

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 134 (1968)
Heft: 4

Artikel: Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung um Zeichen der Technisierung der Kampfführung
Autor: Brun, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44463>

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: 29.06.2025

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

Offizielles Organ der Schweizerischen Offiziersgesellschaft

Adressen der Redaktoren:

Oberst Wilhelm Mark
5000 Aarau, Oberholzstraße 30

Oberst Herbert Wanner
3626 Hünibach bei Thun
Mülinenstraße 34

Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung im Zeichen der Technisierung der Kampfführung

Von Oberst i Gst E. Brun

1. Einleitung

Der Zweck der nachfolgenden Ausführungen soll sein, vorerst die *grundsätzlichen Bedürfnisse* aufzuzeigen, welche sich aus der modernen Kampfführung bezüglich Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung ergeben, dann einen Überblick zu geben über die *neuen Möglichkeiten*, welche die Technik in den letzten Jahren für Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung geschaffen hat oder noch zu schaffen im Begriffe steht, und schließlich, ohne in technische Einzelheiten einzutreten, die von diesen neuen Mitteln zu erwartenden *Leistungen* und die *Grenzen ihrer Anwendung* zu erkennen. Zuletzt soll die *Bedrohung* skizziert werden, welche diese Mittel für uns möglicherweise darstellen.

2. Grundsätzliche Bedürfnisse hinsichtlich Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung

Folgende Faktoren der modernen Kampfführung scheinen uns ausschlaggebend zu sein:

- Fähigkeit der Bodentruppen, sich dank einer weitgehenden Mechanisierung rasch zu verschieben, sei es um aus der Tiefe des gegnerischen Raumes heraus zum Kampf anzutreten, sei es um auf dem Gefechtsfeld jeden Erfolg sofort auszunützen;
- große Reichweite der schweren Feuermittel;
- Möglichkeit, entscheidende Geländeteile in der Tiefe des gegnerischen Raumes rasch aus der Luft in Besitz zu nehmen;
- Fähigkeit, den Kampf auch nachts zu führen.

Heute sind es bekanntlich nicht mehr in erster Linie die mit den ersten Wellen angreifenden feindlichen Verbände, welche den Angriffserfolg bestimmen, sondern das schwere Feuer und die aus der Tiefe herangeführten Reserven. Diese gilt es vor allem zu erkennen.

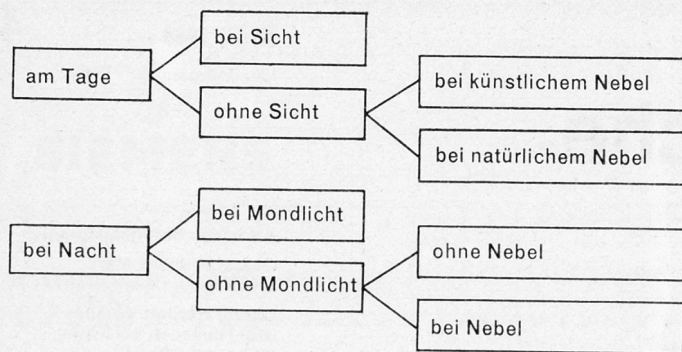
Ganz allgemein bedeutet bewegliche Kampfführung beschleunigten Ablauf der Ereignisse und damit rascher aufeinanderfolgende Lageänderungen. Die Beachtung des Gebotes, die *Freiheit des Handelns nicht wegen Überraschungen im Kampfablauf zu verlieren*, wird daher ganz besonders dringlich. Eine wesentliche Voraussetzung zur Wahrung der Handlungsfreiheit ist aber eine rasch und gut funktionierende Aufklärung und Gefechtsfeldbeobachtung.

Um die sich im einzelnen ergebenden Bedürfnisse besser zu überblicken, kann man sich einen Kampfraum in mehrere Zonen eingeteilt denken, in denen die an die Aufklärung und Gefechtsfeldbeobachtung gestellten Aufgaben verschieden sind. Solche Zonen und Aufgaben können zum Beispiel sein:

- hinter den feindlichen Kontaktverbänden:
Erkennen des gegnerischen Angriffsschwergewichtes *vor dem eigenen Abwehrraum* oder Erkennen von Bereitstellungen gegnerischer Gegenangriffskräfte *außerhalb der eigenen Angriffsstreifen*;
- auf dem unmittelbaren Gefechtsfeld:
Überwachen *des mit uns in Kontakt* stehenden Gegners, um ihn unter Kontrolle halten zu können;
- im ganzen Abwehrraum beziehungsweise in den Bereitstellungsräumen:
Überwachen *des Geländes und des Luftraumes*, um Überraschungen vom Boden oder aus der Luft auszuschließen.

Da es den am Feind stehenden Truppen nur in seltenen Fällen möglich sein wird, durch die gegnerischen Kontaktverbände hindurch genügend tief den feindlichen Raum aufzuklären, dürfte die Lösung dieser Aufgabe Sache einer höheren Kommandostufe sein. Dagegen sind die Überwachung des Gegners auf dem Gefechtsfeld und die Sicherung vor Überraschungen im eigenen Raum vorwiegend Aufgabe der mittleren und unteren Verbände.

Das Entscheidende ist nun aber, daß alle Aufklärungs- und Beobachtungsaufgaben mit *genügender Kontinuität* betrieben werden sollten. Sowohl die Aufklärung in die Tiefe des gegnerischen Raumes als auch die Überwachung des eigentlichen Gefechtsfeldes muß man so unterhalten können, *daß der Führung keine wesentlichen Veränderungen im Feindbild entgehen*. Diese Kontinuität versteht sich sowohl *räumlich* (keine überwachungstoten Räume) wie *zeitlich* (den Gegner weder am Tag noch in der Nacht aus den Augen verlieren). Um zu verhindern, daß keine überwachungstoten Räume entstehen, braucht man vor allem genügend viele Mittel. Um aber zu verhindern, daß keine zeitlichen Unterbrüche im Beobachten entstehen, das heißt auch nachts und bei atmosphärisch behinderter Sicht nicht, bedarf es moderner technischer Beobachtungsgeräte, denn es muß das Sehen in den folgenden Fällen möglich sein:



Ein modernes Aufklärungs- und Beobachtungssystem verlangt somit in jedem Falle immer die Erfüllung folgender Forderungen:

- in die Tiefe des gegnerischen Raumes beobachten und aufklären, den Gegner auf dem unmittelbaren Gefechtsfeld unter Kontrolle halten, im ganzen Abwehrraum Gelände und Luftraum überwachen;
 - dies kontinuierlich betreiben können, das heißt auch nachts und bei atmosphärisch behinderter Sicht.
- Dazu kommt ferner:
- die gewonnenen Informationen verzugslos übermitteln;
 - die übermittelten Informationen zeitgerecht auswerten.

Die Notwendigkeit, in die Tiefe wirkende Nachrichtenbeschaffungsmittel zu besitzen, besteht nicht für jeden Verband in gleicher Weise. Sie richtet sich vor allem nach dessen *Beweglichkeitsgrad* (Stoßkraft, Aktionsradius), der *Weiträumigkeit* des zu führenden Kampfes und dem *Gelände*, in welchem man den Kampf mit diesem Verbands zu führen gedenkt.

Mit der Forderung kontinuierlich, das heißt *auch nachts*, aufklären und beobachten zu können, wird nun aber das ganze Problem der *Ausrüstung für den Nachtkampf* aufgeworfen.

Es sind folgende grundsätzliche Bedürfnisse an Mitteln für den Nachtkampf auseinanderzuhalten:

- Nachtsichtgeräte für *Aufklärung und Gefechtsfeldbeobachtung*;
- Nachtzielgeräte, welche auch in der Nacht das *Bekämpfen von Zielen* mit gezieltem Feuer ermöglichen;
- Mittel, welche auch in der Nacht auf dem Gefechtsfeld die Koordination von *Feuer und Bewegung* und somit eine *Führung mechanisierter Verbände* erlauben;
- Mittel, welche den *mechanisierten Verbänden* gestatten, *nachts in ihre Bereitstellungen zu fahren*.

Für die Aufklärung, Beobachtung und Sicherung kommen in erster Linie elektronische Geräte in Frage. Die Gefahr des Selbstverratens ist bei diesen – auch wenn heute noch kurzwelliges Infrarotlicht verwendet wird – doch wesentlich kleiner als bei der Verwendung pyrotechnischer Beleuchtungsmittel. Zudem werden für solche Aufgaben nur kleine Verbände eingesetzt, so daß immer nur eine kleine Zahl von Kämpfern die Ziele sehen können muß. Um dagegen in der Nacht auf dem Gefechtsfeld Verbände zu führen, bedarf man einer generellen Beleuchtung, sonst ist es nicht möglich, Feuer und Bewegung aufeinander abzustimmen. Dabei kann dieses Bedürfnis verschieden sein, je nachdem ob es sich um Infanterie oder mechanisierte Verbände handelt. Für die Feuerunterstützung, das heißt Erkennen und Bekämpfen von Zielen, können sowohl elektronische Mittel als auch eine allgemeine Gefechtsfeldbeleuchtung in Frage kommen. Für den Bezug von Bereitstellungen durch mechanisierte Verbände können nur elektronische Mittel verwendet werden, weil hier wiederum die Geheimhaltung im Vordergrund steht.

3. Elektronische Beobachtungsmittel und Mittel für die Gefechtsfeldbeleuchtung

In folgendem wird, zur besseren Verständlichkeit der weiteren Ausführungen, eine knappe Übersicht über heutige und künftige Mittel gegeben, ohne dabei in technische Einzelheiten einzutreten:

Aktives (kurzwelliges) Infrarot

Gelände und Ziele werden mit Infrarot beleuchtet. Das Beobachten oder Zielen erfolgt mit Geräten, welche das durch die angestrahlten Objekte reflektierte Infrarotlicht in sichtbares Licht umwandeln. Es entsteht dabei das bekannte grünliche, eher kontrastarme Bild. Heute beruhen alle Nachtzielgeräte auf der Anwendung des kurzwelligen Infrarotlichtes. Die praktische Einsatzdistanz liegt bei 500 bis 1000 m.

Passives (langwelliges) Infrarot

Dieses Verfahren nützt die thermische Eigenstrahlung der Objekte aus. Es setzt somit kein Beleuchten voraus. Durch Temperaturdifferenzen zwischen Objekten und ihrem Hintergrund entsteht ein Wärmebild, das sich vom optischen Bild dadurch unterscheidet, daß ein Bild der Wärmeverteilung und nicht der Lichtverteilung entsteht. Die wärmsten Teile erscheinen am hellsten, wobei die Umrisse der Objekte stark zurücktreten oder auch verschwinden können. Praktische Einsatzdistanzen können noch keine angegeben werden.

Sogenannte Lichtverstärkung

Sie beruht auf der Ausnützung des Restlichtes in nicht völlig dunklen Nächten, also des Mond- und Sternenlichtes, das nicht mehr ausreichen würde, im menschlichen Auge ein brauchbares Bild zu erzeugen. Praktische Einsatzdistanz vermutlich bis 1000 m.

Gefechtsfeldradar

Das Gefechtsfeldradar strahlt elektromagnetische Energie entweder kontinuierlich oder in Form von rasch sich folgenden Impulsen aus. Diese wird von den angestrahlten Objekten reflektiert und wieder aufgefangen. Bewegt sich ein angestrahltes Objekt auf das Radargerät zu oder von ihm weg (oder in einem bestimmten Winkel zur Beobachtungsrichtung), so entstehen beim Vergleichen der ausgestrahlten mit der empfangenen Energie Impulslaufzeitdifferenzen und Frequenzverschiebungen, die Angaben für die Entfernung und Geschwindigkeit des Zieles geben. Solche Gefechtsfeldradargeräte gestatten, sich bewegende Objekte an Hand akustischer oder visueller Signale festzustellen; stillstehende können nicht erfaßt werden. Einsatzdistanzen durchschnittlich 0,3 bis 4, eventuell 20 km.

Mikrowellen-Radiometrie

Dieses Verfahren gestattet, im Bereiche der Mikrowellen thermisch strahlende Objekte festzustellen, die sich nicht oder nur mit geringer Winkelgeschwindigkeit bewegen. Das Gerät liefert jedoch kein optisches Bild, sondern ein «Katalogbild», das heißt Signale, die interpretiert werden müssen. Entfernungen können nicht gemessen werden. Einsatzdistanzen im taktischen Bereich können noch keine angegeben werden.

Funkpeilung

Funkpeilung ist kein Beobachtungsmittel im eigentlichen Sinne, sondern ein Meßverfahren. Das Prinzip, nach welchem sie arbeitet, dürfte allgemein bekannt sein. Neue Peiler arbeiten voll-elektronisch. Die Anzeige erfolgt trägheitslos auf einem Bildschirm. Subjektive Fehler können damit weitgehend ausgeschlossen werden.

Laser-Distanzmeßgeräte

Laser-Distanzmeßgeräte sind keine Beobachtungsgeräte. Sie gestatten in Kombination mit Nachtsehgeräten auch in der Nacht

eine rasche und sehr genaue Entfernungsmessung, was vor allem für Kampf- und Jagdpanzer interessant sein dürfte.

Der Stand der Entwicklung

der aufgezählten elektronischen Mittel wird heute wie folgt beurteilt:

Aktives Infrarot: Im wesentlichen an der Grenze seiner Entwicklungsmöglichkeiten. Steigerung der Reichweite und Verbesserung der Bildauflösung und des Schwinkels sind noch möglich.

Passives Infrarot (Mikrowellen-Radiometer): In etwa 10 bis 15 Jahren truppenreif.

Lichtverstärker: Prototypen im Ausland vorhanden.

Gefechtsfeldradar: Wesentliche Verbesserungen bei künftigen Geräten sind möglich. Seit Jahren in ausländischen Armeen in Gebrauch.

Funkpeiler: Neu konzipierte Geräte sind truppenerprobt.

Mittel für die Gefechtsfeldbeleuchtung

Darunter versteht man entweder pyrotechnische Mittel (Raketen, Geschosse, Bomben) oder elektrische Scheinwerfer. *Pyrotechnische Mittel* gibt es heute in allen Größenordnungen, angefangen bei der Leuchthandgranate über die Rakete für Handabzug, das Minenwerferleuchtgeschöß, Artillerieleuchtgeschöß bis zur Fliegerleuchtbombe.

Elektrische Scheinwerfer können direkt oder indirekt eingesetzt werden. Bei direktem Einsatz werden sie weit vorne überhöht aufgestellt und strahlen frontal oder flankierend das Ziel an. Sie dienen der Artillerie, den schweren Waffen und den Panzern zur Zielerkennung und den Angriffstruppen als Richtungsweiser. Die Reichweiten liegen bei 10 bis 20 km, ebenes Gelände vorausgesetzt. Zur indirekten Beleuchtung kann die Wolkendecke angestrahlt werden, oder der Lichtstrahl kann den Boden bestreichen. Der Effekt bei der Wolkenbestrahlung soll etwa der Helligkeit einer klaren Vollmondnacht, beim Bestreichen des Bodens derjenigen des Viertels- bis Halbmondes ähnlich sein. Die beleuchtete Fläche dürfte in beiden Fällen ungefähr gleich groß sein (Geländestreifen von 0,5 bis 0,75 km Breite und 6 bis 7 km Tiefe). Die Helligkeit bei Beleuchtung der Wolkendecke ist jedoch wesentlich größer. Es soll heute Scheinwerfer geben, die von einem Jeep mitgezogen werden können.

4. Beurteilung der Mittel für die Gefechtsfeldbeleuchtung

Elektronische Beobachtungsmittel besitzen ihrer Natur nach ein röhrenförmiges Gesichtsfeld. Sie liefern immer nur einen Ausschnitt eines zu überwachenden Sektors und lassen daher nur in kleinen Verhältnissen eine Übersicht über das Kampfgeschehen zu. Zudem kann nur eine beschränkte Zahl von Kämpfern und Waffen mit solchen Geräten ausgerüstet werden. Einen mittleren oder größeren Verband im Nachtkampf ausschließlich mit elektronischen Mitteln zu führen, ist aus diesen Gründen nicht denkbar. Diese Mittel eignen sich in erster Linie für die Aufklärung, Beobachtung beziehungsweise Sicherung und für diejenigen Waffen und Kleinverbände, welche das Gefecht einzuleiten haben. Ferner dienen sie der Durchführung und Abwehr von Aktionen, die in der Regel ohne allgemeine Gefechtsfeldbeleuchtung durchgeführt werden.

Um jedoch Verbände im Nachtkampf führen zu können, sollte man möglichst *tagähnliche Verhältnisse* schaffen. Dies ist nur mit eigentlichen Beleuchtungsmitteln (pyrotechnischen oder elektrischen) möglich. Sie lassen eine wesentlich bessere Übersicht über größere Geländeteile und Verbände zu, erlauben jedem

Kämpfer, die Ziele zu sehen und die normalen, für den Tag geschaffenen Zielvorrichtungen der Waffen zu verwenden. Sie ermöglichen vor allem ein Abstimmen von Bewegung und Feuer aufeinander und die Führung mechanisierter Verbände.

Zu berücksichtigen ist jedoch, daß die *pyrotechnische Beleuchtung*, soll sie längere Zeit aufrechterhalten werden, rasch zu einem Nachschubproblem wird, weil die Brenndauer der Leuchtkörper sehr kurz ist. Dazu kommt, daß diejenigen Geschütze, welche Beleuchtungsmunition verschießen, für die Feuerunterstützung wegfallen. Bei elektrischen Beleuchtungsmitteln und bei den elektronischen Beobachtungs- und Nachtzielgeräten dagegen nimmt der Aufwand nicht in gleichem Maße mit der Dauer ihres Einsatzes zu. Auch besteht bei Verwendung von Leuchtmunition im Angriff die Gefahr, daß der Angreifer beim Vorrücken sich selbst beleuchtet oder daß er, wenn er das verhindern will, die letzte Strecke bis zum Angriffsziel ohne Beleuchtung zurücklegen muß. Ferner können Leuchtkörper an Fallschirmen vom Wind abgetrieben werden, so daß sich das erhellte Feld, je nach Windstärke und Brenndauer des Leuchtkörpers, um mehrere Hunderte von Metern (unter Umständen gegen die eigene Truppe) verschiebt. Diese Nachteile fallen bei Beleuchtung des Gefechtsfeldes mit *Scheinwerfern* dahin. Zudem behindern diese den Gegner durch ihre große Blendwirkung im Angriff und in der Abwehr. Auch sie zu beschießen ist schwierig, da die Distanzschätzung praktisch unmöglich ist, sofern man nicht dank der Geländekenntnis ausmachen kann, wo die Scheinwerfer stehen. Dagegen wird bei uns ihre Verwendung häufig durch die Geländebeschaffenheit eingeschränkt werden.

Aus diesen Überlegungen folgt, daß es offenbar für die Beleuchtung des Gefechtsfeldes kaum jemals ein allgemeingültiges Verfahren geben wird. Je nach Gegner, Kampfweise und Gelände sollten die einen oder andern Mittel gewählt werden können. Auch sollte die Möglichkeit bestehen, den Einsatz der Mittel je nach der Ausweitung des Gefechtes zu steigern. Diese Steigerung könnte sich, von den Infrarot-Nachtzielgeräten auf den Sturmgewehren der Sicherungselemente über die Leuchtrakete mit Handabzug und ab Raketenrohr verschossen, über die Infrarot-Nachtzielgeräte der Maschinengewehre und Panzerabwehrgeschütze, elektrische Schweinwerfer bis zu den Leuchtgeschossen der Minenwerfer und der Artillerie und den Leuchtbomben der Flieger erstrecken. Grundsätzlich müßte wahrscheinlich gelten, daß der Plan für die Gefechtsfeldbeleuchtung gleich wie der Feuerplan Sache derjenigen Kommandostufe ist, die das Gefecht führt, und daß jede Führungsstufe über ihre eigenen Beleuchtungsmittel verfügt. Die Entscheidung, ob und mit welchen Mitteln das Gefechtsfeld zu beleuchten sei, ist jedenfalls Gegenstand eines Führerentschlusses.

Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß die Aussicht, die Anwesenheit eines Verbandes dem Gegner geheimzuhalten, bei Verwendung elektronischer Mitteln wesentlich größer ist als bei Verwendung elektrischer oder pyrotechnischer Beleuchtungsmittel, bei denen zum Umstand, daß sie weit herum gut sichtbar sind, immer noch die Gefahr der Beleuchtung der eigenen Truppen kommt.

5. Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten elektronischer Mittel

Es ist auch in der Technik dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Kein noch so aufsehenerregendes neues Gerät oder Kampfmittel ist in seinen Auswirkungen unbegrenzt. Einmal ergeben sich eine Menge Beschränkungen aus ganz praktischen, äußeren Bedingungen, wie Bedienung, Unterhalt und Umwelt; dann aber sind die Leistungen technischer Geräte immer

auch an systembedingte Grenzen gebunden; und schließlich ergeben sich Einschränkungen aus den Gegenmaßnahmen des Gegners.

Wir beurteilen die oben aufgezählten elektronischen Mittel vorerst nach den folgenden Gesichtspunkten:

- Sicherheit (Selbstverrat, Störbarkeit durch den Gegner);
- Art der Anzeige;
- Durchdringen von Nebel;
- Behinderung durch Regen und Schneefall.

a) Sicherheit (Selbstverrat, Störbarkeit):

Größte Sicherheit gegen Selbstverrat und Störbarkeit bieten grundsätzlich die *passiven* Verfahren, das heißt Verfahren, welche die Eigenstrahlungen der Objekte oder das von diesen reflektierte natürliche Licht ausnützen, somit nicht selbst strahlen. Solche sind das *passive Infrarot*, die *Lichtverstärkung*, die *Mikrowellenradiometrie* und die *Funkaufklärung*. Bei Anwendung dieser Verfahren kann der Gegner nicht feststellen, daß er beobachtet wird. Passive Gegenmaßnahmen, wie Sichentziehen der Beobachtung oder Verhindern der Eigenstrahlung, sind daher praktisch unmöglich. Die Aussichten für aktive Gegenmaßnahmen, wie Stören, Orten, Bekämpfen, sind gering.

Geringe Sicherheit zufolge ihres Selbstverrates weisen alle *aktiven* Verfahren auf, das heißt Verfahren, welche selbst elektromagnetische Energie zur «Beleuchtung» der Objekte ausstrahlen. Zu den aktiven Verfahren gehören das *aktive Infrarot* und das *Gefechtsfeldradar*. Die von diesen Geräten ausgestrahlte Energie kann vom Gegner wahrgenommen werden. Damit sind die Voraussetzungen für aktive Gegenmaßnahmen, wie Stören, Orten und Bekämpfen, oder für passive Gegenmaßnahmen, wie Sichentziehen der Beobachtung und Tarnen, gegeben. Es muß aber insofern ein Unterschied zwischen dem aktiven Infrarot und dem Gefechtsfeldradar gemacht werden, als das aktive Infrarot wesentlich weniger störbar ist als das Gefechtsfeldradar.

Alle heute in den verschiedenen Armeen verwendeten Verfahren sind zwar aktive Verfahren, es liegt aber auf der Hand, daß die *passiven* Verfahren, wenn sie einmal die gleichen Leistungen wie die aktiven Verfahren erreicht haben, diese verdrängen werden.

b) Art der Anzeige:

Die Art der Anzeige ist – neben den Anforderungen, welche Betrieb und Unterhalt der Geräte an die Operateure stellen – für die Beurteilung der sich ergebenden Ausbildungsprobleme wesentlich.

- Das *aktive* und *passive Infrarot* und die *Lichtverstärkung* ergeben Bilder oder bildartige Darstellungen (Wärmebilder). Die Interpretation ist relativ einfach.
- *Gefechtsfeldradar* zeigt Art und Geschwindigkeit der erfaßten Objekte (nur sich bewegende) durch akustische oder visuelle Signale an, die gedeutet werden müssen. Die Entfernung kann abgelesen werden.
- *Mikrowellenradiometer* ergeben sogenannte Katalogbilder, das heißt, die vom Gerät abgegebenen Signale müssen an Hand eines Kataloges charakteristischer Signale interpretiert werden.

Daraus ergibt sich, daß infolge ihrer Informationsanzeige das Gefechtsfeldradar und allenfalls das Mikrowellenradiometer die größeren Ausbildungsprobleme stellen als die andern Verfahren, das heißt, daß sie wahrscheinlich besonders ausgebildete Operateure verlangen.

c) Durchdringen von Nebel:

Dieses Kriterium ist deshalb wichtig, weil der natürliche oder künstliche Nebel den Kampf noch mehr erschweren soll als die

Nacht. Die Fähigkeit der einzelnen Verfahren, Nebel zu durchdringen, ist von den verwendeten Frequenzen abhängig.

- *Gefechtsfeldradar* und *Mikrowellenradiometer* vermögen natürlichen Nebel auf Entfernungen von 1 bis 2 km zu durchdringen; die andern Verfahren nicht. Künstlicher Nebel ist kein Hindernis.

d) Sicht bei Regen und Schneefall:

Alle elektronischen Verfahren werden durch starken Regen und Schneefall gestört, jedoch nicht mehr als das Sehen von Auge bei Tag.

Übersicht über die eigentlichen Beobachtungsverfahren

Verfahren	Art der Anzeige	Nachweisbare Objekte	Sicherheit Störbarkeit	Sicherheit Selbstverrat	Durchdringen von Nebel
<i>Aktiv-Infrarot</i>	Bild	ruhende u. bewegte	klein	groß	nein
<i>Passiv-Infrarot</i>	Bild	ruhende u. bewegte	sehr klein	unmöglich	beschränkt möglich
<i>Gefechtsfeldradar</i>	Signale	nur bewegte	groß	groß	ja
<i>Mikrowellenradiometer</i>	Signale	ruhende u. bewegte	klein	unmöglich	ja
<i>Lichtverstärker</i>	Bild	ruhende u. bewegte	groß	unmöglich	nein

Die einzelnen elektronischen Mittel weisen außerdem noch andere, systembedingte oder durch den momentanen Entwicklungsstand gegebene Grenzen ihrer Anwendungsmöglichkeiten auf:

Aktives Infrarot

Infrarotquellen sind leicht erkennbar, auch wenn der Infrarotstrahler nicht in der eigenen Beobachtungsrichtung strahlt. Der Strahl wird infolge der Staub- und Wasserteilchen in der Luft im Beobachtungs- oder Zielgerät sichtbar. Erfahrungsgemäß können daher Infrarotquellen bis zu einem Winkel von 45° zwischen Strahl und Beobachtungsrichtung gut anvisiert werden, wobei allerdings die Entfernungsermittlung in unbekanntem Gelände auf Distanzen über 300 m sehr schwierig wird. Ein schwacher Strahler auf kurze Entfernung und ein kräftiger Strahler auf große Entfernung ergeben das gleiche Bild. Es ist daher schwierig, sie zu beschießen, außer wenn man dank der Geländekenntnis ausmachen kann, wo sie stehen. Ein Infrarotgerät kann zudem auf wesentlich größere Entfernung als sein eigener Wirkungsbereich von der Gegenseite aus beobachtet werden. Weil der vom Scheinwerfer ausgehende Lichtstrahl gebündelt ist, vom angestrahlten Objekt aber in alle Richtungen reflektiert wird, ist die Intensität des Lichtes, das zum Beobachtungs- oder Zielgerät zurückkommt, immer schwächer als diejenige, die das Gerät des Beobachters auf der Gegenseite aufnimmt. Das Verhältnis wird mit zunehmender Entfernung immer ungünstiger.

Passives Infrarot

Wir sagten vorher, daß beim passiven Infrarot auf Grund der thermischen Eigenstrahlung der beobachteten Objekte ein Wärmebild erzeugt werde. Es ist denkbar, daß bei besonderen Bedingungen bei Temperaturgleichgewicht, d.h. in kalten Nächten mit dünner Dunstschicht und bei bedecktem Himmel die Orientierung im Gelände unmöglich wird. Dagegen sind Objekte mit von der Umgebung unterschiedlicher Temperatur immer erkennbar, zum Beispiel Menschen, bewohnte (geheizte)

Häuser, warmgelaufene Motoren, Panzer und andere Fahrzeuge (diese unter Umständen noch nach eintägiger Stilllegung). Die Distanzschätzung dürfte immer schwierig sein.

Lichtverstärker

Auch diese Geräte haben, soweit sich ihre Entwicklung heute beurteilen läßt, ihre technisch bedingten Grenzen. Einmal muß immer ein Restlicht vorhanden sein; in völlig dunklen Nächten versagen sie. Die Optik kann bei militärischen Geräten nicht beliebig vergrößert werden (Gewicht, Kosten). Eine zu große Steigerung der «Verstärkung» der Protonen oder Erhöhung der Integrationszeit der Speicherröhre führt zu kontrastarmen, «verrauschten» Bildern oder hat zur Folge, daß das Objekt verwischt abgebildet oder gar an einem Ort angezeigt wird, an dem es sich im Zeitpunkt der Abbildung bereits nicht mehr befindet.

Gefechtsfeldradar

Die Berechnungen und Erfahrungen zeigen, daß Gefechtsfeldradargeräte nur begrenzte Sektoren überwachen können und sich somit wenig zur Überwachung ganzer Abschnitte eignen. Die Wahrscheinlichkeit, daß Objekte erfaßt werden können, nimmt mit der Breite des zu überwachenden Sektors ab. Zudem nimmt auch die Fläche, innerhalb deren noch einzelne Objekte voneinander unterschieden werden können, mit zunehmender Beobachtungsdistanz ab. Diese Fläche kann bei Geräten, wie sie etwa heute verwendet werden, folgende angenäherte Ausdehnung annehmen:

bei 500 m = 2 500 m²;

bei 1000 m = 5 000 m²;

bei 5000 m = 25 000 m²;

Innerhalb dieser Fläche erzeugen außer den Zielobjekten *auch alle andern sich bewegenden Gegenstände Geräusche im Empfänger*. Diese können unter Umständen das vom Ziel herrührende Signal vollständig zudecken (zum Beispiel durch windbewegte Bäume und Büsche). Auch können Ziele, die sich mit sehr niedriger Geschwindigkeit auf das Gefechtsfeldradar zu bewegen, meistens nicht mehr erfaßt werden. Verschieben sich zudem die Zielobjekte nicht rechtwinklig, sondern schräg zur Beobachtungsrichtung, so wird die noch erfaßbare Geschwindigkeit rasch größer.

Auf Grund dieser Gegebenheiten sind eine Anzahl *taktischer Maßnahmen* möglich, um sich der Entdeckung durch Gefechtsradar zu entziehen:

- Ein überwachter Sektor kann mit geringen Geschwindigkeiten infiltriert werden.
- Je breiter ein zu überwachender Sektor ist, um so eher kann er mit hoher Geschwindigkeit durchdrungen werden.
- Bleibt ein Objekt im Aufklärungsbereich des Radars unbewegt, so kann es sich der Erkennung entziehen.
- Geländehindernisse und massive Kunstbauten, die sich in der Sichtrichtung des Radargerätes befinden, bieten auch bei rascher Zielbewegung Deckung. Starker Wind, Regen, Hagel und Schneefall können zur Tarnung ausgenützt werden, denn sie erzeugen Störgeräusche im Empfänger, welche unter Umständen Bewegungen mit kleinen Geschwindigkeiten zu tarnen vermögen.

Auch *elektronische Gegenmaßnahmen* sind möglich:

- Ein einfacher Störsender (schmalbandiger Rauschstörer mit gleicher mittlerer Sendeleistung wie das zu störende Radargerät) ist in der Lage, dessen Aufklärungsvermögen entscheidend zu verringern. Dabei kann das Störgerät auch außerhalb des gegnerischen Radar- und Waffenbereiches aufgestellt werden.

- Mittels elektronischer Gegenmaßnahmen können grundsätzlich ganze Beobachtungsdispositive ausgeschaltet werden. Dabei dürfte der Aufwand für das Stören eher kleiner als derjenige für das Beobachtungsdispositiv sein.

Es ist jedoch damit zu rechnen, daß bis in einigen Jahren wesentlich verbesserte Gefechtsfeldradargeräte gebaut werden, wobei unter anderem ihre Störfestigkeit um Faktor 100 verbessert sein kann, ohne daß sie zu kompliziert werden.

Funkaufklärung

Die Funkaufklärung beobachtet nicht die gegnerischen Funkstationen als solche, sondern hört ihre Emissionen ab oder mißt ihre Standorte ein. Die Entfernung, bis zu welcher zum Beispiel in unserem Mittelland gegnerische Funkstationen unterer und mittlerer Verbände abgehört werden können, beträgt bei einer Erfassungswahrscheinlichkeit von 50 % 15 bis 30 km. Das Einmessen der Standorte solcher Stationen ist bei gleicher Erfassungswahrscheinlichkeit ungefähr auf gleiche Entfernungen möglich, freie Standorte der Peiler vorausgesetzt. Dabei kann die Genauigkeit der Peilungen einige 10 bis einige 100 m Radius betragen. Diese Genauigkeit kann vom Nachrichtendienst aus gesehen als sehr gut bezeichnet werden, genügt aber nicht, zum Beispiel Artillerieziele auf diese Weise zu vermessen.

Es ist möglich, den Inhalt gegnerischer Funkmeldungen auszuwerten, wenn sie entweder offen oder ungenügend beziehungsweise mit primitiven Verfahren getarnt übermittelt wurden. Auch wenn die Texte aus sprachlichen Gründen nicht mitgelesen werden können, ist es möglich, durch statistische Methoden wertvolle Informationen aus ihnen zu gewinnen.

6. Beobachtung und Aufklärung des Gefechtsfeldes aus der Luft

Die meisten der beschriebenen elektronischen Verfahren eignen sich auch für die Beobachtung des Gefechtsfeldes aus der Luft. Als Plattform für solche Systeme dienen Starrflügelflugzeuge oder Helikopter, zum Teil auch unbemannte Flugkörper. Die gewonnenen Informationen können dabei entweder an Bord photographisch festgehalten und nach der Landung ausgewertet oder durch Bildübertragung laufend an die Bodenstationen übermittelt werden.

Bei der Gefechtsfeldbeobachtung aus der Luft gilt es heute vor allem zwei verschiedene Probleme zu lösen: erstens die Informationen gewinnen, und zwar auch bei fehlender optischer Sicht und wenn möglich aus dem eigenen Luftraum heraus, zweitens diese Informationen möglichst rasch der Führung am Boden verfügbar machen.

Da bei fehlender Sicht kaum eine gezielte Aufklärung aus der Luft möglich ist, müssen ganze Flächen streifenweise überflogen und alle darin enthaltenen Informationen festgehalten werden. Bei der Auswertung der Ergebnisse ist es dann notwendig, die erfaßten Objekte im Gelände lokalisieren zu können, was unter Umständen verlangt, daß der ganze Flugweg des Flugzeuges oder Flugkörpers laufend vermessen und aufgezeichnet wird.

Es wurden bis heute im Ausland verschiedene elektronische Luftaufklärungssysteme entwickelt. Besonders drei in Amerika gebaute dürften aus wiederholten Beschreibungen in Zeitschriften bekannt sein:

- *Das Radariüberwachungssystem SLAR* (Side Looking Airborne Radar) stellt offensichtlich eines der interessantesten und wichtigsten heute verfügbaren Luftbeobachtungssysteme dar. Das System dient zwei verschiedenen Zwecken: Es vermag feste und bewegliche Ziele am Boden zu lokalisieren, ohne dabei in den feindlichen Luftraum eindringen zu müssen, dabei soll es,

unabhängig von den Sichtverhältnissen, Bewegungen von mehr als 8 km/h aufzudecken vermögen. Es kann aber auch zur kartographischen Aufnahme wichtiger topographischer Einzelheiten großer unbekannter oder vom Gegner besetzter Gebiete bei Tag oder Nacht dienen. Dabei vermag es topographische Einzelheiten bis in eine Tiefe von 60 km beidseits des Flugzeuges zu registrieren.

Beim amerikanischen Aufklärungsflugzeug «Mohawk» wird der Standort des Flugzeuges laufend vom Boden aus vermessen. Bodenradar überwachen dauernd den das Flugzeug umgebenden Luftraum. Beim Auftauchen feindlicher Flugzeuge verschwindet der Aufklärer in Bodennähe.

- Das Ziellokalisierungssystem für Luftbeobachtung VATLS (Visual Airborne Locator System). Das erkannte Bodenziel wird durch optische Instrumente anvisiert und der Raumwinkel Flugzeug-Ziel an die Bodenstation übermittelt. Die Bodenstation vermisst den Flugzeugstandort und berechnet auf Grund von zwei oder mehr Messungen die Zielkoordinaten. Zeitbedarf für eine Zielkoordinatenvermessung: 1 bis 5 Minuten. Sofern ein Laser-Distanzmeßgerät verwendet wird, genügt eine Messung. In diesem Falle beträgt der Zeitbedarf 1 Minute.
- Das Infrarot-Auffindesystem AN/AAS-14. Dieses System ermöglicht das Erkennen von Wärme abstrahlenden Objekten auch in der Nacht sowie am Tage trotz Tarnung. Das große Aufklärungsvermögen (maßgebend dafür ist der Temperaturunterschied zwischen Objekt und Umgebung) gestattet in günstigen Fällen, Ziele in der Größe von schweren Fahrzeugen festzustellen. Auch eine direkte topographische Aufnahme des Geländes mit speziellen Filmen ist möglich.

Im Zusammenhang mit der Gefechtsfeldaufklärung aus der Luft müssen auch die unbemannten *Aufklärungsflugkörper (Drohnen)* erwähnt werden. Es ist noch nicht möglich, ein Urteil über ihre Verwendbarkeit in unseren Verhältnissen zu geben. Auch im Ausland scheinen die Urteile über ihre Nützlichkeit noch stark auseinanderzugehen. Aber der Wunsch, die teuren Aufklärungsflugzeuge durch relativ billige unbemannte Flugkörper zu ersetzen, liegt auf der Hand, und es ist anzunehmen, daß die Industrie nicht ruhen wird, bis betriebssichere und in der Bedienung und Wartung einfache Flugkörper zur Verfügung stehen. Allgemein lassen sich folgende Überlegungen anstellen:

- Drohnen dürften etwa zwanzig- bis dreißigmal billiger sein als Aufklärungsflugzeuge.
- Sie stellen ein Aufklärungsmittel dar, welches unter Umständen auch dem «armen Manne» gestattet, den Gegner kontinuierlich durch Luftaufklärung zu bedrohen.
- Das Abschubrisiko ist bedeutend geringer als bei Aufklärungsflugzeugen, und Verluste fallen weniger ins Gewicht.
- Die Ausbildung qualifizierten Flugpersonals kann eingespart werden.

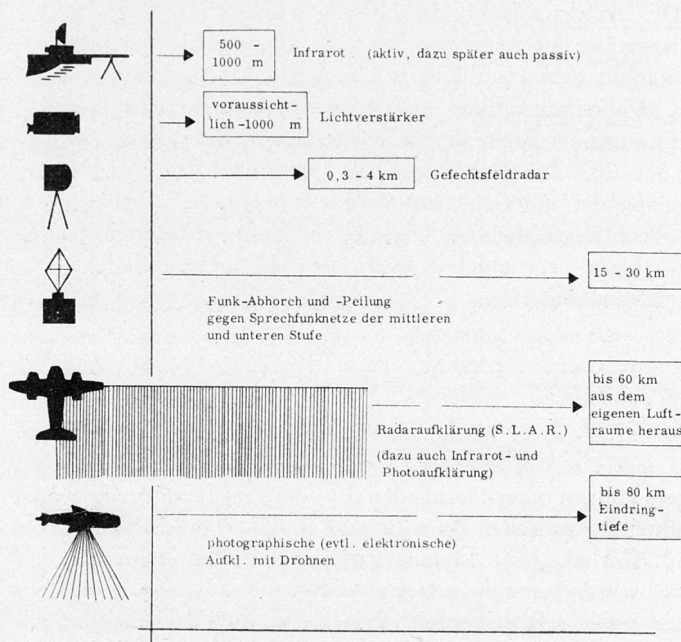
Einer ihrer Hauptnachteile dürfte darin liegen, daß sie nicht für gezielte, einem besonderen momentanen Nachrichtenbedürfnis entsprechende Aufklärung eingesetzt werden können, wie dies bei bemannten Beobachtungshelikoptern oder Aufklärungsflugzeugen möglich ist. Sie sind vorwiegend «Flächenaufklärer».

Zu berücksichtigen ist auch – was häufig übersehen wird –, daß nebst den Einrichtungen für die Fernsteuerung und Informationsgewinnung auch Verfolgungsradsars für die laufende Positionsvermessung während des Fluges und Flugwegschreiber notwendig sind. Heute ist es noch fraglich, ob die Drohnen das

Problem, *genaue Aufklärungsergebnisse rasch* verfügbar machen zu können, lösen werden.

7. Entwicklungsaussichten und Bedrohung durch die Aufklärungsmittel des Gegners

Bei der Beurteilung der Bedrohung dürfen wir annehmen, daß die bisher dargelegten technischen oder systembedingten Beschränkungen der Aufklärungs- und Beobachtungsmittel auch für den Gegner gelten. Eine Bedrohung wird aber nicht allein durch die technischen Leistungen der einzelnen Geräte, sondern vor allem auch durch die Häufigkeit bestimmt, mit welcher sie auf dem Gefechtsfeld in Erscheinung treten. Da die Frage, wie groß diese Häufigkeit sein wird, heute nicht beantwortet werden kann, kann eine Bedrohung nur im Sinne von *Feindmöglichkeiten* angegeben werden.



Sicher ist einmal, daß die technische Entwicklung auf diesem Gebiet nicht so bald stillstehen wird, sondern im Gegenteil noch große Fortschritte zu erwarten sind, da der Aufklärung und Beobachtung bei der heutigen Kampfweise große Bedeutung zugemessen wird.

Wir sind überzeugt, daß in naher Zukunft die Technik für die eigentliche Beobachtung und Aufklärung des Gefechtsfeldes zunehmend Mittel zur Verfügung stellen wird, die auf passiven Verfahren beruhen, wie Lichtverstärker, langwelligem Infrarot, denn ihre taktischen Vorteile liegen auf der Hand. Das bisherige, kurzweilige Infrarot wird dagegen seine Bedeutung für das Zielen bei Nacht vermutlich beibehalten und in Gestalt von Nachtzielgeräten starke Verbreitung finden.

Auch die heute verwendeten Gefechtsfeldradargeräte werden vorläufig noch durch solche mit wesentlich verbesserten Eigenschaften abgelöst werden, denn sie haben gegenüber allen andern Verfahren den Vorteil der großen Reichweite.

Alle diese Verfahren werden zudem auch für die Aufklärung und Beobachtung des Gefechtsfeldes aus der Luft (auch aus dem eigenen Luftraum heraus) verwendbar sein.

Unbemannte Aufklärungsflugkörper werden betriebssicher gebaut werden können und damit eine zunehmende Verbreitung finden.

Die technischen Leistungen der Geräte werden allgemein noch gesteigert, die Störanfälligkeit vermindert und der apparatmäßige Aufwand kleiner werden. Das Auflösungsvermögen der Sensoren wird noch besser werden, das heißt, es wird einem Gegner

¹ Mehr darüber siehe «Interavia» Nr. 3/1966, S. 338.

möglich sein, immer kleinere Objekte aus immer größeren Distanzen oder Höhen zu erkennen.

Die Übertragung der gewonnenen Informationen wird immer mehr simultan erfolgen, ihre Auswertung weitgehend automatisiert werden und es wird dem Gegner möglich sein, die Ergebnisse rascher zu verbreiten.

Was heißt dies alles für denjenigen, der der Wirkung dieser Mittel ausgesetzt ist?

Das Beobachten wird zunehmend unabhängig von den Sichtverhältnissen, was zur Folge hat, daß die Tarnung auch in der Nacht notwendig wird. Die bisher üblichen Tarnungsmethoden gegen Sicht sind zudem gegenüber elektronischen Beobachtungsmitteln zum Teil untauglich und müssen angepaßt werden. Da passive Beobachtungsmittel kaum feststellbar sind, wird sich eine konstante Bedrohung durch Beobachtung ergeben; Gegenmaßnahmen werden nur schwer durchführbar sein.

Gegen diese Beobachtungsverfahren wird, sofern sie vom Boden her eingesetzt werden, das Gelände, seine Überbauung und bis zu einem gewissen Grad auch seine Bepflanzung nach wie vor Schutz bieten. Es wird auch mit technischen Mitteln nie möglich sein, um Ecken herum beobachten zu können. Zudem kann ein den verschiedenen technischen Beobachtungsverfahren angepaßtes Verhalten der Truppe deren Wirkung reduzieren.

Unter den Verbänden eines Gegners wäre es in unserem Gelände heute schon möglich, mit Radar Bewegungen bis in eine Tiefe von etwa 4 km festzustellen. In naher Zukunft dürfte dies auch mittels passiver elektronischer Verfahren bis in eine Tiefe von etwa 1 km möglich sein. Wärmestrahlende Objekte wird ein Gegner auch unter der üblichen Tarnung feststellen können. Unter den Verbänden wird die Überwachung des Gefechtsfeldes aus der Luft vermehrt möglich sein, wodurch ein viel wendigeres Bekämpfen von Zielen durch die unmittelbaren Unterstützungswaffen möglich wird. Das Erfassen der Ziele wird zudem durch die Verwendung von Laser-Entfernungsmessern begünstigt, die auch nachts, kombiniert mit Nachtbeobachtungsgeräten, eine sehr rasche und genaue Distanzmessung möglich machen. Auf

Stufe Division wird es möglich sein, ohne optische Sicht aus dem eigenen Luftraum heraus mit Radar Bewegungen bis in eine Tiefe von 25 bis 80 km aufzudecken und damit eine weiträumige Übersichtsaufklärung zu betreiben. Deren Ergebnisse wird der Gegner mit Infrarot-Auffindesystemen und Photographie rasch und gezielt ergänzen können. Das rasche Ermitteln von Zielkoordinaten wird auch hier durch den Einbezug von Laser-Entfernungsmessern begünstigt.

8. Zum Schluß

Hinter der mit diesen Ausführungen skizzierten Entwicklung steht aber doch zum mindestens ein Fragezeichen. Es ist nämlich durchaus denkbar, daß für die Technik bald nicht mehr die Beschaffung der Informationen das größte Problem darstellt, sondern deren Übermittlung, Auswertung und Verbreitung. Denn entscheidend ist schließlich immer noch, daß man auf die beschafften Nachrichten zeitgerecht reagieren kann. Will man aber all die mit technischen Mitteln beschaffbaren Informationen zur rechten Zeit am richtigen Ort verfügbar haben, so werden noch beträchtliche, vor allem übermittlungstechnische und verarbeitungsorganische Probleme gelöst werden müssen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der massenweisen Verwendung elektronischer Mittel für Aufklärung und Beobachtung am Boden und in der Luft und der Tragweite ihrer Auswirkungen mindestens vorläufig noch von dieser Seite her Grenzen gesteckt sind.

Immerhin, auch diese Probleme können technisch gelöst werden – sofern Aufwand und Wirkung dies angezeigt erscheinen lassen. Bei der Beurteilung von Aufwand und Wirkung von Nachrichtenbeschaffungsmitteln oder -systemen darf man nicht nur an die Nachrichten denken, die damit beschafft werden können, sondern es müssen vor allem auch die Möglichkeiten mitberücksichtigt werden, die eine Armee hat, um auf diese wirksam zu reagieren. Dies wird schlußendlich darüber entscheiden, wie weit elektronische Aufklärungs- und Beobachtungsmittel in einer Armee Eingang finden sollen.

Militärische Anwendung des Infrarotes

Von J. Pergent, Paris

Allgemeines

Das Infrarot wird für die Erkennung von Zielen in der Nacht verwendet, besonders wenn es gilt, diese Ziele aufzuspüren, ohne selbst gesehen zu werden, wie dies mit sichtbarem Licht der Fall wäre. Infrarot kann zum Sehen und zum Zielen verwendet werden. Weitere Verwendungsmöglichkeiten beruhen auf der Sondereigenschaft dieses Teiles des Lichtspektrums, der Wärmestrahlung.

Besondere Geräte spüren Wärmequellen verschiedensten Ursprungs auf. Infrarot-Zielvorrichtungen können sich von einer Wärmequelle leiten lassen. Gewisse Luft/Luft-Raketen sind mit einem Infrarotsuchkopf ausgerüstet. Auf ein Flugzeug gerichtet, werden sie von der ausgestrahlten Wärme des Triebwerks angezogen und können so in das Innere desselben gelangen, wo sie explodieren. Die Infrarotgeräte dienen allgemein der Aufspürung und Verfolgung von Flugzeugen und Raketen. Bei Beobachtungssatelliten wird in zunehmendem Maß das Infrarot angewendet, sei es um gewisse Wärmequellen aufzuspüren, oder den Abschuß von größeren Raketen und Satelliten festzustellen. Aber auch Atomexplosionen auf dem Boden können unter besonderen Umständen durch Infrarot festgestellt werden. Meteosatelliten sind dank Infrarot in der Lage, thermische Karten aufzustel-

len, die wertvolle Angaben über die Erwärmung und Abkühlung bestimmter Gebiete liefern oder, was noch wichtiger ist, über die Temperaturschwankungen, denen ein Gebiet ausgesetzt ist. Durch eine Kette von IR-Infrarotsatelliten ist die ständige Beobachtung des Raumes sichergestellt.



Auf das Gewehr angepaßter Infrarotprojektor mit Zielfernrohr.