

Zeitschrift:	ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber:	Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band:	125 (1959)
Heft:	11
Artikel:	Möglichkeiten der mathematischen Behandlung militärischer Probleme
Autor:	Nef, W.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-37861

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: 15.01.2026

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

125. Jahrgang Nr. 11 November 1959

71. Jahrgang der Schweizerischen Monatsschrift für Offiziere aller Waffen

ALLGEMEINE SCHWEIZERISCHE MILITÄRZEITSCHRIFT

Organ der Schweizerischen Offiziersgesellschaft

Adressen der Redaktoren

Oberstdivisionär E. Uhlmann, Neuhausen am Rheinfall, Zentralstraße 142
Major i. Gst. Wilhelm Mark, Aarau, Oberholzstraße 30

Möglichkeiten der mathematischen Behandlung militärischer Probleme

Von Professor W. Nef

1. Einführung

Seit den ersten Anfängen ihrer Geschichte ist die Mathematik immer in engster Beziehung zu naturwissenschaftlichen und technischen Problemen gestanden. Im griechischen Altertum hat sie ihre wichtigsten Anwendungen in der Astronomie und der Mechanik gefunden, in zwei Wissenschaften also, in denen es verhältnismäßig einfach war, zu klaren Begriffen zu gelangen, die ihrerseits in mathematisch erfaßbaren Zusammenhängen standen. Viel später erst wurden weitere Gebiete der mathematischen Betrachtungsweise erschlossen, so etwa die Elektrizitätslehre, die Thermodynamik und schließlich überhaupt die ganze moderne Physik und Technik. Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, daß es nicht nur möglich ist, kausal bestimmte Vorgänge mathematisch zu überblicken, sondern auch solche Erscheinungen, die aus dem Zusammenwirken einer großen Zahl von zufallsbedingten Ereignissen resultieren. Die Zweige der Mathematik, die solches leisten, sind die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Sie sind aus naheliegenden Gründen von größter Bedeutung bei der mathematischen Erfassung militärischer Vorgänge.

Während bis vor ganz kurzer Zeit fast ausschließlich die sogenannten

exakten Naturwissenschaften und die aus ihnen hervorgehende Technik der mathematischen Behandlung zugänglich waren, erleben wir in den letzten Jahren etwas grundsätzlich Neues, indem man gelernt hat, auch solche Vorgänge in Betracht zu ziehen, die von den freien und unabhängigen Entscheidungen zweier oder mehrerer menschlicher Opponenten abhängig sind. Damit wird es möglich, wirtschaftliche Auseinandersetzungen und militärische Kampfhandlungen mit mathematischen Mitteln zu untersuchen. Die grundlegenden mathematischen Theorien, die bei derartigen Problemen in der Regel angewendet werden, sind die von J. von Neumann stammende Spieltheorie und die sogenannte «mathematische Programmierung».

2. Beispiele von militärischen Problemen, die der mathematischen Behandlung zugänglich sind¹

Es liegt auf der Hand, daß mathematische Methoden an der technischen Entwicklung von Kriegsmaterial aller Art einen erheblichen Anteil haben. Da es sich jedoch hier um ein Merkmal der Ingenieurkunst überhaupt handelt, das nicht auf den militärischen Sektor beschränkt ist, sollen diese Dinge beiseite gelassen werden. Ich möchte in diesem Abschnitt vielmehr einige Probleme aufzählen, die mit Hilfe der «mathematischen Programmierung» gelöst werden können.² Diese Methode (ihr Name ist etwas unglücklich, indem kein Zusammenhang zu der sogenannten Programmierung von Rechenautomaten besteht) ist in erster Linie für die Lösung von betriebswirtschaftlichen Problemen entwickelt worden. Da die Kriegsführung eine Menge von derartigen Problemen stellt, hat die mathematische Programmierung auch eine große militärische Bedeutung erlangt.

Denken wir uns etwa das folgende *Nachschubproblem*: Von einigen Armeemagazinen ist ihre geographische Lage und der Bestand an Nachschubgütern bekannt. Aus ihnen sollen eine Anzahl Truppendepots, deren Orte vorgeschrieben sind, mit bestimmten Mengen von Gütern versehen werden. Alle Verkehrswege zwischen Magazinen und Depots seien bekannt und für jeden dieser Wege die Betriebsstoffmenge, die benötigt wird, um 1 Tonne Material über ihn zu transportieren. Es stellt sich nun von selbst die Frage: «Welche Menge von jedem Nachschubgut muß von jedem Magazin zu jedem Depot auf welchen Wegen transportiert werden, damit für den Gesamttransport möglichst wenig Betriebsstoffe verbraucht werden?»

Es ist klar, daß gerade für unsere Armee die Beantwortung von Fragen

¹ Vgl. Prof. E. Stiefel, «Rechenautomaten im Dienste der Kriegstechnik», *ASMZ* 1956, Heft 11.

² Ein Beispiel zur Spieltheorie wird im dritten Abschnitt behandelt.

dieser Art von eminenter Bedeutung ist. Mit Hilfe der Methoden der mathematischen Programmierung ist es nun tatsächlich möglich, das Problem numerisch durchzurechnen und somit unsere Frage zu beantworten. Allerdings sind alle Probleme dieser Art in bezug auf Rechenaufwand äußerst umfangreich und die effektive Berechnung ist deshalb undurchführbar ohne das wirksame Hilfsmittel der modernen elektronischen Rechenautomaten.

Natürlich könnte das Problem auch anders formuliert werden, etwa indem verlangt würde, daß die gesamten Transporte innert einer gegebenen Frist unter Einsatz von möglichst wenig Transportmitteln durchzuführen seien; oder dann so, daß die Depots ohne Rücksicht auf Einsatz von Transportmitteln und Betriebsstoffverbrauch in möglichst kurzer Zeit errichtet werden sollen. (In diesem Falle muß von jedem Weg auch seine Verkehrskapazität bekannt sein.)

Eine weitere Klasse von Problemen betrifft die Zusammensetzung von *Munitionsdotationen*. Betrachten wir etwa das folgende Beispiel:

Die Wirkung eines Flab-Treffers ist stark davon abhängig, an welcher Stelle im Flugzeug das Geschoß explodiert. Für einige Munitionsarten sei nun für jeden der wichtigsten Teile eines Flugzeuges (Triebwerk, Brennstoftanks, Pilotenkabine usw.) bekannt, welchen Schaden ein Treffer in diesem Teil im Mittel zur Folge hat. Würde man nun die prozentuale Verteilung aller Treffer auf die verschiedenen Flugzeugteile kennen, so könnte man für jede Munitionsart eine mittlere Schadenerwartung berechnen und für den praktischen Gebrauch diejenige auswählen, bei der diese Zahl am größten ist. In Wirklichkeit wird man aber diese Trefferverteilung schon bei einem einzelnen Flugzeug nicht genau kennen und im übrigen wird sie vom Flugzeugtyp abhängig sein. (Allenfalls wird man Aussagen von der Art: «Zwischen 10 und 20 Prozent aller Treffer werden in einem Brennstoftank explodieren» machen können.) Man muß sich deshalb fragen, in welchem Verhältnis die verschiedenen zur Verfügung stehenden Munitionsarten gemischt werden müssen, um die optimale Schadenerwartung zu erreichen. Auch dieses Problem kann gelöst werden, sofern durch entsprechende Versuche die benötigten zahlenmäßigen Unterlagen beschafft werden.

Durch das folgende Beispiel soll eine weitere Klasse von lösbarer Problemen charakterisiert werden:

Für die einzelnen Geländeteile eines militärischen Operationsgebietes (Weideland, Sumpf, Wald, Seen, Flüsse, überbautes, flaches, steiles Gelände) sei die Beweglichkeit eines Panzerverbandes (natürlich in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung) bekannt. Welchen Weg muß nun eine Panzerkompagnie wählen, um in möglichst kurzer Zeit von einem Punkt A zu einem Punkt B zu gelangen?

3. Probleme der Fliegerabwehr

Die Resultate einer mathematischen Untersuchung auf irgendeinem Gebiet stehen und fallen mit der Zuverlässigkeit der Größen, die der Untersuchung zugrundegelegt werden. Sie sind außerdem, insbesondere wenn sie in der Aufstellung von Vorschriften für den optimalen Ablauf einer Kampfhandlung bestehen, erst dann wirklich wertvoll, wenn es möglich ist, diese Vorschriften im Felde genau auszuführen. Diese beiden Voraussetzungen sind nun am besten dort erfüllt, wo das militärische Geschehen vorwiegend durch den Einsatz technischer Mittel bestimmt wird. Gerade hier ist anderseits die mathematische Analyse besonders dringlich, weil es in der Regel gar nicht mehr möglich ist, diese Mittel auf Grund einer «intuitiven» Beurteilung zweckmäßig einzusetzen.

In ganz besonderem Maße trifft das bei den Problemen der Luftkriegsführung zu (inklusive Einsatz von Flugzeugen und Lenkwaffen im Erdkampf). Man beobachtet denn auch, daß bei allen wichtigen Armeen nicht nur für die zukünftige Ausgestaltung des Luftkrieges unter Zuhilfenahme moderner wissenschaftlicher Möglichkeiten geplant wird, sondern daß auch die Führung eines solchen Krieges auf heute vorbereiteten mathematischen Methoden basieren wird.

Im folgenden möchte ich an einem besonders einfachen Beispiel³ demonstrieren, wie etwa bei der mathematischen Analyse einer Kampfhandlung vorgegangen und insbesondere, auf welche Art von Fragen eine Antwort gegeben werden kann. Das Beispiel, der Kampf zwischen einem konventionellen Flab-Geschütz und einem dieses Geschütz mit Raketen angreifenden Flugzeug betrifft natürlich nur einen winzigen Ausschnitt aus dem Gesamtproblem. Einerseits sind aber auch bei umfassenderen Problemen keine wesentlich anderen Gedanken nötig und anderseits werden bei einer zukünftigen wissenschaftlichen Bearbeitung unserer Luftraumverteidigung eine ganze Reihe derart elementarer Probleme gelöst werden müssen, bevor man das Gesamtproblem in Angriff nehmen kann.

Der Erfolg, den der eine oder andere der beiden Gegner (Flab-Geschütz und Flugzeug) im erwähnten Kampf erwarten kann, ist von zwei grundverschiedenen Arten von Faktoren abhängig:

1. Von den technischen Eigenschaften der beiden Waffen (Arbeitsweise des Feuerleitsystems, ballistische Eigenschaften, Streuungen usw.);
2. Vom Moment der Feuereröffnung und der Dauer des Feuers beim Geschütz sowie vom Anflugweg und vom Moment des Raketenabschusses

³ Das Beispiel wurde bereits anlässlich einer von der Generalstabsabteilung veranstalteten Vortragsreihe behandelt.

beim Flugzeug, oder kürzer: von den Kampfverfahren der beiden Gegner.

Die Faktoren der ersten Art sind durch die Konstruktion der beiden Waffensysteme gegeben, von der einzelnen Kampfhandlung völlig unabhängig und können schon im Entwicklungsstadium der Waffen experimentell bestimmt werden. Allerdings sind dazu umfangreiche Erprobungen und ein großer Aufwand an numerischen Auswertungen notwendig.

Die Faktoren der zweiten Art sind demgegenüber durch die – im Rahmen der technischen Möglichkeiten freien – Entscheidungen der beiden Gegner bestimmt. In der günstigsten Wahl dieser Faktoren zweiter Art besteht nun eben das Problem, das wir näher betrachten wollen.

Zuerst stellen wir jedoch noch die Faktoren erster Art zusammen, auf die das Folgende basiert werden soll. Sie sind zum Teil bewußt willkürlich angenommen:⁴

Flab-Geschütz:

- Kadenz, Munition und Ballistik wie beim 20 mm Inf. Flab-Geschütz.
- mittlerer Zielfehler = 0; 50 % Streuung in Seite und Elevation (resultierend aus ballistischer und Zielfehlerstreuung) = 9 % der Visierdistanz.
- es bietet eine Zielfläche von 20 m² (ein Treffer innerhalb dieser Fläche hat totale Vernichtung zur Folge, ein Treffer außerhalb ist wirkungslos).

Flugzeug:

- Front-Profil wie Hawker-Hunter.
- Geschwindigkeit = 250 m/sec.
- Bewaffnung: zwei gleichzeitig abgeschossene Raketen, Ballistik wie bei der 8 cm-Oerlikon-Rakete.
- 50 % Streuung in der Breite 6 %, in der Länge 15 %.
- durch 100 g (oder mehr) Sprengstoff, das heißt durch ca. 8 Treffer, wird das Flugzeug mit Sicherheit vollständig vernichtet. Unterhalb 100 g Sprengstoff ist die mittlere Zerstörung proportional zum Sprengstoffgewicht. (Bei *einem* Treffer zum Beispiel beträgt der Schaden am Flugzeug im Mittel über alle Fälle 12 % des Totalwertes.)

Bei den Faktoren zweiter Art mache ich lediglich aus Darstellungsgründen zwei Einschränkungen:

⁴ Diese Willkür hat für die Gültigkeit unserer Überlegungen keine Bedeutung, da es möglich ist, die richtigen Daten experimentell zu bestimmen.

- für das Flugzeug nehmen wir an, daß es aus einer Distanz von 4000 m geradlinig (mit durch die Ballistik der Raketen bedingten Abweichungen) mit einem Stechwinkel von 30 Grad anfliegt, wobei die letztere Annahme nur die Längenstreuung beeinflußt.
- für das Flab-Geschütz wird angenommen, daß es von einem bestimmten Moment an ununterbrochen feuert und daß es möglich ist, das Flugzeug bis 400 m nach dem Raketenabschuß wirksam zu bekämpfen.⁵

Es bleiben somit zwei Faktoren frei (wir könnten sie sinngemäß «Freiheitsgrade des Problems» nennen):

- der Moment des Raketenabschusses durch das Flugzeug;
- der Moment der Feuereröffnung durch das Geschütz.

Um nicht zu ausführlich zu werden, beschränken wir uns für den Raketenabschuß auf die Distanzen von 400 zu 400 m, so daß also das Flugzeug aus den Distanzen 4000, 3600, 3200, ..., 400 m feuern kann. Das entsprechende soll für das Flab-Geschütz gelten: Es kann das Feuer auf 4000, 3600, ..., 400 m eröffnen, wobei hier und im folgenden die Meinung ist, daß der erste Schuß jeweils auf die genannte Distanz beim Flugzeug ein treffen soll (Beginn der Wirkung). Da nun jeder der beiden Gegner über zehn Möglichkeiten verfügt, gibt es insgesamt hundert verschiedene Kampfabläufe, von denen nun jeder im Hinblick auf sein Resultat untersucht werden muß. Die Rechnung ergibt beispielsweise, falls die Flab das Feuer auf 2000 m eröffnet und das Flugzeug aus 1600 m schießt, die folgenden Zahlen:

- Treffererwartungszahl des Geschützes (Beschußstrecke 2000 bis 1200 m) gleich 0,48 entsprechend 5,76 g Sprengstoff. Der mittlere Schaden am Flugzeug trägt also 5,76 % seines Wertes.
- Verschossene Munition: 79 Schuß.
- Treffwahrscheinlichkeit des Flugzeuges mit mindestens einer Rakete: 0,0135. (Diese Treffwahrscheinlichkeit ist reduziert entsprechend der Möglichkeit, daß das Flugzeug vor dem Abschuß der Raketen (auf der Strecke von 2000 bis 1600 m) abgeschossen wird.)

Aus diesen Zahlen muß nun ein Erfolgswert E für diesen Kampfablauf berechnet werden. Wir definieren entsprechend den obigen Zahlen

$$E = 0,0576 \times \text{Wert des Flugzeuges} \\ \text{minus } 0,0135 \times \text{Wert des Flab-Geschützes.}$$

Dabei muß nun entschieden werden, welche Werte für die beiden Kampfmittel einzusetzen sind. Der Geldwert oder der Wert in Arbeits-

⁵ Für Schußdistanzen unter 400 m werden wir allerdings die Flab-Wirkung entsprechend der großen Winkelgeschwindigkeit reduzieren.

stunden ist nicht unbedingt zweckmäßig, da zum Beispiel der Abschuß eines gegnerischen Flugzeuges an sich zwar für die höhere Führung von Bedeutung sein mag, für einen taktischen Kommandanten jedoch nur insofern interessant ist, als das Flugzeug durch den Abschuß an der eigenen Wirkung verhindert wurde. Wir betonen im folgenden den letzteren Gesichtspunkt (der im übrigen auch derjenige Davids gegenüber Goliath ist), indem wir sowohl dem Flugzeug als auch dem Geschütz den Wert 1000 geben, das Flugzeug also deutlich unterbewerten. (In Wirklichkeit ist das Aufsuchen der richtigen Bewertung ein Problem für sich, auf das hier nicht eingegangen wird.)

Damit ergibt sich nun in unserem Fall

$$E = 57,6 - 13,5 = 44,1$$

also, da dieser Wert positiv ist, eine Überlegenheit des Geschützes gegenüber dem Flugzeug.

An dieser Stelle muß nun ein weiterer Faktor in Betracht gezogen werden, der bisher absichtlich beiseite gelassen wurde, nämlich die Menge der zur Verfügung stehenden Munition. In dieser Beziehung ist die Situation unserer Armee so, daß wir bei Kriegsbeginn für jedes unserer Flab-Geschütze über eine bestimmte Munitionsausrüstung (M Geschosse) verfügen und daß wir diese Munition so einteilen wollen, daß sie für eine bestimmte Zahl N von Einsätzen reicht. Wir erhalten so pro Einsatz eine mittlere Dotation von M/N -Geschossen. Wir nehmen nun vorerst an, daß $M/N = 50$ ist. Da wir für den betrachteten Kampfablauf (2000 bzw. 1600 m) 79 Geschosse brauchen, können wir infolge der beschränkten Dotation gar nicht in jedem Fall, sondern nur in $50/79$ oder ungefähr fünf Achtel aller Fälle schießen. Die unserer Erfolgsrechnung zugrunde gelegte Zahl 57,6 muß also in diesem Verhältnis reduziert werden.

Man erhält dann

$$E = \frac{50}{79} \cdot 57,6 - 13,5 = +23.$$

Diese Zahl ist in Tabelle 1 im Feld 2000/1600 eingetragen. Diese Tabelle stellt eine sogenannte Spiel- oder Kampfmatrix dar. Als Eingänge haben wir links die in Betracht gezogenen Distanzen für die Feuereröffnung der Flab und oben die entsprechenden Distanzen für die Schußabgabe durch das Flugzeug. Jedes Feld entspricht somit einem der hundert möglichen Kampfabläufe und enthält den zugehörigen Erfolgswert, der in allen Fällen genau so berechnet wurde wie soeben der Wert $E=23$.

Tabelle 1
M/N = 50

Flieger, Schußabgabe bei Meter

Flab, Beginn der Wirkung auf Meter	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
400	—120	—55	—25	—14	—9	—6	—5	—4	—3	—2
800	+79	+115	—25	—14	—9	—6	—5	—4	—3	—2
1200	+31	+117	+40	—14	—9	—6	—5	—4	—3	—2
1600	—2	+76	+43	+21	—9	—6	—5	—4	—3	—2
2000	—30	+50	+30	+23	+13	—6	—5	—4	—3	—2
2400	—45	+33	+21	+17	+14	+10	—5	—4	—3	—2
2800	—45	+20	+14	+12	+11	+10	+8	—4	—3	—2
3200	—65	+11	+9	+9	+8	+8	+7	+7	—3	—2
3600	—72	+4	+5	+6	+6	+6	+6	+5	+5	—2
4000	—81	—3	+1	+3	+4	+4	+4	+4	+3	+3

Wie können wir nun diese Kampfmatrix auswerten? Da wir auf den Moment der Schußabgabe durch den Gegner keinen Einfluß haben, fragen wir einmal, was für jede unserer eigenen Möglichkeiten das Schlimmste ist, das uns (immer im Mittel über viele Kampfhandlungen) passieren kann. Falls wir etwa unser Feuer auf 1200 m eröffnen, so ist der kleinste, also ungünstigste Erfolgswert, der eintreten kann, gleich dem Wert -14 (halbfett). Er tritt dann ein, wenn der Gegner aus 1600 m schießt. Bei Feuereröffnung auf 3600 m ist der ungünstigste Wert $E = -72$ (halbfetter Wert der zweituntersten Zeile). Unter allen halbfetten Werten der Tabelle (die also jeweilen das Schlimmste darstellen, was uns passieren kann), gibt es nun einen größten, das heißt am wenigsten schlimmen. Es ist dies der fett gedruckte Wert $E = -9$, der zur Feuereröffnung auf 1600 m gehört.

Damit haben wir die Antwort auf die folgende Frage gefunden: *Welches ist der höchste Erfolgswert, den wir unabhängig vom Verhalten des Gegners durch eigenes zweckmäßiges Verhalten erzwingen können?* Die Antwort lautet: *Der Wert ist -9 und wir können ihn dadurch erzwingen, daß wir das Feuer stets auf 1600 m Distanz eröffnen soweit die Munition reicht.* (Im Sinne der Spieltheorie entspricht die Feuereröffnung auf 1600 m der sogenannten «optimalen reinen Strategie» für die Flab). Gemessen am eingesetzten Wert 1000 für das Geschütz ist dieser Wert -9 sehr klein und wir können bei einer Munitionsdotation $M/N = 50$ von praktischer Ebenbürtigkeit der beiden Gegner sprechen. Man beachte übrigens, daß $E = -9$ zustande kommt, wenn der Flieger aus 2000 m schießt. Mit anderen Worten: Die

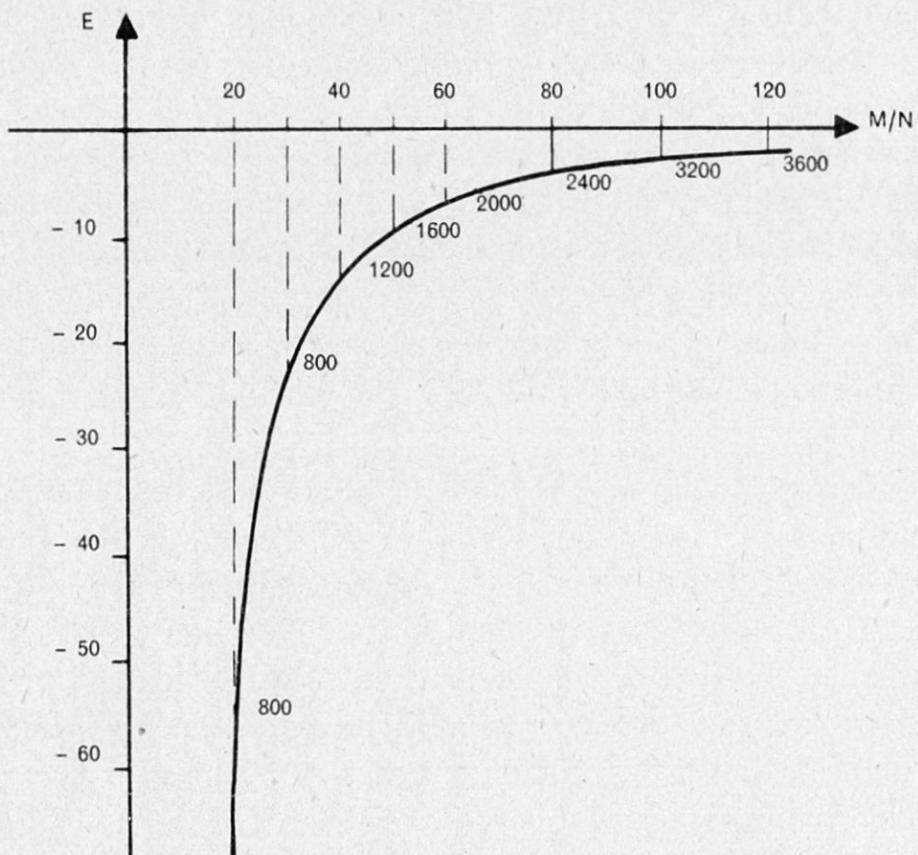
Flab kommt in diesem Falle gar nicht zum Schuß. Entschließt sich hingegen der Gegner, erst aus 1200 m zu schießen, so wird er von der Flab zwischen 1600 und 800 m beschossen und dementsprechend steigt E sofort an, in diesem Falle auf +43, und zwar trotz der erhöhten Treffsicherheit des Fliegers. Schießt das Flugzeug hingegen aus Distanzen über 2000 m, so kommt die Flab wiederum nicht zum Schuß, aber E wächst wieder zu unseren Gunsten, da ja die Treffwahrscheinlichkeit des Fliegers abnimmt. So zeigt die mathematische Überlegung auf die natürlichste Art die Lösung des Dilemmas, in dem man sich bei naiver Betrachtung befindet: Einerseits will man das Feuer möglichst früh eröffnen, um den Gegner an der eigenen Wirkung zu verhindern, anderseits aber wieder spät, da wir bei beschränkter Munitionsmenge auf kurze Distanz die größere Chance haben, den Gegner zu treffen.⁶

Nun können alle Rechnungen, die wir bisher für $M/N=50$ durchgeführt haben, für eine beliebige andere Munitionsdotation wiederholt werden. Für jeden Wert von M/N erhalten wir dann den maximalen erzwingbaren Erfolgswert E und die Feuereröffnungsdistanz, mit der dieser Wert unter allen Umständen erreicht wird. Diese Werte sind in Tabelle 2 graphisch dargestellt. Die längs der Kurve angeschriebenen Werte sind die Distanzen für die Feuereröffnung (Beginn der Wirkung). Man sieht etwa, daß bei $M/N=40$ der maximale erzwingbare Erfolgswert $E = -14$ ist und daß, um ihn zu erreichen, das Feuer auf 1200 m eröffnet werden muß. Die Darstellung zeigt, daß die Kurve für kleine M/N rasch ansteigt, für große M/N jedoch sehr flach verläuft: Es macht sich bezahlt, eine gewisse minimale Munitionsdotation zu beschaffen. Es erscheint sinnvoll, pro vorgesehenen Einsatz 80 oder allenfalls 100 Geschosse zu kaufen, aber noch weiter zu gehen, rentiert sich nicht. Würde man sich für $M/N=80$ entscheiden, so wäre das Feuer jeweils auf 2400 m (Beginn der Wirkung) zu eröffnen, und dies wäre dann *der mathematisch bestimmte Wirkungsbereich* des 20 mm-Geschützes (für den hier betrachteten Kampftyp).⁷

⁶ An dieser Stelle würde nun erst die eigentliche mathematische Spieltheorie einsetzen mit der Frage nach der optimalen *gemischten* Strategie. Eine solche besteht darin, daß man sich für die Feuereröffnung nicht an eine *bestimmte* Distanz hält, sondern durch sinnvollen Wechsel den Wert E nochmals zu erhöhen sucht. Der Effekt ist jedoch in unserem Beispiel so klein, daß diese Untersuchung praktisch bedeutungslos ist. Das Resultat lautet: Das Feuer ist in einem Drittel aller Fälle auf 800 m, in einem weiteren Drittel auf 3600 m und im letzten Drittel gleichmäßig verteilt auf alle dazwischenliegenden Distanzen zu eröffnen. Man erreicht damit $E = 0$.

⁷ Diese Zahlen dürfen nicht als verbindlich betrachtet werden, denn sie beruhen auf den zum Teil willkürlichen Annahmen, die unserem Beispiel zugrunde gelegt wurden.

Tabelle 2



Wir brechen hier die Untersuchung ab im Bewußtsein, daß zu einer vollständigen Beurteilung eines Flab-Geschützes noch weitere Berechnungen durchgeführt werden müssen. Es müssen beispielsweise andere typische Kampfformen untersucht werden. Und dann betrafen ja alle bisherigen Überlegungen immer nur die Mittelwerte, die sich bei einer großen Zahl von Kampfhandlungen ergeben. Daneben ist es aber auch wichtig zu wissen, wie stark sich der Zufall im einzelnen Falle auswirken kann. Auch in dieser Richtung müßte also die Betrachtung erweitert werden. Von besonderer Wichtigkeit wäre die Frage, in welchem Verhältnis ein gegebener Kredit für die Beschaffung von Geschützen und Munition aufzuteilen ist. Es wäre auch interessant, sich zu überlegen, inwiefern unsere Untersuchungen zu einer vergleichenden Beurteilung verschiedener Flab-Waffen dienen könnten – auch in diesem Falle muß ich mich auf die Erwähnung der Probleme beschränken. Der Zweck dieser Ausführungen ist aber erreicht, wenn es gelungen ist, einerseits einen Begriff von den bestehenden Möglichkeiten zu geben und anderseits klarzumachen, welch enormer Aufwand bei der Beschaffung grundlegender Daten und den numerischen Aus-

wertungen nötig ist, wenn man zu schlüssigen Urteilen über moderne Waffen und Waffensysteme und ihren zweckmäßigen Einsatz gelangen will.

Dieser Aufwand wird übrigens bald einmal untragbar werden, wenn man zu ganzen Waffensystemen übergeht. So ist es vollständig undenkbar, die ganze Luftverteidigung eines Landes oder den Kampf zweier Panzerverbände mit den geschlossenen Methoden zu untersuchen, die wir soeben für ein einzelnes Geschütz verwendet haben. Die Anzahl der Freiheitsgrade wird viel zu groß. Man hat aber für solche Zwecke ein anderes Hilfsmittel zur Verfügung: Die «Simulation» oder Nachahmung des Kampfgeschehens mit einem Rechenautomaten. Man gibt dem Automaten die Ausgangslage, die Aufträge inbegriffen, bekannt und läßt ihn dann die Entwicklung der Lage von Sekunde zu Sekunde durchrechnen. Besonders wichtig ist es dabei, daß auch das Spiel des Zufalls (verursacht durch die technischen Eigenschaften der Waffen oder die Unberechenbarkeit der Entschlüsse, die von den am Kampf beteiligten Personen fortwährend gefaßt werden) berücksichtigt werden kann. Selbstverständlich muß dem Automaten auch die technische Leistungsfähigkeit der beteiligten Waffen mitgeteilt werden. Um diese in geeigneter Form zu beschaffen, werden eben Detailuntersuchungen von der Art, die wir soeben vorgeführt haben, nötig sein. Durch dieses Mittel der Simulation ist es etwa möglich, die Leistungsfähigkeit verschiedener zur Diskussion stehender Systeme für die Luftraumverteidigung zu vergleichen. Aber auch für die Führerschulung eignet sich das Verfahren ausgezeichnet.

4. Operations Research

Die neue, aus Amerika kommende Wissenschaft «Operations Research» oder «Verfahrensforschung» beschäftigt seit einigen Jahren auch die europäischen Forscher, Industriellen, Wirtschafts- und militärischen Fachleute.⁸ Was ist diese Verfahrensforschung? Sucht man in verschiedenen Publikationen nach einer Definition, so wird man deren beliebig viele verschiedene finden. Das ist ganz natürlich, denn «Operations Research» ist nicht ein klar umgrenztes Wissensgebiet wie etwa die Botanik oder die Astronomie. «Operations Research» wird vielmehr überall dort getrieben, wo man gewillt ist, sich für weittragende Entscheidungen auf wissenschaftlich begründete Unterlagen zu stützen. Für Entscheidungen auf dem heute so komplexen militärischen Gebiet werden dabei die verschiedenartigsten Wissenschaften

⁸ Für den militärischen Bereich vgl. die Studie «La Recherche Opérationnelle et la Décision» von Oberstkorpskdt. Gonard sowie den Artikel «Umfassende Zusammenarbeit» von Oberstdiv. Uhlmann in ASMZ 1959, Heft 9.

an der Bereitstellung dieser Entschlußunterlagen beteiligt sein müssen: Nationalökonomie, Finanzwissenschaft, Mathematik, Physik, Elektronik, Militärwissenschaften, um nur die wichtigsten zu nennen. Die vornehmste Aufgabe für eine sinnvolle militärische Verfahrensforschung ist die sachgerechte Koordination der in allen diesen Gebieten zu leistenden Arbeiten, eine in unseren Verhältnissen sehr anspruchsvolle Aufgabe, wenn wir nur etwa an das Gesamtproblem der Luftraumverteidigung denken. Das im Abschnitt 3 behandelte Beispiel – lediglich ein Teil der mathematischen Behandlung einer einzigen Waffe – mag zeigen, daß wir nur bei *Konzentration aller Kräfte* beim Einsatz der modernen wissenschaftlichen Methoden erfolgreich sein können, ohne die eine militärische Planung in Zukunft kaum noch denkbar ist.

Oberstkorpskommandant Jakob Huber¹

Von Oberst Otto Scheitlin

«Une noble figure a disparu», so faßte General Guisan die Totenklage beim Ableben von Oberstkorpskommandant Jakob Huber zusammen. Dieser hatte noch kurz vor seinem Sterben den Wunsch ausgedrückt, man möchte sich einst nicht über seine Laufbahn verbreiten. So sehr uns daran die echte Bescheidenheit menschlicher Größe beeindruckt, so wenig dürfen wir Hubers Wunsch zu wörtlich folgen. Nicht nur steht dem Jahrgang unserer Militärschule, der unter dem Namen «Promotion Oberstkorpskommandant Huber» studiert, der Anspruch zu, das Bild der Persönlichkeit vor gestellt zu bekommen; die Persönlichkeit ist es auch wert, dem Vergessen enthoben zu werden. Wir begegnen jedoch, wenn wir das Porträt zu zeichnen versuchen, zwei Schwierigkeiten: Einmal ist die Gestalt Hubers noch nicht so entrückt, daß wir uns von persönlicher Erinnerung freimachen und in distanzierter Sachlichkeit zu sagen vermöchten: «So war es»; zum andern aber müssen wir über die persönlichen Eindrücke froh sein, weil erst weniges aus dem reichen Leben der Forschung zugänglich ist.

Aus nachhaltiger Erinnerung und übermitteltem Wort mag sich denn unser Anliegen erfüllen, das Bild Oberstkorpskommandant Hubers wachzurufen.



¹ Rede zur Eröffnung des Studienjahres 1959 an der militärwissenschaftlichen Abteilung der Eidgenössischen Technischen Hochschule.