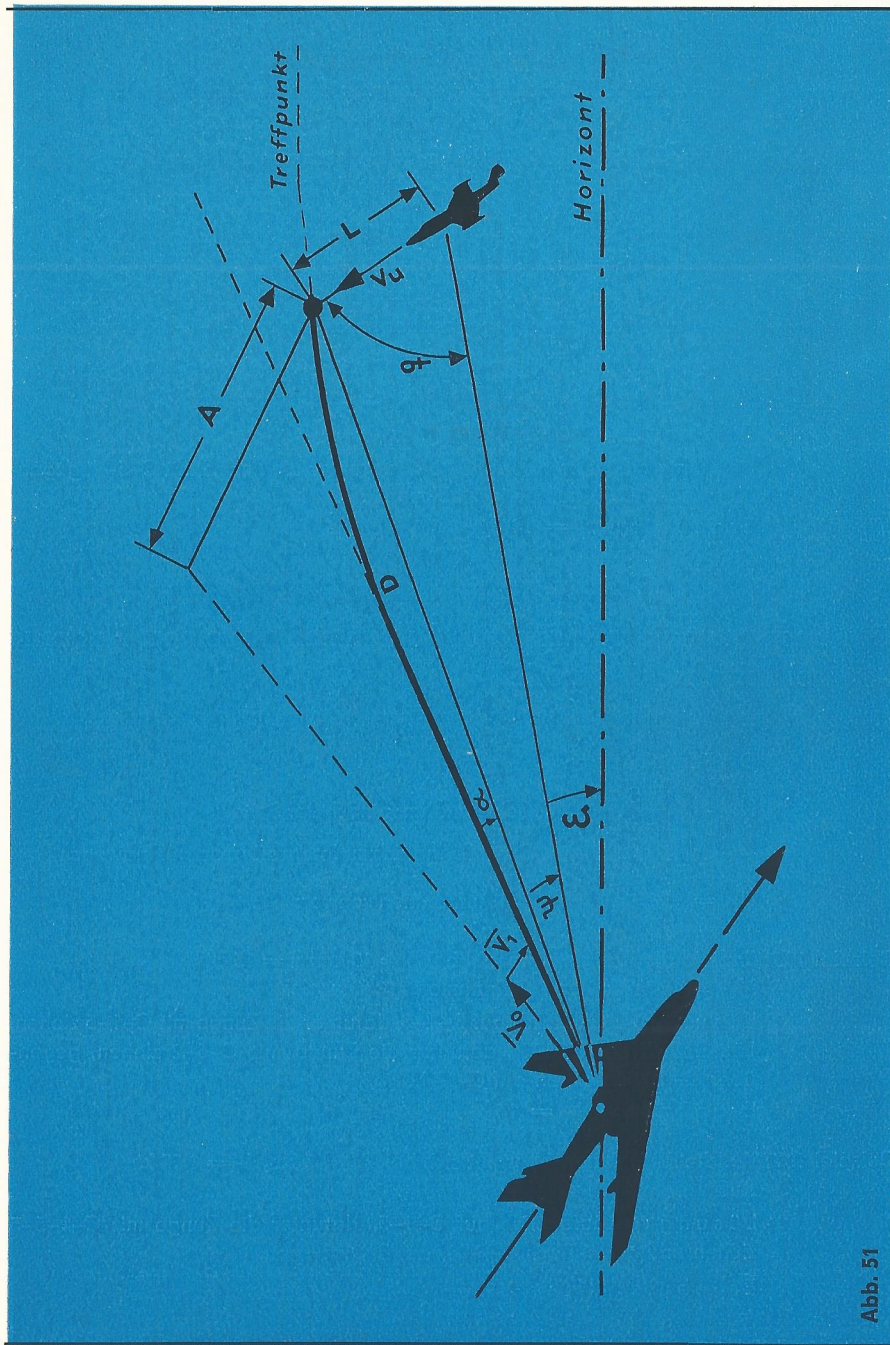


Abb. 51

VI Aufgaben für das Luftschießen

54 Bestimmung der linearen Abdrift für Kugel und Geschöß

Die Lösungsformel lautet: $A = \frac{D \cdot V_1}{V_0}$

D = Schußentfernung (m)

V_1 = Fluggeschwindigkeit des Bordschützen

V_0 = Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses

Beispiel 108: Welche Abdrift entsteht bei

$D = 700$ m, $V_1 = 860$ km/h, $V_0 = 650$ m/sec?

Lösung: Zunge mit Index $C \oplus$ unter B-8-6 ziehen, Läuferstrich auf C-7, dann Zunge verschieben bis unter Läuferstrich C-6-5 erscheint, dann liest man gegenüber C-10 auf B-2-6 ab.

Ergebnis: $A = 259$ m

55 Bestimmung des linearen Vorhaltes (Abb. 51)

Es gilt: $L = V_Z \cdot t$

V_Z = Geschwindigkeit des Zieles (m/sec)

t = Flugzeit des Geschosses bis zum Ziel (sec)

Beispiel 109: Gegeben: $V_Z = 820$ km/h, $t = 0,76$ sec, wie groß ist L ?

Lösung: Index $C \oplus$ unter B-8-2 ziehen und Läuferstrich auf C-7-6 führen, unter dem Läuferstrich auf B-1-7-3 ablesen.

Ergebnis: $L = 173$ m

Berechnungen für die avio-chemische Flugdurchführung auf dem Agro-Navigat

1. Ein allgemeines Beispiel für die Lösung von Multiplikations- und Divisionsaufgaben auf der H- und I-Skala.

Um Ablesefehler zu vermeiden, muß man beachten, daß es sich bei der I-Skala um eine reziproke Skala handelt.

Ermittlung der zu befliegenden Feldgröße

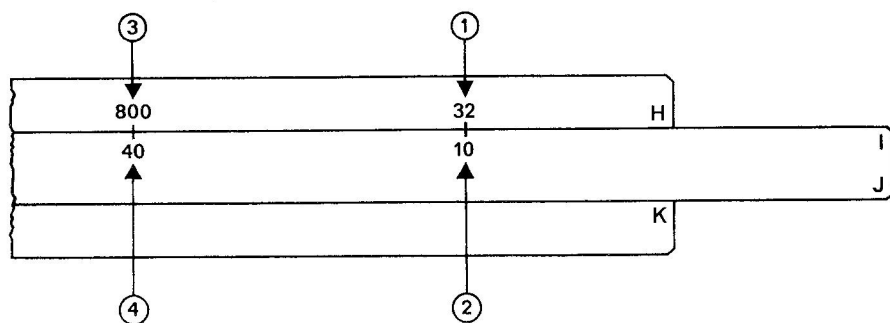
- a = Feidlänge (m)
b = Feldbreite (m)
c = Hektar (10000 m²)

$$c = \frac{a \cdot b}{10000 \text{ m}^2}$$

Ermittlung der Feldbreite

- c = 32 ha
a = 800 m
b = ?

$$\frac{32 \cdot 10000 \text{ m}^2}{800 \text{ m}} = 400 \text{ m Feldbreite}$$



Beispiel 1: Bestimmen der Feldbreite

$$c = 32 \text{ ha}, \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2, a = 800 \text{ m}, b = ? \text{ m}$$

Lösung:

Läuferstrich auf (32 ha) H-3-2-00, zieht darunter die Zunge mit I-1-0 und stellt dann den Läuferstrich auf H-8-0-0, darunter liest man auf I-4-00.

Ergebnis: 400 m Feldbreite

2. Berechnung der Arbeitsbreite und Anzahl der erforderlichen Starts

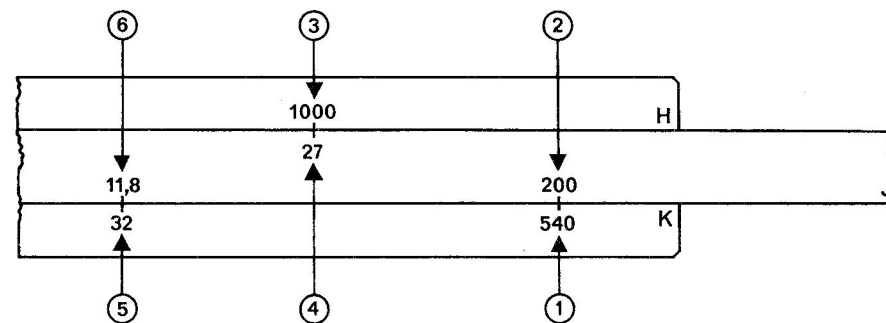
- a = Feldlänge (m)
d = Anzahl der notwendigen Durchflüge
e = Gesamt-Arbeitsbreite in Meter (für den Start)
x = Zuladung der avio-chemischen Mittel (kp)
y = Anzahl der Starts
z = Aufwandmenge pro Hektar (kp/ha)

$$\frac{x \cdot 10000}{a \cdot z} = e$$

$$\frac{b}{e} = y = \frac{320}{27} = 11,8 \text{ Starts} = 12 \text{ Starts}$$

$$\frac{540 \text{ kp} \cdot 10000 \text{ m}^2}{1000 \text{ m} \cdot 200 \text{ kp/ha}} = 27 \text{ m Arbeitsbreite}$$

Hier muß bei Überschreitung der max. möglichen Arbeitsbreite die Anzahl der Durchflüge erhöht werden (s. 3. Neuberechnung).



Beispiel 2: Errechnung der Arbeitsbreite = ? m und Anzahl der Starts = ? Starts

Lösung:

Läuferstrich auf K-5-4-0, darüber Zunge mit J-2-00, dann Läuferstrich auf H-1-000 und liest darunter auf I-2-7 ab.

- Ergebnis: Arbeitsbreite 27 m
- Ergebnis: Läuferstrich auf K-3-2 und liest darüber auf J-1-1-8 ab.
Anzahl der Starts = 12