

**Zeitschrift:** Schweizer Soldat : Monatszeitschrift für Armee und Kader mit FHD-Zeitung

**Herausgeber:** Verlagsgenossenschaft Schweizer Soldat

**Band:** 38 (1962-1963)

**Heft:** 14

**Artikel:** Die Ausbreitungserscheinungen der kurzen Wellen als Basis für die richtige Standortwahl der Funkstationen

**Autor:** Gasser, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-706962>

### **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](#)

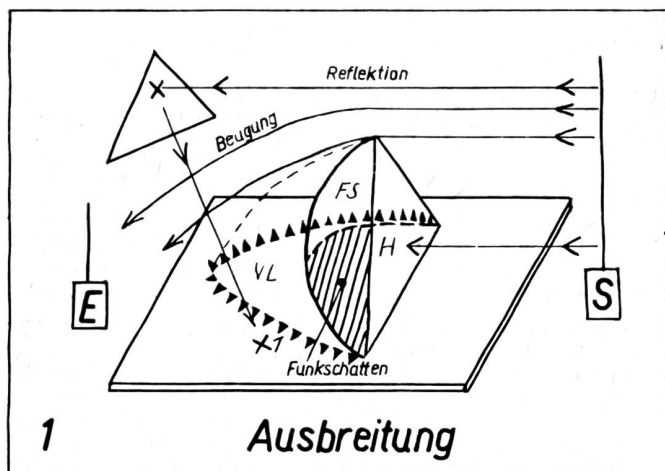
**Download PDF:** 11.01.2026

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

Von Adj.Uof. A. Gasser, Instr.Uof. der Infanterie, Murten

Wenn auch immer noch weitgehend der Draht das Rückgrat aller Verbindungen bildet, so wird doch der Funk diesen von Beginn an überlagern. Dort, wo kein Draht zum Einsatz kommt, werden sogar mehrere Funknetze zu ganz bestimmten Zwecken aufgebaut. Ermöglicht durch den heutigen Stand der Technik, können Drahtnetze, die immer noch die Basis aller Verbindungen bilden, zeitweilig oder dauernd mit Funknetzen verbunden werden. Die Bedingung, Draht und Funk zusammenschließen zu können, ist ein führungstechnisches Problem. Der Kommandant, der nur noch über Funk verfügt, muß mit seinen Nachbarn oder mit seinem Vorgesetzten sprechen können, obgleich dieser im gleichen Augenblick nur am Drahtnetz erreichbar ist. Um alle diese Funkmittel erfolgreich zum Einsatz

In bezug auf die Stärke oder die Reichweite der elektromagnetischen Wellen können wir ebenfalls mit Licht- und Wasserwellen Vergleiche anstellen. Die Wasserwellen nehmen mit größerer Entfernung von ihrem Ausgangspunkte an Höhe, d. h. an Stärke ab. Für die elektromagnetischen Wellen gilt das gleiche Abnahmegesetz wie für Lichtwellen. Die Helligkeit einer von einer Lichtquelle beleuchteten

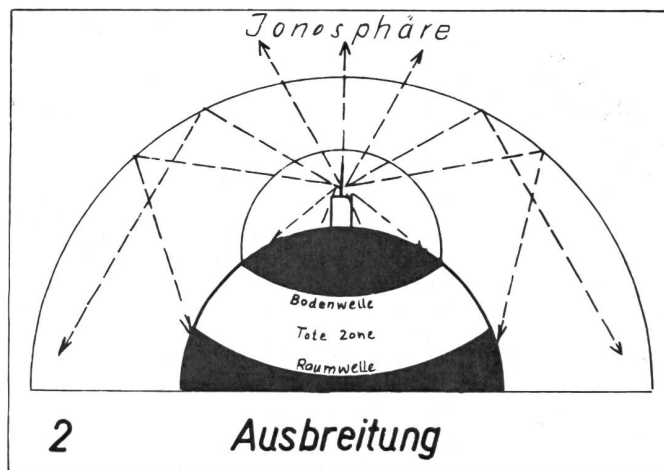


Fläche nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab, d. h. die Beleuchtungsstärke einer Glühlampe (Sender für Lichtwellen) beträgt in der doppelten Entfernung nur ein Viertel. Dasselbe gilt für die drahtlose Telefonie. Wenn wir daher mit derselben Station die Reichweite verdoppeln wollen, so müssen wir die vierfache Leistung anwenden. Unter der Reichweite verstehen wir immer die Entfernung vom Sender zu einem **bestimmt** empfindlichen Empfänger. Für den Einsatz beweglicher Funkstationen ist es von entscheidender Bedeutung, daß die Geräte auf dem Marsch geringes Gewicht, kleinsten Raumbedarf haben und in kürzester Zeit betriebsbereit sind. Ferner müssen die Funkgeräte auch während des Marsches mit kurzen Stabantennen oder Bandantennen einen guten Wirkungsgrad erzielen, d. h. genügend Entfernung überbrücken. Wo Raum und Gewicht nicht entscheidend sind, können auch Empfänger verwendet werden, die außerhalb der Reichweite eines Feldgerätes die Funkmeldung dank ihrer großen Verstärkungsmöglichkeit noch hörbar machen.

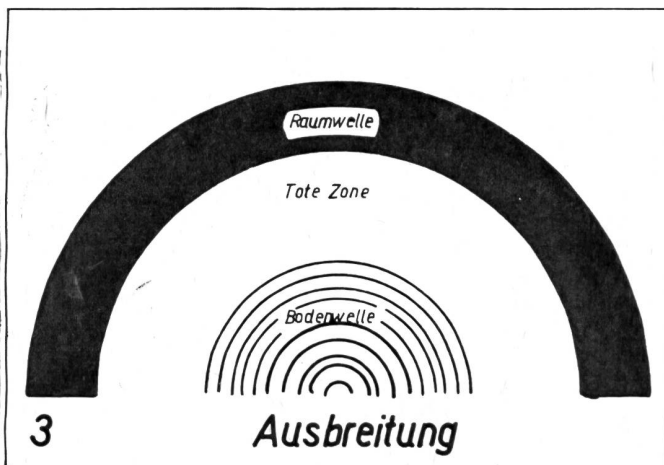
Die Strahlung der Kurzwellensender pflanzt sich auf verschiedenen Wegen fort. Ein Teil folgt als **Bodenwelle** der Erdkrümmung und wird viel stärker als lange Wellen geschwächt. Ein anderer Teil der Sendeenergie wird nach oben als **Raumstrahlung** verteilt. Diese Raumstrahlung unterliegt ganz anderen Ausbreitungsgesetzen als die Bodenwelle. In der Ionosphäre befindet sich in etwa 100 km Höhe eine niedrigst leitende Schicht, die ständigen Schwankungen und Dichteveränderungen unterworfen ist. In ihr wird ein Teil der Raumstrahlung gespiegelt und derart auf indirektem Wege zum weit entfernten Empfänger gelangen, den die Bodenwelle des gleichen Senders nicht erreichen kann. Je nach Einfall der Wellen auf diese Spiegelschichten ändern sich die Bedingungen der Spiegelung. Andererseits kommen die gespiegelten Wellen, je flacher sie abgestrahlt werden, in um so größerer Entfernung vom Sender auf die Erde zurück, zu steil auf die Ionosphäre auffallende Wellen gehen durch diese hindurch und kommen nicht zur Erde zurück. Ein bestimmtes Gebiet um den Sender zwischen der größten Reichweite der Bodenwelle und der Rückspiegelung der Raumwelle kann nie erreicht werden und wird als **tote Zone** bezeichnet. Die Raumstrahlung ist weniger abhängig von der Senderleistung, wird dagegen entschieden beeinflusst von der **Wellenlänge**. Für die militärische Funkmeldung der Fronttruppe benützen wir nur die Bodenwelle, **wohl wissend, daß der Feind ebenfalls mit der Raumwelle weit von unserer Grenze die Meldung hören kann.**

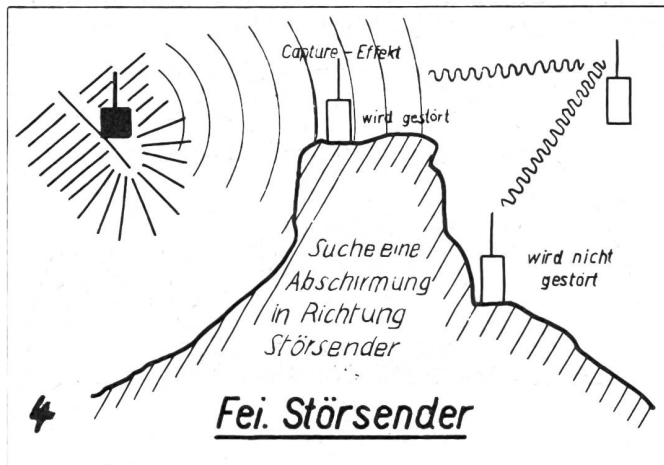
Mit der Figur 1 können wir das Problem der Wellenausbreitung und das Entstehen von Funkschatten näher betrachten. Die vom Sender S abgestrahlte Energie trifft u. a. auch auf die steile Wand des Berges H (Hindernis) auf. Hinter diesem Profil, im Raume FS, herrscht Funkschatten. Die vom Sender S abgestrahlte kurze Welle beugt sich zu wenig, um den Raum FS zu erreichen. Im nächstfolgenden Raum VL nimmt die Feldstärke von der Schattenzone bis zum Empfänger E von Null bis zum Maximum zu. Der direkt an die Schattenzone folgende Raum nennen wir Raum verminderter Lautstärke. Die Ausdehnung der Schattenzone nimmt mit der Kürze der Wellen zu. Ein Teil der vom Sender S abgestrahlten Energie trifft auf das benachbarte Hindernis X auf und wird nach dem Gesetz «Einfallswinkel = Reflektionswinkel» nach dem Ort XI abgelenkt, wodurch im Raum verminderter Lautstärke Punkte entstehen können, wo ein Empfang mit maximaler Lautstärke möglich wird. Dasselbe kann ebenfalls für die Schattenzone zutreffen. Der Funker wird durch dauernde Verschiebung seiner Funkstation während einer Emission des Senders S solche Reflektionsfelder aufspüren und einen günstigen Standort wählen können.

Die Figuren 2 und 3 zeigen die Ausbreitung der vom Sender abgestrahlten Energie im Rahmen der Raumstrahlung und der Reflektion in der Ionosphäre sowie im Rahmen der weit engeren Zone der Bodenwellen. Bei der Bodenwelle ist die **Abnahme der Wirkung** (Feldstärke) mit der Entfernung nicht etwa ausschließlich auf einen Verbrauch, den die Energie unterwegs erleidet, zurückzuführen, sondern hauptsächlich darauf, daß durch die Ausbreitung der Energie (in Form von Kugelschalen) eine Verdünnung auftritt.



Davon abgesehen erleiden jedoch die elektromagnetischen Wellen auf ihrem Wege zwischen Sender und Empfänger Verluste, die eine noch viel größere Schwächung der Wirkung mit der Entfernung hervorrufen, als mit dem Abnahmegesetz in bezug auf Entfernung hervorgeht. Im Äther allerdings erleiden die Wellen kaum merkliche Verluste (Verbindung von Flugzeug zu Flugzeug). Wo jedoch Geländehindernisse Schwierigkeiten zur Herstellung einer direkten Funkverbindung entstehen lassen, müssen nicht nur Standorte für die Funkstationen oder Antennen gewählt werden mit quasi optischer Sicht, sondern die Antennenstandorte sollen noch **frei** und vom Boden erhöht stehen, wodurch die Reichweiten außerordentlich groß werden können. An der Erdoberfläche, an der sich die Wellen vom Sender zum Empfänger entlang bewegen müssen, treten die größten Verluste auf. Da die elektromagnetischen Wellen bei der Ausbreitung (Fortbewegung) ihren Fußpunkt im Erdboden finden, kommt dem Erdboden selbst für die Verluste die größte Bedeutung zu. Selbst Seewasser oder durch Feuchtigkeit besonders gut leitende Erde ist weit davon entfernt, die Leitfähigkeit eines Metalls zu besitzen. Ein Vergleich ist vielleicht angebracht. Wer mit dem Infrarotbeobachtungsgerät eine Wasserfläche (See/Fluß) überwachen will, darf nicht einen sehr **erhöhten** Standort wählen, damit er weniger Absorptionsverluste einheimen muß. Wenn auch die **Bodenbeschaffenheit** für die Verluste der Bodenwellen stark mitspielt, so ist doch die **Bodenbedekung** der einflußreichste Faktor in bezug auf Verluste im Rahmen der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen. In der Annahme, daß das Zwischengelände vom Sender zum Empfänger mit Bäumen überwachsen ist, bildet jeder einzelne Baum eine Empfangsantenne, die durch die Energie einer Welle von etwas mehr als dem Vierfachen seiner Höhe zum Mitschwingen gebracht wird. Jeder mitschwingende Körper nimmt von der sich fortpflanzenden Energie einen kleinen Bruchteil auf, und zwar um so mehr, je näher das Verhältnis Baumlänge mal 4 = Wellenlänge sich ergibt. So sind also zum Beispiel 10 Meter hohe Bäume die größten Schmarotzer für Energien, die Träger-

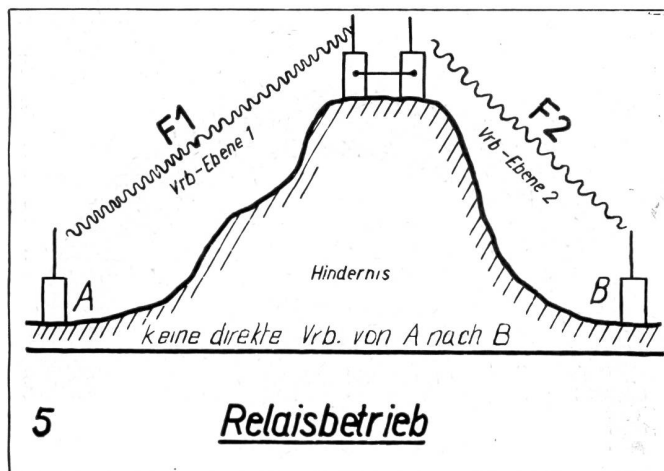




wellen von 40 m benutzen, das Unterholz von 2,5 m Höhe für Trägerwellen von 10 m und Lebhäge sowie Gestrüpphaufen von 1 m Höhe für Trägerwellen von 4 m. Funkantennen sind daher über den Bäumen anzubringen oder in größeren Waldlichtungen aufzubauen. In ähnlicher Weise wirken Starkstrommasten, Eisenkonstruktionen u.a.m. Aus dem vorhergehenden Vergleich ist leicht ersichtlich, daß lange Wellen durch die Bodenbedeckung viel weniger Verluste erleiden müssen als kurze und ultrakurze Wellen. Die Reflektionserscheinungen der Bodenwellen treten vor allem im Gebirge auf. Dort kann infolge der Reflektionsausbreitung und der davon resultierenden mehrfachen Ablenkung der elektromagnetischen Wellen die Energie auf Umwegen durch Täler und Schluchten, über steile, felsige Gebirgskämme, die als Sekundärstrahler wirken können, den Weg zur Empfangsantenne finden.

Bei ultrakurzen Wellen kommen überraschend viele Verbindungen nur dank diesen Reflektionserscheinungen zustande. Irgendein Gegenstand, Hausdach, Starkstromleitungsmast, Wegweiserstange kann als **Reflektor** in Erscheinung treten, um dann von einem anderen Standort aus bereits wieder als Hindernis zu wirken. Verschiebungen von wenigen Metern lassen Verbindungen zustande kommen und heben diese wieder auf. Der Aufbau der Ultrakurzwellenantenne direkt über dem Erdboden ist eine Notlösung. Vermehrt müssen Bodenerhebungen gesucht werden. Oft genügt es, den Aufbauplatz der Station oder Antenne um einen Meter über dem Erdboden zu erheben, um eine Lautstärkeverbesserung deutlich vernehmen zu können.

Eine Funkverbindung, dauernd auf Reflektionsausbreitungen der Bodenwelle aufgebaut, ist höchst unsicher, da die reflektierende Wand durch atmosphärische Veränderungen plötzlich absorbierend wirken kann und die Verbindung so dann reißt. Bei unseren Betrachtungen der Ausbreitungsercheinungen der kurzen Wellen haben wir bereits drei Begriffe gestreift, nämlich die Beugung, die Absorption und die Reflektion (BAR). Zu diesen drei allgemein bekannten



Erscheinungen tritt eine vierte, weniger diskutierte Begleiterin der Wellenausbreitung. Das ist die Interferenzerscheinung. Durch die Spiegelung (Reflektion) der Wellen wird es möglich, daß eine Empfangsantenne aus zwei oder mehreren Richtungen Energie **desselben Senders** zugestrahlt erhält. Diese mehrfach eintreffenden Signale können einander schwächen, ergänzen (verstärken) oder ganz aufheben. Die vom gleichen Sender stammenden Signale erreichen die Empfangsantenne **direkt, durch einfache Reflektion und durch mehrfache Reflektionen**. Auch hier ist oft eine Standortveränderung angezeigt zur Behebung des Übels.

In der Verwandtschaft der Interferenzerscheinung steht eine weitere, sehr störende Erscheinung, die beim modernen, quartzesteuerten oder quarkontrollierten FM-Empfangsgerät zutage tritt. Es handelt sich um den Effekt des «Zugedecktwerdens» durch einen oder mehrere Sender. Diese Erscheinung wird allgemein «Capture-Effekt» genannt (französisch: effect masque). Zur besseren Erläuterung dieses Effektes, entsprechend der Figur 4, sei nachfolgendes Beispiel angebracht:

Ihr Empfänger wird einzig vom abgestrahlten Signal des Senders erreicht; während sie dieses Signal hören, tritt **ein zweiter, stärkerer** Sender in Erscheinung und erreicht auch ihren Empfänger. Dadurch wird ihr eigenes Signal «zugedeckt», und sie hören nur noch das zweite Signal. Beginnt in diesem Moment ein dritter, **noch stärkerer** Sender seine Emission, so werden in ihrem Empfänger sogar die ersten beiden Signale «zugedeckt». Es ist wohl möglich, daß die erste Sendung in deutscher Sprache gesprochen war, die zweite in englisch gehalten wird und das dritte Signal die russische Sprache verwendet. Enden nun die russische und englische Emission gleichzeitig, so hören sie plötzlich wieder das Signal des eigenen Senders, wobei im Text eine Lücke konstatiert wird. Damit die Verkehrsabwicklung nicht fortwährend von einem oder mehreren fremden Signalen «zugedeckt» wird, ist mit ihrem Empfänger während der Emission des fremden Senders eine Kreisbewegung um ein Hindernis auszuführen, damit ein Standort eruiert werden kann, bei dem das Signal des fremden Senders ihre Empfangsantenne nicht mehr oder nicht mit derselben Feldstärke erreichen kann.

Der Capture-Effekt gehört zu den neueren Krankheiten der Funkverbindungen und muß für den Ernstfall sehr beachtet und bekämpft werden. Das überlastete Frequenzband läßt heute einem Frequenz- oder Kanalwechsel sehr wenig Erfolgsaussichten offen. Gerade um diesen Effekt auszuschalten, ist eine reichlich überlegte Standortwahl bereits dort notwendig, wo der Funk den Betrieb noch nicht übernommen hat, aber der Empfänger eingeschaltet ist.

Wenn auch alle hier betrachteten Erscheinungen und Umstände die freie Standortwahl der Funkstationen gehörig beeinflussen, **haben wir trotzdem zu bedenken**, daß ein freier hoher Standort zur Erreichung optischer Verbindung und ein niedriger Standort (feuchter Boden) kaum miteinander bezogen werden können. Dazu sollte die Funkstation noch dort stehen, wo sie verwendet wird, nämlich beim Kommandanten. **Unter all diesen Umständen das Richtige zu treffen, braucht es außerordentlich viel Übung und ist daher allein der Erfahrung überlassen!**

Die Wichtigkeit richtiger Standortwahl von Funkstationen und Antennen kann kaum überschätzt werden. Wird diese Tatsache vom Kommandanten und Führungsgehilfen nicht anerkannt, oder sind diese besprochenen Erscheinungen dem Uebermittlungspersonal zu wenig bekannt, so ist dauernd die Funkverbindung in Frage gestellt.

Im Führungsnetz der Kommandanten, d. h. im Mehrfachnetz, ist die Standortwahl der Funkstationen noch wichtiger als bei der Verbindung Punkt zu Punkt. Im Führungsnetz der Kommandanten werden sich die Funkstationen mit den Kommandanten in ihren Sektoren bewegen und daher dauernd anders zueinander stehen. Die Uebermittlungsoffiziere haben daher die Verbindungsmöglichkeiten frühzeitig zu prüfen und alles zu veranlassen, daß die Funkverbindung nicht nur bei festen Kommandoposten und Gefechtsständen möglich wird, sondern vor allem dann, wenn sich die Kommandanten an extremen Stellen ihrer



Abschnitte bewegen oder aufhalten. Der frühzeitige Einsatz von Relais- und Transitstationen für Fälle, wo die geplante Verbindung nicht möglich oder wenigstens kritisch ist, gehört zum ersten Grundsatz des Uebermittlungsoffiziers (siehe Figur 5).

Die Aufstellung einer Nachrichtenanlage, der Aufbau, Betrieb und der Unterhalt des Befehlsapparates, die richtige Standortwahl der gesamten übermittlungstechnischen Einrichtung, das frühzeitige Befehlen für den Einsatz der richtigen Uebermittlungsmittel bedingt ein frühzeitiges Erkennen der übermittlungstechnischen Bedürfnisse des Kommandanten, und diese Aufgabe wird er nur einem Organ überlassen, das, die taktische Absicht erkennend, die Mittel selbst fest in der Hand hält. Von Bedeutung ist eine wirklich kontinuierliche Auseinandersetzung mit der Entwicklung der Lage, eine nie abbreißende Durchdringung des Kampfverlaufes, um der Führung andauernd durch stete Anpassung des Befehls- und Nachrichtenapparates die Verbindung sicherzustellen.

## Blick über die Grenzen

### Hubschrauber im Kriegseinsatz

Der Hubschrauber gehört heute ins militärische Bild und ins militärische Denken. Fast alle Armeen verfügen über Hubschrauber, die als Kriegsgerät eingesetzt werden. Auch in der Schweiz sind Anfänge vorhanden, sollen doch zu der bereits bestehenden Leichten Fliegerstaffel noch weitere für die Armee und die Armeekorps aufgestellt werden, welche den Transport-, Beobachtungs- und Verbindungsaufgaben zu dienen haben. Diese Leichten Fliegerstaffeln werden nebst leichten Starrflügelflugzeugen auch über Hubschrauber verfügen.

Welche Vorzüge weist denn der Hubschrauber auf, daß er so rasch in die Militäraviatik aufgenommen wurde?

Erstens besitzt er Fähigkeiten, über die kein anderes Flugzeug verfügt, denn er kann senkrecht starten und landen und auch schweben. Dies macht ihn unabhängig von Flugplätzen. Er kann überallhin gelangen, kann dort verweilen und sogar landen. Er ist das «geländegängige Fahrzeug der Luft» schlechthin.

Zweitens haben die Drehflügelflugzeuge, zu denen die Kategorie Hubschrauber gehört, die Kinderkrankheiten überwunden. Sie sind nicht nur leistungsfähiger geworden, sondern auch flugtüchtiger, betriebssicherer, und können bei Nacht und schlechtem Wetter geflogen werden. Die Technik hat sie vervollkommenet.

Drittens ist der Hubschrauber ein so vielseitig verwendbares Vehikel, daß sich die Militärstrategen mit Vergnügen seiner bemächtigen. Welches andere Verkehrs- und Transportmittel ist in der Lage, so viele Aufgaben zugleich zu lösen wie der Hubschrauber? Kaum eines!

Allerdings muß bei allem Lobgesang Einschränkendes erwähnt werden. Der Hubschrauber bewegt sich nämlich nur langsam vorwärts. Er erreicht nicht mehr als etwa 350 km/h Geschwin-



Der Kommandant eines mechanisierten Kampfverbandes bedient sich des leichten Hubschraubers Bell (viersitzig) als Beobachtungs- und Verbindungsflugzeug.

digkeit. Seine Reichweite ist im Zusammenhang mit dem relativ hohen Treibstoffverbrauch daher begrenzt. Er läßt sich auch nicht so leicht fliegen.

Es ist kaum denkbar, daß der Hubschrauber von den STOL/VTOL-Flugzeugen verdrängt wird. Diese können wohl sehr kurz oder gar senkrecht starten und landen, doch fehlt ihnen die Eigenschaft des Verharrens, des Schwebens in der Luft. Von den vielseitigen Aufgaben des Hubschraubers nennen wir folgende:

#### Aufklärung

Im Gefechtsfeld hat der Hubschrauber die Aufklärung durch Kavallerie oder motorisierte Truppen ergänzt, respektive abgelöst. Mit dem Hubschrauber werden Geländehindernisse überstiegen und man erhält Einblick in das vom Feind besetzte Gebiet. Die Zusammenhänge, von oben betrachtet, sind besser zu erkennen als bei einer Erdaufklärung. Die Ergebnisse sind viel rascher beim Auftraggeber.

#### Fliegender Kommandoposten

Für die Führung rasch sich bewegender mechanisierter Truppen oder getrennt operierender, zersprengter und abgeschnittener Truppenteile sind sowohl Uebersicht über die eigenen Truppen wie Einsicht in das Gelände von maßgebender taktischer Bedeutung. Oft ist es auch nötig, daß sich der Kommandant oder deren Helfer direkt mit den Unterführern an Ort und Stelle besprechen, wozu sich der Hubschrauber besonders eignet.

#### Transport

Der Hubschrauber ist in der Lage, durch Transporte von Kämpfern, Waffen, Munition und Material in die Gefechtszone



Der schwere Hubschrauber hat eine Kampfgruppe Soldaten in die Gefechtszone transportiert. Der «Iroquois» transportiert normalerweise 8 voll ausgerüstete Soldaten plus Pilot; eine stärkere Variante dieses Bell-Hubschraubers nimmt 13 Soldaten auf.