Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 124 (1958)

Heft: 6

Artikel: Lenkwaffen

Autor: Lécher, J.R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-27889

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: 13.01.2026

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

Lenkwaffen

Von Hptm. J. R. Lécher

Der Inhalt dieses Beitrages gliedert sich in folgende drei Teile:

I. Teil. Die theoretischen Grundlagen: Einleitung, Begriffsbestimmung, Morphologie, Lenkung und Ordnung.

II. Teil. Die praktische Anwendungen: Der heutige Stand, die taktische, operative und strategische Bedeutung, Unterhalt und Logistik, Ausbildungsprobleme.

III. Teil: Schlußfolgerungen.

Der Fortschritt wird nur durch
die Grenzen der menschlichen
Vorstellungskraft begrenzt!
(Capt. Rickenbacker, EAL)

Einleitung

Es gibt immer wieder neue Zeitabschnitte, die einen vollständigen Wechsel im militärischen Denken mit sich bringen und deshalb eine grundlegend neue intellektuelle Anpassung erfordern.

Dieser Tatsache kann auch unser Wehrwesen und mit ihm der Soldat und Bürger nicht ausweichen. Allerdings wird das Herkömmliche und Altgewohnte stets bemüht sein, die scheinbar angestammten Rechte kühn und machtvoll zu verteidigen. Auf dem Wehrsektor, wo die frische Luft einer ununterbrochenen Konkurrenzierung läuternder Kräfte fehlt, ist es oft so, daß überholte taktische und strategische Vorstellungen sich sehr lange halten können, weil sie erst durch harte und blutige Erfahrungen im Kriege aufgedeckt werden. Aber – der klärende geschichtliche Entwicklungsprozeß ist für den am falschen oder überholten Objekt haften gebliebenen Menschen wenig rücksichtsvoll. Der Soldat hat deshalb nicht nur die Pflicht, dem militärgeschichtlichen Entwicklungsprozeß möglichst rasch zu folgen, sondern auch die die militärtechnischen Traditionswerte umstoßenden Zeitabschnitte frühzeitig zu erkennen und zu bejahen.

General Douhet sagte in einer seiner wehrtechnischen Betrachtungen: «Der Sieg lächelt jenen zu, die vorauswirkend den kommenden Wechsel in der Kriegführung beschleunigen, nicht jenen, die warten, bis die Anpassung an den erfolgten Wechsel unausbleiblich wird.»

Stehen wir heute vor einem solchen wehrtechnischen und strategischen Umbruch, der einen neuen militärgeschichtlichen Zeitabschnitt einleitet?

Diese Frage ist im Hinblick auf die Entwicklung der Lenkwaffen einerseits und der atomaren Sprengstoffe anderseits ohne Zögern mit Ja zu be-

antworten. Es mag überraschen, daß in vielen Fachkreisen die militärische Bedeutung der Lenkwaffen sogar noch höher eingeschätzt wird als die des nuklearen Sprengstoffes. Eine nähere Untersuchung dieser Behauptung müßte den Beweis erbringen, doch liegt dies außerhalb des hier gesetzten Rahmens. Von einer allzu stark gefühlsbetonten Bindung bezüglich der Beurteilung der Bedeutung von Nuklearwaffen – man könnte von einer Nuklearwaffenhypnose sprechen – muß aber unbedingt Abstand genommen werden, wenn der klare Ausblick auf die möglichen militärischen Entwicklungen der Zukunft nicht einseitig begrenzt werden soll.

Nach dem Erfolg, den die «Planck Lectures» gehabt haben, ist doch damit zu rechnen, daß die heute bekannten Nuklearwaffen nur eine Art der Energiegewinnung aus der Materie darstellen. Physikalisch völlig anders gelagerte Flächenwirkungs-Waffen könnten die heute bekannten Formen der Nuklearwaffen (inkl. reine Fusionswaffen, die in Entwicklung stehen) ersetzen oder zum mindesten ergänzen. Es ist deshalb im Hinblick auf die Zukunft klug, nicht *nur* mit nuklearen Zerstörungsmitteln zu rechnen. Mit dieser kritischen Warnung werden die bedeutsamen militärischen Möglichkeiten einer nuklearen Kriegführung in keiner Weise herabgemindert, deren Beziehung zu den Lenkwaffen sich wie Feuer zu Bewegung verhält, sondern nur an ihren richtigen Platz gewiesen. Der kombinierte Einsatz von Lenk- und Nuklearwaffen, so bedeutsam er auch heute ist, kann für die Lenkwaffen nicht als allein mögliche «Symbiose» angesprochen werden. Umgekehrt aber ist die Lenkwaffe für den Einsatz der Nuklearwaffen oft die einzig mögliche Einsatzform. Zu beachten ist auch die Tatsache, daß durch die Entwicklung der Nuklearwaffen heute eine in diesem Maße noch nie dagewesene Überlegenheit des Feuers über die Bewegung vorhanden ist, die höchstens im Rahmen der Luftkriegführung durch die Erhöhung der Fluggeschwindigkeiten und Reichweiten einen Ausgleich findet.

Die Beweglichkeit der motorisierten Truppen zum Beispiel ist seit 1945 kaum vergrößert worden, während der Faktor Feuer durch die Atomwaffen mehr wie vertausendfacht wurde. Ob die Lenkwaffen diesen Vorsprung der Feuerkraft über die Beweglichkeit wohl wieder auszugleichen vermögen?

Begriffsproblematik

1. Sprachliche Unterschiede und Schwierigkeiten

Mit Berechtigung kann gefragt werden, ob der Ausdruck «Lenkwaffe» sachlich zutreffend gewählt wurde. Wäre es nicht besser, Ausdrücke wie: «ferngesteuerte Waffen», «Flugkörper» oder sogar «ferngelenkte Geschosse» zu verwenden?

Wenn auch oft andere Ausdrücke Anwendung finden, so muß doch nach erfolgter Analyse aller in dieses spezielle Waffengebiet fallenden technischen Entwicklungs-Varianten dem Ausdruck «Lenkwaffe» der Vorzug gegeben werden, da er einfach und treffend das Wesentliche erfaßt – eine gelenkte Waffe.

In der deutschen Sprache stoßen wir auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn man den Ausdruck «missile» zu übersetzen versucht. Eine wörtliche Übersetzung mit «Sendling» oder «Gerät» kann nicht befriedigen. So findet man meistens die Bezeichnung «Lenkwaffe» oder «Flugkörper», womit der sich selbst lenkende oder ferngelenkte Teil des Lenkwaffensystems gemeint ist.

In den nachfolgenden Darlegungen schließen wir uns den logischen britischen Gedankengängen an und verwenden den Ausdruck «Lenkwaffe» (guided missile) für den sich selbst lenkenden oder ferngelenkten Teil eines Lenkwaffensystems. Den Ausdruck «Lenkwaffensystem» verwenden wir anderseits immer dort, wo wir nicht nur den gelenkten Teil für sich, sondern auch alle anderen für den Einsatz notwendigen Hilfsgeräte miteinbezogen haben wollen (guided weapon).

2. Begriffsanalyse

Wie das Wort Lenkwaffe nun selbst aussagt, handelt es sich dabei um die Verbindung des Begriffes «lenken» mit dem Begriff «Waffe». Dies zwingt uns zu einer kurzen abschweifenden Fragestellung: was heißt «lenken», und was ist unter «Waffe» zu verstehen?

a. *Die Waffe.* Seit Urzeiten hat die Waffe den Zweck, den Kampfwert des Kämpfers und damit auch der Heere zu steigern. Da der Kampf aber nicht nur ein Gesetz der materiellen, sondern auch der geistigen Welt ist und bleiben wird, sind *alle* kampfbeeinflussenden Elemente für den Menschen von ausschlaggebender Bedeutung, sowohl für seine körperliche als auch für seine geistige Entwicklung. Man spricht deshalb mit Recht auch von den geistigen und moralischen Waffen, und wir möchten beifügen, daß diese Waffen wohl zu den entscheidenden gezählt werden müssen. So spannend eine Auseinandersetzung mit dem Problem der «nichtmateriellen» Waffen auch wäre, wir müssen den gesteckten Rahmen beachten und lassen daher dieses Gebiet bewußt, aber mit Bedauern auf der Seite. Wir halten nur grundsätzlich fest, daß es einerseits geistige, will sagen nichtmaterielle, und anderseits materielle Waffen gibt.

Wir möchten (ohne Anspruch auf Vollgültigkeit zu erheben) aus dem Dargelegten ableitend die Waffe im *materiellen* Sinne wie folgt definieren:

Die Waffe ist ein Mittel, um auf den Angriffs- oder Widerstandswillen

eines Gegners mit Gewalt oder durch Gewaltandrohung direkt einwirken zu können, mit dem Zweck, die volle eigene Willensbetätigung zu sichern.

. . .mit Gewalt? Das ist das Typische für eine materielle Waffe. Für eine geistige oder moralische Waffe würde an Stelle der Gewalt die Idee bzw. das Gewissen zu treten haben.

Will man die Waffensysteme in ein gestaltliches System einreihen, um eine bessere Übersicht zu erlangen, so besteht folgende Möglichkeit:

Waffensysteme

Materielle Waffensysteme		*Nichtmaterielle Waffensysteme*	
Dynamisch	*statisch*	*dynamisch*	*statisch*
– Hand- und Schlagwaffen	– Minen	(geistig)	(moralisch)
– Schußwaffen	– Sperren (z.B. Luftsperren, elektr.geladener Draht usw.		
– Lenkwaffen			
– Strahlwaffen	– mechanische «Fallen»		
	– Verseuchung (ABC)		

In Zusammenhang mit den Lenkwaffen interessiert uns die Gruppe der dynamischen, materiellen Waffensysteme.

Die Charakteristik der dynamischen Waffensysteme liegt darin, *daß das Ziel aktiv aufgesucht wird,* wobei eine auf das Ziel gerichtete Bewegung resultiert. Bei den statischen Waffensystemen ist der Charakter der Sperrung maßgebend, wobei die zerstörende Wirkung am Ziel nicht dadurch erreicht wird, daß das Ziel aufgesucht wird, sondern dadurch, daß sich das Ziel in den Wirkungsraum der Waffe selbst hineinbewegt und meistens dadurch auch die Wirkung selbst – gewissermaßen automatisch – auslöst.

An dieser Stelle ist es notwendig, den grundsätzlichen Unterschied einer Flug- oder Wurfbahn (Ballistik) einerseits und eines Flugweges (Navigation) anderseits zu beleuchten, weil dies für das Verständnis der Lenkwaffen von Bedeutung ist. Die Flug- oder Wurfbahn ergibt sich aus dem Parallelogramm der Wege und ist für jeden einzelnen Körper im voraus berechenbar (Wurfparabel, Geschoßbahn). Der Flugweg hingegen stellt eine beliebig gewählte Linie im Raum dar, weil der Vektor [a] des «fliegenden Körpers» im Fluge beliebig verändert werden kann. ([a] Vektor = begrenzte Strecke mit Richtungssinn).

Die beiden Worte «Bahn» und «Weg» können übrigens gut als illustrative Erklärung herangezogen werden. Der «fliegende» Körper einer Wurfwaffe bewegt sich wie ein Schienenfahrzeug auf einer vorausbestimmten Bahn, während die Lenkwaffe sich wie ein Wanderer ihren Weg zum gewünschten Ziel nach Belieben – selbst auf Umwegen – wählt.

In den USA wird ebenfalls streng zwischen «Bahn» (Ballistik) und «Weg» (Navigation) unterschieden. Dies zeigt sich übrigens auch in den Ausdrücken «balistic missiles» einerseits und «guided missiles» anderseits. Die eine Gruppe ist ballistischen Gesetzen unterworfen, die andere den navigatorischen Gesetzen der Lenkung.

Die Auffassung, daß die ballistischen Spezialwaffen wie zum Beispiel «V 2» und «Atlas», grundsätzlich zu den strategischen Schuß- und Wurfwaffen und nicht etwa zu den Lenkwaffen gezählt werden sollten, ist nicht unberechtigt. Da viele ballistische Fernwaffen aber mindestens am Anfang gelenkt werden, ist es üblich, sie den Lenkwaffen zuzuordnen.

Über die Lenkwaffen selbst sei an dieser Stelle nichts weiteres ausgesagt, da dieses Waffen-Teilgebiet im nächsten Kapitel eingehend behandelt wird.

b. *Die Lenkung.* Wie steht es nun mit dem Begriff «lenken»?

Versucht man, sinnverwandte Ausdrücke für den Begriff «lenken» anzuführen, wie zum Beispiel leiten, steuern, zielen, richten, weisen usw., so erkennt man, daß es sich hier grundsätzlich um ein Problem der Bewegung handelt. Nach der heutigen Auffassung, die durch die neuere Naturwissenschaft begründet wird, setzt jede Bewegung im bewegten Gegenstand einen Antrieb voraus, der vom Beweger eingeprägt ist. Im Sinne des Trägheitssatzes setzt jedes materielle Gebilde der Änderung seines Bewegungszustandes einen Widerstand entgegen, der durch eine Kraft zu überwinden ist. Ohne Krafteinwirkung verharrt demnach ein Körper im Zustand der Ruhe oder gleichförmig-geradliniger Bewegung; durch einwirkende Kraft erfährt er eine Beschleunigung.

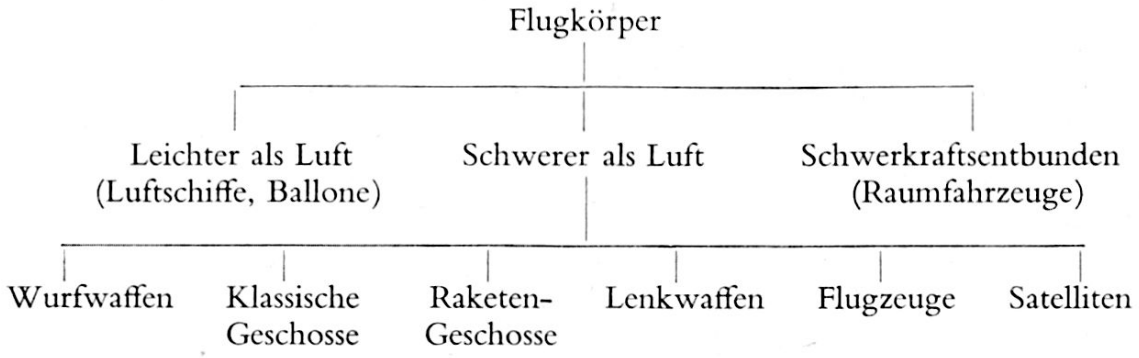
Das Wesentlichste an den Lenkwaffen ist somit ihr Bewegungszustand und dessen indirekte Beeinflussung. Dadurch unterscheiden sie sich von allen andern Waffen und Waffensystemen. Der Einsatz dieser neuen Waffen, das heißt die «Zielgerichtetheit», erfolgt grundsätzlich immer aus einer Bewegung heraus, die durch eine Lenkung bestimmt wird. Dipl.-Ing. F. Müller hat diesbezüglich eine zweckmäßige Begriffsklärung vorgenommen. Er sagt: «Die Auslösung bestimmter Vorgänge an einem Ort durch Kommandogabe an einem anderen Ort nennt man – soweit sie nicht der reinen Nachrichtenübermittlung dienen – allgemein Fernsteuerung. Handelt es sich hierbei um die Beeinflussung der Bewegung ortsveränderlicher – im allgemeinen unbemannter – Objekte (Fahrzeuge, Flugzeuge, Flugkörper, Gleitbomben usw), so spricht man von Fernlenkung.»

Ein bemerkenswerter Faktor bei der Erläuterung der allgemeinen Lenkwaffen-Charakteristik zum Unterschied zu den anderen Waffensystemen stellt die Frage nach dem Flugzustand dar.

Die Auffassung, daß das «Fliegen» *keine* wesentliche Eigenschaft der Lenkwaffen darstellt, *da auch andere Fortbewegungsmedien als die Luft verwendet werden können,* ist durchaus berechtigt und darf bei den nachfolgenden Überlegungen, die das «Fliegen» betreffen, nicht außer acht gelassen werden.

Man spricht von allen Körpern, die den Luftraum als Bewegungsraum benützen, bei ihrer Bewegung von «Fliegen». Im weitesten Sinne darf dies vielleicht auch als richtig bezeichnet werden, wenn man fliegen ganz allgemein als eine von der Erdoberfläche losgelöste, im Luftraum stattfindende Bewegung bezeichnen will.

Unter diesem Gesichtspunkt, aber nur unter diesem, ist es richtig, wenn man die «fliegenden» Körper und mit ihnen die «fliegenden» Lenkwaffen wie folgt klassiert:



(NB. Der Satellit ist kein schwerkraftsentbundener Flugkörper, wie oft angenommen wird. Ein schwerkraftsentbundener Flugkörper muß in der Lage sein, sich gesteuert von einem Schwerkraftsfeld nach Belieben zu lösen und wieder zurückzukommen.)

Es soll nun noch das *Antriebsproblem* untersucht werden. Während eine Differenzierung der Lenkwaffe gegenüber den Hand- und Strahlwaffen infolge der sich hier klar abzeichnenden Gebiete erübrigt, ist bezüglich des Selbstantriebes von Schuß- und Wurfwaffen einerseits und Lenkwaffen anderseits eine scharfe Trennung nicht möglich. Durch das Raketengeschoß (rein ballistische Rakete oder auch ungesteuerte Rakete genannt), das zu den Schuß- und Wurfwaffen gezählt werden muß, ist ein Waffentyp entstanden, der *bezüglich Antrieb* eine Zwischenstellung zwischen Geschoß und Lenkwaffe einnimmt. Anderseits gibt es aber gewisse Lenkwaffen, wie zum Beispiel Lenkbomben, die ihrerseits *keinen* eigenen Antrieb besitzen.

Daraus muß man nun den Schluß ziehen, daß *der Faktor Antrieb kein grundsätzliches Unterscheidungsmerkmal für eine der beiden Waffengruppen darstellt.* Nur in einer Hinsicht ist der Antrieb von gewisser Bedeutung, und zwar in seinem Zusammenhang mit den gewichtsaufhebenden und vor-

wärtstreibenden Kraftkomponenten, die für das Zustandekommen eines reinen Flugzustandes wesentlich sind. Ein wirklich fliegender Körper braucht nämlich nicht unbedingt Flügel und Steuerflächen zu besitzen; er kann eines der beiden Elemente oder auch beide durch entsprechend gerichtete und bewegliche Strahlkräfte eines Triebwerkes ersetzen. Wir können somit festhalten, daß nicht ein Antrieb als solcher ein Unterscheidungsmerkmal zur Differenzierung von Schuß- und Wurfwaffen einerseits und Lenkwaffen anderseits darstellt, sondern – sofern einer vorhanden ist – erst die oft sehr schwierig abzuklärende Frage nach dem Zweck des Triebwerkes.

Schlußfolgerung. Die Antwort auf die Frage: handelt es sich bei der Bewegungscharakteristik einer Waffe um eine Flugbahn oder um einen Flugweg, das heißt wird das Bewegungsproblem der Waffe nur ballistisch oder vorwiegend nur navigatorisch gelöst, ist zur Bestimmung einer Lenkwaffe allein maßgebend.

3. Begriffsbestimmung

Nach der unter Punkt 2 erfolgten Begriffsanalyse und der daraus resultierenden Schlußfolgerung wäre nunmehr ein Definitionsversuch des Begriffes «Lenkwaffe» möglich. In der Fachliteratur finden sich jedoch bereits solche Versuche, und es erscheint zweckmäßig zu sein, vorgängig einer eigenen Festlegung auch andere Auffassungen zu berücksichtigen.

Ein amerikanischer Fachspezialist, General Richardson (outline of guided missiles), hat die Lenkwaffen wie folgt definiert: «Die Lenkwaffen sind unbemannte ‚Fahrzeuge', die sich über der Erdoberfläche bewegen und deren Flugbahn bzw. Flugweg durch einen an Bord befindlichen Mechanismus nach dem Abschuß bzw. Start geändert werden kann.»

Nach einer anderen Definition (TN; NZZ 19.1.55) sind Lenkwaffen unbemannte Flugkörper mit militärischer Nutzlast, deren Flugbahn nach dem Start willkürlich beeinflußt werden kann. Die Lenkung kann dabei durch in der Lenkwaffe vorhandene Vorrichtungen allein oder in Zusammenwirkung mit außerhalb des Flugkörpers befindlichen Geräten erfolgen.

Der Direktor der Daniel Guggenheim Aeronautical Labor. des California Institute of Technology, Mr. Clark B. Millikan, definiert den Begriff wie folgt: «Unter Lenkwaffen versteht man ein unbemanntes ‚Fahrzeug', das eine Kampfladung oder sonstige Nutzlast mitführt, sich durch einen eingebauten Antrieb selbst fortbewegt und während des Fluges im Luftraum oder über der Atmosphäre zu einem ausgewählten Ziel gelenkt oder eingewiesen werden kann». Er bemerkt noch dazu: «Mehr aus historischen als logischen Gründen werden Torpedos, da sie sich im Wasser und

nicht in der Luft vorwärtsbewegen, im militärischen Sprachgebrauch nicht zu den Lenkwaffen gezählt.»

Einen interessanten Beitrag zum terminologischen Problem der Lenkwaffen bietet Mr. G. W. H. Gardener's «James Clayton Lecture» Thema «guided missiles». Er weist, wie anfangs schon erwähnt wurde, darauf hin, daß im britischen Sprachgebrauch der Begriff «guided weapon» zur Bezeichnung des gesamten Waffensystems verwendet wird, also zum Beispiel auch der für die Lenkung notwendigen Hilfsgeräte. Der Begriff «guided missile» hingegen wird nur auf jenen Teil des Lenkwaffen-Systems angewandt, der sich im Luftraum fortbewegt.

Der französische Fachspezialist P. Girardin, Ingénieur Militaire en chef des F. A., definiert die Lenkwaffen wie folgt: «Les engins guidés (ou téléguidés) sont souvent appelés «engins spéciaux», terme vague dont on baptise en France tout ce qui n'entre pas dans les moyens classiques. Il s'agit d'un mobile aérien dont la trajectoire[1] peut être modifiée à volonté sans intervention humaine directe à bord; s'il est monté, le rôle de l'opérateur se réduit à des contrôles, vérifications ou réglages intermittents.»

Die britische Fachzeitschrift «The Aeroplane» veröffentlichte einen bemerkenswerten Artikel von A. R. Weyl, der dann später auch von der Zeitschrift «Forces Aériennes Françaises» übernommen wurde.

Wir zitieren F. A. F.: «Nous emploierons l'expression d'engin téléguidé pour désigner tout engin qui, emportant une charge, se déplace sur une trajectoire[1] contrôlée à tout instant depuis un poste de commande automatique extérieure à cet engin.»

Die «Information Militaire» gibt die offizielle Definition, wie sie in den französischen Luftwaffe-Reglementen angetroffen wird, wie folgt bekannt: «Les engins sont des aéronefs sans équipages dont les évolutions sont commandées automatiquement.»

Alle diese Definitionen sind, je nachdem wie der jeweilige Verfasser den Begriff der «Lenkwaffen» begrenzt hat, mehr oder weniger unterschiedlich. Auffallend ist, daß die «Lenkwaffen» größtenteils als etwas sich im Luftraum oder darüber Bewegendes angesprochen wurden. Man darf jedoch mit dieser Ansicht *nicht* einig gehen. Der Begriff «Lenkwaffe» muß *ohne Einschränkung auf ein bestimmtes «Medium»* (z. B. Luftraum) aufgefaßt werden.

Wohin müßte man die vielen Entwicklungen auf dem Gebiete der maritimen Lenkwaffen und der ferngelenkten Kettenfahrzeuge (Panzer),

---

[1] Der Ausdruck «trajectoire» dürfte hier nicht ganz geeignet sein, siehe Definition im Larousse.

die ehemaligen sogenannten B-Geräte des deutschen Heeres, oder den «Goliath» (ein über Zweidrahtleitung ferngelenkter Kleinpanzer), zählen? Noch schwieriger würde das Problem bei jenen Lenkwaffen, die auf ihrem Weg zum Ziel mehrere Medien benützen, wie zum Beispiel eine sich anfänglich im Luftraum bewegende, und dann auf ein bestimmtes Kommando hin in das Wasser untertauchende ferngelenkte Waffe.

Für die Definition ist *ein* bestimmter Umstand wesentlich: die technische Tatsache, daß jede Lenkwaffe eine Anhäufung *verschiedener* Mechanismen mit zum Teil *voneinander getrennten* Funktionen darstellt. Die Lenkwaffe ist nur scheinbar ein funktions-homogener Körper. Technisch gesehen ist sie eher ein Aggregat. Unter «Aggregat» ist im wissenschaftlichen Sinne eine Vereinigung von einzeln wirkenden Teilen zu verstehen, die wie in einer Art Arbeitsgemeinschaft oder Symbiose durch ihre Einzelfunktionen zu einer Gesamtwirkung verhelfen. Die «einzelnen Teile» wären bei einer Lenkwaffe zum Beispiel der Kampfteil (Sprengstoff und Zünder oder auch elektronische Störgeräte), der Antrieb, die Steuerorgane und der an Bord befindliche Lenkmechanismus, die tragende Zelle, elektronische Geräte, Navigationsgeräte usw. Es ist somit offensichtlich, daß zum Beispiel der Kampfteil einer Lenkwaffe mit den Steuerorganen nicht in funktioneller Beziehung steht. Diese Tatsache erschwert auch das Erfassen des sehr ausgedehnten Anwendungsgebietes der Lenkwaffen. Vor allem aber ist sie nicht mit einem Geschoß zu verwechseln, wie dies oft getan wird.

Unbekümmert um den eigentlichen Sinn und das Wesen eines Geschosses wird oft der Begriff «ferngelenktes Geschoß» verwendet – welcher Widerspruch!

Selbstverständlich kann jedermann nach Belieben bestimmte Begriffe willkürlich und ohne Rücksichtnahme auf bestehende Normen erweitern. Dieses Recht – oder sollte man sagen Unrecht – wird übrigens nicht nur auf dem militärischen Sektor ausgeübt. Ob dies aber für das militärische Denken, das stets möglichst große Klarheit und Eindeutigkeit anstreben muß, zweckdienlich ist, muß in Frage gestellt werden.

Zwischen Geschossen einerseits und Lenkwaffen anderseits bestehen Unterschiede ganz grundsätzlicher Natur. Eine Vermengung dieser beiden Begriffe, wie dies zum Beispiel durch den Ausdruck «ferngelenktes Geschoß» erfolgt ist, muß entschieden abgelehnt werden. Es ist aber zu beachten, daß der Ausdruck «Ferngeschoß» durchaus berechtigt ist, da die Verbindung von «fern» und «Geschoß» nicht sinnwidrig ist. Es schließen sich lediglich die Begriffe Lenkung und Geschoß aus, da das Wesentliche des Geschosses gerade in seiner Unlenkbarkeit besteht. (Siehe ASMZ, April 1956.)

Eine umstrittene Frage bezieht sich auf das Bemannt- oder Unbemannt-

sein. Drei der erwähnten Definitionen erachten die Bestimmung «unbemannt» zur Artunterscheidung der Lenkwaffen als notwendig. Diese Einschränkung ist auch nicht ganz zutreffend, und wir gehen eher mit dem französischen Fachspezialisten P. Girardin einig.

Die «Natter» war zum Beispiel eine *bemannte* Lenkwaffe. Der «Pilot» beeinflußte den Flugweg der abgeschossenen Natter nicht (die Lenkung der Natter erfolgte vom Boden aus). Erst in unmittelbarer Zielnähe sorgte er für die zielgerichtete Auslösung der Waffen (Raketen).

Ist ein bemannter moderner Allwetterjäger, der vom Boden aus in die Zielnähe ferngelenkt wird, der aber im Notfall auch jederzeit vom Piloten gesteuert werden kann, eine Lenkwaffe mit kontrollierendem Piloten oder ein Flugzeug? Genau genommen kann es beides sein, je nachdem, ob der Pilot steuert oder ob er mit seiner Maschine mit Hilfe des automatischen Piloten vom Boden aus ferngelenkt wird. Wir sind deshalb der Auffassung, daß die Eigenschaft «bemannt» oder «unbemannt» nicht wesentlich ist und in einer Definition deshalb auch nicht zu berücksichtigen ist.

Kein Beispiel könnte offensichtlicher die enge Wesensverwandtschaft zwischen den «fliegenden» Lenkwaffen einerseits und den gewöhnlichen modernen Kampfflugzeugen mit ihren elektronischen Hilfsmitteln anderseits darlegen. Es ist gerade diese Wesensverwandtschaft, welche nicht nur auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Grundlagenforschung, der industriellen Entwicklung und Produktion engste Verbundenheit geschaffen hat, sondern auch auf dem militärischen Sektor, in der Ausbildung, Organisation und im Einsatz eine einheitliche Struktur verlangt. Von den 34 führenden Unternehmen der amerikanischen Lenkwaffenindustrie sind deren 32 Flugzeugfirmen! *Der Einsatz von Flugzeugen und der Einsatz von «fliegenden» Lenkwaffen ist eine sich ergänzende Gesamtheit der modernen Luftkriegführung und untrennbar miteinander verbunden.* Dies hat ja auch zum Beispiel dazu geführt, daß Ausbildung, Organisation und Einsatz von fliegenden Lenkwaffen in Großbritannien nach eingehenden parlamentarischen Beratungen dem Fighter-Command der RAF zugeordnet wurden.

Es muß auch an dieser Stelle auf den sehr aufschlußreichen Beitrag zum Problem Flugzeug und Lenkwaffe hingewiesen werden, der im Rahmen der neugegründeten Guided Flight Section der Royal Aeronautical Society durch den Director-General of Guided Weapons, Ministry of Supply, Mr. J. E. Serby, geleistet wurde. In einer technisch einwandfreien Art beweist J. E. Serby an Hand der Unterschiede und Ähnlichkeiten von Flugzeugen und Lenkwaffen, wie eng die Bande zwischen diesen beiden Waffensystemen heute sind. In der Schlußfolgerung faßt er das Wesentliche wie folgt zusammen:

«Die beiden Waffensysteme (Flugzeug und Lenkwaffe), obwohl sie ihrer Herkunft und Konzeption nach früher ziemlich weit auseinander lagen, kommen in der Tat einander sowohl in ihrer Einsatzphilosophie als auch in ihrer Technik rasch näher.

Das Lenkwaffensystem hat von der Flugzeugentwicklung viel zu lernen – und umgekehrt. Wenn es den Anschein macht, als ob die beiden Systeme in den vergangenen zehn Jahren in verschiedenen Schulen «aufgezogen» wurden, so ist dies bedauernswert. Die Zeit ist nun gekommen, in welcher das Wissen und die Erfahrung auf diesen beiden Gebieten zusammengelegt werden muß, um damit sowohl der Lenkwaffe als auch dem Flugzeug besser zu dienen. Das grundsätzliche wissenschaftliche Denken und Können auf den Gebieten der Aerodynamik und des Antriebes ist für beide Systeme beinahe identisch.»

In bezug auf die Lenkungsart selbst wäre natürlich vieles zu sagen, was eventuell in einer Begriffsbestimmung berücksichtigt werden könnte, doch soll dies einem speziellen Kapitel vorbehalten werden. Ohne etwas vorwegzunehmen sei erwähnt, daß es grundsätzlich drei verschiedene Lenkmöglichkeiten gibt:

- Selbst- oder Eigenlenkung
- Fernlenkung
- Zielsuchlenkung.

Unseres Erachtens müssen aber die Lenkungsmöglichkeiten nicht im einzelnen, sondern nur wesentlich in die Begriffsbestimmung aufgenommen werden, wobei nur die direkte Lenkung durch einen Piloten auszuschließen ist; alle anderen Formen der Lenkung beziehen sich auf die Lenkwaffen, sofern diese Lenkung *nach* dem Start bzw. Abschuß erfolgt. Es ist offensichtlich, daß eine «Lenkung» durch die Bestimmung der Start- oder Abschußrichtung, wie dies zum Beispiel bei einer Schußwaffe der Fall ist, ausgeschlossen sein muß. Man spricht in einem solchen Falle auch meistens nicht von «lenken», sondern von «zielen» oder «richten» oder bei mechanischer Fernübertragung von «fernsteuern».

Als Schlußfolgerung möge hier nun eine Begriffsbestimmung erfolgen, die den dargelegten Überlegungen Rechnung trägt, ohne indessen selbst Anspruch auf Vollgültigkeit erheben zu wollen:

> Die Lenkwaffe ist ein ortsveränderliches Aggregat, dessen Bewegungszustand auch noch nach dem Bewegungsbeginn (Start bzw. Abschuß) ohne eine an Bord ausgeübte menschliche Steuertätigkeit willkürlich beeinflußt und geändert werden kann, um eine militärische Nutzlast für deren Kampfeinsatz zu befördern.

Die Morphologie der Lenkwaffen

Die Morphologie der Lenkwaffen soll dem auf diesem Spezialgebiet nicht kundigen Leser einen generellen Überblick über die Vielgestaltigkeit der Lenkwaffen vermitteln. Man könnte auch sagen, die Morphologie sei ein Anschauungsunterricht über die vielen auf diesem Gebiete möglichen Entwicklungsrichtungen. Gleichzeitig kann aber auch damit der Sinn für das richtige Einordnen der verschiedenen Lenkwaffen geweckt werden, was um so notwendiger ist, je mehr man sich mit den Problemen des Einsatzes oder der Abwehr solcher Waffen zu beschäftigen hat. Ehe man die Lenkwaffen erfolgreich abwehren kann, muß man wissen, mit welcher Art man es zu tun hat, nach welchem Lenkverfahren sie arbeiten und vor allem – wie sie ihrerseits angreifbar bzw. störbar sind.

Die für eine Morphologie bestimmenden Gesichtspunkte können natürlich unterschiedlich gewählt werden. So haben zum Beispiel die Amerikaner bis vor kurzem die Lenkwaffen nur im Hinblick auf den Start- und Zielort gegliedert – zum Beispiel «air-to-air» oder «air-to-ground missile». Diese Einteilung hat sich nun aber in der Praxis nur teilweise bewährt, da oft ein und dieselbe Waffe für verschiedene Start- bzw. Zielorte Verwendung finden kann. Eine Lenkwaffe, die zum Beispiel primär gegen Luftziele eingesetzt wird, kann unter Umständen auch gegen Boden- oder sogar Seeziele verwendet werden und umgekehrt. Mit zunehmender technischer Leistungsfähigkeit der Lenksysteme können Mehrzweck-Lenkwaffen gebaut werden, wodurch auch die taktische Flexibilität im Waffeneinsatz erhöht wird. Das hat die amerikanische Luftwaffe nun bewogen, die Lenkwaffen nach dem taktischen Einsatzzweck zu unterscheiden: strategische Lenkwaffen, taktische Lenkwaffen, Interzeptor-Lenkwaffen usw. Uns scheint jedoch auch diese Art der Gliederung – ganz abgesehen davon, daß sie technisch wenig anschaulich ist – keine klare Trennung der verschiedenen Arten zu gewährleisten.

In der Fachliteratur finden sich verschiedene Einteilungssysteme, auf die wir hier aber nicht näher eintreten können.

Die Tatsache, daß Lenkwaffen sowohl in ihrer Art als auch in ihrem Lenksystem sowie in ihren Bewegungsvorgängen in außerordentlich vielgestaltiger Form auftreten, läßt aber eine nach *nur einem gemeinsamen* Merkmal ausgerichtete Morphologie immer ungenügend erscheinen. Zur Not kann zwar eine rudimentäre Gliederung auch für den militärischen Gebrauch dienlich sein, wenn man gute technisch/taktische Fachkenntnisse voraussetzen darf. Für eine gründliche und sachliche Gliederung ist es aber notwendig, verschiedene Merkmale der Lenkwaffen zu berücksichtigen,

denn nur dadurch läßt sich eine bestimmte Lenkwaffe genügend bestimmen, um für den Techniker und Taktiker von Nutzen zu sein.

Aus der bereits durchgeführten Begriffsbestimmung können wir ableiten, daß die beiden wesentlichsten Merkmale der Lenkwaffen ihre Bewegung und die dabei hervortretende «Nur-Mittelbarkeit» des denkend-lenkenden Menschen sind. Demgemäß müssen alle Elemente, die mit der Bewegung und Lenkung eines Objektes zusammenhängen, auch für die Morphologie eine primäre Rolle spielen.

Grundsätzlich ist natürlich jedes bewegbare Objekt fernlenkbar oder besser gesagt, indirekt lenkbar. Hinsichtlich des dabei auftretenden Bewegungsvorganges können wir aber festhalten, daß

- die Art der Inbewegungsetzung (Start, Abwurf, Abschuß usw.)
- der Bewegungsweg bzw. der benützte Bewegungsraum (Medium)
- die Art der Bewegungsbeendigung (Landung, Aufprall, Aufschlag usw.)

morphologische Unterscheidungsmerkmale bieten. Es ist eine Tatsache, daß von diesen drei Phasen eines Bewegungsvorganges die Wahl des Bewegungsweges am nachhaltigsten auf die äußere Formgebung einer Lenkwaffe einwirkt. Den Bewegungsweg könnte man als die «Spur» der Lenkwaffe im Bewegungsraum bezeichnen.

Der Bewegungsraum oder das Medium, in welchem sich eine Lenkwaffe bewegt, bestimmt deren Charakter wohl am stärksten.

Dieser Bewegungsraum kann nun aber praktisch gesehen entweder mit Erde oder Wasser oder Luft bzw. Kombinationen dieser Medien erfüllt sein. Der Vollständigkeit halber kann auch der extraterrestrische Raum als vierte Variante hinzugezählt werden.

Es ist nun für den Techniker wie den Taktiker sehr wesentlich zu wissen, ob eine Lenkwaffe sich nur in einem Medium, in zwei oder in mehr Medien bewegen soll und bewegen kann. Ist der Bewegungsweg einer Lenkwaffe auf *ein* Medium beschränkt, wie zum Beispiel ein Schiff, ein Landfahrzeug oder ein Flugkörper, so spricht man von einer *einfachen Lenkwaffe*.

Hat eine Lenkwaffe hingegen die Fähigkeit, auf ihrem Bewegungsweg von einem Medium ins andere hinüberzuwechseln, wie zum Beispiel ein ferngelenktes Luft-Torpedo, so spricht man von *verbundener Lenkwaffe*.

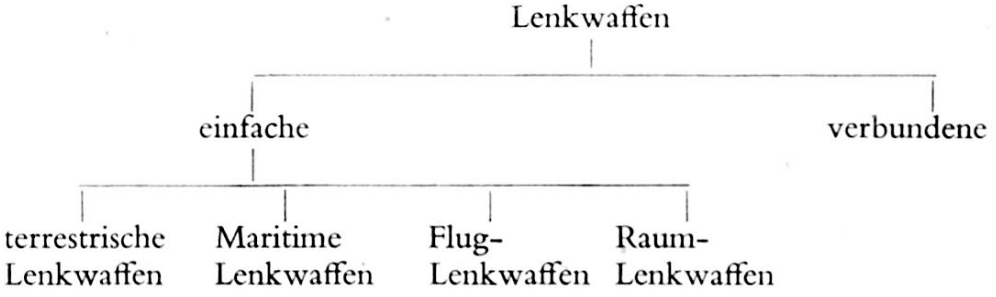
Die meisten heutigen Lenkwaffen gehören zur Gruppe der einfachen Lenkwaffen. Sie unterteilen sich entsprechend den heute verwendeten Medien in:

a. Terrestrische Lenkwaffen
b. Maritime oder hydrodynamische Lenkwaffen
c. Aerodynamische Lenkwaffen oder «Flug-Lenkwaffen»
d. Raum-Lenkwaffen.

Die verbundenen Lenkwaffen lassen sich in drei Gruppen unterteilen, nämlich in solche, die sich in:

a. 2 Medien bewegen können (z. B. Wasser/Land oder Luft/Wasser usw.)
b. 3 Medien bewegen können (z. B. Wasser/Luft/Raum)
c. allen 4 Medien bewegen können.

Damit ergäbe sich folgende einfache Gruppierung:



Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich, daß das umfassende Gebiet der Lenkwaffen in einfache Lenkwaffen einerseits und verbundene Lenkwaffen anderseits zerfällt. Praktisch betrachtet, spielen heute die einfachen Lenkwaffen die Hauptrolle, und unter ihnen sind die Flug-Lenkwaffen die bedeutungsvollsten. *Wir befassen uns aus diesem Grunde und auch aus Raumgründen im nachfolgenden zur Hauptsache mit den Flug-Lenkwaffen.* Wir müssen uns aber immer bewußt bleiben, daß wir dadurch nur einen Sektor des Lenkwaffengebietes eingehender behandeln. Wir vernachlässigen in erster Linie das beachtenswerte Gebiet der maritimen Lenkwaffen sowie die vielen interessanten Entwicklungsansätze auf dem Gebiete der terrestrischen Lenkwaffen.

Wir vernachlässigen weiter das zum größten Teil noch wenig entwickelte Gebiet der verbundenen Lenkwaffen, das aber gerade auf dem Sektor des Raumfluges in absehbarer Zeit militärisch bedeutungsvoll werden kann. Da der Einsatz der Raumwaffen und Raumfahrzeuge einerseits von der Erde aus und anderseits von einem extraterrestrischen Orte aus (Erdsatelliten) erfolgen kann, werden wohl verbundene und einfache Lenkwaffen Bedeutung erlangen. Verbunden, das heißt in diesem Falle mindestens zwei Medien benützend (Atmosphäre und Über-Atmosphäre), werden alle jene Raum-Lenkwaffen sein, die von der Erde aus starten. Einfache Raum-Lenkwaffen werden, da sie nur ein Medium benützen (den «leeren» Raum), zum Beispiel von den Erdsatelliten aus starten und dementsprechend voraussichtlich wirtschaftlicher angelegt werden können als verbundene Raum-Lenkwaffen. Doch werden in Zukunft wohl beide Arten benötigt

werden, um die mit dem Raumflug gegebenen militärischen Angriffsmöglichkeiten ausnützen und abwehren zu können.

Inwiefern unterscheiden sich nun die Flug-Lenkwaffen von den anderen einfachen Lenkwaffen? Wohl das auffallendste Merkmal der Flug-Lenkwaffen ist der Umstand, daß sie die Schwerkraft überwinden. Man sagt: sie können fliegen.

Hier ist aber ein «Fliegen» im echten Sinne gemeint, das heißt eine primäre dem bewegten Flugobjekt *innewohnende* Fähigkeit, der Schwerkraft entgegenwirkende Kräfte auslösen zu können.

Wir sehen somit, daß

- die terrestrischen Lenkwaffen durch die Fähigkeit, sich auf, im oder unter dem Boden bewegen zu können,
- die maritimen Lenkwaffen durch die Fähigkeit, sich auf, im oder unter dem Wasser bewegen zu können,
- die Flug-Lenkwaffen durch die Fähigkeit, sich im (auf?) Luftraum (fliegend) bewegen zu können,
- die Raum-Lenkwaffen durch die Fähigkeit, sich in extraterrestrischen Räumen bewegen zu können,

charakterisiert und klar untereinander abgegrenzt sind.

Diese Unterteilung der heute verwendbaren einfachen Lenkwaffen in vier Hauptgebiete zeigt eindeutig, wie abwegig es wäre, nur jene gelenkten Waffen zu den Lenkwaffen zu zählen, die sich im Luftraum oder darüber bewegen können.

Obwohl die Flug-Lenkwaffen auch in der Land- und Seekriegführung eine immer gewichtigere Rolle einnehmen, dürften die anderen Medien, in welchen Lenkwaffen verwendet werden können – vor allem *im* Wasser – nicht völlig unterschätzt werden. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß in einer späteren Lenkwaffen-Entwicklungsphase, wenn sich die Flug-Lenkwaffen nicht den heutigen Erwartungen entsprechend durchzusetzen vermögen (Gründe hierfür sind heute schon erkennbar), der Einsatz in anderen Medien größere Beachtung erhält. Die primäre Rolle, die man den Flug-Lenkwaffen im Hinblick auf die Luftkriegführung zu geben gewillt ist, gleichgültig ob nun Truppen der Luftwaffe, der Marine oder des Heeres diese einsetzen, ist heute berechtigt. Alle drei Wehrzweige streben heute dem Luftraume und im weiteren Sinne dem extraterrestrischen Raume zu. Dies ist ja auch einer der Gründe, warum im Ausland gerade die Einführung der Flug-Lenkwaffen zu großen Kompetenzschwierigkeiten zwischen Heer und Marine einerseits und Luftwaffe anderseits geführt hat. Unbestritten ist die Luftwaffe primär für das Geschehen im Luftraum verantwortlich. Darüber ist man sich im Prinzip einig. Aber sowohl Heer wie Marine

glauben, daß die engen Grenzen, in denen bis heute die Land- und Seekriegführung durchgeführt wurde, gesprengt werden müssen. Damit stoßen sie aber in den Hoheitsbereich der Luftwaffe vor. Mit großem Recht wird dann von Seite der Luftwaffe die Frage der Koordination und Verantwortung aufgeworfen, wenn mehrere Kommandanten im selben Abschnitt bzw. Raum befehlen, einsetzen und operieren wollen. Das muß zum militärischen Chaos führen. Damit sei nur am Rande eines der aktuellsten Organisationsprobleme angedeutet.

Soll das hier speziell zu behandelnde Gebiet der Flug-Lenkwaffen noch weiter gegliedert werden? Wir sind der Auffassung, daß die große Vielfalt der Entwicklungsrichtungen auf dem Gebiete der Flug-Lenkwaffen eine streng systematische Unterteilung kaum zuläßt.

Eine weitere Gliederung wäre möglich, wenn folgende typischen Merkmale von Lenkwaffen herangezogen würden:

1. Aerodynamische Art der Flug-Lenkwaffen
2. Art des Startsystems (ruhender oder bewegter Start)
3. Zielbezogenheit der Lenkwaffen (z.B. Flächenziele, Punktziele, beweglich, unbeweglich)
4. Art des Antriebes (Kolben-Propeller-Antrieb, Strahlturbine, Düsentriebwerke, Raketenantrieb)
5. Wirkungsweise der aerodynamischen oder strahldynamischen Kraftkomponenten
6. Anzahl der Freiheitsgrade
7. Reichweiten
8. Fluggeschwindigkeiten
9. Verwendungszweck (defensiv oder offensiv)
10. Lenk- und Ortungssysteme
11. Grad der Automation, usw.

Wenn man solche «sekundären» Merkmale der Lenkwaffen näher analsysiert, lassen sich in jeder Gruppe wiederum eine ganze Reihe Untergruppen aufstellen. Damit ist – mindestens theoretisch – die Möglichkeit gegeben, sämtliche technischen und taktischen Aspekte zu benützen, um in das Wirrwarr der Vielgestaltigkeit einigermaßen Ordnung zu bringen.

Lenkung und Ortung

Unzweifelhaft stehen die mit der Lenkung zusammenhängenden Fragen heute im Vordergrund des allgemeinen Interesses. Es ist dies nur natürlich, denn nichts bestimmt das Wesen der Lenkwaffen derart wie ihre Lenkbarkeit.

Um das Wesentliche der Lenkung hervorzuheben ist zu berücksichtigen, daß ein Körper, wenn er von A nach B bewegt werden soll, drei Phasen zu durchlaufen hat. Erstens hat er sich von A in irgend einer Form zu lösen und in Bewegung zu setzen; zweitens ist die Bewegung, dank welcher er sich von A gelöst hat, richtungsmäßig in Beziehung zu B zu bringen; drittens kommt er in B, da es das Ziel ist, wieder zur Ruhe. Es handelt sich somit um einen Ortswechsel unter Änderung äußerer Bewegungszustände. Für die Lenkung ist die zweite Phase, man könnte sie, im Gegensatz zu den Start- und Wirkungsphasen, die Transportphase nennen, von besonderem Interesse, weil die gelenkte Waffe, im Gegensatz zum Geschoß, das Ziel B nicht auf Grund der Bewegungsrichtung beim Verlassen von A, sondern – wie ein Flugzeug – wesentlich durch eine während dem Fluge von A nach B mögliche Einwirkung auf die Bewegungsrichtung selbst erreicht. Mit dem Eintreten in das Gebiet der Lenkung verlassen wir die Domäne der Ballistik und wenden uns ganz der Navigation zu.

Wir beschränken uns auf die Luft-Navigation, da ja nur die Flug-Lenkwaffen hier berücksichtigt werden sollen. Für die Lenkung selbst ist es nicht ganz gleichgültig, wo sich Punkt A und B, das heißt wo sich der Abgangsort und der Zielpunkt, befinden. Punkt A kann sich bei Berücksichtigung von nur einfachen Flug-Lenkwaffen auf dem Wasser, am Boden, in der Luft oder außerhalb der Erdanziehung befinden. Dasselbe gilt für den Zielort. Die Verbindungsstrecke A–B kann demgemäß ganz unterschiedlicher Natur sein. Hinzu kommen geophysikalische, geographische, klimatologische und meteorologische Einflüsse. Es würde aber viel zu weit führen, deren Bedeutung für die verschiedenen Lenksysteme hervorzuheben. Man sollte nur nie übersehen, daß die Lenkung auch durch eine große Anzahl naturgegebener *äußerer* Einflüsse betroffen wird.

Das beste Lenksystem wäre aber völlig wertlos, wenn nicht auch gleichzeitig das Problem der Ortung gelöst würde. Um zielgerichtet zu lenken, muß man nämlich wissen, *wo* der zu lenkende Flugkörper ist und *wo* sich das Ziel befindet. Dieses Wissen um den «eigenen» Standort und den Zielort vermittelt die Ortung. Auf Grund der Ortungsergebnisse kann dann gelenkt werden.

Lenkung und Ortung wären aber auch nutzlos, wenn der zu lenkende Flugkörper im Fluge nicht stabilisiert werden könnte, das heißt wenn er nicht so stationär fliegt, daß die Lenkung sich auch in der gewünschten Richtung präzis auswirken kann. Die Stabilität ist somit eine notwendige Eigenschaft einer Flug-Lenkwaffe, damit jede Störung einer stationären Bewegung von selbst zum Abklingen kommt oder zum mindesten zum Abklingen gebracht werden kann. Einen klaren, scharf gezogenen Unter-

schied zwischen den Stabilisierungsinstrumenten einer Lenkwaffe einerseits und der Lenkeinrichtung anderseits zu machen, dürfte aber nicht immer sehr leicht sein. In einem Flugzeug beispielsweise kompensiert ein «automatischer Pilot» sämtliche Störungen, die zu einer unstabilen Fluglage führen könnten. Er gleicht auch die «Luftlöcher» aus und hält das Flugzeug auf Kurs und in einer gewünschten Flughöhe. Die Lenkung hingegen, obwohl sie meist dieselben Servosysteme und äußeren Lenkelemente sowie Stabilisierungsinstrumente benützt, bezieht sich nur auf jenen «intelligenten» Vorgang, der den gesamten Flugweg so bestimmt, daß der Zielpunkt erreicht wird. – In ähnlicher Weise verhält es sich bei einer Lenkwaffe.

Die Ortung einerseits und die Stabilität anderseits bleiben aber immer zwei elementare Voraussetzungen, um eine präzise und richtige Lenkung zu ermöglichen.

Wie weitschichtig allein die Stabilisierungstechnik ist, kann im einzelnen hier nicht dargelegt werden. Man müßte dazu vor allem auf die Probleme der Kreiselsyteme eintreten. Es sei nur darauf hingewiesen, daß mit der jahrelangen Entwicklung der Stabilisierungsautomaten für Flugzeuge eine Grundlage geschaffen wurde, welche die Realisierung der Lenkwaffen überhaupt erst ermöglichte. Auch hier zeigt sich wieder, wie eng Luftfahrt und Lenkwaffeneinsatz miteinander verbunden sind.

Es ist für das Verstehen der Lenkfunktionen einer Lenkwaffe notwendig, daß man die mit der Ortung zusammenhängenden Elemente klar von der Lenkung trennt. Eine Vermengung dieser beiden Funktionen erschwert nur den Einblick in die Zusammenhänge.

Bei der Ortung ist zu unterscheiden, ob das zu lenkende Objekt bis zu einem bestimmten Ziele hin oder nur auf einem vorausbestimmten Bahnstück gelenkt werden soll. Im ersteren Falle handelt es sich um eine rein navigatorische Lenkung bis zum Ziel, im zweiten Fall erfolgt die Lenkung nur in einem bestimmten Abschnitt des Flugweges und kann deshalb als kombinierte navigatorisch-ballistische Einsatzweise angesprochen werden. In vielen Fällen, vor allem bei der kombinierten Einsatzweise, genügt es nicht, wenn die Ortung nur den räumlichen Ort bestimmt; auch gewisse Betriebszustände der zu lenkenden Waffe müssen ermittelt werden (z. B. Neigungswinkel, Geschwindigkeit), weil nach beendigter Lenkung der Flugkörper «ballistisch» weiterfliegt und die hierfür notwendigen Werte genau einzuhalten sind, damit die Bahn berechnet werden kann.

Betrachten wir zuerst die navigatorischen Ortungssysteme, die bei der Lenkung bis zum Ziel angewandt werden.

Unzweifelhaft spielt der Ort (Lenkstand), an welchem die Ortungsergebnisse ausgewertet werden, um sie in Lenkimpulse umzuwerten, eine

primäre Rolle für den technischen Aufbau des Ortungssystems. Im Prinzip gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder geschieht diese Auswertung der Nachrichten über den Lenkwaffenstandort und den Zielort außerhalb der Lenkwaffe auf einem Beobachtungs- und Lenkstand oder in der Lenkwaffe selbst. Das Orten selbst läßt sich aber auch durch eine Kombination realisieren, in welcher zum Beispiel der Zielort von der Lenkwaffe aus geortet wird, während der eigene Standort der Lenkwaffe von außen bestimmt wird und umgekehrt. Die Nachrichtenauswertung kann aber nicht getrennt erfolgen, da Lenkwaffe und Ziel wechselseitig in Bezug gebracht werden müssen.

Eine interessante Ausnahme von der «Doppel-Ortung» von Lenkwaffen und Ziel ist mit der Leitstrahl-Lenkung verbunden. In diesem Falle kann der Strahl einer elektrischen oder optischen Zielortung für die Lenkwaffe als «Weg» zum Ziel benützt werden. Solange die Lenkwaffe auf dem «Weg» bleibt, ist es nicht notwendig zu wissen, an welchem Punkt des Weges die Lenkwaffe sich befindet – sie fliegt ja gewissermaßen automatisch wie in einer bewegbaren Röhre dem Ziel entgegen.

Beim Orten von Ziel und Lenkwaffe ist die Zielortung die primäre Funktion, da die Ortung der fliegenden Lenkwaffe – sofern dies überhaupt notwendig ist – immer zielbezogen erfolgt. In der Ortung ist somit Zielortung einerseits und Lenkwaffen-Ortung anderseits zu unterscheiden.

Bei der *Zielortung,* das heißt bei den Nachrichten, die man über das Ziel und seinen Standort besitzt oder einholt, hat man zu unterscheiden, ob der genaue Zielort *vor* dem Einsatz der Lenkwaffe bestimmt werden kann oder nicht. In diesem Zusammenhang wird in fachtechnisch geschulten Kreisen von An- und Nach-Richten gesprochen. Diese Formulierung ist aber nicht leicht verständlich, so daß sich eine vereinfachte Darstellung der Verhältnisse aufdrängt.

Das Charakteristische im Lenkwaffeneinsatz besteht eigentlich im *nachträglichen Korrigieren der Bewegungsrichtung* des zu lenkenden Körpers nach dem Start. Dieses nachträgliche Korrigieren erfolgt aber immer erneut auf Grund einer noch neueren, präziseren «Nachricht» über das Ziel und seinen Standort. Demzufolge ist das Nach-Richten die typische Form der Ortung für den Lenkwaffeneinsatz, da damit der volle Wert des «Lenkenkönnens» ausgenützt wird.

Nun gibt es aber eine Reihe von Zielen, deren Standort im voraus, das heißt vor dem Einsatz der Lenkwaffe, so genau bestimmbar sind, daß eine nachträgliche Ortung keine höhere Präzision mehr ergeben kann. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn das Ziel direkt gesehen wird oder auf einer genau vermessenen Karte bestimmt ist. Die Zielortung fällt nicht weg, sondern ist nur so vereinfacht, daß sich praktisch keine Probleme stellen.

In solchen Fällen, da entweder der Zielort geographisch genau festliegt, was selbstverständlich nur bei unbeweglichen Zielen möglich ist, oder ein Ziel durch direkte Sicht erfaßt wird, spielt die Ortung der Lenkwaffe eine größere Rolle als die Zielortung selbst. Die Ortung der Lenkwaffe auf ihrem Fluge zum Ziel ist aber auch nur dann notwendig, wenn die Lenkung auf Grund der Lenkwaffenortung geschehen soll. Das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn das Ziel eingesehen werden kann und die Flug-Lenkwaffe vom Lenkstand aus durch einen «Piloten» so ferngelenkt wird, daß sich Flug-Lenkwaffe und Ziel immer decken. Es ist dies die einfachste und historisch auch ursprünglichste Art des Lenkwaffeneinsatzes.

Ist das Ziel jedoch nicht sichtbar, sein Standort jedoch auf einer Karte genau bestimmbar, dann kann die Flug-Lenkwaffe entweder auf Grund der Lenkwaffen-Ortung bis zum Ziel gelenkt werden, wobei in der Regel elektrische Ortungssysteme (z. B. Radar) verwendet werden; oder aber man kann in der Lenkwaffe eine Programmsteuerung anbringen, die von vornherein den geographischen, meteorologischen und taktischen Gegebenheiten angepaßt wird und die Lenkung der Flug-Lenkwaffe bis zum Ziel *ohne* Ortung, gewissermaßen automatisch vornimmt. Man kann also festhalten, daß in gewissen Fällen die mit der Ortung zusammenhängenden Probleme sehr vereinfacht werden können, wenn der genaue Zielort im voraus bekannt ist.

Völlig anders verhält sich aber das Problem, wenn das Ziel nicht sichtbar ist und sich bewegt und sein Standort deshalb nicht ohne künstliche Ortung ermittelt werden kann, wie dies z. B. bei der Bekämpfung von Luftzielen, Landfahrzeugen und Schiffen vorkommt. Bei solchen Zielen steht und fällt deren Bekämpfungsmöglichkeit mit der Fähigkeit, dieselben orten zu können. Die ausgeklügeltste Lenkung versagt, wenn das Ziel nicht, zu spät oder zu ungenau geortet, das heißt aufspürbar ist.

In diesem Falle nimmt die Zielortung absolut primäre Bedeutung ein, und die Lenkwaffen-Ortung tritt meist als kleineres Problem in den Hintergrund. Da die Ortung auf Grund der Ortungsergebnisse getätigt wird, die immer mit einem Zeitverzug verbunden sind, spricht man hier von *nachgerichteter Ortung*. Das Problem der Zielortung wäre aber unvollständig skizziert, würde nicht auch noch auf die Möglichkeit der vor-gerichteten Ortung hingewiesen. Das Vor-Richten gilt meistens nur als Behelfsortung, um eine Lenkwaffe auf Grund einer «ungefähren» Richtung so zu starten, daß sie durch die vor-gerichtete Ortung rascher oder zuverlässiger ans Ziel gelangt. Auf ihrem Flugweg zum Ziel wird sie aber meist durch eine nachfolgende nach-gerichtete Ortung korrigiert. Es handelt sich somit um einen Lenkwaffeneinsatz mit Vorhalt, wobei dieser nachträglich noch korrigiert

werden kann. Eine beachtliche Rolle spielt diese vor-gerichtete Ortung auch bei der Bekämpfung von ballistischen Fernwaffen, da hier auf Grund eines georteten Bahnstückes der Flugbahn die gesamte Flugbahnkurve errechnet wird, und die Abwehr-Lenkwaffe *vor-gerichtet* auf derselben Flugbahn der angreifenden Fernwaffe entgegenfliegt.

Die *nachgerichtete Ziel- und Lenkwaffenortung* ermöglicht drei verschiedene Verfahren, nämlich:

a. Zieldeckungsverfahren
b. Zielweisendes Verfahren
c. Zielsuchverfahren.

In bezug auf die *Ortung* kennzeichnet sich das *Zieldeckungsverfahren* dadurch, daß sowohl Ziel als auch Lenkwaffe getrennt von einem Lenkstand aus geortet werden. Im *zielweisenden Verfahren* wird das Ziel von der Lenkwaffe selbst geortet, das Ortungsergebnis zum Lenkstand übertragen und von dort aus die Kommandos so gegeben, daß die Bewegung der Lenkwaffe immer auf das Ziel gerichtet bleibt. Im *Zielsuchverfahren* wird das Ziel durch eine Einrichtung in der Lenkwaffe selbst so geortet, daß daraus die Lagebeziehung Lenkwaffe – Ziel in der Lenkwaffe ermittelt werden kann. Im Zielsuchverfahren kann das Zielobjekt durch ein Hilfsziel ersetzt werden, sofern eine errechenbare Abhängigkeit zwischen Hilfsziel und Zielobjekt gegeben ist, was bei unbeweglichen Zielen meist der Fall ist.

Bis jetzt haben wir immer von «Ortung» gesprochen, ohne näher darauf einzugehen, wie eine Ortung überhaupt zustande kommen kann. Das Wesentlichste an einer Ortung ist der *Kontrast*. Ohne Kontrast keine Ortung. Dies ist ohne weiteres ersichtlich, wenn wir unsere vorzüglichste, natürliche Ortungskraft, die Sehkraft, analysieren. Sichtbar ist für uns nur das, was sich durch einen Kontrast von der Umgebung irgendwie abhebt, sei es durch Farbe oder durch Tönung. Auf dieser elementaren Grundlage beruht ja auch die Tarnung, die nichts anderes ist als eine Kontrastausgleichung.

Im Grunde genommen können alle Frequenzen im Frequenzspektrum von 0 bis 10^{24} und darüber für eine Ortung mehr oder weniger gut verwendet werden. Die Lichtwellen, die durch unsere Sehkraft empfangen werden, bewegen sich im Frequenzbereich um 10^{15}. Auch anderer Fequenzbereiche können aber für die Ortung verwendet werden. Man denkt dabei unwillkürlich an die Radargeräte, die im Bereich um 10^{9} bis 10^{10} Schwingungen pro Sekunde arbeiten. Auch Wärme-Strahlen (Infrarot) werden oft zu Ortungszwecken benützt. Es würde zu weit führen, die Verwendungsfähigkeit der verschiedenen Frequenzbereiche vom statischen Gleichstrom bis zu den Höhenstrahlen zu beleuchten. Ganz allgemein kann man

sagen, daß Funk (HF), Wärme (IR), Licht und Schall als Strahlungselemente für die Ortung verwendet werden.

Wie nun aber die beste Sehkraft wenig nützt, um einen Kontrast wahrzunehmen, wenn es völlig dunkel ist, spielt auch die «Beleuchtung» oder das «Eigenleuchten» des Zieles und der Lenkwaffe für deren Ortung eine entscheidende Rolle. Man spricht von einem Energiefeld, das von einem Ziel oder von der zu ortenden Lenkwaffe ausgeht bzw. durch Reflektion zustande kommt. Hierbei sind drei Möglichkeiten gegeben:

a. Die zur Ortung notwendige Energie, die den Kontrasteffekt ermöglicht, strahlt vom Ortungsobjekt direkt aus. Man nennt dann dies das passive Orten oder passive Verfahren, weil zur Ortung nichts Aktives unternommen werden muß. Das Ortungsobjekt «verrät» sich durch sein eigenes Energiefeld von selbst.

b. Die zur Ortung notwendige Energie wird vom Ortungsgerät ausgestrahlt und der Kontrasteffekt durch Rückstrahlung am Ortungsobjekt gewonnen. Man nennt dies aktives Orten oder aktives Verfahren.

c. Die zur Ortung notwendige Energie wird von einer *außerhalb des Ortungsgerätes* liegenden Energiequelle geliefert, wobei der Kontrasteffekt auch wieder durch Rückstrahlung am Ortungsobjekt gegeben wird. Man nennt dies halbaktives Orten oder halbaktives Verfahren.

Neben der Zielortung und der kombinierten Ziel- und Lenkwaffenortung, die ein Lenken bis zum Ziel erlauben, ist noch die sogenannte «Bahnortung» zu erwähnen. In den vorgängigen Ausführungen wurden die beim Ansteuern eines Zieles durch eine Lenkwaffe gegebenen Ortungsprobleme beleuchtet. Es kann nun aber auch gefordert werden, daß die Lenkwaffe sich nicht frei, sondern auf einer bestimmten Bahn oder einem vorausgeplanten Flugweg zu bewegen hat. Der Unterschied besteht zur Hauptsache darin, daß es sich nicht um eine Ortung relativer Art handelt, wo Ziel und Lenkwaffe in eine Ortungs-Relation zu bringen sind, sondern um ein absolutes Ortungsprogramm, wo nur zu kontrollieren ist, ob die Lenkwaffe «befehlsgemäß» fliegt. Im Prinzip werden natürlich dieselben Verfahren und Geräte verwendet, denn technisch handelt es sich nur um eine Nuance. Taktisch und führungsgemäß ist jedoch der Unterschied markant.

Zu diesen kurzen Ausführungen über das Ortungsproblem beim Einsatz von Lenkwaffen sei abschließend bemerkt, daß durch die intensive Entwicklung auf dem Gebiete der Elektronik die Leistungsfähigkeit moderner Radar- und Infrarot-Ortungsgeräte ungeahnt angewachsen ist, so daß sich heute Ortungsmöglichkeiten auch über sehr große Distanzen – bis zu 5000 km – ergeben.

Wenn man das eigentliche Problem der Lenkung – im Gegensatz zur Ortung – betrachtet, ist grundsätzlich zwischen Fernsteuerung und Fernlenkung zu unterscheiden. Der Unterschied liegt zur Hauptsache darin, daß sich mit dem Begriff Fernsteuerung keine Ortsveränderung des ferngesteuerten Teiles verbindet, während der Begriff Fernlenkung oder Lenkung unmittelbar mit einer Bewegung des gelenkten Körpers im Raume verbunden ist. Die Mechanik, die zum Beispiel in einer Lenkwaffe die entlegenen Steuerorgane von einer Kommandozentrale aus in Bewegung setzt, fällt unter den Begriff der Fernsteuerung, weil die relative Lage zwischen «befehlender» und «ausführender» Stelle immer gleich bleibt.

Handelt es sich aber um die Änderung einer Bewegungsrichtung ortsveränderlicher Flugkörper (sie müssen nicht unbedingt unbemannt sein!), so fällt dies eindeutig unter den Begriff der Fernlenkung bzw. im allgemeinsten Sinne unter Lenkung. Der Begriff Fernlenkung umfaßt nämlich nur eine der drei grundsätzlich möglichen Lenkungsarten, die da sind; Selbstlenkung, Fernlenkung und Zielsuchlenkung.

Bei jeder Lenkung sind verschiedene Elemente zu berücksichtigen, die technisch unterschiedlich konzipiert werden können. Es handelt sich um folgende Gruppen:

1. Lagebeurteilung und -berechnung
2. Befehlsgabe
3. Befehlsübertragung
4. Befehlsaufnahme
5. Befehlsumsetzung
6. Befehlsausführung.

Die Lagebeurteilung und die damit verbundenen Berechnungen für die Lenkwerte können durch einen Menschen oder durch einen elektronischen Automaten oder kombiniert durchgeführt werden. Die Befehlsgabe, die Befehlsübertragung und die Befehlsaufnahme sind reine Übermittlungsprobleme, die zum Beispiel mechanisch, hydraulisch oder elektronisch gelöst werden können. Die Befehlsumsetzung hingegen wird sich im allgemeinen über Servomotoren abspielen, wie dies heute im Flugzeugbau allgemein üblich ist. Es handelt sich ja bei der Befehlsumsetzung um eine Umwandlung eines Befehls in eine bewegungsbeeinflussende Aktion.

Die Befehlsausführung ist dann eine Folge der wirksam werdenden aerodynamischen oder strahldynamischen Kräfte. Durch die Befehlsausführung wird die Lenkwaffe in eine neue Flugrichtung bzw. einen neuen Bewegungszustand versetzt – sie ist gewissermaßen der Abschluß einer bestimmten einzelnen Lenkphase.

Die vorher kurz angeführten drei grundsätzlich möglichen Lenkungsarten der Selbstlenkung, Fernlenkung und Zielsuchlenkung sind kurz zu erläutern:

Bei der *Selbstlenkung* wird die Lenkwaffe von außen nicht beeinflußt, wenn man die naturgegebenen Elemente wie Luft-Widerstand, Erdanziehung usw. außer Betracht läßt. Alles was zur Lenkung eines Flugkörpers notwendig ist, führt bei dieser Lenkungsart die Lenkwaffe an Bord mit. Man spricht deshalb oft auch von «automatischer» Lenkung. Im Grunde genommen handelt es sich aber viel eher um eine Programmsteuerung, denn alle Lenkelemente müssen im voraus programmiert und in irgend einer Form im Innern der Lenkwaffe aufgespeichert werden.

Die *Fernlenkung* ist durch die Trennung von Lenkstand und Lenkwaffe gekennzeichnet. Lenkstand und Lenkwaffe sind lediglich durch ein Übermittlungsmittel verbunden, wobei entweder Strahlung oder Leitung (Draht) in Frage kommt.

Bei der *Zielsuchlenkung* befindet sich der Lenkstand in der Lenkwaffe und alle für die Lenkung notwendigen Geräte – inklusiv Ortungsgeräte – werden an Bord mitgeführt. Somit kann auch die Zielsuchlenkung als eine automatische Lenkung bezeichnet werden, mit dem Unterschied zur Selbstlenkung, daß äußere, vom Ziel oder Hilfsziel ausgehende Einwirkungen, empfangen und ausgewertet werden. Genau genommen ist die Zielsuchlenkung in ihrem Wesen viel automatischer als die Selbstlenkung.

Es ist selbstverständlich, daß die Technik auch Kombinationen zwischen den drei Lenkungsarten entwickelt hat, indem diese zwecks gegenseitiger Kontrolle und Reduktion der Störmöglichkeiten parallel funktionieren oder im Ablauf eines Einsatzes hintereinander sowie abwechslungsweise zur Anwendung gelangen können. Bei derartigen Kombinationen stellen aber die Übergänge von einer Lenkungsart zu einer anderen neue zusätzliche Probleme, die hier nicht näher untersucht werden sollen.

Auf einen einfachen Nenner gebracht, läßt sich die Lenkung in eine manuelle (vom Menschen abhängige) und eine automatische (vom Menschen unabhängige) Lenkung einteilen. Je nachdem, ob die Lenkung des Flugkörpers direkt zielabhängig oder indirekt (über einen außerhalb der Lenkwaffe liegenden Lenkstand) zielabhängig ist, kann man sowohl die manuelle wie auch automatische Lenkung in eine direkte und indirekte Gruppe gliedern. Außerhalb dieser Einteilung liegt die sich selbst lenkende programmgesteuerte, von außen nach dem Fluge nicht mehr beeinflußbare Lenkwaffe. Damit ergibt sich nachfolgendes Bild:

Ferngelenkt manuell	direkt
	indirekt
Automatisch gelenkt	direkt
	indirekt
Programmgesteuert	—

(Fortsetzung folgt)

Die Raketen-Lenkung

Von Oblt. H. R. Voellmy

Die Verfolgung eines bewegten Zieles stellt an den Verfolger mannigfache Aufgaben. Zunächst muß das Ziel klar als solches erkannt werden. Der zur Verfolgung eingesetzte Lenkkörper muß hierauf zur richtigen Zeit in der günstigsten Richtung eingesetzt werden. Allein schon diese beiden scheinbar einfachen Maßnahmen erfordern bei der Abwehr von schnellfliegenden Flugzeugen einen technisch sehr großen Aufwand.

Während es früher noch möglich war, die sogenannte *Freund-Feind-Erkennung* durch Luftspäher durchführen zu lassen, ist dies heute angesichts der großen Flughöhen moderner Flugzeuge kaum mehr möglich. Auch der Entscheid über den Startmoment einer Fliegerabwehrrakete kann heute vom Batteriekommandanten nicht «über den Daumen» gefaßt werden. Hierzu sind vielmehr Rechengeräte und für die Freund-Feind-Erkennung vorher bekanntgegebene Flugpläne und ständige Positionsmeldungen der eigenen Flugzeuge erforderlich.

Zur *Berechnung des Startmomentes* gehört eine genaue Kenntnis des Wirkbereiches des Verfolgungskörpers. Dieser Wirkbereich hängt von verschiedenen Faktoren wie Zielgeschwindigkeit, Flugrichtung des Zieles, Flughöhe, Geländehindernisse, Sichtbereich der Radargeräte, Lenkbarkeit und Weg-Geschwindigkeitsverlauf der Abwehrwaffe, vor allem aber auch von der Wahl des Lenksystems ab.

Während die Wahl des richtigen Zeitmomentes zum Start des Verfolgungskörpers ein weitgehend mathematisch darstellbares Problem ist und daher vorteilhafterweise durch Rechengeräte bewältigt wird, bleibt der menschlichen Entscheidungsfähigkeit die Aufgabe vorbehalten, die richtige Schußkadenz zu wählen, sowie über Feststellung der Treffer und Zielwechsel zu entscheiden.

An Hand der bei der Abwehr von schnellfliegenden Luftzielen ver-