

LASER : gibt es Todesstrahlen?

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **35 (1962)**

Heft 9

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-563503>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

auf 15 000 Teilnehmer angewachsenen Heereszuges des 46. Internat. Vier-Tage-Marsches begleiteten.



Die Bobbies aus London gehören seit Jahren traditionell mit in das Bild des in aller Welt berühmten Marsches. Unser Bild zeigt sie am vierten Tag beim Einmarsch in Nijmegen.



Mit je einem Detachement der Marine, des Heeres und der Luftwaffe war auch die deutsche Bundeswehr mit dabei, von der wir eine Gruppe am vierten Marschtag beim Durchmarsch in Cuyk zeigen.



Stolz tragen die belgischen Fallschirmjäger ihrer Marschgruppe die Fahne

voran, von den 600 000 Zuschauern mit Beifall und Blumen bedacht. H. A.

Der Bericht unseres Mitarbeiters

von dem Erlebnis dieser Leistungsprüfung hat den Redaktor auf den Gedanken gebracht, dass sicher auch in den Reihen des EVU marschtüchtige Idealisten vorhanden sind, die die

Trainingsvorbereitungen und die Kosten auf sich nehmen würden, um den Eindruck des Vier-Tage-Marsches in Holland persönlich kennenzulernen. Wer sich für die Aufnahme in einer zu bildenden Marschgruppe des EVU interessiert, möge sich schriftlich beim Redaktor melden, der gerne bereit ist, die notwendigen Vorbereitungen an die Hand zu nehmen. öi.

LASER – Gibt es Todesstrahlen?

Was bedeutet Laser?

Beim LASER handelt es sich um «eine Lichtverstärkung mit zugleich scharfer Bündelung und dadurch ausserordentlich hoher Energiekonzentration, aufgrund einer von einer Lichtquelle induzierten Emission» (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*).

Die Geschichte des Lasers ist eng verknüpft mit den Fortschritten auf dem Gebiet der Halbleiterentwicklung, die zu einer Reihe von wichtigen Entdeckungen führten. Eine davon ist der *molekulare Mikrowellen-Verstärker*, der sog. MASER. Die ersten Maser wurden 1955 von C. H. Townes und 1956 von N. Bloemberger gebaut [1, 2].

Ein Sonderfall der Maser, die gewöhnlich in einem Frequenzgebiet von über 900 MHz bis zu mehreren GHz arbeiten, bilden die LASER, die sich in ihrem Verhalten von den Maser lediglich durch den höheren Frequenzbereich unterscheiden. Sie arbeiten im Bereich des sichtbaren und unsichtbaren Lichtes. Bei beiden Molekularverstärkern handelt es sich um elektronische Verstärker, die den Energiezustand von Atomen oder Molekülen ausnützen, um entweder Mikrowellen oder Licht vermittels einer besonderen «Pumpquelle» zu verstärken. Sie können aber auch als Oszillator, also Energieerzeuger eingesetzt werden. 1950 wurden von Scharlow & Townes die theoretischen Grundlagen für die Laser entwickelt, wonach Maiman 1960 den ersten Festkörper Rubin-Laser baute [3, 4]. Die Entwicklung wurde zunächst hauptsächlich von den Bell Labor. und den Hughes Research Labor. energisch weitergetrieben.

Der *Rubin-Laser* stellt den ersten optischen Versuch dar, kohärentes Licht, wie es in der Optik genannt wird, zu

erzeugen, das auf einer einzigen monochromatischen Frequenz schwingt. Licht von einem Laser ist mindestens $10^6 \times$ kohärenter als das von irgendeiner anderen Lichtquelle erzeugte. Laserlicht bringt aber ausserdem den Vorteil, nur minimale Energieverluste durch Streuung zu erleiden, da man den aus extrem parallelen Lichtwellen bestehenden Strahl bis auf weniger als $1/2^\circ$ bündeln und auf sehr kleine Empfangsantennen ausrichten kann. Infolge der hohen Kohärenz ist der Rauschanteil minimal. Theoretisch könnte ein Laserstrahl einen Wirkungsbereich von 150 000 km mit weniger als 1,5 km Durchmesser erreichen (ein Mikrowellensender würde unter gleichen Voraussetzungen bis auf 15 000 km streuen). Der Laser ist somit in der Lage, grosse Distanzen mit wenig Streuung zu überbrücken. Die im Strahl zusammengeballte Intensität kann millionenfach grösser gemacht werden als das Sonnenlicht, auf gleiche Bandbreite bezogen.

Wie arbeitet ein Laser?

Das Funktionsprinzip des Lasers soll anhand der vereinfachten Darstellungen in den folgenden Bildern erklärt werden. Sie beziehen sich auf den von Maiman gebauten Rubin-Laser [5]. Das aktive Material ist hierbei Rubin. Zur Anregung als sog. «Pumpquelle» wird eine Xenon Blitzlichtlampe benutzt. Die Resonanzstruktur des Rubins wird durch besondere Formgebung und Verspiegelung erreicht. Heute erzeugt man Rubine grösstenteils auf synthetische Weise (Al_2O_3 , das etwa 0,05 % mit Cr_2O_3 gedopt ist). Normalerweise verwendet man einen etwa 7,5 cm langen zylindrischen Körper von 0,5—1 cm ϕ . Ein Ende erhält eine Silberschicht, welche den Rubin etwa 90 % reflektierend

macht, während das andere Ende nur soweit verspiegelt wird, dass es halb lichtdurchlässig wird.

Obschon die Funktionsweise eines Lasers ziemlich kompliziert ist, lässt sie sich doch mit der folgenden stark vereinfachten Darstellung leicht verständlich machen.

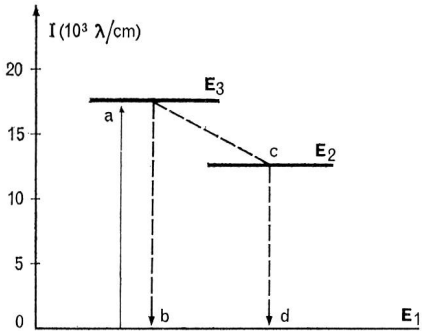


Fig. 1:
Energiezustandsdiagramm eines Rubin-Lasers
I = Energie
E = Energiezustand (Terme oder Energieniveau)

Bild 1 zeigt ein Energiezustandsdiagramm für die Cr-Ionen im Rubin. Sobald Lichtphotonen von 5,600 Å den Rubin ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) erregen, werden einige Cr-Ionen (a) vom Energiezustand $E_1 = 0$ auf jenen von E_3 angehoben, wobei das Cr-Ion ein Photon absorbiert. Diese Anregung durch eine äussere Quelle wird mit «pumpen» bezeichnet. Nach kurzer Zeit (Relaxationszeit) fallen einige Cr-Ionen (b) wieder nach E_1 zurück, andere (c) gleiten aber auf ein Zwischen-niveau E_2 und behalten hier ihre Energie für kurze Zeit bei, bevor sie wieder nach E_1 zurückfallen (d). Da aber viel mehr Ionen von E_1 nach E_3 gehoben werden als von E_2 nach E_1 zurückkehren, so findet in E_2 eine Energieanreicherung statt. Diese ist der Grund für die Erzeugung der induzierten Lichtemission, denn alle jene Ionen, welche von E_2 nach E_1 fallen (d), strahlen Licht aus, dessen Frequenz aus der Energieformel berechnet werden kann:

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}, \quad h = \text{Plancksche Konstante}$$

In Bild 2 ist die Laser-Aktion weiter verdeutlicht [10]:

A bevor das Pumplicht (1) auf den Rubin (3) gelangt, sind alle Cr-Ionen (2) im Grundzustand $E_1 = 0$ (dargestellt durch weisse Kreise). 4 = durchlässiger Spiegel, 5 = reflektierender Spiegel.

B optisches Pumpen hebt einige Cr-Ionen in den Energiezustand E_2 (schwarze Kreise).

C einige Ionen (hier versinnbildlicht durch das Ion A) fallen wieder auf E_1 zurück und strahlen dabei Photonen mit der Frequenz ν aus. Sie

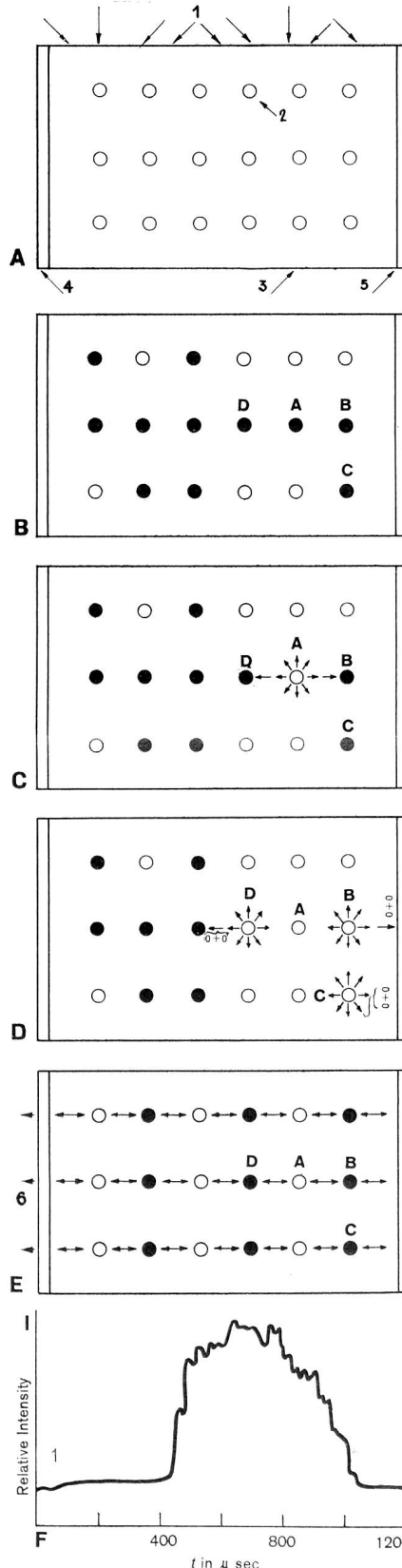


Fig. 2:
Prinzipdarstellung der Laserfunktionen

müssen erst wieder durch erneutes Pumpen angehoben werden.

D das Ion A erregt andere benachbarte Atome (B, C, D). Das ursprüngliche Photon hat somit eine verstärkte Strahlung gleicher Wellenlänge und Phase bewirkt. Der undurchlässige Spiegel (5) reflektiert die waagrecht ausgestrahlten Photonen, während in andere Richtungen abgestrahlte Photonen austreten und verloren gehen.

E durch mehrmalige Reflexion (5) bildet sich ein Strang parallel ausgerichtetes Lichtes, zunehmend verstärkt, so dass schliesslich bei 6 ein gebündelter Infrarot-Lichtstrahl hoher Intensität austritt.

F Laser Ausgangsintensität in Funktion der Zeit.

1 = Beginn des Pumpens

I = relative Intensität

t = Zeit in μs

Wie man aus der Darstellung erkennt, lassen sich auf diese Weise nur impulsförmige und keine kontinuierlichen Strahlen erzeugen. Die typische Impulsfrequenz liegt bei einigen Impulsen pro Minute. Das bedeutet, dass vorläufig mit Rubin-Laser eine kontinuierliche Nachrichtenübertragung nicht möglich ist. Eine grosse Rolle spielt das Kühlproblem, weshalb man meist Vorrichtungen für starke Unterkühlung trifft. Das Pumplicht muss äusserst lichtstark sein.

Bild 3 vermittelt einen Begriff vom Aufbau eines bereits ausgeführten Lasers. Es wird hierbei ein innen polierter zylinderförmiger Resonator elliptischen Querschnitts verwendet, welcher das Licht der Blitzlichtlampe auf den Rubinstab spiegelt. Die oberste Leistungsgrenze einer gekühlten Blitzlichtlampe ist etwa 1 kW.

Andere Laser-Entwicklungen

Amerikanische Firmen, voran die Bel Tel. Lab., Hughes und IBM, sind eifrig bemüht, noch wirksamere Laser zu finden. Man untersuchte Kristalle aus verschiedenen seltenen Erden und Transuranen. So gelang es Dr. Sorokin und Dr. Stevenson beispielsweise mit einem Uran-III-Kristall bei $2,5 \mu$ im infraroten Wellenbereich und mit einem Samrium-Kristall bei $0,708 \mu$ (Anregung mit einer Xenonlampe) einen ausserordentlich scharf gebün-

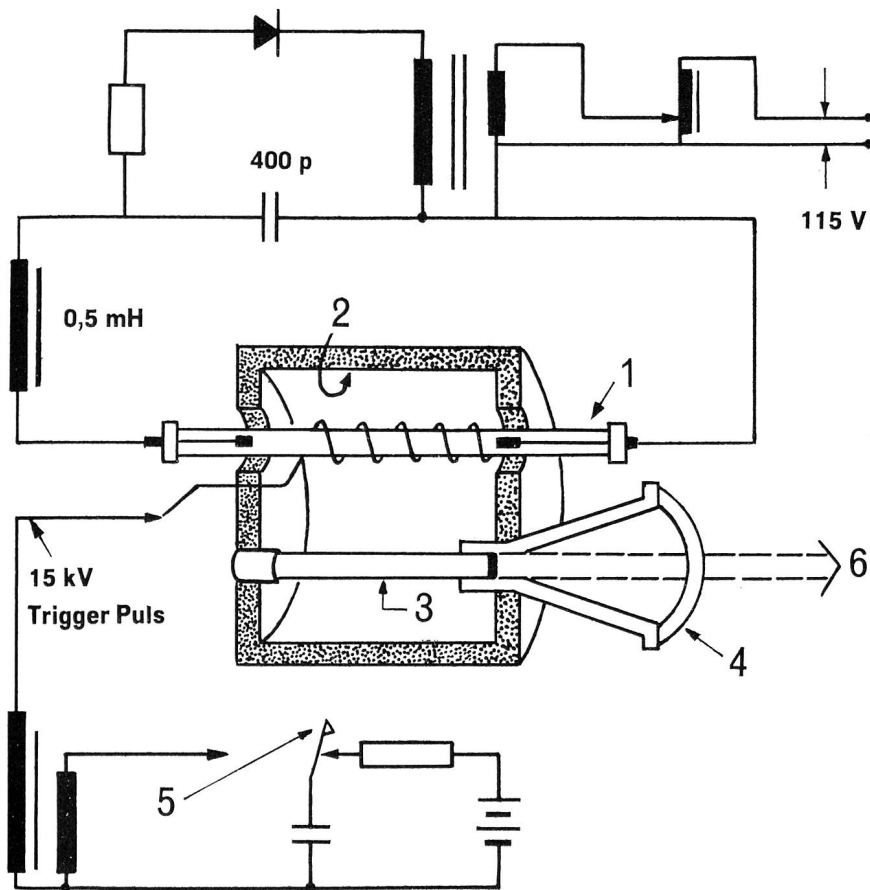


Fig. 3: Prinzip einer ausgeführten Laseranordnung

Die Blitzlichtlampe (1) von etwa 7,5 cm Länge erregt die Cr-Atome im Rubin auf einen höheren Energiezustand. Bei ihrem Zurückfallen erzeugt sie stark kohärentes Infrarotlicht. Der elliptische Zylinder (2) ist zwecks besserer Reflexion innen verspiegelt. Der Rubinstab (3) ist etwa 6,5 cm lang und 0,6 cm im Durchmesser und wird von einem Halter (4) im Zylinder fixiert. Mit Hilfe des Ein-Ausschalters (Abzugshahn 5) werden die Lichtimpulse (6) freigegeben (nach Reytheon).

delten kontinuierlichen Lichtstrahl zu erzeugen, mit nur $\frac{1}{500}$ der für Rubin-Laser nötigen Pumpleistung. In beiden Fällen sind die Kristallionen in Kalziumfluoride eingelagert, indem sie etwa mit 0,01 % die Kalziumionen ersetzen.

Folgende Ausführungen von IBM sind bekannt geworden:

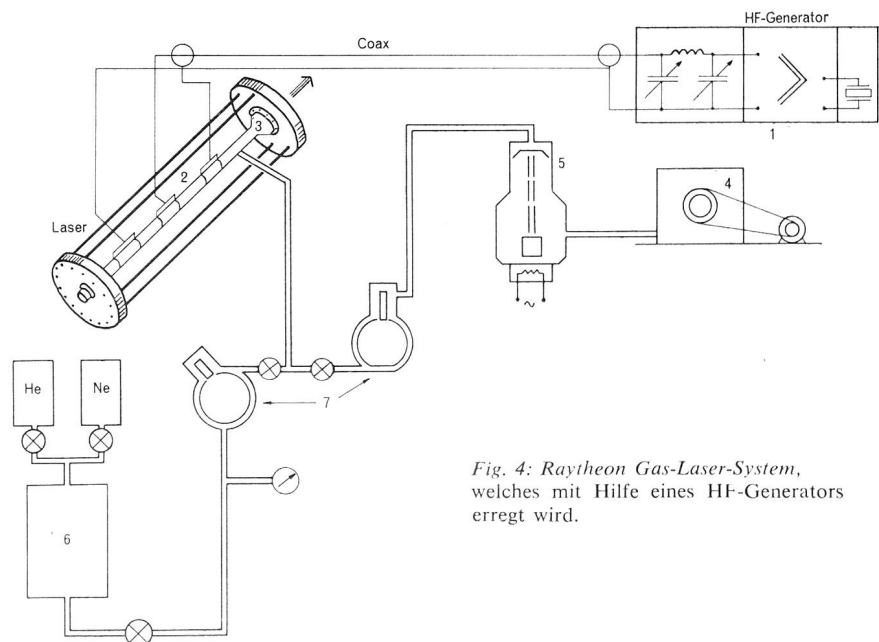
CaF_2 (mit 0,1 % Sm) im Spektralbereich von 7082 Å

CaF_2 (mit 0,05 % Uranionen) im Spektralbereich von 25 000 Å.

Vielversprechend ist auch die jüngste Entdeckung eines neuen Materials durch die Bell Lab. Es handelt sich hierbei um Neodymium in Kalziumbleierz mit der Emissionslinie im photographierbaren Teil des Infrarotlichtes (10 600 Å). Der damit erhaltene Laser arbeitet mit einer Eingangsleistung von nur 5 Joules bei Raumtemperatur [11].

Bemerkenswert ist der von Javan & Benett in den Bell Labor. entwickelte sog. Gas-Laser [6, 7] mit dem ein

kontinuierlicher Betrieb möglich ist und der den Vorteil besitzt, dass er ohne äussere Pumpquelle auskommt. Der kontinuierliche Betrieb bietet die Möglichkeit, den Gas-Laser für den Nachrichtenverkehr auszubauen, mit



dem Vorteil, damit Millionen neuer Nachrichtenkanäle zu gewinnen. Die theoretischen und physikalischen Zusammenhänge sind beim Gas-Laser noch komplizierter. Es sei nur erwähnt, dass hierbei Neon- und Heliumgas verwendet wird, wobei die He-Atome den Cr-Ionen im Rubin entsprechen und das Blitzlicht durch die Ne-Atome ersetzt wird, welche die He-Atome durch Kollision auf die verschiedenen Energieniveaus heben. Man kann dabei 5 verschiedene Hauptenergieniveaus unterscheiden. Dementsprechend erhält man auch 5 verschiedene Wellenlängen, von denen diejenige von 11 530 Å die leistungsstärkste und wichtigste ist. Auch hier kommt eine Lichtverstärkung durch mehrmalige Reflexion zwischen den beiden verspiegelten Endplatten zustande. Von Vorteil bei allen Gas-Lasern ist ihre geringe Wärmeentwicklung, die speziell für kontinuierlichen Betrieb günstig ist. Dagegen ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die mit Rubin-Laser möglichen hohen Energien zu erreichen.

Bild 4 zeigt die Prinzipanordnung eines von Raytheon gebauten Gas-Lasers.

Der He-Ne Gas-Laser wird hier mit einem HF-Generator (1) mit einer Leistung von ca. 50 W bei 28 MHz erregt (eine grössere Leistung als 80 W und eine geringere als 10 W bewirken keine Erregung). Die Laser Entladungsröhre (2) ist etwa 1 m lang und mit einer Mischung von He bei 1 mm Torr Druck und Ne mit 0,2 mm Torr gefüllt und auf einem Gestell beste-

Fig. 4: Raytheon Gas-Laser-System, welches mit Hilfe eines HF-Generators erregt wird.

hend aus Invarstäben montiert. An beiden Enden befinden sich zwei mit einem dielektrischen Überzug (anstelle Silber) überzogene Spiegel, die genau parallel zueinander eingestellt werden und extrem eben sein müssen (besser als $1/1000 \lambda$). Der Strahl tritt über eine mit Pyrexglas abgeschlossene Vakuumkammer (3) aus. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe (4), einer Öldiffusionspumpe (5) und einer Expansionspumpe (6) wird über 2 Ne-Fallen (7) die Zufuhr von He und Ne gesteuert. Es wurden auch andere Gaskombinationen probiert wie Hg + Krypton, Hg + Zn, Soda + Casium. Vielversprechende Versuche sind noch im Gange, ihre Ergebnisse bleiben noch abzuwarten.

Anwendungen in der Kriegstechnik

Die in einem Laserstrahl gebündelte grosse Energie und die Unsichtbarkeit des Strahles, da im Infrarotspektrum liegend, eröffnen für eine Laser-Waffe weitgehende Perspektiven in der Kriegstechnik. Ausser für die Nachrichtenübermittlung im Weltraum, auf der Erde und unter Wasser können Lasersysteme zur Überwachung des Luftraumes (Laser Radar) und zur Abwehr feindlicher Flugzeuge und Raketen wie auch Bodenziele eingesetzt werden. Diese «Todesstrahlen», im wahrsten Sinne des Wortes, sind heute bereits ernst zu nehmende Realitäten in der Ost-West-Auseinandersetzung. Zwar bedarf es noch weiterer intensiver Entwicklung, vor allem nach höherer Leistung hin und Vereinfachung des Systems. Die mit Prototypen erzielten Leistungen und Ergebnisse waren bereits vielversprechend. So gelang es im Vorjahre mit einer von den Bell

Labor. gebauten Apparatur innerhalb 0,5 ms in einen Kohleblock ein Loch zu brennen, wobei eine Temperatur von 8000°C gemessen werden konnte. Mit einem Hochleistungs-Rubin-Laser der Trident Corp. konnten in gepulster Schussfolge von 4 Imp./s bei starker Bündelung 2 mm Stahlplatten durchlöchert werden.

Leider wird der Strahl in der Atmosphäre stark gedämpft. Man denkt daher daran, Laser-Stationen auf hohe Berge oder in gesteuerte Satelliten zu setzen und damit wirksame Abwehrsysteme gegen feindliche Raketen und Flugzeuge zu schaffen. Im luftleeren Raum lässt sich ein Laserstrahl praktisch unbegrenzt weit schiessen.

Eine mit Laser-Todesstrahlen ausgerüstete Flab-Bodenstation wurde von der Minneapolis Honeywell Corp. ungefähr nach Bild 5 projiziert. Zunächst wird das feindliche Luftziel in einem *Mikrowellen Grob-Verfolgungsradar* (1) festgehalten. Dieses steuert dann ein *optisches Präzisionsradar* (2), welches einen Laser verwendet. Ein derartiges Weitstrecken-Radarsystem, sog. COLIDOR, wurde von der Hughes Aircraft bereits zu hoher Vollkommenheit entwickelt [8, 9]. Es arbeitet nach dem klassischen Radarprinzip, nach dem die Verzögerung zwischen Signal und Echo zur Entfernungsmessung verwendet wird, dabei die ausserordentlich starke Bündelung und Richtwirkung des Lichtes ausnützend. Der verwendete Messstrahl hat eine Winkelweite von unter $1'$ und eine enorm hohe Helligkeit (10^{12} mal grössere Spektralhelligkeit als die Sonne). Durch Einbau optischer Filter lassen sich störende Sonneneinflüsse ausschalten, so dass Weit-

strecken-Radarmessungen auch bei Tageslicht möglich sind.

Das Präzisionsradar steuert das eigentliche *Todesstrahl-System* (3) über eine automatische Regelzentrale (4) mittels Servosystem hoher Geschwindigkeit. Der Puls Radarstrahl hoher Energie wird von dieser auf den verwundbarsten Punkt der feindlichen Rakete gelenkt und hier kurzzeitig festgehalten, so lange, bis der Raketenkopf gezündet ist und die Rakete verbrennt. Selbst wenn die Rakete oder das feindliche Flugzeug Ausweichbewegungen machen würde, genügt es bereits, einige Löcher in die Tragflächen in Sekundenschnelle zu brennen, so dass der Flugkörper zum Abtrudeln käme. Im Falle von Luftkämpfen, bei denen es nötig wird, zwischen Freund und Feind zu unterscheiden, kann ein bereits entwickeltes Identifizierungssignal angewendet werden. Das Stromversorgungsgerät (5) für Laser und Radar wird mit etwa 100 kW zu bemessen sein. Man kann auch noch ein Frühwarnradar bei (6) anschliessen, wie es beispielsweise bei der amerikanischen BMEWS-Warnkette der Fall ist.



Fig. 6: Laser-Panzerfaustwaffe im Einsatz, zur Abwehr feindlicher Panzer

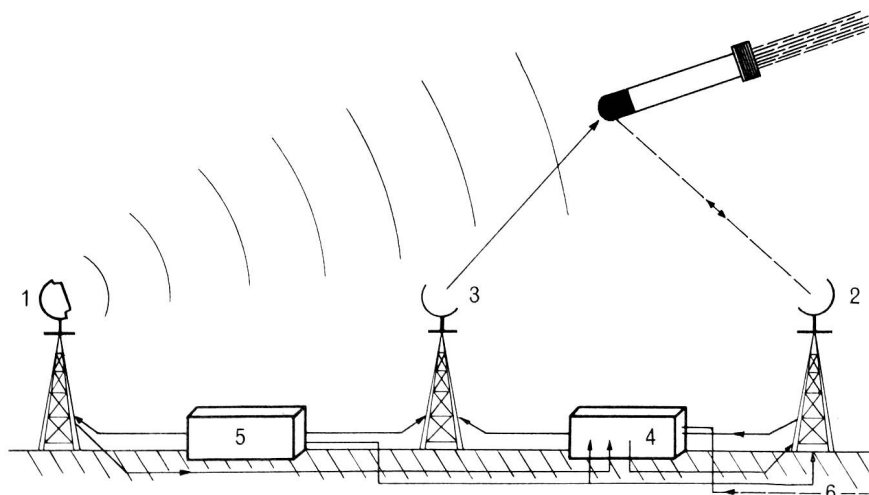


Fig. 5: Laser-Antiraketenabwehrsystem

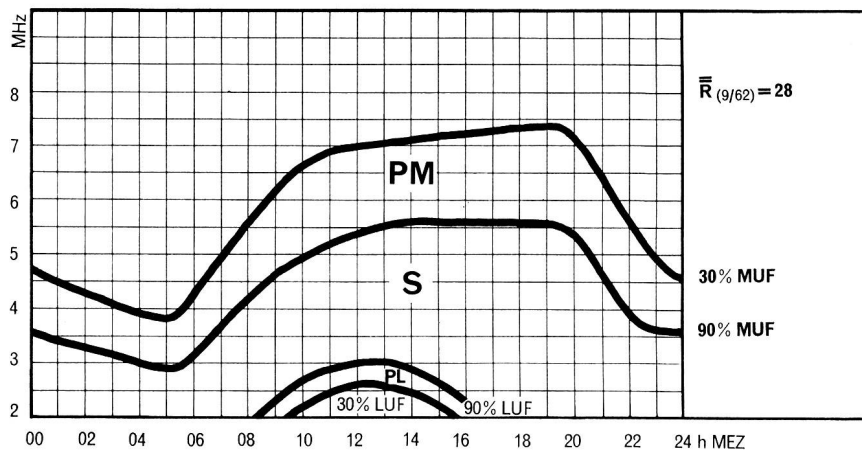
Auch für den Bodeneinsatz sind bereits Vorschläge für geeignete Laser-Todesstrahlwaffen gemacht worden [10, 12]. Die Martin-Orlando-Werke in den USA sind dabei, eine Art Panzerfaust für den Bodeneinsatz zu entwickeln (Bild 6), welche von einem Schützen getragen und abgefeuert werden kann. Man könnte hierbei, da die Reichweiten nicht so gross sein müssen, auch Gas Laser verwenden. Diese neue Seitenwaffe könnte beispielsweise aus einer mit He gefüllten Kammer und einem starken Bündelungssystem bestehen. Durch Betätigen eines Abzugshahnes würde eine kleine Miniaturpumpe eingeschaltet werden, welche Ne in genau dosierter Menge in die Kammer bringt. Mit Hilfe einer Zielvorrichtung (Fernrohr)

würde dann die Waffe auf die verwundbarste Stelle des feindlichen Zieles z. B. eines Panzers gerichtet und dieser etwa durch Zündung seiner Munition zum Ausbrennen gebracht werden. Dabei besteht das Unheimliche der neuen Waffe darin, dass sie vollkommen lautlos und unsichtbar arbeitet und es daher schwer möglich ist, den Schützen auszumachen. Für grössere Entfernungen wird besser mit Festkörper Laser und Impulsstrahl gearbeitet. Auch mit diesem sind bereits Versuchsausführungen sehr kompakten Aufbaues in Vorbereitung. Vieles ist noch im Fluss und im Anfangsstadium der Entwicklung. Vor allem gilt es, noch wirksamere Maser-Materialien hoher Energieausbeute, bei geringstmöglicher Erregung zu finden, um weitreichende Strahlen hoher Wärmeentwicklung, also grosser Feuerkraft, bei gedrängter Bauart zu erhalten. Jedenfalls ist in nächster Zukunft mit Überraschungen auf diesem Gebiet zu rechnen. Sowohl in den USA als auch in Russland (hier mit äusserster Geheimhaltung) wird den Laserwaffen-Projekten Vorrang eingeräumt. *Hüb.*

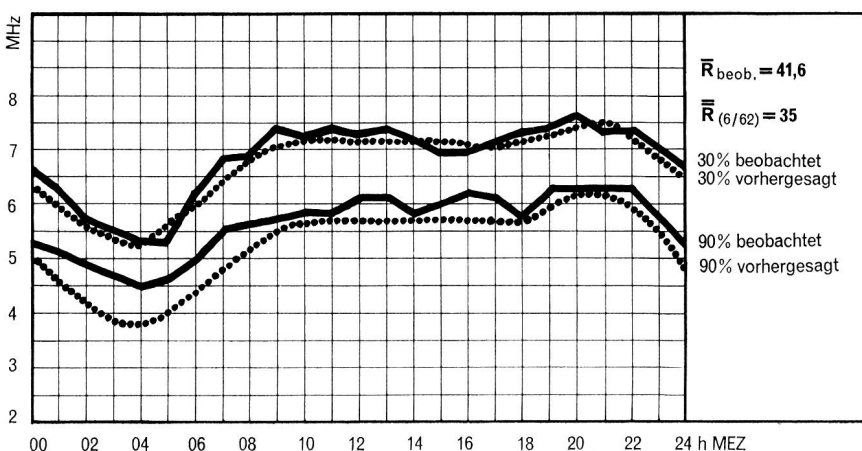
Literatur:

- [1] J. P. Gordon, H. J. Zeiger and C. H. Townes: Phys. Rev., 99, p. 1,264, 1955.
- [2] N. Bloembergen: Phys. Rev., 104, p. 324, 1956.
- [3] A. L. Schawlow and C. H. Townes: Phys. Rev., 112, p. 1,940, 1958.
- [4] T. H. Maiman: Optical Maser Action in Ruby, Nature, 187, p. 493, 1960.
- [5] T. H. Maiman: Optical and Microwave-Optical Experiments in Ruby, Phys. Rev. Lett., June, 1960.
- [6] A. Javan, W. R. Bennett and D. R. Herriott: Phys. Rev. Lett., 6, p. 106, 1961.
- [7] A. Javan, R. Bennett, Dr. Herriott: Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing a He Ne mixture. Physic Review Letters Vol. 6 No. 3, Febr. 1961, p. 112—14.
- [8] L. Stith, J. Woodburg, H. Morse: Optical ranging system uses Laser transmitter. Electronics, April 21, 1961, p. 51—53.
- [9] C. G. Dacey, Bell Tel. Lab.: Light a new communication medium Control Engin. Sept. 1961, p. 147—151.
- [10] S. Vogel, L. H. Dulberger: Lasers, Devices and Systems. Electronics, Oct. 27, 1961. Reprint.
- [11] Bell Tel. Labor.: Progress in Laser Development. New Electronic Design Oct. 25, 1961, p. 5782.
- [12] Minneapolis Honeywell: Antimissile Kill Systems. Electronics, Oct. 13, 1961, p. 151.

MUF-Vorhersage für September 1962



MUF-Beobachtungen, Juni 1962



Bedeutung der Symbole

Wählt man für eine Verbindung auf Kurzwellen innerhalb der Schweiz die Arbeitsfrequenz so, dass sie in den Bereich S fällt, so ist die Verbindung als sicher zu beurteilen (unter Vorbehalt von drei gestörten Tagen).

In den Bereichen PM und PL ist die Wahrscheinlichkeit für eine sichere Verbindung naturgemäss geringer.

Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PM, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-MUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine tiefere Arbeitsfrequenz gewählt werden.

Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PL, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-LUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine höhere Arbeitsfrequenz gewählt werden.

\bar{R} = beobachtete monatliche Relativzahl der Sonnenflecken

\bar{R} = gleitendes Zwölfmonatsmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen

Explication des symboles

Si l'on choisit pour une transmission sur ondes courtes sur territoire suisse une fréquence de travail qui se trouve dans la région centrale S du graphique, on peut considérer la liaison comme sûre (sauf en cas de perturbation pendant trois jours).

Dans les régions PM et PL du graphique, la probabilité d'obtenir une liaison sûre est naturellement moins grande.

Si la fréquence de travail se trouve dans la région PM, la probabilité est plus grande que la MUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: diminuer la fréquence de travail.

Si la fréquence de travail se trouve dans la région PL, la probabilité est plus grande que la LUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: augmenter la fréquence de travail.

\bar{R} = nombre relatif mensuel observé des taches solaires

\bar{R} = moyenne glissante de douze mois des nombres relatifs mensuels des taches solaires.

Das Fernmeldewesen ist eines der grössten Sorgenkinder der britischen Streitkräfte. Nachdem immer mehr ehemalige britische Kolonien selbständige Staaten werden, gehen die in diesen Gebieten gebauten Funkstationen verloren. Unterseekabel können von Schiffen und Unterseebooten gestört werden. Forward-Scatter-Systeme können durch Kernexplosionen in grosser Höhe zerstört werden. Seit neun Monaten befassen sich Spezialisten der Streitkräfte, des Wehrministeriums und der Industrie mit diesem Pro-

blem. Nunmehr ist anzunehmen, dass England ein System von Fernmelde-Satelliten für die Übermittlung militärischer Informationen zwischen England und den Staaten des Commonwealth ins Auge fasst. Was den Abschluss der Fernmeldesatelliten betrifft, so dürfte England voraussichtlich amerikanische Trägerraketen Thor und Atlas kaufen oder aber die britische Lenkwaffe Black Knight verwenden. Als Abschussbasen kämen die Weihnachts- oder Himmelfahrts-Inseln in Frage.