

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 133 (1967)

Heft: 1

Artikel: Zur Korrektur atmosphärischer und ballistischer Störungen der Flugbahn

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43723>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Da es sich um Ausrüstungsgegenstände handelt, die den Leuten nur zum Teil vertraut sind, muß das Material bis ins Detail genau befohlen und kontrolliert werden. Die Kontrolle der Ausrüstung unmittelbar vor dem Abmarsch muß als eigentliche Auslegerordnung gruppenweise durchgeführt werden. Das Zugsmaterial, das mitgetragen werden muß, ist bereits auf dem Mann. Der Zugführerstellvertreter hatte jeweils eine Namensliste, worauf die Materialverantwortlichkeiten aufgeführt waren. Es ist nur wirklich notwendiges Material mitzuführen. Auch wenn beispielsweise mehr als ein Werfer in einem Verband mitkommt,

so genügt ein einziges Schanzwerkzeug. Nicht nur aus psychologischen Gründen, sondern auch um zu beurteilen, was dem einzelnen an Lasten zugemutet werden kann, sollten sich auch die Offiziere und Unteroffiziere gelegentlich am Tragen beteiligen.

Zur Skiausrüstung wäre noch beizufügen, daß sich die Ordonnanzgummischuhe beim Skifahren nicht bewährt haben. Man konnte namentlich auch die Feststellung machen, daß Soldaten mit Ordonnanzschuhen rascher an den Füßen froren als solche mit privaten Skischuhen.

Zur Korrektur atmosphärischer und ballistischer Störungen der Flugbahn

Von Oberst W. Stutz

Für ein gegebenes Geschoß, das bei Windstille mit einer gegebenen Elevation abgeschossen wird, ist die Schußweite eine Funktion der Anfangsgeschwindigkeit v_0 und der Luftdichte (Luftgewicht) δ . Es ist also $X = f(v_0, \delta)$. Ändert sich die Anfangsgeschwindigkeit um den kleinen Betrag Δv_0 , die Luftdichte um $\Delta \delta$, so ändert sich auch die Schußweite, die $X = f(v_0 + \Delta v_0, \delta + \Delta \delta)$ wird. Die Schußweitendifferenz ΔX wird $\Delta X = f(v_0 + \Delta v_0, \delta + \Delta \delta) - f(v_0, \delta)$. Die ballistische Störungstheorie stellt sich nun die Aufgabe, diese Schußweitendifferenz zu berechnen.

Die Funktion $f(v_0 + \Delta v_0, \delta + \Delta \delta)$ kann in eine Taylorsche Reihe entwickelt werden. Es ist

$$f(v_0 + \Delta v_0, \delta + \Delta \delta) = f(v_0, \delta) + \\ + \{ \Delta v_0 f_{v_0}(v_0, \delta) + \Delta \delta f_\delta(v_0, \delta) \} + \\ + \frac{1}{2!} \{ (\Delta v_0)^2 f_{v_0 v_0}(v_0, \delta) + 2 \Delta v_0 \Delta \delta \\ f_{v_0 \delta}(v_0, \delta) + (\Delta \delta)^2 f_{\delta \delta}(v_0, \delta) \} + \dots$$

Um die gestellte Aufgabe mathematisch lösen zu können, macht man die eminent wichtige Annahme, daß die Störungen Δv_0 und $\Delta \delta$ klein seien. Mit dieser Annahme fallen in der obigen Reihe die Glieder mit $(\Delta v_0)^2$, $(\Delta v_0 \cdot \Delta \delta)$ und $(\Delta \delta)^2$, also Produkte und Glieder höherer Ordnung, weg, und man erhält als Schußweitenänderung

$$\Delta X = V \cdot \Delta v_0 + D \cdot \Delta \delta = \Delta X_{v_0} + \Delta X_\delta.$$

V und D seien die «Stoßkoeffizienten», die berechnet werden müssen. Es ist nun wesentlich, daß sich im obigen Ausdruck für die Schußweitenänderung die Geschwindigkeitsstörung Δv_0 und die Dichtestörung $\Delta \delta$ gegenseitig nicht beeinflussen; die Schußweitenänderungen zufolge einer Geschwindigkeits- und einer Dichteänderung können jede für sich ermittelt und addiert werden. Die Störungstheorie gibt Rechenanweisungen zum Bestimmen der Koeffizienten V und D .

Es soll nun untersucht werden, ob die gemachten Annahmen zulässig sind und wie groß die Abweichungen Δv_0 und $\Delta \delta$ sein dürfen, auf daß der entstehende Fehler zufolge der Vernachlässigung der Glieder zweiter und höherer Ordnung nicht zu groß wird.

1. Dichtestörung

Für ein mit 45° Elevation bei $M = 2,4$ (M = Machsche Zahl) abgefeuertes Geschoß ergibt sich für 9% Dichteänderung eine Schußweitenänderung von

1130 m bei Berechnung der gestörten und ungestörten Flugbahn nach Cranz-Rothe und von
1240 m bei Berechnung der Schußweitendifferenz mit der Störungstheorie nach Stanke¹.

¹ Dipl.-Ing. Paul Stanke, «Die Störung einer Flugbahn durch äußere Einflüsse», in: «Wahrtechnische Monatshefte» 1938, Seite 560.

Die Differenz der beiden Berechnungen beträgt 0,6% der ungestörten Schußweite oder rund 10% der richtigen Korrektur. Diese Differenz ist groß.

Aus langjährigen Erfahrungen ist bekannt, daß für eine gegebene Geschützhöhe die Luftdichte bis $\pm 8\%$ vom Normalwert abweichen kann. Nun sind aber für den Artilleristen nicht die Abweichungen von den Normalverhältnissen auf Geschützhöhe maßgebend, vielmehr die Abweichungen von den der Flugbahntabelle zugrunde gelegten Normalverhältnissen. Bei großen Höhendifferenzen der möglichen Geschützstellungen sind extreme Dichteabweichungen von $\pm 15\%$ gegenüber der Dichte einer mittleren Ortshöhe durchaus möglich. Solche Abweichungen sind aber nicht mehr als klein zu betrachten.

2. Geschwindigkeitsänderung

Für die gleichen Verhältnisse wie oben – Elevation 45° , $M = 2,4$ – wurden für mehrere Geschwindigkeitsänderungen die

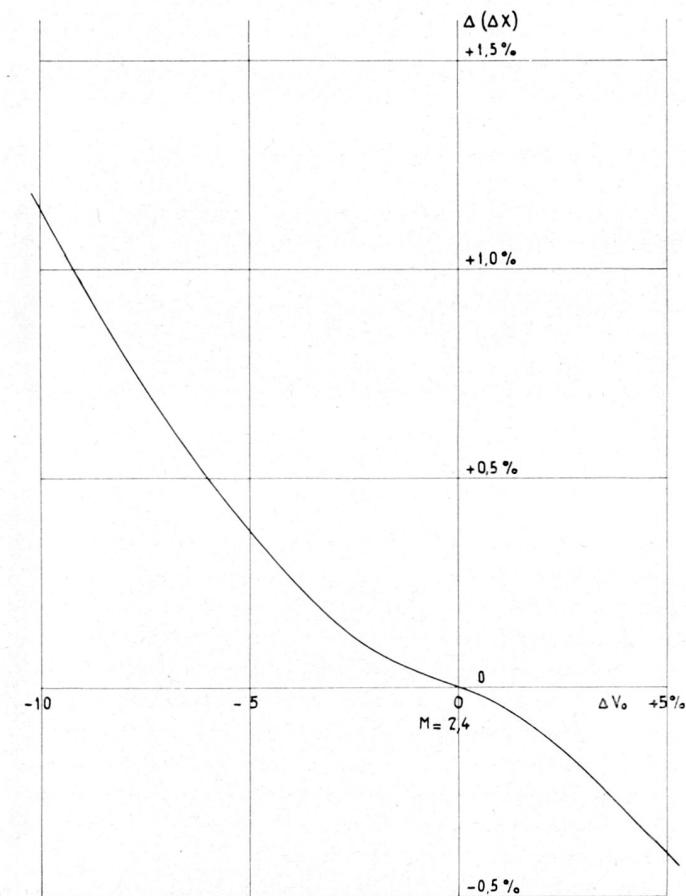


Bild 1. Differenz der Schußweiten nach Störungsrechnung und Rechnung nach Cranz-Rothe in Prozenten der Solldistanz.

entsprechenden Rechnungen durchgeführt, das heißt die gestörten und ungestörten Flugbahnen nach Cranz-Rothe berechnet und daraus die Schußweitendifferenz bestimmt, diese anderseits mit der Störungsrechnung bestimmt. In Bild 1 bedeutet $\Delta (\Delta X)$ die Differenz zwischen den beiden Berechnungsarten.

Auch hier zeigt sich, daß die Differenzen große Beträge annehmen können.

3. Kombination einer Geschwindigkeits- und Dichteänderung

In Bild 2 ist für $500\%/\text{oo}$ (Strich) die Schußweitenänderung für die Kombination von Dichte- und Geschwindigkeitsstörungen aufgetragen. Die Schußweitenänderung ist in Prozenten der Schußweite bei Normalverhältnissen angegeben. Die gestrichelten Kurven geben die tatsächliche Schußweitendifferenz wieder. Um den Verlauf der Kurven besser vergleichen zu können, sind diese als ausgezogene Kurven in den Nullpunkt verschoben. Man erkennt ohne weiteres, daß die Änderung der Schußweite eine Funktion der beiden veränderlichen Δv_0 und $\Delta \delta$ ist. Wäre der Einfluß einer Dichteänderung unabhängig von der Anfangsgeschwindigkeit, so ergäbe sich für die Dichteänderungen nur eine für alle Geschwindigkeitsänderungen gültige Kurve.

Das gleiche Verhalten zeigt auch die Kombination der Störungen Luftdichte und Wind. Für eine gegebene Änderung der Luftdichte sind die Schußweitenänderungen von der Windstärke und Windrichtung – Mit- oder Gegenwind – abhängig (Bild 3).

Daraus ergibt sich, daß man die gegenseitige Beeinflussung der Störungen, das heißt mindestens die Glieder zweiter Ordnung in der Taylorschen Reihe, nicht vernachlässigen darf.

4. Kombination einer Geschwindigkeits- und Dichteänderung und einer Windstörung

In der Praxis des Schießens kann man auf zwei verschiedene Arten die notwendige Gesamtkorrektur bei Störungen der Geschwindigkeit, der Dichte und des Windeinflusses korrigieren.

a Für jede einzelne Störung wird die Schußweitenänderung in Metern bestimmt und für die Gesamtkorrektur die Elevationsänderung ermittelt. Man bildet also

$$\Delta X = \Delta X_{v_0} + \Delta X_\delta + \Delta X_w.$$

b Für jede Störung wird die Elevationsänderung ermittelt und diese addiert. Hier bildet man

$$\Delta \varphi = \Delta \varphi_{v_0} + \Delta \varphi_\delta + \Delta \varphi_w.$$

Wir bezeichnen mit

X_0 die Schußweite der ungestörten Flugbahn,
 ΔX die Summe der Schußweitenänderung zufolge der Störungen,
 X_R die durch direkte Rechnung ermittelte Schußweite der gestörten Flugbahn

$\Delta (\Delta X) = X_0 + \Delta X - X_R$ den durch die vereinfachenden Annahmen gemachten Fehler, das heißt die Differenz der Schußweiten nach der Störungsrechnung und der direkten Integration unter den gegebenen Bedingungen.

Die Tabelle 1 gibt für $M = 1,5$; Elevation $400\%/\text{oo}$ einen Überblick. Man erkennt daraus, daß die Fehler $\Delta (\Delta X)$ von der Kombination der Störungen abhängen und groß werden können.

In Bild 4 sind die Elevationskurven über der Schußdistanz aufgetragen. Die Kurve 1 stellt die Elevationskurve für Normalverhältnisse dar, die Kurve 2 für eine Dichteänderung, die Kurve 3 für eine Geschwindigkeitsänderung und die Kurve 4 für eine Störung durch Wind. Die Schußweite soll 8900 m betragen, die notwendige Elevation bei Normalverhältnissen, das heißt bei keinen Störungen, betrage φ_0 .

Die Schußweitenänderung beträgt ΔX und gibt auf der Normalkurve die Elevation φ_1 . Die tatsächliche Elevationskurve, welche die Kombination der verschiedenen Störungen wieder gibt, ist durch die Kurve 5 dargestellt. Gemäß dieser Elevations-

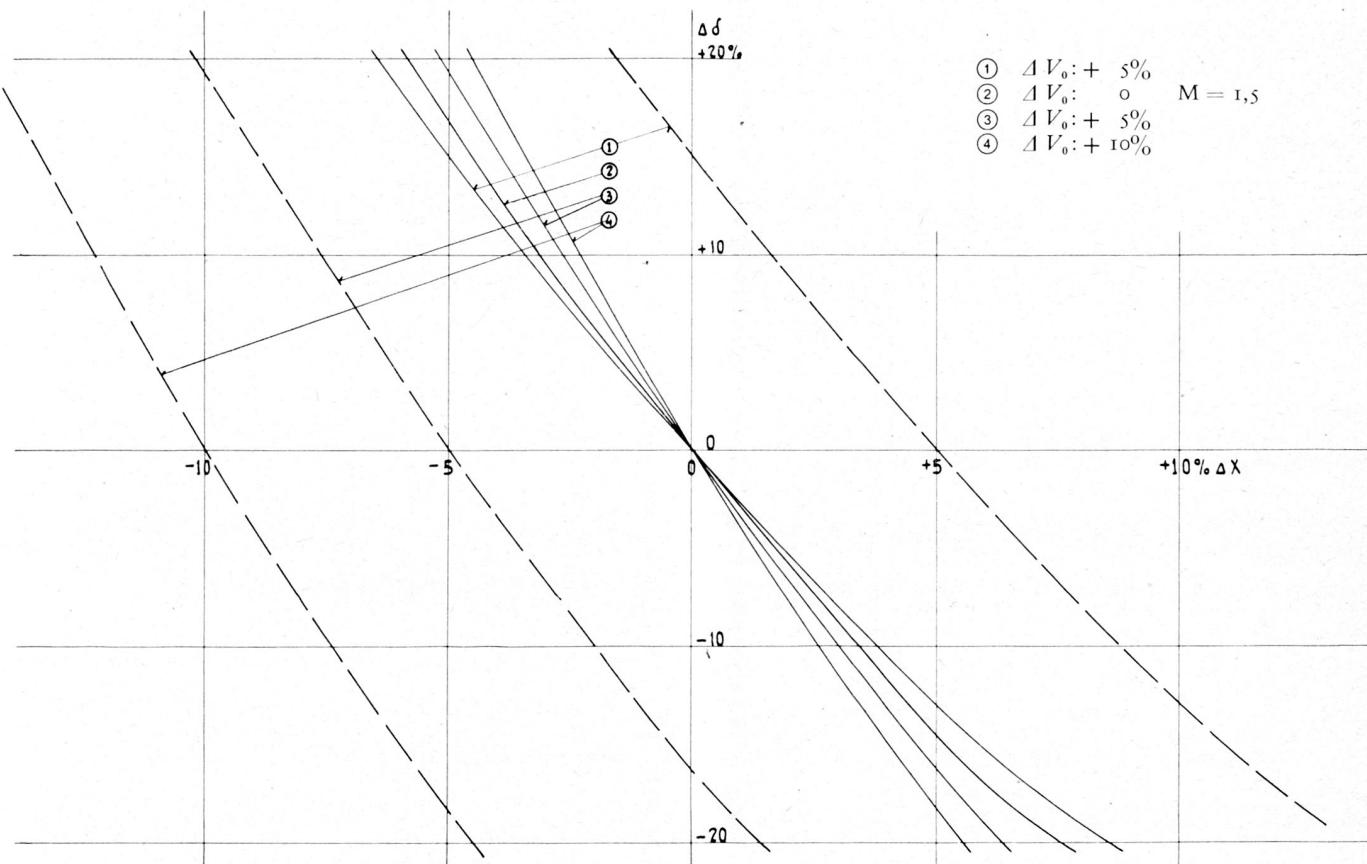


Bild 2. Schußweitenänderung ΔX in Prozenten der Normalschußweite in Funktion der Luftdichte für verschiedene Geschwindigkeiten.

kurve braucht man für 8900 m Schußweite die Elevation φ_2 . Die Differenz $\varphi_1 - \varphi_2$ ergibt den Distanzfehler Δ (ΔX). Aus Bild 3 erkennt man deutlich, daß die Elevationskurven für die verschiedenen Störungen und die Kombination der Störungen nicht parallel zur Normalkurve verschoben sind, vielmehr haben die Elevationskurven für die verschiedenen Störungen andere Krümmungen. Die Störungstheorie geht von einer unzulässigen Linearisierung aus. Damit die Voraussetzungen der Störungs-

theorie erfüllt sind, müssen die Störungen derart klein sein, daß sie in der Praxis des Schießens keine Rolle spielen.

In Bild 5 sind die gleichen Kurven wie in der Abbildung 4 dargestellt. An Stelle der Schußweitenänderung für eine Störung wird hier aber direkt die Elevationsänderung ermittelt. Die totale Elevationsänderung wird $\Delta \varphi = \Delta \varphi_{v_0} + \Delta \varphi_\delta + \Delta \varphi_w$. Diese Korrektur ergibt die korrigierte Elevation $\varphi_1 = \varphi_0 + \Delta \varphi$, wogegen man tatsächlich die Elevation φ_2 braucht. Auch

Abweichung der Schußweite gegenüber der direkten Integration

Störungen		Distanzkorrekturen		Elevationskorrekturen		Mechanisches Analogiegerät		
$\Delta v_0 \%$	$\Delta v_0 \%$	wm/s	m	% von X_0	m	% von X_0	m	% von X_0
+ 18	+ 5	+ 20	+ 35	0,39	+ 110	1,23	+ 45	0,51
		- 20	+ 81	0,91	- 30	0,34	- 67	0,75
	- 5	+ 20	- 55	0,62	+ 195	2,19	- 48	0,54
		- 20	- 50	0,56	- 270	3,03	- 99	1,11
	- 10	+ 20	- 106	1,19	- 225	2,53	-	0
		- 20	- 112	1,26	- 420	4,72	-	0
+ 9	+ 5	+ 20	+ 14	0,16	0	0	- 16	0,18
		- 20	+ 49	0,55	+ 10	0,11	- 85	0,96
	- 5	+ 20	- 23	0,26	+ 145	1,63	+ 38	0,43
		- 20	- 31	0,35	- 190	2,13	0	0
	- 10	+ 20	- 48	0,54	+ 205	2,30	+ 54	0,61
		- 20	- 69	0,77	- 340	3,82	-	0
- 9	+ 5	+ 20	- 42	0,47	- 120	1,35	-	0
		- 20	- 36	0,40	+ 190	2,14	-	0
	- 5	+ 20	+ 55	0,62	+ 70	0,78	- 15	0,17
		- 20	+ 16	0,18	- 10	0,11	+ 60	0,67
	- 10	+ 20	+ 93	1,05	+ 180	2,02	0	0
		- 20	+ 35	0,39	- 110	1,23	+ 48	0,54
- 18	+ 5	+ 20	- 64	0,72	- 205	2,30	-	0
		- 20	- 96	1,08	+ 250	2,81	-	0
	- 5	+ 20	+ 106	1,19	0	0	- 30	0,34
		- 20	+ 43	0,48	+ 75	0,84	+ 45	0,51
	- 10	+ 20	+ 181	2,03	+ 140	1,57	28	0,31
		- 20	+ 101	1,13	- 10	0,11	+ 72	- 0,81

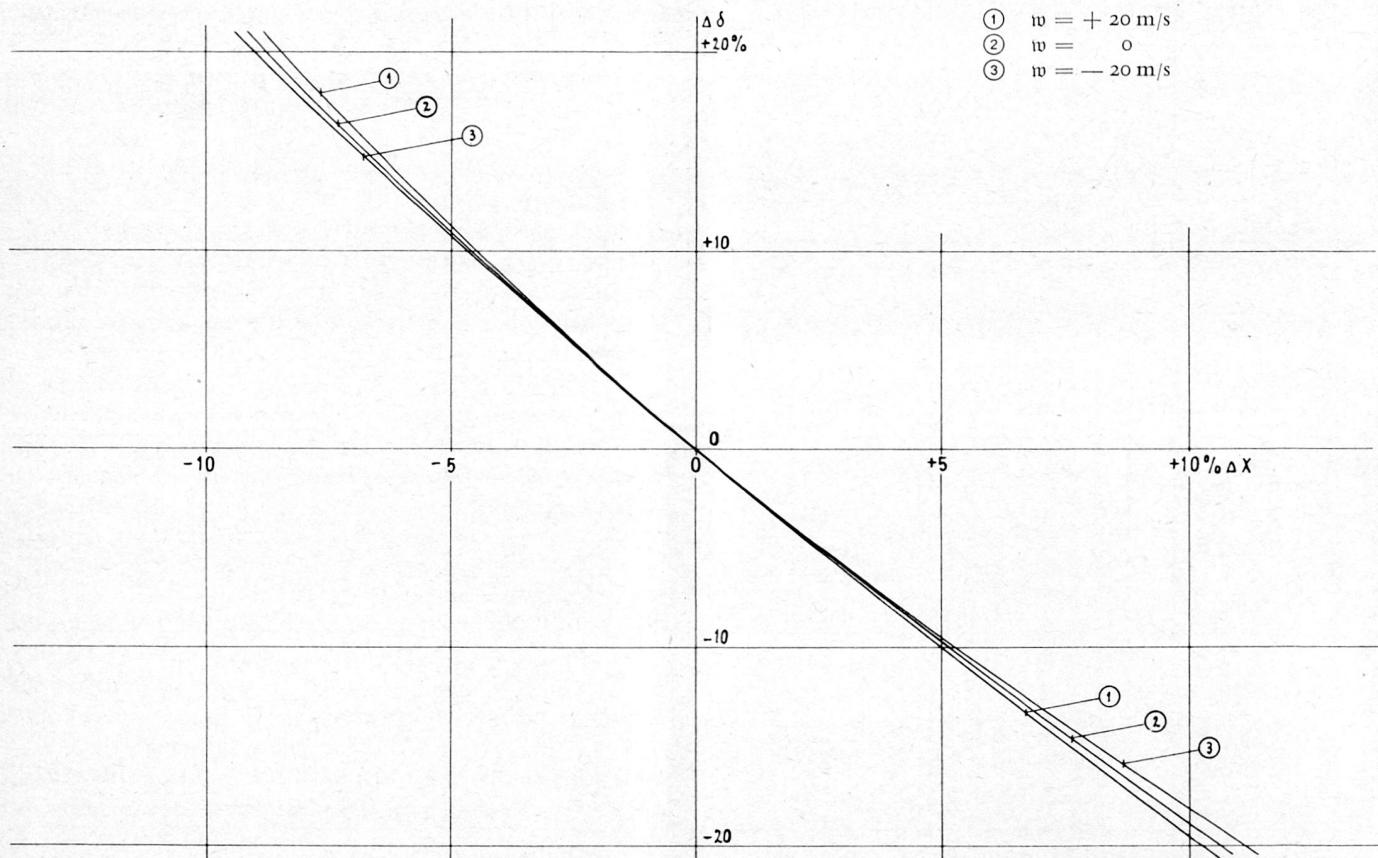


Bild 3. Schußweitenveränderung ΔX in Prozenten der Normalschussweite in Funktion der Luftdichte für verschiedene Windstärken.

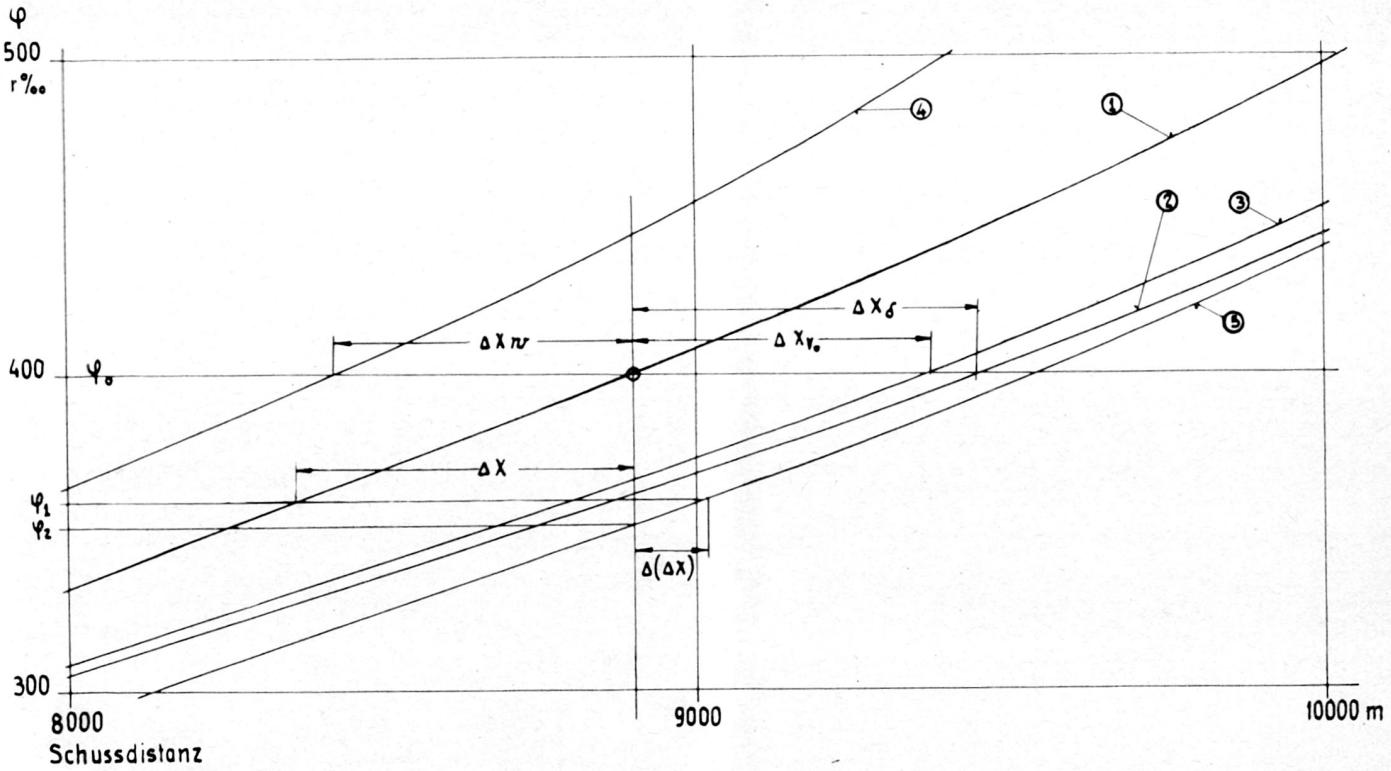


Bild 4. Elevationskurven.

- ① bei Normalverhältnissen
 - ② bei $\Delta \delta = 200 \text{ g/m}^3$, $\Delta V_0 = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi \delta$
 - ③ bei $\Delta V_0 + 25 \text{ m/s}$, $\Delta \delta = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi V_0$
 - ④ bei $w = 20 \text{ m/s}$, $\Delta \delta = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi w$
 - ⑤ bei $\Delta \delta = 200 \text{ g/m}^3$, $\Delta V_0 + 25 \text{ m/s}$, $w = 20 \text{ m/s}$ $\Delta \varphi$
- Änderungen der Schußweite
- Korrektur

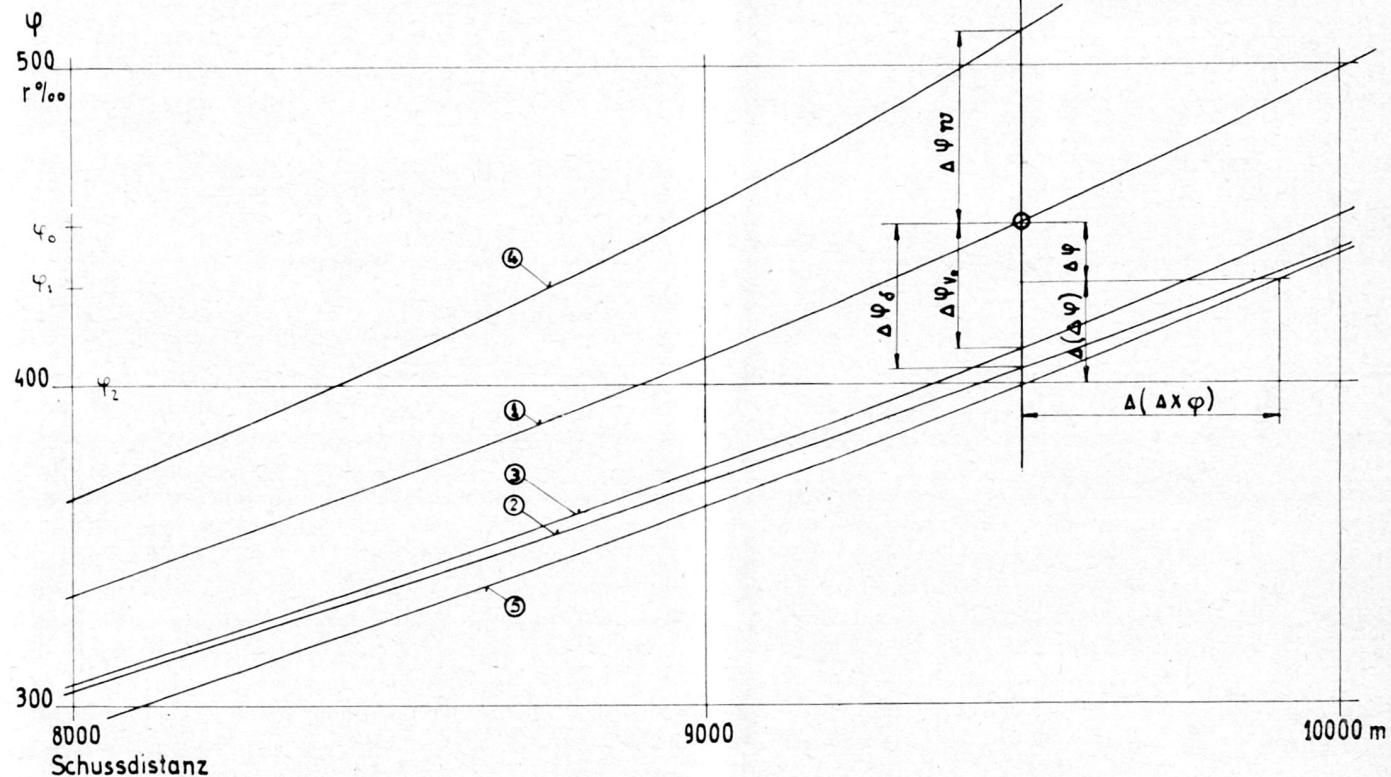


Bild 5. Elevationskurven.

- ① bei Normalverhältnissen
 - ② bei $\Delta \delta = 200 \text{ g/m}^3$, $\Delta V_0 = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi \delta$
 - ③ bei $\Delta V_0 + 25 \text{ m/s}$, $\Delta \delta = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi V_0$
 - ④ bei $w = 20 \text{ m/s}$, $\Delta \delta = 0$, $w = 0$ $\Delta \varphi w$
 - ⑤ bei $\Delta \delta = 200 \text{ g/m}^3$, $\Delta V_0 + 25 \text{ m/s}$, $w = 20 \text{ m/s}$ $\Delta \varphi$
- Änderung der Elevation
- Korrektur

mit dieser Methode erhält man nicht die richtige Rohrerhöhung, man macht vielmehr einen Fehler Δ (ΔX_φ). Vergleicht man in der Tabelle 1 die Fehler Δ (ΔX) und Δ (ΔX_φ), so erkennt man, daß die letzteren zum Teil gleich oder kleiner, zum Teil größer als die ersten sind. Bei großen Abweichungen von den Normalverhältnissen liefert keine der beiden Methoden befriedigende Resultate.

Die Fehler, die mit einem mechanischen Analogiegerät, das nicht einfach zu bedienen ist, gemacht werden, sind ebenfalls in der Tabelle 1 eingetragen. Auch dieses Gerät liefert keine befriedigenden Resultate.

5. Verbesserungsmöglichkeiten

Wie kann nun der Artillerist die mit Hilfe der Wettermeldung ermittelten Elemente verbessern?

Sind Flugbahnen für verschiedene Luftgewichte vorhanden, so müssen die Elemente mit derjenigen Flugbahnenkarte be-

stimmt werden, deren Luftgewicht dem für die Geschützhöhe gültigen ballistischen Luftgewicht am nächsten liegt.

Eine weitere Verbesserung kann das Bestimmen der Unstimmigkeit zu den gerechneten Elementen bringen. Bei stabilen Wetterverhältnissen läßt sich diese Unstimmigkeit auf spätere Wettermeldungen übertragen. Diese Methode dürfte geeignet sein, wenn sich, trotz der Verwendung der dem Luftgewicht nächstliegenden Flugbahnenkarte, große Elevationskorrekturen ergeben. Wegen der zwar kleinen Meßfehler der Sonde kann die Übertragung der Unstimmigkeit immer noch Abweichungen von den wahren Wirkungselementen ergeben. Dessen muß man sich bewußt sein.

Eine wirkliche Verbesserung erreicht man nur durch die Verwendung eines Computers, an den die Bedingung gestellt werden muß, die Forderungen der Ballistik so weit zu erfüllen, daß durch die Rechnung praktisch keine zusätzlichen Fehler entstehen, das heißt, daß die Resultate so genau sind wie die Daten, von denen die Rechnung ausgeht.

Über den Munitionsverbrauch der US-Truppen auf dem europäischen Festland im zweiten Weltkrieg

Von Oberstleutnant dG Gerhard Donat, Wien

Wenn man sich heute in der amerikanischen Literatur über den Munitionsverbrauch der im zweiten Weltkrieg eingesetzten Truppen orientieren will, findet man ganz ähnliche Verhältnisse wie auf deutscher Seite vor. Die bisher veröffentlichten, sich historisch mit dem Ablauf der Kämpfe befassenden Arbeiten und Bücher weisen kaum auswertbares Zahlenmaterial über einen Munitionsverbrauch auf. Selbst die bisher erschienenen Bände des amerikanischen Generalstabswerkes über den zweiten Weltkrieg¹ zeigen im einzelnen mehr die Problematik und Schwierigkeiten auf, die mit der Planung, Aufbringung, Vorratshaltung und Zuführung der Versorgungsgüter verbunden waren. Es werden wohl einzelne Gesamtzahlen von Munitionsmengen genannt, die an einem Tag oder in einem gewissen Zeitraum der Kampftruppe zugeführt worden sind, doch soll dadurch meist nur die Leistung des Ordnancedienstes und der eingesetzten Nachschubtruppen aufgezeigt werden. Der Verbrauch der Munition durch einzelne Truppenteile oder ein festgestellter Verschuß bei bestimmten Kampfhandlungen ist nicht behandelt.

Es ist überraschend, welch gleichartige Erfahrungen die amerikanischen Invasionsarmeen 1944 auf dem europäischen Festland machten und wie auffallend die Verhältnisse des Jahres 1944 bei den Amerikanern im Westen denen des Jahres 1941 der deutschen Truppen im Osten gleichen².

Unzureichender Seetransportraum und zunächst unzureichende Landtransportmittel haben, gleich nachdem die 36 an der Invasion beteiligten Divisionen³ auf dem europäischen Festland Fuß gefaßt hatten, eine Munitionsrationierung notwendig gemacht. Die Kommandanten der 1. und 3. amerikanischen Armee, die zur 12. amerikanischen Heeresgruppe gehörten, haben in jeweils achttägigen Informationen ihre Truppen über die Nachschublage an Munition laufend unterrichtet. Die Bemühungen der amerikanischen Führung waren zunächst darauf gerichtet,

ausreichende Munitions- und Nachschublager für die weiteren Operationen auf das europäische Festland zu bringen. Die Heeresgruppe wollte sieben erste Munitionsausstattungen hiezu in Reserve legen, was aber unzureichende Lagerungsmöglichkeiten vereitelt haben. Die Armeen wiederum waren bemüht, sich mobile Munitionsvorräte zu bilden. Hiezu wurden eigene Munitionsbataillone und Transporteinheiten zusammengestellt. Im September 1944 erreichten diese Einheiten eine Gesamtstärke von rund 1000 Lastkraftwagen⁴. Die geringere als vorgesehene Munitionszuführung hat auch zu diesem Zeitpunkt noch immer Munitionseinschränkungen nötig gemacht. Der Munitionsverbrauch der 1. amerikanischen Armee wird im Durchschnitt für den Monat August 1944 mit 100 t täglich angegeben⁵. Für die schweren Waffen gibt das amerikanische Generalstabswerk eine Übersicht des Gesamtverschusses in den Kampfhandlungen der Monate Juli und August 1944:

Die Amerikaner beurteilen selbst diese Zahlen so, daß daraus die Munitionserfordernisse nicht genau bestimmt werden können, weil eben eine für einzelne Munitionsarten sogar sehr einschneidende Rationierung vorlag und die von der Truppe gewünschten Munitionsmengen nicht verfügbar waren. Der Munitionsmangel hat die Operationen zweifellos sehr verzögert. Einige Einheiten haben sogar ihr Notsoll an Munition verschossen. Das Fehlen von Artilleriemunition hat beim Gegenangriff auf Mortain (Frankreich) sogar dazu geführt, daß Feindverbände ungehindert nach Osten zurückgehen konnten.

Interessant ist eine Bemerkung des amerikanischen Generalstabswerkes, daß für den langanhaltenden Munitionsmangel der amerikanischen Invasionstruppen in Europa nicht nur das schwierige Nachschubproblem allein ausschlaggebend war, sondern daß dafür auch eine mangelnde Voraussicht des War Department verantwortlich war, das infolge Unterschätzung des Muni-

¹ Roland G. Ruppenthal, «United States Army in World War II», in: «The European Theater of Operations». Washington D.C. 1953.

² Vergleiche G. Donat, «Der Munitionsverbrauch der deutschen Wehrmacht im Feldzug gegen Sowjetrußland 1941 bis 1945», in: ASMZ Nr. 1-3/1964.

³ Dwight D. Eisenhower, «Kreuzzug in Europa», S. 343. Bermann/Fischer Verlag, Amsterdam 1948.

⁴ Vergleiche ähnliche Maßnahmen auf deutscher Seite: «Großtransportraum», in: G. Donat, «Der Munitionsverbrauch der deutschen Wehrmacht im Feldzug gegen Sowjetrußland 1941 bis 1945», ASMZ Nr. 1/1964, S. 32.

⁵ Roland G. Ruppenthal, «United States Army in World War II», in: «Logistical Support of the Armies», Volume I, S. 525ff. Washington D.C. 1953.