

Zeitschrift: Zivilschutz = Protection civile = Protezione civile
Herausgeber: Schweizerischer Zivilschutzverband
Band: 36 (1989)
Heft: 10

Artikel: Das Ortsfunksystem für den Zivilschutz auf technisch neustem Stand
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-367793>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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

Das Ortsfunksystem für den Zivilschutz auf technisch neuestem Stand

red. Der nachfolgende Bericht wurde in Zusammenarbeit des Bundesamtes für Zivilschutz durch die Ascom Radiocom erarbeitet und uns von diesen Stellen zur Publikation zur Verfügung gestellt. Wir danken an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit, die es ermöglicht, unseren Leserinnen und Lesern über den neuesten Stand von Technik und Verwendung des OFS 90 zu informieren.

Hauptmerkmale OFS 90

Haupteinsatz

Das Ortsfunksystem OFS 90 besteht aus Ortsfunksender, Antennenanlage und Schutzraumempfänger. Das System wurde für den Einsatz auf örtlicher und überörtlicher Ebene konzipiert und deckt die wichtigen Verbindungsbedürfnisse des Zivilschutzes ab (Prinzip des Verbindungsnetzes, Abb. 1). Als wichtigstes Verbindungsbedürfnis gilt dasjenige zwischen Ortskommandoposten (Orts KP) bzw. den Sektorkommandoposten in grossen Ge-

meinden und den in ihrem Einzugsgebiet liegenden Schutzräumen. Bereits in Friedenszeiten ist der leistungsstarke Ortsfunksender im Orts KP fest installiert und betriebsbereit angeschlossen (Abb. 2). Das Material für die Antennenanlage und die Schutzraumempfänger wird in der Regel im Kommandoposten eingelagert. Die Sendeantenne kann jedoch auch permanent auf ein hohes Gebäude oder ortsfest auf ein Tragsystem montiert werden. Zudem ist eine permanente Abgabe oder Installation der Schutz-

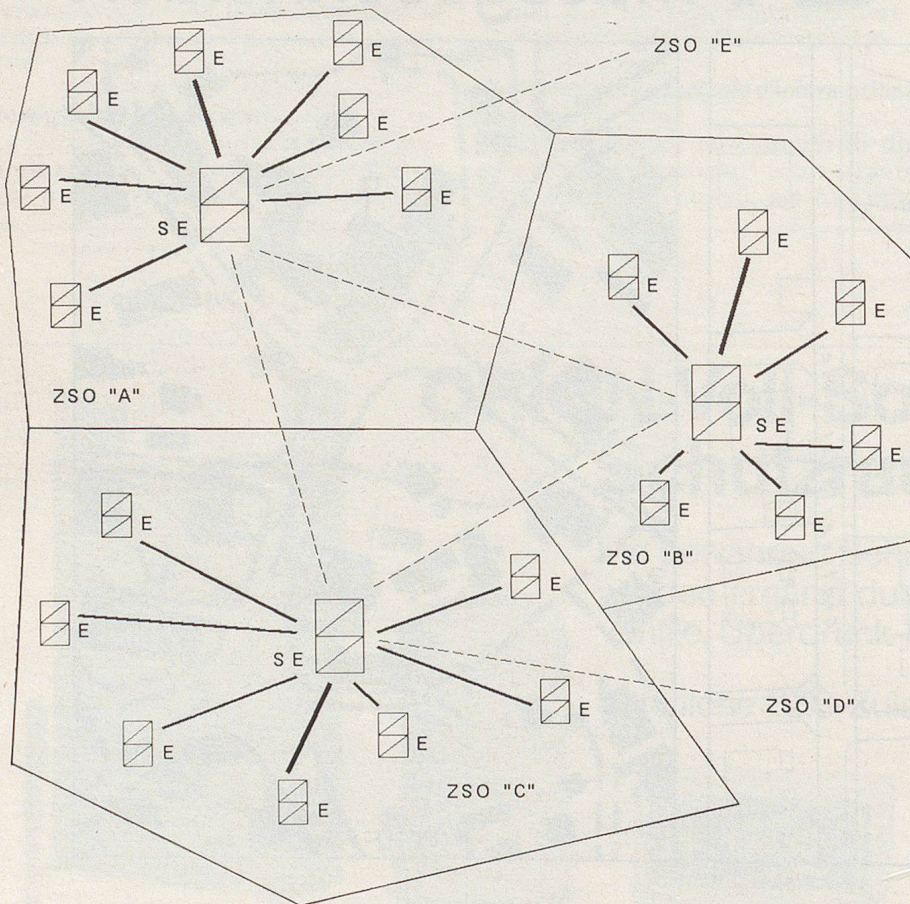


Abb. 1. Verbindungsnetz OFS 90

SE Ortsfunksender SE-362 mit Antennenanlage A-362
 E Schutzraumempfänger E-662
 — einseitige Sprechverbindung
 - - - - - wechselseitige Sprechverbindung

raumempfänger ebenfalls denkbar. Aufgrund solcher vorbereiteter Massnahmen und der flexiblen Einsatzart des Systems werden folgende grundsätzlichen Übermittlungsbedürfnisse erfüllt:

- Die zeitverzugslose und gezielte Information der Bevölkerung in den Schutzräumen über die für den Zivilschutz massgebende örtliche Lage.
- Die selektive Führung der Schutzraumleitungen über zu treffende Massnahmen und Vorkehrungen.
- Die Durchgabe von Anweisungen über das Verhalten innerhalb und ausserhalb des Schutzraumes.
- Die Gewährleistung der Präsenz der Gemeindeführungsorgane bei der Bevölkerung im Schutzraum in Zeiten grosser Gefahr und nach Waffenwirkungen.
- Die Sicherstellung von wichtigen landesweiten Nachrichten zu Handen der Bevölkerung nach dem Ausfall regionaler Sender der Radiokriegsversorgung oder der handelsüblichen Radioempfänger.

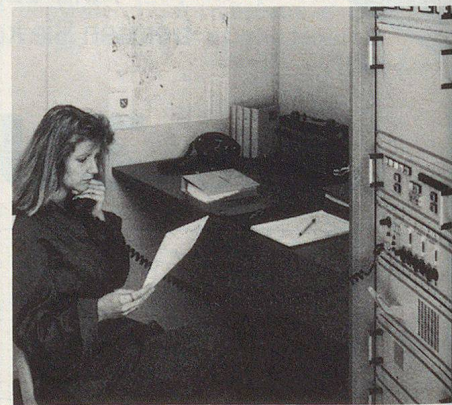


Abb. 2. Ortsfunksender SE-362 im Orts-KP.

Mit dem OFS 90 werden somit diejenigen Verhaltensanweisungen und Informationen übermittelt, welche das Überleben der Bevölkerung während und nach Waffenwirkungen bestimmen. Es geht hauptsächlich um:

- Richtige Benützung der Schutzräume, Rotation.
- Richtige Benützung der kollektiven Belüftung und nötigenfalls der Schutzmasken.
- Rechtzeitige Umstellung der Belüftung auf Filterbetrieb oder Unterbruch der Belüftung bei Bränden, bei gefährlichen Industriegasen usw.
- Verhalten beim Verlassen des Schutzraumes.
- Aufforderung, bestimmte Schutzräume zu verlassen, zum Beispiel bei Überschwemmungen, grossflächigen Bränden.
- Angaben über Kampfhandlungen mit nuklearen oder chemischen Einsatzen und deren örtliche Auswirkungen.
- Hinweise über die von der Industrie ausgehenden Gefahren nach Waffenwirkungen oder Unglücksfällen.

- Vermittlung des das Leben und Weiterleben bestimmenden Verhaltens nach Kampfhandlungen.
- Verhalten in Industrie und Landwirtschaft.
- Durchgabe sanitäts- und versorgungsdienstlicher Anordnungen.
- usw.

Das OFS 90 als drahtlose, einseitig gerichtete Sprechverbindung vom Ortskommandoposten in die Schutzräume gewährleistet somit eine sichere Führung der Bevölkerung in allen Lagen eines Krieges sowie während Krisen bzw. Katastrophensituationen.

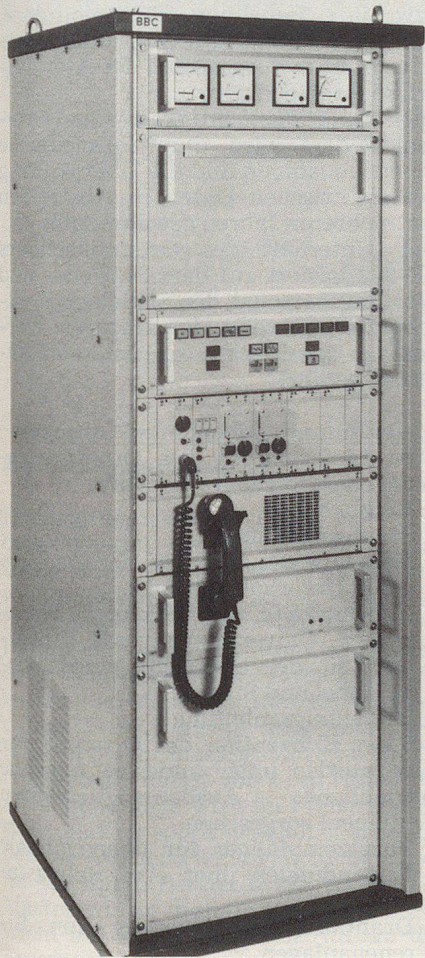


Abb. 3. Ortsfunktender SE-362.

Ergänzender Einsatz

Drahtgebundene Übermittlungsmittel sind nicht nur hinsichtlich Waffenwirkungen, Sabotageakten oder Stromausfällen stark gefährdet, sondern, wie Beispiele zeigen, auch bei Katastrophen in Friedenszeiten, zum Beispiel bei grossflächigen Überschwemmungen, Erdbeben oder Bränden.

Der Ortsfunktender basiert auf der Ortsnetz- und der Notstromversorgung des Ortskommandopostens. Die zusätzlich eingebauten Empfänger erlauben wechselseitiges Sprechen zwischen den Senderstandorten auf mehreren Kanälen. Somit ist die Voraussetzung für sichere Funkverbindungen zu Nachbargemeinden oder überörtlichen Führungsstellen gegeben (Abb. 1). Dies er-

möglicht auch nach dem Ausfall von Drahtverbindungen unter anderem noch:

- Die Aufrechterhaltung von Führungs- oder Alarmverbindungen.
- Einen gezielten und umfassenden Nachrichtenaustausch allgemeiner Art.
- Eine rasche Koordination von Hilfeleistungen.

Durch die örtliche Verfügbarkeit und rasche Betriebsbereitschaft der Ortsfunktender einerseits und die Abgabe oder permanente Installation von Ortsfunktendern in Gefahrenzonen an-

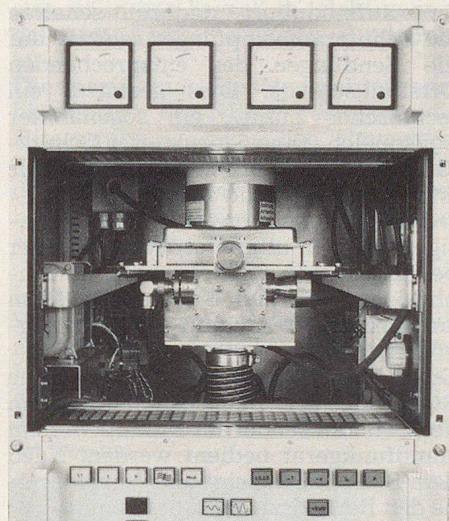


Abb. 4. Leistungsendstufe zu SE-362.

dererseits, besteht auch bei Katastrophen in Friedenszeiten, zum Beispiel bei chemischen oder nuklearen Unfällen, Überschwemmungen usw., ein jederzeit einsetzbares Übermittlungsmittel. Die Bevölkerung kann dadurch örtlich, also dort wo die Probleme anfallen und das Leben gefährdet ist, zeitverzugslos über entscheidende lebenserhaltende Verhaltensmassnahmen informiert werden. Zudem besteht mit dem OFS 90 ein überörtliches, rasch verfügbares und sicheres Alarmierungs- und Führungssystem, das praktisch in jeder Situation flexibel eingesetzt werden kann.

Wichtigste Eigenschaften

Bei den vorgenannten möglichen Einsatzarten zeigen das Ortsfunktensystem als Ganzes und seine Teile Ortsfunktender, Antennenanlage und Schutzraumempfänger aufgrund ihrer Konzeption und technischen Ausgestaltung folgende wichtigen Eigenschaften:

Ortsfunktensystem OFS 90

- Zuverlässige und dauernde Verfügbarkeit auch nach Waffenwirkungen, wie Druck, Hitzestrahlung, radioaktiver Ausfall, NEMP-Wirkungen, chemische Einsätze, starke Erschütterungen und Überschwemmungen.
- Resistenz gegenüber elektromagnetischen Störungen jeglicher Art.

- Garantierte Übermittlung auch zu verschütteten Schutzräumen unter zerstörten Gebäuden.
- Sichere Funktion nach langer Lagerzeit.
- Rasche und problemlose Inbetriebnahme.
- Keine gegenseitige Beeinflussung benachbarter Ortsfunknetze.
- Geringer Unterhaltsaufwand.

Ortsfunktender SE-362

- Einfache Bedienung.
- Einseitige Sprechverbindung zu den Schutzraumempfängern.
- Wechselseitige Sprechverbindungen mit benachbarten Ortsfunktendern.
- Sendeleistung ausreichend für den Betrieb der Schutzraumempfänger in den armierten Schutzräumen unter Boden und unter zerstörten Gebäuden.
- Stromversorgung ab Ortsnetz oder Notstromaggregat.

Antennenanlage A-362

- Einfache, rasche Installation.
- Robust gegenüber Druckwirkungen.
- Angepasste Masthöhe zur optimalen Funkversorgung des Einzugsgebietes unter Berücksichtigung der Strahlungscharakteristik der Antenne.

Schutzraumempfänger E-662

- Einfache und gegen Fehler gesicherte Bedienung.
- Betriebsautonomie mit Batterien während Wochen.
- Problemloser Anschluss an Autobatterie für den Betrieb während Monaten.
- Empfang im Schutzraum in der Regel ohne Aussenantenne.

Ortsfunktender SE-362

Aufbau

Der Ortsfunktender SE-362 (Abb. 3) ist als Sendempfangs-Gerät konzipiert und enthält eine 1,5-kW-Endstufe (Abb. 4) sowie zwei korrespondierende Empfänger im Frequenzbereich um 440 MHz. Der Sender arbeitet mit Phasenmodulation. Sowohl der Sender als auch jeder der zwei Empfänger weisen grundsätzlich 12 Arbeitskanäle mit voneinander unabhängigen Arbeitsfrequenzen auf. Die Kanäle werden mit einem Drehschalter gewählt, wobei die einzelnen Frequenzen durch individuelle Steckquarze bestimmt werden (Abb. 5).

Der Sender kann auf zwei verschiedenen Leistungsstufen betrieben werden:

- Reduzierte Leistung: Hochfrequenz-Ausgang einstellbar für 25 Watt ERP an der Antenne, erzeugt in einer Halbleiterstufe; vorgesehen für den Einsatz gemäss CEPT-Bestimmungen.
- Volle Leistung: Hochfrequenz-Ausgang 1,2 kW, erzeugt in einer Röhrenendstufe, für den zivilschutzmässigen Einsatz.

In der Stellung volle Leistung dient eine 100-Watt-Halbleiterstufe als Treiberverstärker. Zum Abstimmen des Senders kann die Treiberleistung reduziert werden. Stabilisier- und Regelschaltungen machen die Hochfrequenzleistung weitgehend unabhängig von Schwankungen der Geräte- und der Raumtemperatur, von der Betriebsspannung sowie von der Alterung kritischer Bauteile.

Die Anforderungen, gegeben durch den spezifischen Verwendungszweck im Zivilschutz und wegen der klimatischen Umweltbedingungen in Schutzräumen, werden beim Ortsfunksender dank gezielter Auswahl der Bauelemente und Dimensionierung der einzelnen Schaltkreise optimal erfüllt. Diese Massnahmen gewährleisten bei angemessenem Unterhalt eine hohe Einsatzbereitschaft während mindestens 25 Jahren.

Der Ortsfunksender ist modular aufgebaut (Abb. 6). Die einzelnen Funktionseinheiten wie Speisung, Bedienung, Steuerung, Signalaufbereitung sind in verschiedenen Blöcken, Etagen und Montageplatten gegliedert. Bei einer Reparatur können diese über Steckverbindungen ausgewechselt werden. Spezielle Transporthaken und Traghölme ermöglichen den Transport für den Einbau im Kommandoposten.

Bedienung und Betrieb

Der Sender kann für folgende Verbindungen betrieben werden (siehe auch Abb. 1):

- Verbindungen zu den Schutzraumempfängern, «einseitiger Sprechverkehr»
 - der eigenen ZSO (Ortskanal)
 - von Teilen einer benachbarten ZSO, nach Ausfall des benachbarten Kommandopostens (Ortskanäle benachbarter ZSO)
- Verbindungen mit anderen Kommandoposten, «wechselseitiger Sprechverkehr»
 - Mithören der Sendungen eines benachbarten Kommandopostens (Nachbarkanäle)
 - Wechselsprechen mit benachbarten Kommandoposten (Nachbarkanäle)
 - ständiges Mithören von Alarmmeldungen (Alarmkanal)
 - Verbreitung von Alarmmeldungen (Alarmkanal)

Die 12 Kanäle des Senders können für diese Betriebsarten nach Bedarf bestückt werden. In der Betriebsart «Verbindung im Wechselsprechverkehr» schaltet das Gerät nach entsprechender Betätigung der Taste des Mikrotels sofort von Empfang auf Senden. In der Betriebsart «Verbindung zu den Schutzraumempfängern» wird der Bedienungsperson die verzögerte Bereitschaft der Verbindung zur Übertragung von Meldungen in die Schutzräume am Sender angezeigt. Dem Sendesignal wird zusätzlich zum Sprachsignal

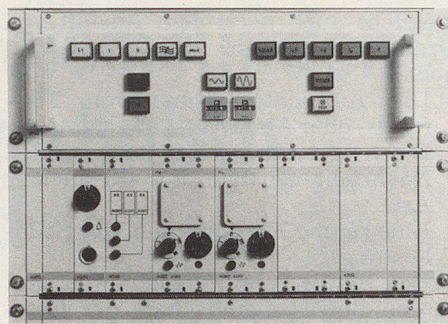


Abb. 5. Bedieneinheit zu SE-362.

ein programmierbarer Pilotton (Dauer-ton) aufmoduliert, dadurch schalten die Schutzraumempfänger selektiv auf die Sendungen des entsprechenden Ortsfunksenders. Dies gestattet ein technischer Zusatz, ein sogenannter Tonsquelch. Eine Störung der Schutzraumempfänger durch fremde Signale ist somit weitgehend ausgeschlossen.

Der Betrieb ist vorgesehen ab dreiphasigem Netz in allen Betriebsarten oder bei reduzierter Sendeleistung ab einphasigem Netz, zum Beispiel von einem einphasigen tragbaren Notstromaggregat.

Durch die weitgehend automatische Steuerung der Betriebsabläufe kann der Ortsfunksender im Prinzip wie ein Handfunkgerät bedient werden. Nach dem Einschalten zeigt eine Lampenreihe den Betriebszustand des Senders an. Mehrere Überwachungsstromkreise, deren Auslösung ebenfalls signalisiert wird, sichern den Sender vor Fehlbedienung, internen Störungen und bei Stromausfällen. Die gesamte Bedienung ist im Hinblick auf die relativ kurzen Ausbildungszeiten im Zivilschutz ausgelegt (Abb. 5).

Unterhalt

Der Unterhalt hat die Aufgabe, die Einsatzbereitschaft zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Entscheidenden

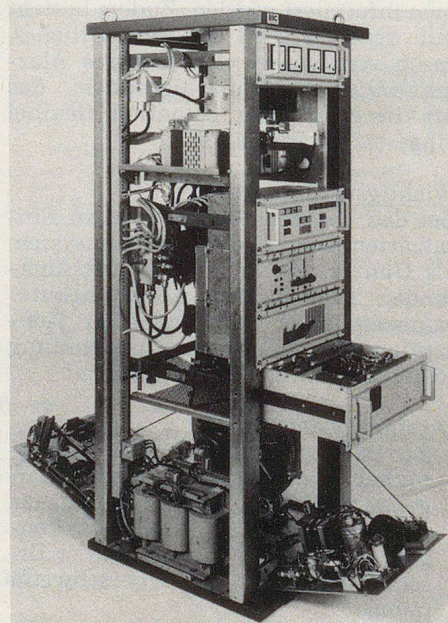


Abb. 6. Ortsfunksender SE-362.

Einfluss haben die Qualität der Komponenten, die Dimensionierung und Auslegung der elektronischen Schaltungen, die Art des Betriebes sowie die Umweltbedingungen (massgebliche Temperatur und Feuchtigkeit).

Während der Entwicklung der Ortsfunksender, Antennenanlagen und Schutzraumempfänger wurden die spezifischen Bedingungen des Zivilschutzes in dieser Hinsicht sorgfältig berücksichtigt. Eine Reihe von Überwachungs- und Anzeigeeinrichtungen verhindern nicht nur die Fehlbedienung mit Schadenfolge, sondern erlauben nötigenfalls die Fehlereingrenzung bzw. ihre Behebung. Der modulare, steckbare Aufbau des Ortsfunksenders erleichtert den Austausch defekter Teile und ihre Reparatur.

Die Funktionstüchtigkeit des Ortsfunksenders wird durch periodische Inbetriebnahmen und die Überprüfung der elektrischen Daten in Abständen von mehreren Jahren gewährleistet.

Der Unterhalt des Ortsfunksenders SE-362 basiert auf dem Betriebs- und Wartungspersonal der örtlichen Zivilschutzorganisation. Reparaturen werden von spezifisch ausgerüsteten Stellen ausgeführt.

Lieferumfang, Zubehör und Optionen

Zum Lieferumfang des Ortsfunksenders gehört folgendes Zubehör:

- Netzkabel
- Staubschutzhülle.
- Koaxialwiderstand für den periodischen Unterhaltsbetrieb.
- Zubehörkiste mit Mikrotel, Werkzeugen, Universalmessgerät, Steuergerät für den Unterhalt, verschiedene Kabel und Stecker.
- Bedienungsanleitung.

Bei der Konzeption des Ortsfunksenders wurden unter anderem folgende betriebliche Ausbaumöglichkeiten (Optionen) vorgesehen:

- Zusatzempfänger für überregionale Verbindungen über eine Relaisstation.
- Drahtlose Fernsteuerung von Sirenenanlagen.
- Sprachverschlüsselung für den Wechselsprechverkehr mit benachbarten Kommandoposten.

Der Platz für einen solchen Ausbau ist im Senderschränk vorbereitet.

Antennenanlage A-362

Aufbau

Der Lieferumfang einer Antennenanlage A-362 besteht aus einem Hauptantennenmast mit Antenne und Koaxialkabel sowie einem Ersatzantennenmast mit Antenne und Koaxialkabel.

Der Hauptantennenmast kann durch ein Gebäude oder einen ortsfesten Stahlträger für «permanente Installation» oder durch einen bei Bedarf aufgebauten Antennenmast für «vorübergehende Installation» an einem vorbereiteten Standort gebildet werden. Der

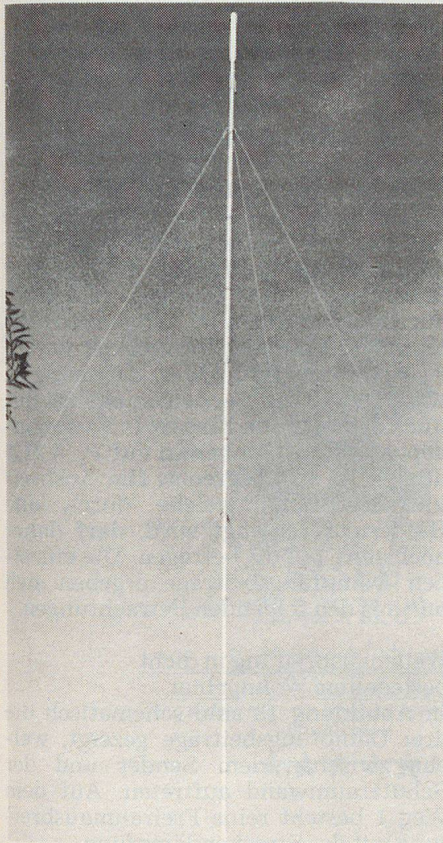


Abb. 7. Antennenanlage A-362.

Ersatzantennenmast (Abb. 7) wird beim Ausfall des Hauptantennenmastes erstellt. Die Hochfrequenzleistung wird über ein Koaxialkabel vom Ortsfunksender zur Antenne übertragen. Damit eine optimale Funkversorgung des Einzugsgebietes erreicht wird, wurde die Masthöhe den topographischen Verhältnissen angepasst. Ein Mastsortiment umfasst Material für einen Antennenmast von 24 m Höhe. Die Antennenanlage wird im Freien aufgestellt und ist somit gegenüber massgebenden Waffenwirkungen nicht absolut geschützt. Bei der Konstruktion des Mastes wurde deshalb besonderes Gewicht auf einen schnellen Aufbau des Ersatzantennenmastes gelegt.

Antennenmast

Der Hauptantennenmast wird aufgrund der örtlichen Gegebenheiten realisiert. Der Ersatzantennenmast besteht im wesentlichen aus:

- einem Stativ mit Mastrohrhebe- und Senkvorrichtung, mittels Seilzugapparat,
- zusammensteckbaren Mastrohrelementen von 1,5 m Länge,
- Dreipunkt-Abspannvorrichtungen, geführt mittels Seilzugapparaten.

Die einzelnen Mastrohrelemente werden von unten in das Stativ mit der Hebe- und Senkvorrichtung eingeführt bzw. wieder entnommen (Abb. 8). Der Ersatzantennenmast kann mit 4 Personen innert 1-2 Stunden aufgestellt werden. Er ist durch Abspannseile gesichert. Nach dem Aufstellen des Ma-

stes wird das Stativ mit der Hebe- und Senkvorrichtung entfernt und im Kommandoposten geschützt eingelagert. Der Antennenmast mit der Antenne und den Abspannseilen verbleibt im exponierten Bereich von Waffenwirkungen. Das Material ist als tragbare Einheiten verpackt.

Antenne

Die Sende-Empfang-Antenne (Abb. 9) enthält zwei übereinander angeordnete parallel geschaltete Sperrtopfantenzen und weist eine Eingangsimpedanz von 50 Ohm auf. Die Strahlungscharakteristik ist in der Elevation leicht gebündelt, im Azimut dagegen rundstrahlend.

Die spezifischen Einsatzanforderungen hinsichtlich der NEMP-Festigkeit, der Hitzestrahlung sowie den Umweltbedingungen gegenüber Spritz- und Kondenswasser, Vereisung usw., wurden bei der konstruktiven Ausführung besonders berücksichtigt.

Unterhalt

Die Antennenanlage weist keine Teile auf, die einen speziellen Unterhalt verlangen. Zweckmässig ist jedoch, wenn das Material nach Gebrauch gereinigt und bewegliche Teile periodisch gefettet werden.

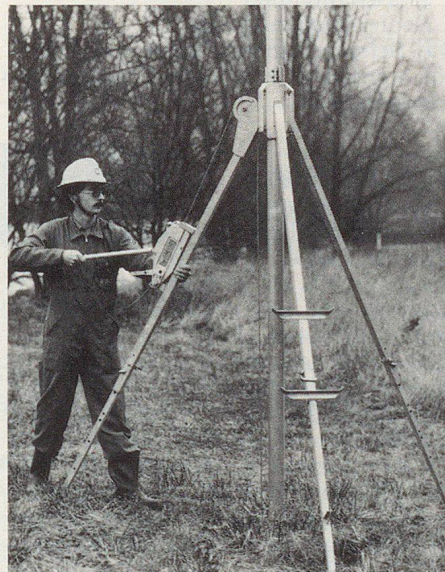


Abb. 8. Stativ mit Hebe- und Senkvorrichtung.

Schutzraumempfänger E-662

Aufbau

Der Schutzraumempfänger E-662 besteht aus einem Empfängerteil in einem Metallgehäuse, einem Batteriegehäuse aus Kunststoff und einer Antenne (Abb. 10, 11). Er weist eine Reihe spezieller Eigenschaften für den Betrieb im Schutzraum auf und unterscheidet sich somit im Betriebsverhalten und in der qualitativen Auslegung wesentlich von einem handelsüblichen Radioempfänger.

Der Schutzraumempfänger arbeitet auf einer festen Empfangsfrequenz um

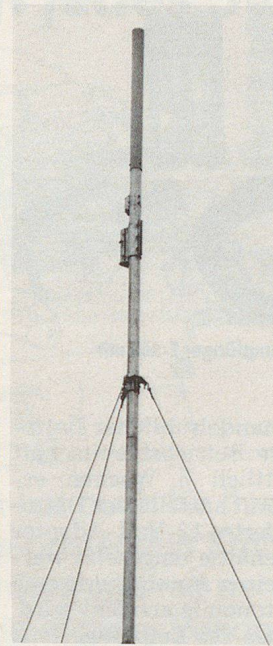


Abb. 9. Antenne zu Antennenanlage A-362.

440 MHz, die im Rahmen der Frequenzuteilung durch einen auswechselbaren Steckquarz festgelegt wird. Zudem bestimmt die Tonsquelchsteuerung den Empfang des phasenmodulierten Signals des Ortsfunksenders. Zu diesem Zweck enthält der Schutzraumempfänger ein schmalbandiges Tonsquelchfilter, das ebenfalls ausgewechselt und entsprechend der Frequenzplanung gewählt werden kann.

Für den Schutzraumempfänger wurde eine spezielle stromsparende Schaltung entwickelt, diese arbeitet mit nominell 6 Volt Betriebsspannung und schaltet den Empfänger während den Sendepausen praktisch aus. Dadurch wird



Abb. 10. Schutzraumempfänger E-662, betriebsbereit.

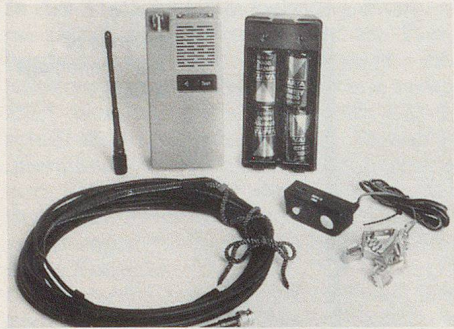


Abb. 11. Schutzraumempfänger E-662 mit Zubehör.

mit einem Satz handelsüblicher Batterien eine mittlere Betriebsbereitschaft von durchschnittlich 8 Wochen erreicht. Zudem kann anstelle der Batterien ein mitgelieferter 12-Volt-Adapter in das Batteriegehäuse eingesetzt werden, mit dem ab einer Autobatterie eine monatelange Autonomie erreicht wird. Das Metallgehäuse des Empfängerteils und entsprechende Vorkehrungen gegen Überspannungen der Antenne und der Speisung sichern die NEMP-Festigkeit des Gerätes in einem sehr hohen Masse.

Bedienung und Betrieb

Der Schutzraumempfänger ist äusserst einfach in Betrieb zu nehmen und zu bedienen. Bedienungsfehler sind praktisch ausgeschlossen, da er zwangsläufig auf den richtigen Ortsfunksender abgestimmt ist und zudem nur die zwei Funktionstasten Test und Lautstärke aufweist. Die Empfangsbereitschaft ist nach dem Zusammenfügen des Empfängers mit dem Batteriegehäuse und dem Aufschrauben der Antenne erstellt (Abb. 10).

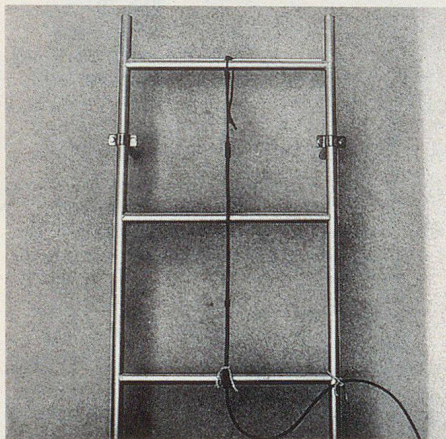


Abb. 12. Aussenantenne zu E-662 im Notausstieg.

Die Bedienung beschränkt sich auf einen Funktionstest durch Drücken der entsprechenden Funktionstaste Test und der Wahl der Wiedergabelautstärke mit der anderen Taste. Jede Sendung wird mit einem sogenannten Aufmerksamkeitsston angekündigt, anhand dessen die Lautstärke und ein guter Empfangsort im Schutzraum festgestellt werden kann.

In tief oder weitab vom Ortsfunksender gelegenen Schutzräumen kann die Empfangsqualität durch eine Aussenantenne verbessert werden. Diese Antenne wird in der Fluchtröhre oder im Notausstieg eines Schutzraumes montiert und ist dadurch relativ gut vor Druck, Hitzestrahlung und Trümmern geschützt (Abb. 12).

Unterhalt

Für den Schutzraumempfänger gelten im Prinzip die gleichen Überlegungen, wie für den Ortsfunksender. Wegen seiner Grösse und der geringeren Zahl einstellbarer Betriebszustände sind die Massnahmen des Unterhaltes sehr einfach.

Eine Fehlbedienung des Schutzraumempfängers mit Schadenfolge ist nicht möglich. Defekte Geräte werden durch das Betriebspersonal anlässlich von periodischen Inbetriebnahmen erfasst. Ihre Reparatur basiert auf spezifisch ausgerüsteten Stellen. Die elektrischen Daten sollen in Abständen von mehreren Jahren überprüft werden.

Lieferumfang und Zubehör

Zum Lieferumfang der Schutzraumempfänger gehört folgendes Zubehör:

- Geräteantenne.
- Speiseadapter (12-Volt-Adapter).
- Aussenantenne.
- Bedienungsanleitung.

Die Schutzraumempfänger mit Zubehör werden in tragbaren Transportkisten gelagert.

Einsatz des OFS 90

Wellenausbreitung

Vor der Realisierung eines gesamtschweizerischen Verbindungsnetzes mit dem OFS 90, gemäss Abbildung 1, mussten eine Reihe von theoretischen und praktischen Abklärungen vorangestellt werden. Weder in der Literatur noch in der Praxis konnte Anfang der siebziger Jahre auf Erkenntnisse und Erfahrungen in der Wellenausbreitung von Frequenzen einiger 100 MHz zurückgegriffen werden. Von zentraler Bedeutung für die Realisierung der Verbindungen direkt in die Schutzräume war daher die Frage, wie stark die Wellen bei der Durchdringung von Erde und armiertem Beton bis in die im Erdreich liegenden Schutzräume gedämpft würden.

Als Ziel galt, den Empfang im Schutzraum mit der Geräteantenne des Schutzraumempfängers sicherzustellen. Im Versorgungsbereich eines Kommandopostens wird die Ausbreitung der Wellen einerseits durch die zu überbrückende Distanz und andererseits durch das zu durchstrahlende Medium, das ist das Häusermeer des Ortes, behindert. Im Bereich des einzelnen Schutzraumes tritt die dämpfende Wirkung der Schutzraumwände und des «Schutzrauminhalt», bestehend aus Menschen und Mobiliar, in Erschei-

nung. Schliesslich galt es, der Sicherheit des einzelnen Empfängers und des ganzen Netzes gegen Fremdstörungen aller Art erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen.

Zur Abklärung dieses Fragenkomplexes wurden eine Reihe von theoretischen und ausgedehnten experimentellen Untersuchungen durchgeführt.

Auf der Sendeseite werden Aussenantennen eingesetzt; für den Empfang im Schutzraum sind dagegen möglichst nur Innenantennen zu verwenden. Die minimale Empfangsleistung ist mit $P_e = -107 \text{ dBm} \approx 2 \cdot 10^{-14} \text{ W}$ in Rechnung zu setzen, und die Sendeleistung ist mit Rücksicht auf den Einsatz in Kommandoposten von vornherein auf $P_s = 31,8 \text{ dBW} \approx 1,5 \text{ kW}$ begrenzt. Die Ausbreitungsdämpfung, welche durch alle Hindernisse erzeugt wird, darf daher höchstens 169 dB betragen. Die einzelnen Dämpfungsbeiträge ergeben sich nun aus den folgenden Betrachtungen.

Wellenausbreitung in dicht besiedeltem Wohngebiet

In Abbildung 13 sind schematisch die drei Dämpfungsbeiträge gezeigt, welche zwischen dem Sender und der Schutzraumwand auftreten. Auf dem Weg 1 besteht reine Freiraumausbreitung mit der Streckendämpfung.

$$a_0 = 20 \log(4\pi \cdot R/\lambda) \text{ [dB]}$$

Auf dem Weg 2 liegen die Hausmauern und das Mobiliar in den Häusern im Funkweg. Die Wände bestehen grösstenteils aus trockenem Beton oder Ziegelsteinen, welche als verlustbehaftetes Dielektrikum mit $\epsilon \approx 4$ und $\sigma \approx 0,5 \text{ mS/m}$ in Rechnung zu setzen sind. Die dadurch entstehende «Häuserdämpfung» α_H ergibt sich aus dem Realteil der Fortpflanzungskonstante $\gamma = \alpha + j\beta$ zu:

$$\alpha_H = 2\pi/\lambda \sqrt{\epsilon_r/2(-1 + \sqrt{1 + (60\lambda\sigma/\epsilon_r)^2}} \text{ [N/m]}$$

Die einige Meter über den Dächern montierte Antenne strahlt gemäss Abbildung 14 nur über eine Teilstrecke $L \approx R \cdot h/H_s$ durch das Häusermeer hindurch, wovon nur ein Prozentsatz von $p = 20\%$ mit absorbierendem Material gefüllt ist.

Die «Häuserdämpfung» a_H auf dem Weg 2 ist also

$$a_H = 8,7 \cdot p \cdot R \cdot h \cdot \alpha_H/H_s \text{ [dB]}$$

Der Weg 3 wird durch die in den Strassen und zwischen den Häusern auftretenden statistisch verteilten Beugungs- und Reflexionseffekte, also durch die «Strassendämpfung» a_{str} beschrieben. Rein theoretisch wäre diese bei Kenntnis der genauen Streckenprofile berechenbar. Statt dessen wurden in drei Orten die Feldstärken durch sehr umfangreiche Registrierungen erfasst und

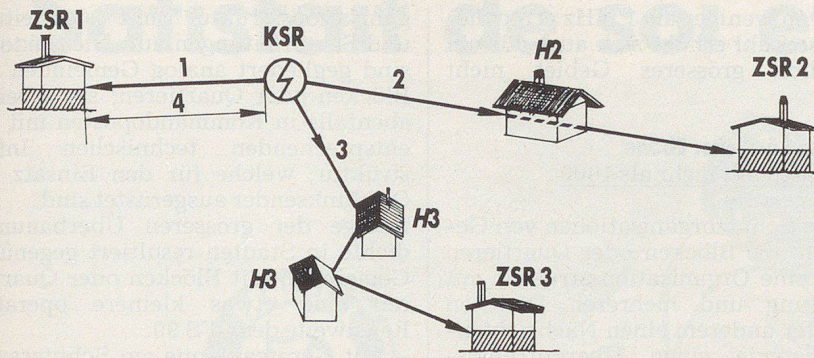


Abb. 13. Behinderung der Wellenausbreitung zwischen dem Sender im Kommandoposten und den Empfängern in den Schutzräumen.

- ZSR1...ZSR3 = Zivilschutzräume
- KSR = Kommandoposten mit Sender
- H2 = Absorbierendes Hindernis
- H3 = Beugendes und reflektierendes Hindernis
- 1 = Weg 1
- 2 = Weg 2
- 3 = Weg 3
- 4 = Freiraumdistanz Sender-Schutzraum

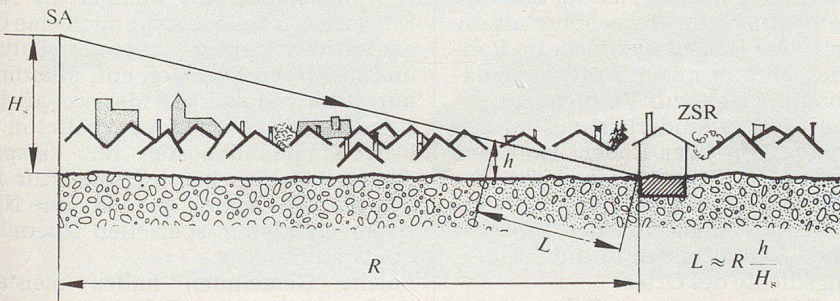


Abb. 14. Der Strahlenweg zwischen der Sendeantenne und dem Schutzraum, behindert durch die Häusermasse.

- SA = Sendeantenne
- ZSR = Zivilschutzraum
- Hs = Höhe der Sendeantenne
- h = Mittlere Höhe der Häusermasse
- L = Behinderter Funkweg
- R = Abstand zwischen Sender und Schutzraum

daraus die statistische Verteilung (Summenhäufigkeit Σ in %) der Gesamtdämpfung $a = a_0 + a_H + a_{str}$ ermittelt (Abb. 15). Je nach der Topographie und Bebauungsdichte bestehen zwar von Ort zu Ort Medianwertunterschiede bis etwa 10 dB, jedoch ist die Steilheit der Kurven nahezu gleich. Dies ist ein Zeichen dafür, dass für jeden Ort die «Ortsstreuung» den Charakter einer logarithmischen Normalverteilung mit einer Varianz von etwa 11 dB hat.

Empfang in den Schutzräumen

Das an der Schutzraumwand ankommende Signal wird nun im feuchten Beton der Wand zum Teil absorbiert. Es ist die Wanddämpfung

$$a_w = 8,7 \cdot \alpha_w \cdot d_w \text{ [dB]}$$

Die Dämpfung durch die Betonwand steigt proportional mit der Frequenz f und der Wanddicke d_w an. In der Wand liegt nun noch das Armierungsgitter, welches als unvollkommene Abschirmung wirkt. Man kann für Schutzräume von der Breite B bei einem Abstand A der Armierungsstäbe die «Gitter-

dämpfung» a_G mit genügender Genauigkeit zu

$$a_G \approx 10 \log (\pi B / 2A) \text{ [dB]}$$

angeben, wenn die Frequenz so hoch ist, dass einerseits die Stromverdrängung eingesetzt hat und andererseits der Abstand A der Stäbe noch klein ist gegenüber der Wellenlänge λ . Wird A mit λ vergleichbar oder sogar grösser, so wird das Gitter annähernd transparent für die einfallenden Wellen, die Gitterdämpfung fällt mit steigender Frequenz. Bei einem Stababstand von 0,15 m, wie dies meistens der Fall ist, beginnt das Gitter ab etwa 250 MHz transparent zu werden.

Wenn die Wellen die Schutzraumwand mehr oder weniger stark abgeschwächt durchlaufen haben, regen sie den leeren Schutzraum als Hohlraumresonator an und bilden stehende Wellen aus, wie dies in Abbildung 16 zu sehen ist. Von dem ausgemessenen Raum (20 m lang, 9 m breit) ist die Registrierung über einen Ausschnitt von $l = 12$ m Länge mit den stehenden Wellen gezeigt. Man hat also Feldstärkeschwankungen zwischen -81 dBm und -108 dBm in

diesem völlig leeren Raum. Ist er aber mit Menschen und Mobiliar gefüllt, so werden durch dieses absorbierende Medium die stehenden Wellen fast ganz zum Verschwinden gebracht. Dabei sinkt der mittlere Empfangspegel um etwa 10 dB ab (Abb. 17). Die mittlere Absorptionsdämpfung durch die Belegung des Schutzraums beträgt also etwa $a_M = 10$ dB.

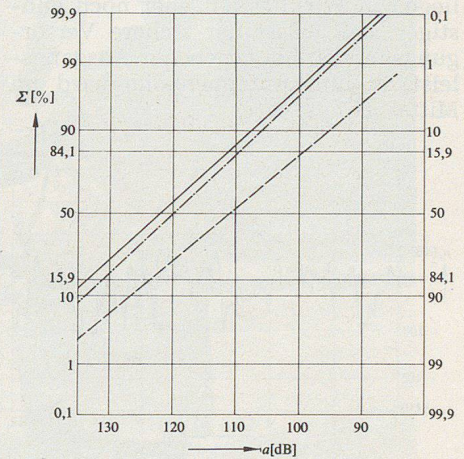


Abb. 15. Die Streuung der Gesamtdämpfung a zwischen dem Sender und dem Schutzraum für drei verschiedene Orte.

Σ = Summenhäufigkeit; Überschreitung (Skala links), Unterschreitung (Skala rechts)

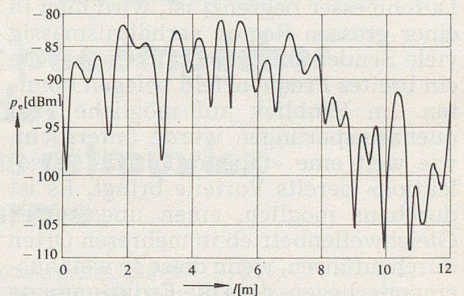


Abb. 16. Pegelverteilung im Inneren eines Schutzraumes.

- pe = Empfangspegel
- l = Koordinate in Längsrichtung des Schutzraumes

Für die vorgesehene Übertragungsfrequenz von 400 MHz kann man nun die Einzeldämpfungen gemäss den obigen Angaben ausrechnen und daraus bei gegebener Mindestempfangsleistung p_e die benötigte Senderleistung P_s in Abhängigkeit vom Radius R eines ebenen Versorgungsgebietes mit der Antennenhöhe H_s als Parameter berechnen. Dies wurde unter Zugrundelegung der folgenden Daten durchgeführt:

- $A = 0,15 \text{ m}$
- $B = 8 \text{ m}$
- $d_w = 0,25 \text{ m}$
- $\epsilon_r = 4; \sigma = 0,5 \text{ mS/m} \rightarrow \alpha_H = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$
- $\epsilon_r = 10; \sigma = 0,1 \text{ mS/m} \rightarrow \alpha_w = 0,7 \cdot \text{N/m}$
- $h = 15 \text{ m}$
- $a_{str} = 15 \text{ dB}$
- $\lambda = 0,75 \text{ m}$

Die Ergebnisse sind in Abbildung 18 zusammengestellt. Für einen Versorgungsradius von $R = 1000$ m und eine

Antennenhöhe $H_s = 25$ m benötigt man eine Sendeleistung von 1,5 kW. Damit ist also gezeigt, dass man in Ortschaften bis etwa 2 km Durchmesser die Schutzräume von einem Kommandoposten aus sicher mit Nachrichten versorgen kann. Diese theoretischen Betrachtungen haben sich anhand von praktischen Ausbreitungsmessungen an verschiedenen Orten (Gemeinden und Städten) bestätigt. Die Resultate liegen in Wirklichkeit eher noch günstiger, das heisst der sichere Versorgungsbereich bei gegebener Ausgangsleistung und Antennenhöhe wird im Mittel etwas grösser.

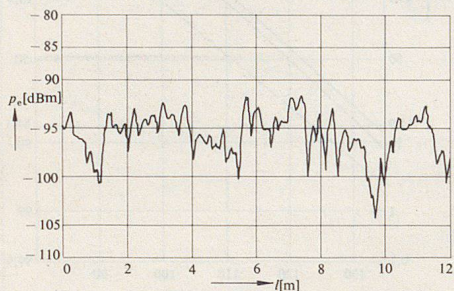


Abb. 17. Pegelverteilung im Inneren eines Schutzraumes wie in Abb. 16, jedoch bei Belegung mit Personen.

Da der Versorgungsbereich eines Senders auf einen Kreis von etwa 2 km Durchmesser begrenzt ist, wird man in einer grossen Region verhältnismässig viele Sender aufstellen müssen, welche ein breites Frequenzfeld belegen können. Im Hinblick auf mögliche Frequenzeinsparungen wurde untersucht, wie weit eine «topographische Vorselektion» bereits Vorteile bringt. Es ist durchaus möglich, einen ungestörten Gleichwellenbetrieb in mehreren Orten durchzuführen, wenn diese so weit auseinanderliegen, dass die Erdkrümmung allein schon ausreicht, um ungewollte Empfangsstörungen in den Versorgungsbereichen auszuschalten. Eine 25 m hohe freistehende Antenne hat den Radiohorizont bei ebener Erde in etwa 20 km Entfernung. In 60 km Entfernung ist dann allein infolge der Abschattung durch die Erdkugel die Sendeleistung um 25 dB abgesunken.

Kommen nun relativ geringe Geländeerhebungen in der Grössenordnung von 20...50 m hinzu, so ist eine weitere Beugungsdämpfung von mindestens 20 dB zu erwarten, was auch bei den Feldstärkenregistrierungen in der weiteren Umgebung der drei Orte festgestellt werden konnte, die in Abbildung 15 erwähnt sind. Die topographische Vorselektion kann also den Frequenzbedarf erheblich reduzieren.

Um genauere Angaben für die benötigten Übertragungskanäle zu erhalten, wurde ein Rechenprogramm entwickelt, welches für beispielsweise 120 Gemeinden einer Region mit hoher Siedlungsdichte einen Bedarf von nur 34...36 Kanälen mit einer Gesamtband-

breite von weniger als 1 MHz errechnete. Diese Zahl erhöht sich auch für ein wesentlich grösseres Gebiet nicht mehr.

Einsatz auf örtlicher Ebene

Gemeinden mit mehr als 1000

Einwohnern

Örtliche Schutzorganisationen von Gemeinden mit Blöcken oder Quartieren weisen eine Organisationsstruktur mit Ortsleitung und mehreren Diensten auf, unter anderem einen Nachrichtendienst sowie einen Übermittlungsdienst. Die Ortsleitung arbeitet in einem Kommandoposten mit moderner technischer Infrastruktur, dazu gehört eine leistungsfähige Stromversorgung. Im weiteren ist in solchen Kommandoposten eine räumliche Abtrennung des Übermittlungsdienstes mit einem separaten Alarm- und Senderraum zum Einbau und Betrieb des Ortsfunksenders vorbereitet (Abb. 2).

Die Sendeantenne soll sich für eine optimale Abstrahlung etwas höher als die umliegenden Häuser befinden. Im Rahmen des OFS 90 stehen Antennenanlagen von 24 m Höhe zur Verfügung.

Mit der «vollen Senderleistung» an der Antenne, 24 m über Boden, sind verschiedene operative Reichweiten des OFS 90 in die Schutzräume zu erwarten, stark abhängig von den topographischen Verhältnissen und der Überbauungsdichte des Ortes:

- Mit Geräteantenne am Schutzraumempfänger im Schutzraum (Abb. 10), mittlere Werte von 1-2 km, oberer Grenzwert um 5 km.
- Mit Aussenantenne im Notausstieg und Koaxialkabel zum Schutzraumempfänger (Abb. 12), mittlere Werte von 5-10 km, oberer Grenzwert um 20 km.

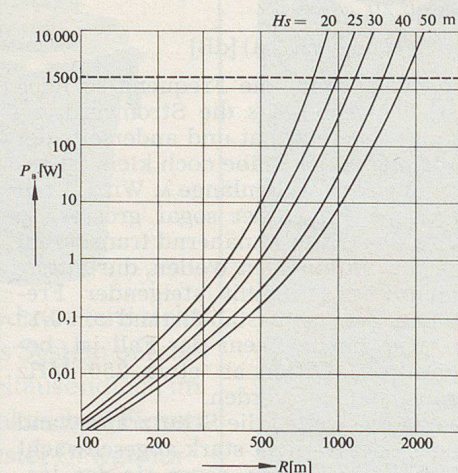


Abb. 18. Benötigte Sendeleistung P_s in Abhängigkeit vom Versorgungsradius R für verschiedene Antennenhöhen H_s .

Gemeinden mit mehr als 20 000

Einwohnern

Örtliche Schutzorganisationen von Gemeinden mit Sektoren weisen eine Or-

ganisationsstruktur mit Ortsleitung und Sektorleitungen auf. Die Sektoren sind gegliedert analog Gemeinden mit Blöcken oder Quartieren; sie arbeiten ebenfalls in Kommandoposten mit der entsprechenden technischen Infrastruktur, welche für den Einsatz der Ortsfunksender ausgerüstet sind.

Infolge der grösseren Überbauungsdichte in Städten resultiert gegenüber Gemeinden mit Blöcken oder Quartieren eine etwas kleinere operative Reichweite des OFS 90:

- Mit Geräteantenne am Schutzraumempfänger im Schutzraum, mittlerer Wert von 1 km.
- Mit Aussenantenne im Notausstieg und Koaxialkabel zum Schutzraumempfänger, mittlerer Wert von 5 km.

Gemeinden mit weniger als 1000

Einwohnern

Örtliche Schutzraumorganisationen von Gemeinden mit weniger als 1000 Einwohnern weisen zwar auch eine Organisationsstruktur mit Ortsleitung und mehreren Diensten auf, allerdings mit stark reduzierten Mannschaftsbeständen. Die Ortsleitung arbeitet in einem Kommandoposten mit entsprechender technischer Infrastruktur für den Personenschutz, jedoch ohne Notstromversorgung, speziellen Übermittlungsräumen usw.

Solche Gemeinden haben meistens auch nur wenige Schutzräume, die durch benachbarte Ortsfunksender versorgt werden können. Die operativen Reichweiten des OFS 90 liegen auf dem Lande meistens günstig. Es darf mit folgenden Werten gerechnet werden:

- Mit Geräteantenne am Schutzraumempfänger im Schutzraum, oberer Grenzwert um 5 km.
- Mit Aussenantenne im Notausstieg und Koaxialkabel zum Schutzraumempfänger, oberer Grenzwert um 20 km.

Einsatz auf überörtlicher Ebene

Die operativen Reichweiten des OFS 90 für Funkverbindungen zwischen Nachbargemeinden und zu überörtlichen Führungsstellen sind im Verhältnis zu den Verbindungen in die Schutzräume wesentlich grösser, da sowohl sendewie empfangsseitig von der Antenne des Senders, welche relativ hoch im Freien steht, profitiert werden kann (Abb. 7). Die Grenzen der Feldausbreitung werden praktisch durch die topographischen Verhältnisse zwischen den Antennenstandorten bestimmt.

Unter diesen meistens günstigen Voraussetzungen und mit «voller Senderleistung» an der Antenne ist mit folgenden Distanzen zu rechnen, mittlere Werte von 30-50 km, oberer Grenzwert um 100 km. ▣