Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 51 (1978)

Heft: 10

Artikel: Der elektromagnetische Impuls (EMP) : Vortrag

Autor: Scherrer, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-563915

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: 17.07.2025

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

Der Elektromagnetische Impuls (EMP)

Referat von dipl. Ing. Ch. Scherrer, Abteilungschef AUEM

sp. Die Elektronik in Armee, Industrie und Zivilbereich ist bedroht: Atomexplosionen bewirken einen energiereichen Elektromagnetischen Impuls (EMP), der über grosse Distanzen elektronische Ausrüstungen zu zerstören vermag. Schutzmassnahmen für kommende Gerätegenerationen sind vorgesehen; die bestehenden Systeme der Truppe aber sind teilweise stark gefährdet, wenn keine taktischen Gegenmassnahmen getroffen werden. Diese Tatsachen sind in Fachkreisen seit längerer Zeit bekannt und haben nach Analyse des Problems zu elektronischen Gegenmassnahmen in der Gerätetechnik geführt. Der PIONIER wird sich mit verschiedenen Aspekten des EMP auseinandersetzen; wir stellen heute das Grundsatzreferat von dipl. Ing. Ch. Scherrer, Abteilungschef AUEM, welches anlässlich des JARAP 78 gehalten wurde, an den Anfang unserer Reihe.

Que ce soit dans l'armée, dans les sphères civiles ou dans l'industrie, l'électronique est menacée: les explosions atomiques produisent des impulsions électromagnétiques riches en énergie qui sont capables de déranger les équipements électroniques, même à grande distance. Pour les prochaines générations des mesures de protection des appareils sont prévues. Cependant les systèmes actuels de la troupe sont partiellement compromis, si aucune contre-mesure tactique n'est trouvée. Ces faits sont connus depuis longtemps dans les milieux spécialisés; et après analyses du problèmes des contre-mesures électroniques ont été trouvées.
PIONIER analysera différents aspects de ce problème. Nous présentons aujourd'hui les thèses de monsieur Ch. Scherrer, ingénieur, chef d'un secteur du service des trp de trm, thèses qui furent exposées au JARAP 78. *(Ph.V)*

Einleitung

Der Feuerball, der sich am 16. Juli 1945 über die Wüste von Neu-Mexico erhob, markierte einen Sprung von wahrhaft historischer Tragweite: Erstmals hatten Menschen eine Atomexplosion, genauer eine sich selbst erhaltende Kette von Atomkernspaltungen ausgelöst. Zum ersten Mal war damit durch einen bewussten Eingriff in die Materie selbst in einem erheblichen Masse Energie freigesetzt worden — ein Vorgang, dessen Bedeutung wir heute wohl sehen, um dessen Bewältigung es allerdings heute schlechter denn je steht. Das aktuelle Geschehen auf der Strasse und die Aktionen rund um die Kernkraftwerke beweisen es. Dabei liegt es nicht an der Technik: Sie ist schon heute imstande, mit Strahlungen im medizinischen Bereich umzugehen und Kernreaktionen so zu dosieren, dass es beispielsweise möglich geworden ist, elektrische Energie weltweit zu erzeugen. Beängstigend ist vielmehr die Aussicht, dass die enormen Energien, welche in der Materie ruhen, gewollt oder ungewollt zu missbräuchlichen Zwecken entfesselt werden könnten. Wahrscheinlich liegt hier die Quelle des Unbehagens, wobei vor allem die unsichtbare, unfassbare und wohl auch unfassliche radioaktive Strahlung, neu besonders in Erinnerung gerufen durch die Neutronenbombe, die Menschen erschreckt.

Beschreibung der Kernexplosion

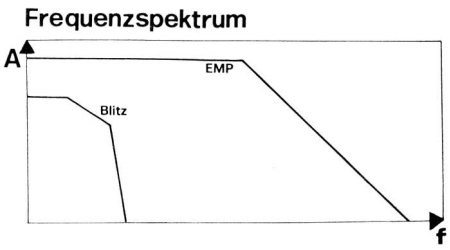
Die Entstehung des *Elektromagnetischen Impulses* hat als direkte Ursache die Freisetzung von Energie bei der Explosion. Um diesen Vorgang zu überblicken, ist eine kurze Schilderung des Ablaufs einer Kernexplosion für einen fernen Beobachter sinnvoll.

Unmittelbar nach der Zündung stellt man eine ungeheure Helligkeit fest, einen *Lichtblitz,* der als 20 bis 30 Mal heller als die strahlende Sonne beschrieben werden kann. Dieser Lichtblitz hat am ungeschützten Auge des Menschen eine länger dauernde Blendung zur Folge, die vor allem Piloten, Motorfahrzeugführern und Personen, die auf kontinuierliche Funktion der Sehkraft angewiesen sind, zum Verhängnis werden kann. Der Schutz durch die menschliche Reaktion, gemeint ist das Schliessen der Augen oder Abwenden von der strahlenden Quelle, ist völlig aussichtslos, beginnt doch der ganze Vorgang eine millionstel Sekunde nach Zündung der Atombombe und dauert etwa bis in den Bereich von Hundertstelssekunden. Zeitabläufe, die sich um Grössenordnungen von möglichen reflexartigen Reaktionen unterscheiden.

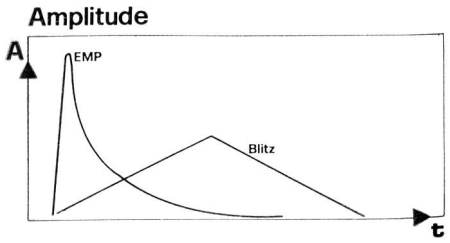
Für unsere Sinne fast gleichzeitig mit der Helligkeit setzt eine *Wärmestrahlung* ein, die je nach Kaliber der Bombe bis in den Bereich von Minuten gehen kann. Diese Strahlung, die wie die vorher beschriebene Lichtaussendung von einer stark leuchtenden, heissen, kugelförmigen Masse aus Luft und gasförmigen Sprengkörperüberresten ausgeht, dem Feuerball, kann Brände entfachen und Brandwunden bis 3. Grades am ungeschützten Körper des Menschen zur Folge haben. Die wirksame Reichweite dieser Hitzestrahlung ist kaliberabhängig, reicht aber doch schon wesentlich weniger weit als die vorangehende Lichtblitzwirkung. Schutz bieten Schattenspender, insbesondere auch die einigermassen dichte Kleidung, wie wir sie in unseren Breitengraden tragen.

Die dritte wahrnehmbare Wirkung der Atomexplosion aus der Sicht unseres Beobachters ist die mechanische Zerstörung durch die *Druckwelle.* Diese Druckwelle, im Ablauf vergleichbar mit einem schlagartigen Druckanstieg von hammerartiger Wirkung, verbunden mit einer orkanartigen Windböe zerschlägt Gebäude, wirft Fahrzeuge um, verschiebt Brücken, knickt Masten, wirbelt lose Gegenstände, auch Menschen, herum und hinterlässt einen Bereich totaler Zerstörung in einem gewissen Umkreis. Dieser Umkreis ist, um eine Grössenordnung zu geben, kleiner als man gemeinhin annimmt: Man wird ihn aber in Kilometern messen müssen. Schutzmassnahmen für Lebewesen sind beispielsweise ASU, atomsichere Unterstände, die den Wirkungsradius der Druckwelle erheblich einschränken.

Damit sind nahezu 100 % der Energiefreisetzung vom Beobachter wahrgenommen und beschrieben worden. Was er nicht wahrnimmt — zumindest wenn es sich nicht um eine Neutronenbombe handelt — und was für den Beobachter auch keine unmittelbaren Folgen zeitigt, ist die *radioaktive Strahlung.* Man nennt sie auch die «augenblicklich auftretenden Kernstrahlungen», weil sie gleichzeitig mit der Kernexplosion erzeugt und ausgestrahlt werden. Dabei bezeichnet man als *Primärstrahlung* die Anfangsstrahlung, die vom Feuerball innerhalb der ersten Minute nach der Explosion ausgesand wird. Unter *Sekundärstrahlung* hat man dann den radioaktiven Ausfall zu verstehen, der im grösseren Umkreis, nach Tagen noch, die betroffenen Gebiete radioaktiv verstrahlt. Ich beabsichtige nicht, auf diese radioaktiven Strahlungen besonders einzugehen. Sie sind in letzter Zeit genügend und oft auch irreführend zur Sprache gekommen. Interessant mag lediglich ein Aspekt sein: Das Medium Fernsehen belastet in Form der



Figur 1: Das Frequenzspektrum des elektromagnetischen Impulses und des Blitzes



Figur 2: Der Verlauf der Amplitude in Funktion der Zeit eines EMP-Impulses und eines Blitzes

häuslichen Farbfernseher die Umwelt mit mehr radioaktiver Strahlung als beispielsweise Kernkraftwerke. Dies geht aus einem Artikel der Neuen Zürcher Zeitung hervor, wo seinerzeit im technischen Teil Messungen veröffentlicht wurden. Auch hier soll man aber das Bad nicht ausschüttten, bevor das Kind überhaupt drin ist. Die Dosis ist vernachlässigbar, verglichen mit der natürlichen oder auch medizinisch angewendeten Röntgenstrahlung.

Erscheinung des Elektromagnetischen Impulses

Die fünfte Erscheinung endlich, nach dem Lichtblitz, der Wärmestrahlung, der Druckwelle und der Radioaktivität, wobei diese Aufzählung nur bedingt mit der zeitlichen Reihenfolge zu tun hat, ist der *Elektromagnetische Impuls.* Etwas abstrakt definiert versteht man unter dem EMP alle elektromagnetischen Vorgänge und Erscheinungen, die ihren Ursprung in einer Nuklearexplosion haben und deren Frequenzspektrum von den Tiefst- bis zu den Höchstfrequenzen reicht.
Etwas einfacher gesagt, stellt die Atombombe bei der Explosion funktechnisch einen Sender dar, der mit *erheblicher Sendeenergie ein kurzdauerndes Frequenzpaket* abstrahlt. Besonders energiereich ist die Abstrahlung bei Bodenexplosionen, während bei sehr hohen Explosionen ab 60 bis 100 km Höhe vor allem der Wirkungsradius bedenklich ist.
Wie ist diese Definition zu interpretieren, insbesondere was heisst das, ein kurzdauerndes Frequenzpaket werde abgestrahlt? Ohne vorerst im Detail auf Zahlen einzugehen, sei eine Bewertung anhand einer Nachrichtenmeldung gegeben, die ich kürzlich zu Gesicht bekommen habe. Darin heisst es, dass

höchste Militärführer heute damit rechnen, dass eine in grosser Höhe durchgeführte Kernexplosion einem Angriff vorangehe. Der dabei entstehende Elektromagnetische Impuls, unsichtbar wie die betreffende Kernexplosion, werde dabei mit einem Schlag nicht nur die logistischen Fernmeldeverbindungen, Frühwarn- und Funkortungsanlagen ausser Betrieb setzen, sondern auch automatische Datenverarbeitungszentren und andere elektronische Geräte und Systeme. Ein Rückgriff auf manuelle Ersatzsysteme sei nicht überall möglich.

Ohne diese Lagebeurteilung kritiklos hinzunehmen, kann man sich aber schon jetzt merken: Der Elektromagnetische Impuls ist zielgerichtet auf *hochindustrialisierte Staaten,* welche im zivilen und militärischen Bereich Elektronik anwenden oder sogar völlig auf sie angewiesen sind.

EMP in Zahlen

Als qualitativer und quantitativer Vergleich wird oft der gewöhnliche Blitzschlag herangezogen, weil er im Spannungs-Stromablauf immerhin eine entfernte Aehnlichkeit mit dem EMP aufweist. Etwa in der Art wie ein Traktor mit einem Formel 1-Wagen. Beide haben 4 Räder. Die Unterschiede sind aber sicher jedem klar, und gerade diese Unterschiede sind charakteristisch im Verhalten. Das gilt für den Rennwagen und den EMP.
Als Hauptunterschied zeigt sich einmal der Bereich des ausgestrahlten Frequenzpaketes. Der EMP reicht, radiotechnisch gesprochen, über die ganze Skala des Heimempfängers, und noch darüber hinaus. Mithin von Längstwellen bis zu Radarfrequenzen. Der Blitzschlag umfasst einen wesentlich kleineren Bereich (Fig. 1).
Von der Amplitude her gesehen (Fig. 2) fällt die Höhe und vor allem der rasche Anstieg des Impulses auf. Der Blitzschlag, der für menschliche Sinne wahrhaftig auch nicht langsam erscheint, ist dagegen fast ein statischer Vorgang. In diesem raschen Anstieg der Spannungen und Ströme des EMP aber liegt die Zerstörungsgefahr. Es ist, um in militärischen Begriffen zu sprechen, ein schnell und wuchtig vorangetragener Angriff auf die Elektronik, der beinahe nicht abgeblockt werden kann.
Die Zeitskala, in der sich die Anfangsvorgänge abspielen, sind für den Blitzschlag Mikrosekunden, also Millionstels-Sekunden, während die Vorgänge beim EMP rund hundert Mal schneller ablaufen.

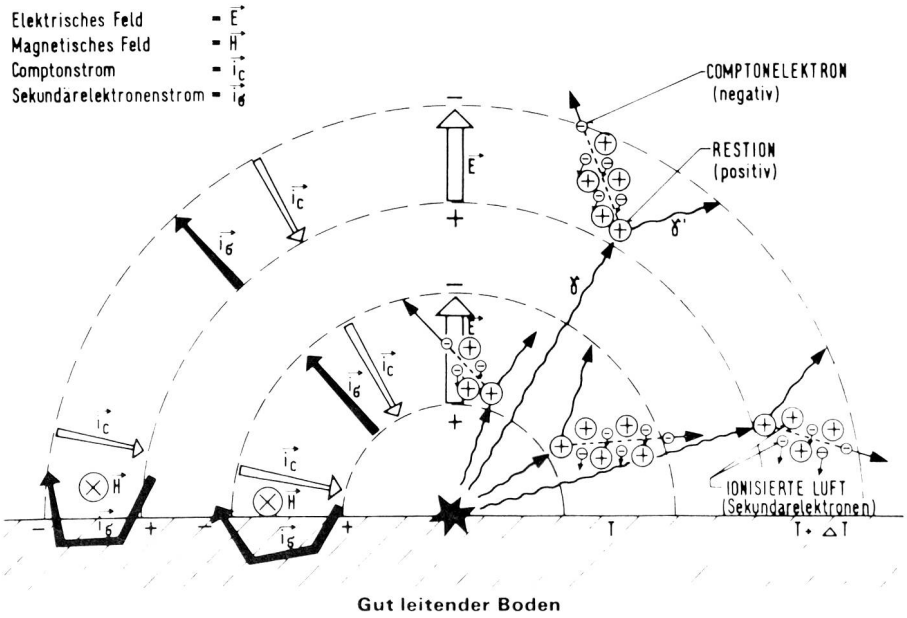
Entstehung des EMP

Auch wenn ich jetzt ein theoretisches Modell erläutere, um verständlich zu machen, wie die Erzeugung des Elektromagnetischen Impulses bei der Kernexplosion vor sich geht, sei nicht verschwiegen, dass ich simplifiziere und nur so weit gehe, als es sich für das praktische Verständnis des Vorganges und seiner Auswirkungen als notwendig erweist.

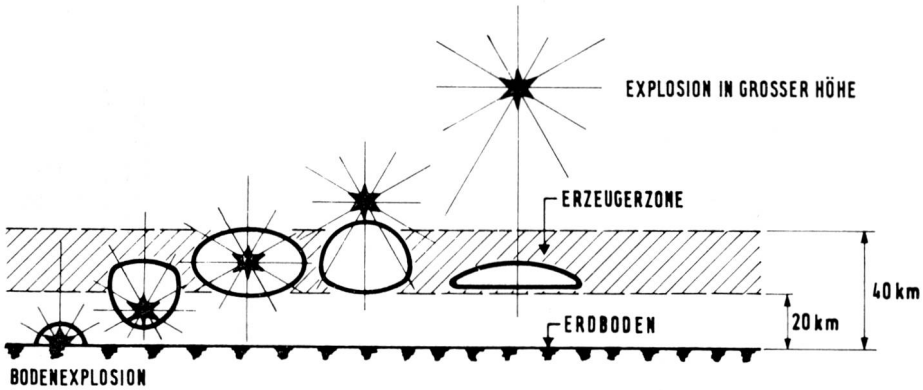
Bei der Explosion, innerhalb der Zeitspanne von etwa einer Hundertmillionstels-Sekunde, erfolgt eine *intensive Gammastrah-*
kunde, erfolgt eine *intensive Gammastrah-*
bewirkt eine Ladungstrennung der umgebenden Luftmoleküle in Elektronen und Ionen. Man nennt diesen Vorgang den *Compton-Effekt.* Die relativ schwerfälligen Ionen bleiben an Ort und Stelle, während die beweglichen Elektronen davonfliegen und mit Luftmolekülen zusammenprallen. Bei diesem Zusammenstoss werden weitere Elektronen freigeschlagen und zwar rund zehntausend weitere pro Zusammenstoss. Diese Sekundärelektronen bewegen sich ebenfalls nach aussen.
Bei diesem dynamischen Vorgang sind alle Komponenten gegeben, die sich nach aussen bei einer Bodenexplosion als Quelle einer Elektromagnetischen Welle manifestieren.

1. Die bewegten Elektronen vom Explosionszentrum weg bedeuten einen Strom in Richtung des Zentrums.
2. Dieser Strom hat ein Magnetfeld zur Folge.
3. Die Trennung Elektronen—Ionen des weiteren lässt ein elektrisches Feld entstehen mit Spannungen.

Der dynamische Vorgang ist in einer Momentaufnahme aus Fig. 3 ersichtlich, wobei die asymmetrischen Verhältnisse, bedingt durch den Boden, die Abstrahlung des EMP ermöglichen. Wäre alles streng symmetrisch verlaufen, hätten sich nämlich nach aussen alle elektromagnetischen Komponenten aufgehoben und ein EMP wäre gar nicht erst entstanden. Eine solche Erscheinung eines quasi symmetrischen Vorganges kann man in gewissen Höhen (20 bis 40 km) tatsächlich feststellen, wobei der EMP relativ klein wird (Figur 4).



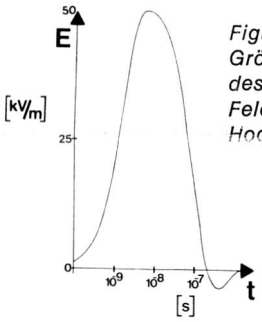
Figur 3: Comptonstrom und Sekundärelektronenstrom bei Bodenexplosionen



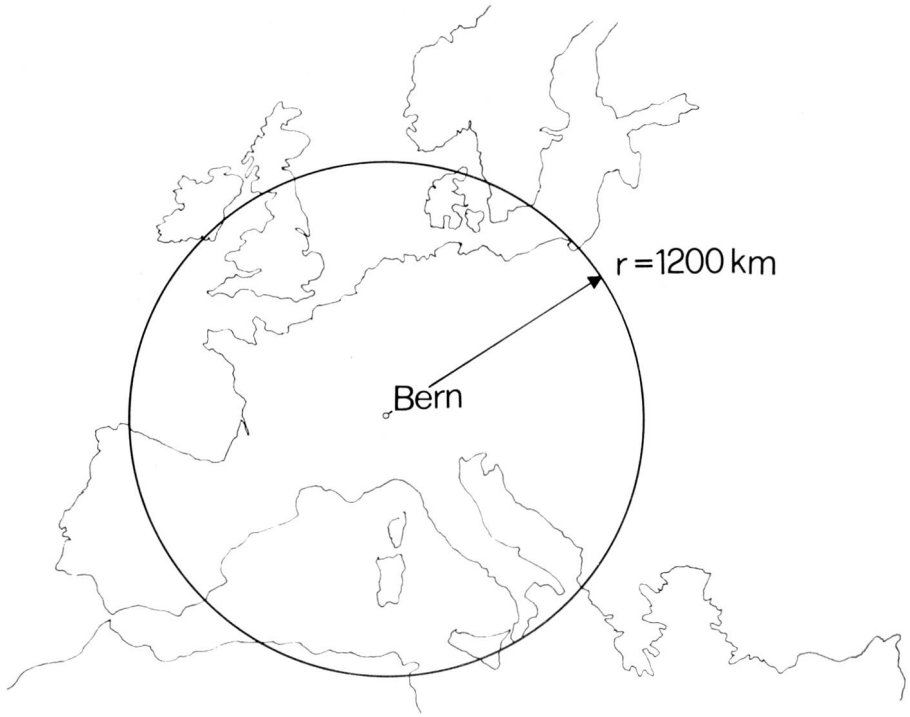
Figur 4: EMP-Symmetrie und -Asymmetrie einer Atomexplosion in Funktion zur Sprenghöhe

EMP in Tabellen

Der soeben geschilderte Vorgang lässt Spannungen und Ströme in ausgelegten Leitern und Kabeln entstehen, die alles andere als vernachlässigbar sind.
In Fig. 5 erkennt man Verlauf und Grösse des elektrischen Feldes bei einer Hochexplosion, in dem Werte auf dem Erdboden von 50 000 V pro Meter erreicht werden. Noch in einer Distanz von 1200 km vom Nullpunkt werden dabei am Boden 10 000 V pro Meter gemessen. Wenn Bern als Mittelpunkt genommen wird, lässt sich bei einer relativ kleinen Bombe (Grössenordnung Hiroshima, Nagasaki) halb Europa elektromagnetisch verstrahlen (Figur 6).
Diese elektrischen Felder haben beispielsweise in Antennen hohe Spannungen und Ströme zur Folge. Im folgenden Beispiel wurde ein 75 Meter hoher, von der Erde isolierter Stab aufgestellt, also etwa eine Antenne für den Mittelwellenbereich, und die Ströme gemessen. Es wurden Maxima von 20 000 Ampère erreicht, die am Fusspunkt dieser Antenne bei 50 Ohm Last in den Sender hineinfliessen und ihn zerstören. Der Vorgang ist sehr rasch, er ist nach praktisch 3 Millionstels-Sekunden abgeklungen.
Ein weiteres Beispiel zeigt das Verhalten einer Starkstromüberlandleitung, die eine vortreffliche Antenne für den EMP darstellt. Es entstehen Ströme von 12 000 Ampère (Figur 7).
Erwähnenswert sind die Messungen bei einem Dipol für VHF-Frequenzen: ein kleines Gebilde von 2 x 3 Meter; trotzdem fliessen darin Ströme von 50 Ampère. Man stelle sich die betreffende Eingangsstufe, bestehend aus einem Transistor oder einer integrierten Schaltung, vor.



Figur 5: Grösse und Verlauf des elektrischen Feldes bei einer Hochexplosion



Figur 6: Bei einer relativ kleinen Bombe mit Sprengpunkt über Bern würde halb Europa elektromagnetisch verstrahlt.

Der EMP in Zahlen lässt aufhorchen, vor allem, wenn man um die Gefährdung der *elektronischen Komponenten* weiss. Dass der Vorgang nicht nur bei Bodenexplosionen auftritt, sondern vor allem auch bei Hochexplosionen in 100 km Höhe, zeigt der Funktionszusammenhang Feldstärke und Höhe der Explosion. Mit einer Hochexplosion lässt sich tatsächlich die Elektronik von Ferne ausschalten, ohne dass wir mit unseren Sinnen etwas wahrnehmen (Fig. 8).

Gefährdete Objekte und technische Schutzmassnahmen

Die möglichen Zerstörungen durch den EMP und die eventuellen technischen Schutzmassnahmen müssen den jeweiligen Systemen angepasst werden. Dazu lässt sich eine Gefährdungsreihe aufstellen:

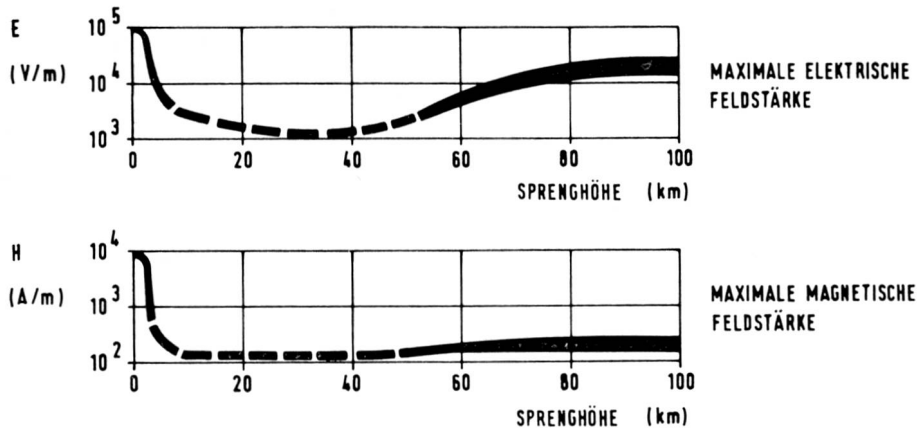
Zunehmend gefährdete Objekte:

— *Hochspannungsanlagen*
— *Niederspannungsanlagen*
— *Elektronik mit Röhren*
— *Elektronik mit Dioden, Transistoren*
— *Elektronik mit IC, LSI*

Es ist klar, dass Hochspannungsanlagen grössere Ströme und Spannungen verdauen können als etwa elektronische Geräte. Der Schutz muss also differenziert erfolgen, sofern überhaupt ein Schutz möglich ist.
Der Stand der technischen Vorkehren, das sei vorweggenommen, ist heute bescheiden.
Anhand der Tabelle (Fig. 9) lässt sich eine Abschätzung formulieren.

Für die *gestrigen Geräte mit Röhren,* die weniger empfindlich sind, lässt sich ein mässiger Schutzgrad definieren. An der Generation von *elektronischen Sende-Empfängern,* die heute gebraucht wird, kann man aus EMP-Sicht nicht viel Freude haben. Ohne weiteres lässt sich aber dieser Zustand auch nicht ändern. Ein einfacher Eingriff in das Gerät ist nicht denkbar. Man hat deshalb Betriebsvorschriften machen müssen, um den Schutzgrad zu erhöhen.

Die *Geräte von morgen,* mit den empfindlichsten Komponenten, wird man auch zugleich am besten schützen müssen und

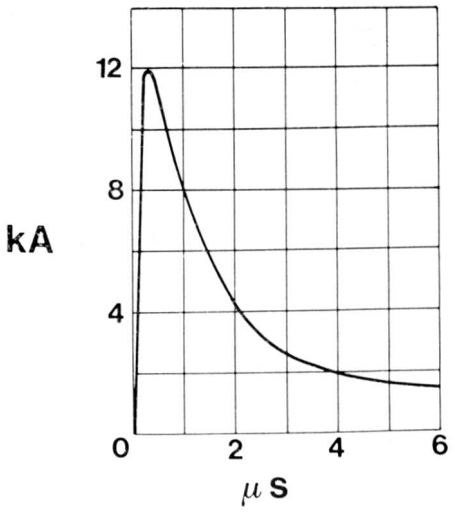


Figur 8: Feldstärke des EMP auf der Erdoberfläche in Funktion der Sprenghöhe

können. Das geht besonders gut, weil man von allem Anfang an in der Planung die EMP-Gegebenheiten berücksichtigt und die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen in bundeseigenen EMP-Simulatorenanlagen prüfen kann.

Dies zu den Geräten. Was aber lässt sich von unseren *verlegten Kabeln und Drähten* sagen?

Die entstehenden Magnetfelder und elektrischen Felder können in Kabeln zu Ueberlastungen und Spannungsdurchschlägen führen. Interessant in diesem Zusammenhang ist die geographische Abhängigkeit im Raum Schweiz. Die Leitfähigkeit des Bodens bewirkt, dass im Alpengebiet und im Tessin die Gefährdung der Kabel ein Vielfaches ist, gegenüber dem schweizerischen Mittelland. Der Wirkradius ein und derselben Explosion verhält sich z. B. für Mittelland : Jura : Tessin wie 1 : 3 : 6. Anders gesagt, wenn im Raume Bern durch einen EMP Leitungen in einem Umkreis von 10 km ausfallen, muss man im Tessin mit einem Ausfall im Umkreis von 60 km rechnen.



Figur 7: Eine Starkstromleitung bildet eine vortreffliche EMP-Antenne. Das Bild zeigt den Stromverlauf in Funktion der Zeit bei einem EMP-Impuls.

Das Ausmass von Störungen und Ausfällen lässt sich mit Faustregeln errechnen, oder anhand von Tabellen ablesen. Man kann damit Prognosen erstellen und die Möglichkeiten des Feindes abschätzen. Mehr kann man nicht tun, weil viel zu viele Faktoren im Einzelfall dazukommen, als dass mit Sicherheit alles vorausgesagt werden könnte.

Ein Beispiel möchte ich vorführen. Eine 20 KT Bombe (Hiroshima Formel) würde im Raum Bern Leitungsausfälle im Radius von 3,5 km und Störungen, die reparierbar sind, bis 35 km bewirken. Im Tessin wären die entsprechenden Zahlen 20 km bis ganzer Kanton. Im gleichen Zusammenhang sei daran erinnert, dass bei den nachträglich erstellten Berichten aus Japan von japanischen Offizieren der schlagartige Ausfall der Verbindungen erwähnt wurde. Zum Teil sind das natürlich auch mechanische Zerstörungen gewesen. Bei 20 KT gehen aber diese mechanischen Zerstörungen nicht über 2 bis 3 km hinaus.

	Gestern	*Heute*	*Morgen*
Technik	Röhren	Transistoren	IC LSI
Schutz	Blitzschutz	Blitzschutz	Elektronischer Ueberspannungsschutz
Empfindlichkeit	empfindlich	sehr empfindlich	ausserordentlich empfindlich
Schutzgrad	mässig	ungenügend	gut

Figur 9

Schutzmassnahmen

Technische Vorkehren an den Geräten sind nicht vor einer gewissen Zeit zu erwarten, und metallische militärische Kabel lassen sich kaum wirksam schützen.

Wenn technische Schutzmassnahmen vorläufig nicht getroffen werden können, müssen *taktische Verhaltensregeln* angewendet werden. Der Grundsatz lautet:

Reduktion der elektronischen Geräte und damit der Anzahl gefährdeter Elemente

aber

Wirkung geht vor Deckung.

Soweit möglich, gilt für Uebermittlungsmittel, die nicht unmittelbar gebraucht werden:

Drahtverbindungen lösen
Antennen abschrauben, einziehen
Ersatzmaterial bereitlegen.

Auf diese Art gelangt keine grössere EMP-Energie in das Innere der Geräte und die Ueberlebenschance steigt. Versuche in Industrielaboratorien haben gezeigt, dass Drahtschleifen grösser als 20 cm bereits genügend Energie aufnehmen, um die Eingangsstufe zu zerstören.

Zusammenfassung

Der Elektromagnetische Impuls ist ein hochkomplexes Phänomen und bedingt ausgewogene Schutzmassnahmen. Es ist nicht dasselbe wie ein Blitzschlag.

Der EMP ist allgegenwärtig, wo sich Nuklearexplosionen ereignen und wirkt sich aus auf

Luftkriegführung
Flugzeuge
Lenkwaffen
Navigationssysteme

und Erdkriegführung
Kabel, Richtstrahl- und Funkverbindungen, Stromversorgung, Festungswerke und Notspitäler.

Sein Wirkungsradius ist in der Regel grösser als die konventionellen Wirkungen der A-Waffe.

Die Wirkung des EMP erstreckt sich auf

Spannungsdurchschläge an elektrischen Leitungen

Ueberlastung durch hohe Ströme

Zerstörung von empfindlichen elektronischen Bauelementen, seien sie
in der Luft
auf der Erdoberfläche
in Häusern oder
in unterirdischen ungeschützten Anlagen.

Die Schutzmassnahmen für elektronische Geräte sind angelaufen. Man wird in Zukunft damit rechnen können.

Die Schutzmassnahmen für unterirdische Anlagen sind an vielen Orten bereits getroffen in Form sogenannter Faraday-Käfige.

Trotzdem stellt der EMP eine ernstzunehmende Gefahr für die Uebermittlung dar,

und eine Armee ohne Führungsmittel, wir wissen es, ist gelähmt.

Literaturverzeichnis:

Glasstone/Lentz
Die Wirkungen von Kernwaffen
Heymanns Verlag, Köln

Dessauer
Atomenergie und Atombombe

Al'pert
Radio wave propagation and the Ionosphere

Forschungsinstitut für militärische Bautechnik, Zürich
NEMP-Wirkungen und Schutzmassnahmen
Figuren 5, 6, 7

Technische Unterlagen A-Dienst
Reglement 59.179d
(nur für dienstlichen Gebrauch)

DR 28: Ein preisgünstiger Kurzwellenempfänger mit digitaler Frequenzanzeige

Die Sendersuche ist vorbei: Dank präziser Abstimmung und eingebauter digitaler Frequenzanzeige bringt der neue Kurzwellenempfänger DR 28 von NATIONAL einen Betriebskomfort, welcher bis anhin nur teuren kommerziellen Empfängern vorbehalten war. Gute Empfangseigenschaften dank Doppelsuperschaltung und wirksamen Vorkehrungen gegen Intermodulationsstörungen machen den Empfänger für den privaten Kurzwellenhörer interessant — nicht zuletzt auch wegen seines günstigen Preises.

Schaltungsbeschreibung

Das Antennensignal gelangt direkt in einen *breitbandigen HF-Vorverstärker.* Um Intermodulationen bei starken Signalen vermeiden zu können, kann die Verstärkung mit einem Regler manuell reduziert werden.

Das verstärkte Signal wird der 1. Mischstufe zugeführt. Wiederum um Intermodulationen vorbeugen zu können, wird für die 1. ZF ein *schmalbandiger ZF-Verstärker von 2 MHz* verwendet. Dazu muss jedoch der 1. Oszillator abstimmbar gemacht werden, was nur mit einer freischwingenden Schaltung möglich ist. Das Oszillatorsignal wird über einen Trennverstärker einem fünfstelligen *Digitalzähler* zugeführt, welcher seine Zeitbasis von einem 5,12-MHz-Quarz bezieht.

Der *2. Oszillator* ist fest abgestimmt und kann nur mit dem Regler «Frequenzkorrektur» leicht korrigiert werden. Damit kann das Gerät mit den Eichmarkensendern auf 5 oder 10 MHz exakt geeicht werden. Der 2. ZF-Verstärker auf 455 kHz verwendet umschaltbare keramische Filter.

Der *BFO-Oszillator* arbeitet ebenfalls auf 455 kHz und kann ± 5 kHz verstimmt werden. Damit können CW- und SSB-Signale im unteren oder oberen Seitenband empfangen werden.

Die *FM-Aufbereitung* geschieht getrennt vom AM-Teil. Als ZF wird 10,7 MHz verwendet. Der Empfänger verfügt über eine AFC. Das Oszillatorsignal wird nach einem Trennverstärker einem digitalen Teiler zugeführt und nachher wiederum auf den Digitalzähler gegeben. Im ZF-Verstärker werden bewährte keramische Filter verwendet.

Der *NF-Verstärker* mit der respektablen Leistung von 3 Watt verfügt über getrennte Bass- und Höhenregler. Neben dem eingebauten 10-cm-Lautsprecher stehen Ausgänge für Zusatzlautsprecher, Kopfhörer und Tonband zur Verfügung.

Betriebsresultate

Der Empfänger DR 28 ist für den privaten Kurzwellenhörer gebaut. Im praktischen fangseigenschaften. Selbst im übervölker-Betrieb überraschen dabei die guten Empten 7-MHz-Band treten keine Intermodulationsstörungen auf. Die mechanische Abstimmung erfolgt leichtgängig und präzis; sie kann in der Geschwindigkeit umgeschaltet werden. Die digitale Frequenzanzeige arbeitet zuverlässig und schnell. Nebengeräusche des Zählers konnten keine festgestellt werden.

Für den CW- und SSB-Spezialisten bringt der freischwingende 1. Oszillator gelegentlich etwas Mühe. Für den Empfang von SSB braucht es bei der Bedienung des BFO-Oszillators etwas Fingerspitzengefühl. Schwierigkeiten macht die mangelnde Stabilität des 1. Oszillators auf höheren Frequenzbändern. CW- und SSB-Stationen auf 30 MHz sind schwierig einzustellen. Zudem macht sich bereits die Handkapazität bemerkbar. Hingegen ist beim Empfang von AM-Signalen auf 27 MHz kein Problem aufgetaucht; die Stabilität ist dazu genügend. Durch eine grössere Vorwärmzeit kann zudem das Abwandern der Oszillatorfrequenz vermindert werden.

Urteil

Der Empfänger DR 28 von NATIONAL ist ein preisgünstiger Kurzwellenempfänger für den Privatgebrauch. Durch präzise mechanische Konstruktion der Abstimmung und einen digitalen Frequenzzähler wird ein Betriebskomfort erreicht, welcher bis anhin nur kommerziellen Produkten vorbehalten war. Dank Doppelsuperschaltung ist die Spiegelfrequenzunterdrückung gut. Intermodulationsstörungen treten kaum auf. Auf höheren Frequenzbändern macht sich die mangelnde Frequenzstabilität beim Empfang von CW- und SSB-Signalen bemerkbar.

Gesamtwertung: Guter und preisgünstiger Kurzwellenempfänger für den Heimgebrauch. *Hansjörg Spring*

Technische Daten

Angaben vom Hersteller

Typenbezeichnung
RF-2800LBS

Frequenzbereich
FM 87,5—106 MHz
LW 150—410 kHz
MW 525—1610 kHz
SW1 3,2—8 MHz
SW2 8—16 MHz
SW3 16—30 MHz

Zwischenfrequenzen
FM 10,7 MHz
AM 2,0 MHz und 455 kHz

Empfindlichkeit
FM 2,5 µV (S/N 26 dB)
LW 70 µV (S/N 6 dB)
MW 30 µV (S/N 6 dB)
SW1 1,8 µV (S/N 6 dB)
SW2 0,8 µV (S/N 6 dB)
SW3 1,2 µV (S/N 6 dB)

Antenne
Eingebaute Teleskopantenne oder externe 60-Ohm-Antenne

Frequenzanzeige
Trommelskala und 5stelliger Digitalzähler mit Quarzzeitbasis

NF-Leistung
3 Watt

Lautsprecher
10 cm Durchmesser, 8 Ohm

Speisung
AC 110/220 V / 11 Watt
DC 6 x 1,5 V-Batterie UM 1

Masse
381 x 246 x 120 mm (BxHxT)

Gehäuse
Kunststoff

Gewicht
2,3 kg

Zubehör
Handbuch mit Senderverzeichnis

Barpreis
Fr. 595.— im Fachhandel

Bezugsquelle:
John Lay AG, Bundesstrasse 13, 6000 Luzern