

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 11

Artikel: Fernsehübertragung mit Laser-Strahlen
Autor: Maus, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916604>

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: 04.02.2026

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

Fernsehübertragung mit Laser-Strahlen

Von G. Maus, Ulm (Donau)

621.397.2 : 621.375.029.6 : 535.2

Die Notwendigkeit der Nachrichtenübermittlung wächst von Jahr zu Jahr und wird wahrscheinlich zukünftig noch beschleunigt werden. Die augenblicklichen Übertragungsmethoden scheinen dagegen aber einen Grenzpunkt erreicht zu haben. Es müssen folglich neue Methoden entwickelt werden, die dem wachsenden Nachrichtenbedarf genügen. Die Erfindung des Lasers eröffnet nun die Möglichkeit, infrarote oder optische Wellenlängen für Nachrichtenverbindungen und Fernsehen zu verwenden, so dass damit ein ungeheurer zusätzlicher Bereich von Wellenlängen zur Verfügung steht. Auch die Forderung nach höherer Bandbreite kann durch höhere Trägerfrequenzen erfüllt werden.

Stellt man sich vor, dass ein Laser eine Trägerfrequenz von $2,5 \cdot 10^{14}$ Hz erzeugt, so könnten mit Hilfe eines einzigen Laserstrahles etwa 40 Millionen Fernsehkanäle zu je 5,5 MHz Breite übertragen werden. Leider hat nun diese Entwicklung für Übertragungen auf der Erde durch starke Absorption durch Sauerstoff, Kohlendioxyd und durch Streuung an Wasserdampf und Staubpartikel schwerwiegende Nachteile, durch die sie wahrscheinlich nur für den Raum brauchbar sein wird. Aber trotz der eben geschilderten Mängel und Schwierigkeiten hat es nach Entwicklung verschiedener brauchbarer Modulations- und Demodulations-Systeme nicht an Überlegungen und Versuchen gefehlt, die verschiedenen Laser-Entwicklungen für Fernseh-Übertragungen bis auf einige Hundert Meter einzusetzen.

Die ersten Versuche wurden mit Edelgas-Lasern bei einer Wellenlänge von 6328 Å durchgeführt (Fig. 1). Dieser Laser erzeugt einen kontinuierlichen kohärenten Strahl, der durch einen speziell entwickelten Modulator geführt wird, welcher durch eine Unterträgerfrequenz von 3 GHz mit Hilfe einer Wanderwellen-Röhre angeregt wird. Das aktive Element dieses Modulators ist

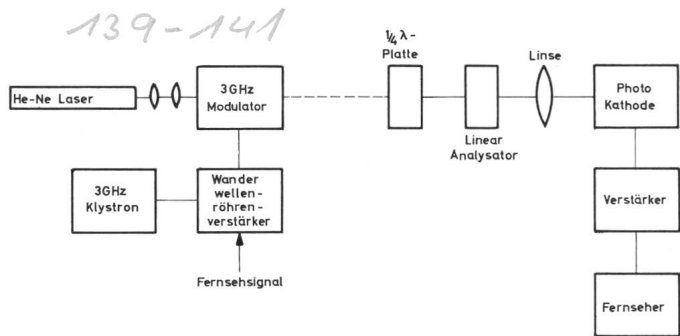


Fig. 1
Edelgas-Laser für Fernseh-Übertragung

ein KDP (Kalium-Dihydrogen-Phosphat)-Kristall, der einen guten Durchlassbereich von 2000 bis 15 000 Å hat. Ausserdem benötigt dieser Kristall etwa nur $\frac{1}{10}$ der Spannung, die für eine Pockels-Zelle notwendig ist, so dass damit die Wärmeenerzeugung ganz erheblich herabgesetzt wird. Dieser Kristall erzeugt eine polarisierte Modulation des Laser-Strahles. Auf der Empfänger-Seite geht der Strahl durch eine $\frac{1}{4}$ λ-Platte zu einem Linear-Analysator und einer Linse, die den Strahl auf eine Wanderwellen-Röhre fokussiert, in welcher der normale Elektronen-Emitter durch eine Photo-Kathode ersetzt wurde. Das übertragene Bild wird mit einem gewöhnlichen Fernseh-Empfänger sichtbar gemacht.

Ein weiteres Verfahren nutzt die Auskoppelmodulation aus. Der Vorteil wäre, dass eine breitbandige Modulation mit einer geringen Steuerleistung möglich ist; der Nachteil aber, dass der Modulator sehr erschütterungsempfindlich ist. Bei diesem Verfahren (Fig. 2) wird die sichtbare Linie eines Edelgas(He-Ne)-Lasers benutzt. Diesem Laser-Strahl wird das Fernseh-Signal mit Hilfe eines Hilfsträgers (55,2 MHz) und eines KDP-Kristalles aufmoduliert. Der KDP-Kristall liegt bei dieser Anordnung innerhalb des Resonators und zwar in der Nähe des stärker gekrümmten Spiegels. Die Demodulation des optischen Signals geschieht durch eine Silizium-Photodiode, deren Ausgangsspannung nach Verstärkung in einer rauscharmen Transistorstufe auf 189,25 MHz transponiert wird. Dieses Signal wird dann an den Anten-

neneingang eines normalen Fernsehgerätes gelegt. Ohne nennenswertes Rauschen und ohne sichtbare Verzerrungen konnte das Signal übertragen werden.

Die Versuche der Übertragung mit einem Gas-Laser haben den Nachteil, dass für diese eine zusätzliche und komplizierte Modulations-Einrichtung entwickelt werden musste, während die

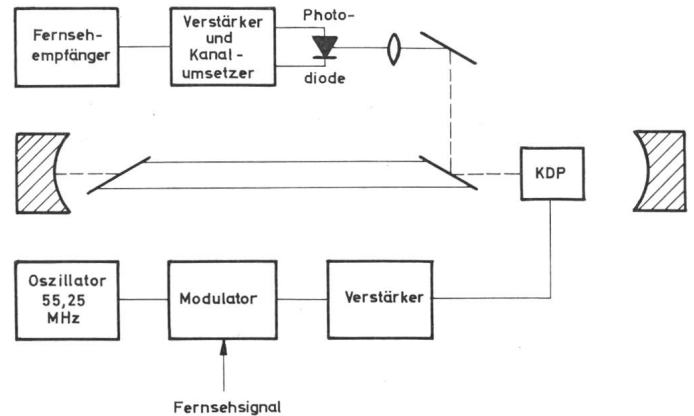


Fig. 2
Auskoppel-Verfahren für die Fernsehübertragung

Modulation bei Dioden-Lasern relativ einfach ist. Daher fehlt es nicht an Versuchen, solche Dioden, z. B. GaAs-Dioden, einzusetzen. Bei einer Entwicklung arbeitet eine solche bei 77 °K Kühlung und einer Wellenlänge von 8600 Å. Die Bandbreite beträgt etwa 100 MHz, also ausreichend für ca. 20 Fernsehkanäle. Die Modulation kann durch Veränderung des Dioden-Stromes erzeugt werden, und damit kann folglich auch der Ausgangsstrahl moduliert werden. Auf der Empfängerseite befand sich eine Vervielfacher-Photodiode, die im Gebiet von 8500 Å ihre grösste Empfindlichkeit aufwies, und führte das empfangene Video-Signal einem Verstärker und Sichtgerät zu. Fig. 3 zeigt das Schaltschema eines speziell entwickelten Video-Treibers, der den Dioden-Strom auf 500 mA moduliert. Mit dieser Einrichtung können Übertragungen nicht nur bei Nacht oder spätem Nachmittag durchgeführt werden, sondern auch bei hellstem Tageslicht unter Verwendung eines geeigneten Filters vor der Vervielfacher-Photodiode.

Ein weiteres bekannt gewordenes Verfahren benutzt ebenfalls eine Diode, die aber unterhalb des Schwellwertes arbeitet. Der Aufbau der Versuchseinrichtung entsprach etwa der eben besprochenen Einrichtung. Die erreichte Übertragungsstrecke erreichte aber nur etwa 20 m. Ein neueres Verfahren benutzt ebenfalls eine GaAs-Diode für den Sender und ein Newtonsches Teleskop, das an Stelle des Okulars mit einem Vervielfacher ausgerüstet ist. Mit einer Eingangsleistung von 1 A wurde eine Ausgangsleistung von 5 mW bei einer Wellenlänge von 9000 Å er-

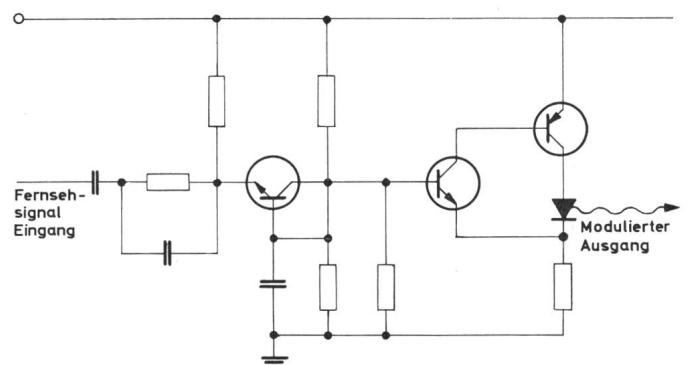


Fig. 3
Schaltschema eines Video-Treibers

reicht. Die Reichweite bei diesem Versuch betrug etwa 1,5 km. Eine grössere Reichweite könnte zweifelsohne bei Kühlung der Diode und höherem Eingangsstrom erreicht werden. Aber nicht nur für die Bildübertragung hat man Versuche durchgeführt, sondern auch für die Bildaufnahme. Für einen Versuchs-Aufbau benutzte man ebenfalls einen Edelgas-Laser mit 15 mW Ausgang, dessen scharf gebündelter Strahl durch eine schnelle Bewegung den Gegenstand abtastet. Diese schnelle Bewegung des Strahles wird durch Vieleck-Prismen für das Zeilen- und Bild-Ablenksystem bewerkstelligt. Für die Zeilenablenkung wird ein Prisma mit 16 Flächen benutzt, das mit 60 000 U./min rotiert; für die Bildablenkung wird ein 24flächiges Prisma mit 150 U./min verwendet. Das durch den Gegenstand reflektierte Licht wird von einem 11stufigen Vervielfacher mit einer speziellen Kathode aufgefangen, einem Verstärker und einem anschliessenden gewöhnlichen Fernseh-Empfänger zugeführt. Störendes Nebenlicht wird durch ein spezielles Spektral-Filter beseitigt. Da diese Kamera angeblich Dunst und Nebel durchdringen kann, ist sie als Landehilfe für Leichtflugzeuge und für Nebenflugplätze vorgesehen. Durch die schnelle Bewegung des Strahles ist er für das menschliche Auge unsichtbar und kann dadurch auch als Überwachungsgerät bei Diebstahlssicherungen eingesetzt werden.

Bei allen Verfahren spielt die Empfindlichkeit eine wichtige Rolle, die durch das Signal zu Rauschverhältnis begrenzt wird und das besonders auf der Empfängerseite. Diese Begrenzung kann aber auch durch Ausdrücke der entsprechenden Rausch-

temperatur ausgedrückt werden. Bei den interessierenden Frequenzen erscheint die Quanten-Natur der Strahlung als die sichtliche Rauschtemperatur des Träger-Signals und zwar von 50 °K am infraroten Ende bis $5 \cdot 10^8$ °K am ultravioletten Ende des Spektrums. Externes Sonnenlicht und sonstiges umgebendes Licht erzeugen ebenfalls ein gewisses Rauschen. Da die optischen Übertragungs-Systeme hauptsächlich im infraroten Ende arbeiten werden, muss darauf geachtet werden, dass die Leistungs-Erfordernisse und das Quantenrauschen in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen.

Literatur

- [1] S. Weber: Laser Beam carries TV Video and Audio. Electronics 36(1963)8, S. 28...29.
- [2] R. H. Rediker et al.: Gallium-Arsenide Diode sends Television by Infrared Beam. Electronics 35(1962)40, S. 44...45.
- [3] C. J. Peters et al.: Laser-Television System Developed with off-the Shelf-Equipment. Electronics 38(1965)3, S. 75...78.
- [4] M. Becker et al.: Eine Anlage zur Übertragung von Videosignalen mit einer GaAs-Diode. Nachrichtentechnik 15(1965)9, S. 343...346.
- [5] J. R. McDermott: Transmitters and Receivers for Optical Communications. Space Aeronautics 39(1963)6, S. 98...106.
- [6] G. Schiffner und O. Hintringer: Internal Modulation of a He-Ne Laser with Television Signal. Proc. IEEE 53(1965)2, S. 172...173.
- [7] D. Buhl und L. Spinazze: A Practical Infrared TV-System. Electronic Industries 25(1966)1, S. 48...52.

Adresse des Autors:

Dr. Georg Maus, Telefunken AG, Elisabethenstr. 3, Ulm (Donau) (Deutschland).

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen des SC 59A und des SC 59D vom 7. bis 12. März 1966 in Paris

SC 59A. Appareils de cuisine, à moteurs

Le Sous-Comité 59A s'est réuni à Paris les 10, 11 et 12 mars 1966 en vue d'examiner le document 59A(Secrétariat)1: Projet de recommandations de la CEI pour la mesure des caractéristiques relatives à l'aptitude à la fonction des machines à laver la vaisselle électriques, ainsi que les projets formulés par les différents comités nationaux. Quatorze pays étaient représentés à cette réunion. M. D. W. Lynch, U.S.A., assumait la présidence. La délégation suisse était composée de 4 membres du SC 59A du CE 59 du CES.

Le projet de recommandations pour la mesure à l'aptitude des machines à laver la vaisselle avait originalement été préparé par les U.S.A. D'une façon générale ce projet a été reconnu par la majorité des délégations inapproprié aux conditions européennes. Le président précise également que le projet en question s'était avéré inadéquat aux Etats Unis, mais avait été proposé comme base de discussion à défaut de tout autre document valable.

Le Sous-Comité décide d'aborder en premier les points importants du projet repoussant à plus tard l'examen des définitions par exemple. Grâce à cette procédure et à l'efficacité de la présidence, de rapides progrès ont pu être réalisés.

En résumé, les décisions suivantes ont été prises:

a) La capacité nominale d'une machine a été définie dans l'esprit de la proposition française ainsi que de la nôtre. C'est-à-dire qu'une «tablee» doit être le nombre de couverts qu'une certaine machine peut contenir, avec en plus des plats et ustensiles de services dont les dimensions varient en fonction du nombre de couverts.

b) Le nombre et la dimension des objets faisant partie d'un couvert et des «pièces de services» (plats, ustensiles, etc...) ont été définis. La liste des couverts au projet U.S.A. a été remaniée en rajoutant principalement une assiette à soupe ϕ 240 et en réduisant le ϕ de l'assiette plate à 240. Cette modification rend la liste des couverts compatibles avec la pratique européenne et correspond à peu de chose près à notre proposition ainsi qu'à celle de la France.

c) La liste de «pièces de services» proposée par la France a été acceptée pratiquement dans son intégralité et tombe dans le cadre de notre proposition.

d) En ce qui concerne les salissures et les procédés d'application, le Président informe les délégués que l'Agricultural Research Service of the United State Dept. of Agriculture, avait effectué un travail considérable pour mettre au point une méthode d'essai et qu'en con-

séquence la méthode originalement proposée ne devrait plus être prise en considération. Une brochure donnant tous les détails sur les essais effectués par le U.S. Dept. Agriculture et sur la méthode préconisée à été distribuée par le délégué du Royaume-Uni et a permis aux membres des autres délégations de se faire une première idée sur la façon sérieuse et systématique dont ces travaux avaient été entrepris. Après examen de ce document les délégués décident à l'unanimité d'adopter ce nouveau projet comme base de discussion et proposent d'étudier cette méthode en effectuant des essais pour lesquels le président s'engage à fournir aux délégations les produits nécessaires.

e) Au paragraphe 4.2.3 du projet original spécifiant que la température de l'eau introduite dans la machine doit être maintenue à 60 °C, d'autres conditions sont prévues pour les machines alimentées en eau froide, ainsi que pour celles alimentées soit en eau froide, soit en eau chaude.

f) Le type de détergent devant être utilisé pour les essais a été longuement discuté, certains délégués étant en faveur d'un détergent standard, d'autres en faveur du détergent recommandé par le constructeur. Une solution de compromis a été adoptée en spécifiant un détergent standard à moins que le constructeur ne spécifie un détergent spécial. En ce qui concerne le détergent «Standard» un petit groupe de travail dont la présidence sera assumée par le Royaume-Uni étudiera ce problème particulier. La France et l'Allemagne seront les deux autres membres de ce groupe.

g) Tous les autres points du projet U.S.A. original ont été étudiés en détails à l'exception des définitions paragraphe 2 et de l'évaluation des résultats d'essais paragraphes 4.2.4.

A part le travail très positif effectué par le Sous-Comité en vue de mettre au point une méthode appropriée pour la mesure de l'aptitude à la fonction des machines à laver la vaisselle, les contacts avec les spécialistes de tous pays permettent de tirer de nombreux enseignements et de faire le point concernant le niveau de notre propre technique par rapport à celle des pays étrangers; de ces échanges de vue nous avons relevé les points suivants:

a) Si les Etats Unis apportent tant d'intérêt à l'élaboration d'une telle spécification internationale, c'est probablement que ces derniers veulent imposer à leur industrie des essais qui tiendront compte des exigences européennes pour que leurs machines soient compétitives sur notre marché. On sent qu'ils veulent éviter l'échec qu'ils ont essuyé dans nos pays avec leurs machines à laver le linge, qui jusqu'ici restent mal adaptées à nos besoins.

b) En Europe le domaine de la machine à laver la vaisselle s'oriente selon deux tendances distinctes. D'une part les Allemands