

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 67 (1976)

**Heft:** 20

**Rubrik:** Technische Mitteilungen = Communications de nature technique

### **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:** 16.01.2026

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

## 2 Elektrische Energie-Technik und -Erzeugung Technique et production de l'énergie

### Mikrowellenenergie aus einem Weltraum-Satellitenkraftwerk

621.311.029.6 : 629.783  
[Nach William N. Agosto: Microwave power: a «far out» system? IEEE spectrum 13(1976)5, S. 48...50]

Die Aussichten auf Verwirklichung eines Satellitenkraftwerkes von mehreren tausend MW, dessen Energie als Mikrowellen zu erdgebundenen Antennen abgestrahlt wird, scheinen zukunftsreicher als je zu sein. Aufgrund von Untersuchungen der Universität Princeton, USA, liesse sich eine Satellitenanlage im Weltraum zur Hauptsache aus Rohmaterialien aufbauen, die man auf dem Mond gewinnen und weiter verarbeiten würde.

Dieses Verfahren böte den Vorteil, dass – infolge der bedeutend geringeren Gravitation des Mondes sowie des Vakuums – bei kontinuierlicher elektromagnetischer Katapultierung des gewonnenen Mondmaterials nur ca. 5 % der Energie aufzuwenden wären, die man zum Abschiessen der gleichen Nutzlast von der Erde aus benötigen würde. Damit könnte auch eine der grössten Schwierigkeiten bewältigt werden, welche durch die ungeheuren Beförderungskosten von der Erde verursacht würden. Zur Verarbeitung der Kraftwerkbestandteile in einer mondnahen Fabrikationsstätte würde Solarenergie benützt. Vom Herstellungsort aus müsste das Kraftwerk in einen erdsynchronen Umlauf in 35 800 km Erddistanz gebracht werden.

Die einem solchen Projekt zugrunde liegenden Gedankengänge bilden Gegenstand von Studien der NASA und der ERDA. Für die zu schaffenden Technologien wäre während der nächsten 25 Jahre mit Aufwendungen von mehreren Milliarden Dollars zu rechnen. Bei Vorversuchen gelang die Übertragung einer Mikrowellenleistung von 30 kW auf 1,6 km Distanz mit 82,5 % Wirkungsgrad.

Auf Erzeugerseite könnten aus Sonnenstrahlensammlern gespeiste Heliumturbinen mit Turbogeneratoren eingesetzt werden, deren Gleichstrom mit Hilfe von in die Sendeantenne eingebauten Stromrichtern in Mikrowellenstrom umgeformt wird. Das vorhandene Vakuum erlaubt für die Elektronenemission Metallkathoden ohne zusätzliche Heizung und Betriebstemperaturen von 300 °C.

Auf Empfängerseite wäre für eine Leistung von 5000 MW eine Antennenanlage im Umkreis von 7,5 km vorzusehen. Die heute bekannten Systeme erlauben im Zentrum eine Strahlungsintensität von ca. 1000 W/m<sup>2</sup> vorzusehen, die gegen die Randbezirke rasch bis auf etwa 10 W/m<sup>2</sup> abnimmt. US-Normen lassen für Personen maximal 100 W/m<sup>2</sup> zu.

*Bemerkungen des Referenten:* Trotz der weit fortgeschrittenen Technologie in der Ausrüstung und Bedienung von Weltraumsatelliten erscheint das Projekt reichlich abseitig und als Beitrag zu einer Zukunftslösung der Energieversorgung unrealistisch. Dies gilt insbesondere für eine exterrestrische Herstellung von Kraftwerkkomponenten in Anbetracht der ungeheuer grossen, zu bewältigenden Schwierigkeiten.

M. Schultze

### Pumpspeicherwerke in Nordamerika

621.311.21 (71+73); 621.221.4  
[Nach IEEE Committee Report: Survey of pumped storage projects in the United States and Canada to 1975. IEEE Transactions PAS 95(1976)3, S. 851...858]

Die von einer Fachgruppe des IEEE bearbeitete, ausführliche Übersicht enthält in einer ersten Haupttabelle eine Reihe von technischen Angaben über die in den USA und in Kanada im Betrieb oder im Bau befindlichen Pumpspeicherwerke. Bei jedem Werk sind u. a. angegeben der Standort, der Eigentümer, die Anzahl der Maschinen, die Hauptdaten von Pumpe/Turbine und von Generator/Motor sowie das jeweils gewählte Anlaufverfahren für die Pumpen.

Der Bau von Pumpspeicherwerken ist in Nordamerika eine Entwicklung der neueren und neuesten Zeit. Nach einer im Jahre 1929 erstellten ersten Anlage mit rund 30 MW kamen erst in den Jahren 1954 bis 1960 drei weitere Pumpspeicherwerke in Betrieb. In den 10 Jahren von 1961 bis 1970 folgten bereits 13, in den 5 Jahren von 1971 bis 1975 aber 11, zum Teil sehr grosse Anlagen. Im Jahre 1976 waren insgesamt 7 weitere Pumpspeicherwerke im Bau, wovon 4 Anlagen im Leistungsbereich zwischen 1000 und 1800 MW pro Werk.

Die Tendenz nach ganz grossen und leistungsfähigen Anlagen ist noch ausgeprägter bei den in einer zweiten Tabelle aufgeführten Projekten, die sich zum Teil bereits im behördlichen Genehmigungsverfahren befinden. In den USA und Kanada sind derzeit insgesamt 16 weitere Pumpspeicherwerke mit einer Gesamtleistung von rund 18 000 MW projektiert. Die beiden kleinsten Projekte haben «nur» je 500 MW pro Werk, während 8 Projekte im Bereich von rund 1000 MW pro Werk liegen. An der Spitze stehen vier Projekte mit Leistungen zwischen 1600 MW und 2100 MW pro Werk. Die Förderhöhe der projektierten Werke liegt bei 7 Anlagen unter 300 m, bei 6 Anlagen zwischen 300 und 400 m, und bei drei Werken im Bereich von 500 resp. 700 m.

Bemerkenswert ist vielleicht auch, dass in fünf neueren Pumpspeicherwerken die maschinelle Ausrüstung (Pumpe/Turbine und/oder Motor/Generator) von japanischen Firmen geliefert worden ist.

P. Troller

## 3 Elektrische Maschinen – Machines électriques

### Einphasen-Asynchronmotoren mit veränderlichem Kippmoment

621.313.333.025.1  
[Nach N. Srb und S. Car: Einphasen-Asynchronmotoren mit veränderlichem Kippmoment. Elektrik 30(1976)4, S. 196 und 197]

Gewisse Nachteile, welche Einphasen-Asynchronmotoren oft aufweisen, können durch umschaltbare Wicklungen eliminiert werden. So kann man mittels der Wicklungsumschaltung in Anlauf- und Betriebsschaltung das Anzugsmoment erhöhen. Bei der Anlaufschaltung wird das Anzugsmoment durch ein erhöhtes Übersetzungsverhältnis grösser. Der für diesen Zweck eingeschaltete Anlaufteil der Wicklung besteht aus 1...3 Spulen, mit denen die Windungszahl der Hilfsphase erhöht wird.

Ein anderer Nachteil der Einphasen-Asynchronmotoren, das kleine Kippmoment, kann durch Änderung der Impedanz der Haupt- und der Hilfsphase behoben werden, indem ein Wicklungsteil nach Bedarf entweder der Haupt- oder der Hilfsphase zugeordnet wird.

Die technischen Lösungen des neuen Motortyps mit umschaltbaren Wicklungen sind zwar noch ungenau und kostspielig, doch besteht kein Zweifel, dass das Problem wirtschaftlich gelöst werden kann.

Einphasen-Kondensatormotoren mit veränderlichem Kippmoment können in folgenden Fällen gut verwendet werden:

- In Netzen mit grossen Spannungsänderungen, wo durch den umschaltbaren Wicklungsteil die Induktion im Motor auch bei verringerter Spannung unverändert bleibt.

- In Netzen mit zwei verschiedenen Spannungen kann die umschaltbare Wicklung bei beiden Spannungen die gleichen Betriebseigenschaften gewährleisten.

- In Netzen mit verschiedenen Frequenzen (z. B. 50/60 Hz) kann die Motorleistung bei der höheren Frequenz durch die Wicklungsumschaltung verbessert werden. Immerhin muss man beachten, dass beim Übergang auch die Kondensatorkapazität verändert werden muss.

E. Schiessl

### 13 Elektronik, Röntgentechnik, Computers Electronique, radiologie, ordinateurs

#### Industrielle Anwendungen der Laser

621.375.826 : 681.7.069.24  
[Nach M. A. Maas: The industrial laser – a special tool for special needs, Electronics 49(1976)9, S.89...96]

Die besonderen Eigenschaften des Lasers als einer Quelle monochromen, kohärenten Lichtes von hoher Intensität und geringer Streuung finden vielseitige Anwendung auf verschiedenen Gebieten der Industrie und Technik. Es werden hauptsächlich Gaslaser verwendet, und zwar meistens die Helium-Neon-Laser (Wellenlänge 0,6118...3,381  $\mu\text{m}$ , Leistung bis 150 mW) und die Kohlendioxid-Laser (Wellenlänge 9,2...10,8  $\mu\text{m}$ , Leistung bis 60 kW).

Die He-Ne-Laser kleiner Leistung (2...5 mW) werden vielfach bei der Materialprüfung in der Maschinenindustrie und beim Zusammenbau von grösseren Einheiten, wie Turbinen u. dgl. verwendet. Sie ermöglichen eine schnelle und zuverlässige Produktkontrolle bei Massenfertigung sowie, im Zusammenhang mit Prozessrechnern, eine sehr wirksame Steuerung der Produktionsprozesse, z. B. in der Papierindustrie und in Blechwalzwerken.

Die wichtigsten Anwendungen der Laser höherer Leistung, vorwiegend der CO<sub>2</sub>-Laser (etwa 1...5 kW), umfassen Bohren, Schneiden und Schweißen von Metallen. Ferner werden solche Laser zur gezielten und örtlich beschränkten Wärmebehandlung von Metallteilen verwendet, was in gewissen Fällen beträchtliche Vorteile bietet. Es wird dadurch z. B. eine besondere Oberflächenbehandlung, wie Härten ermöglicht. Dank der gezielt konzentrierten Wärmeeinwirkung wird die Verformung der behandelten Metallteile vermieden, so dass eine sonst notwendige Nachbehandlung überflüssig wird.

Von anderen Gaslaserarten seien noch erwähnt: der Helium-Kadmium-Laser (Wellenlänge 0,325...0,4416  $\mu\text{m}$ , Leistung bis 50 mW), der u. a. in Schnelldruckern der Digitalrechenanlagen Verwendung findet, und der Argon-Laser (0,3511...0,5145  $\mu\text{m}$ , bis 10 W), verwendet in der Holographie.

Unter den Festkörperlaser ist wohl die grösste Bedeutung dem Gallium-Arsenid-Laser beizumessen, und zwar für die Entwicklung zukunftssträchtiger Übertragungssysteme im Fernmeldewesen.

J. Fabijanski

### 15 Elektrische Nachrichtentechnik – Télécommunications

#### Informationstechnik und industrielle Entwicklung

621.39  
[Nach P. D. Shapiro: Telecommunications and Industrial Development, IEEE Trans. Com. 24(1976)3, S. 305...311]

Die industrielle Entwicklung einer Nation steht zu Inhalt und Qualität ihres Informationssystems in enger Beziehung. Dies wurde auf weltweiter Basis des öfteren statistisch belegt durch den Vergleich des Prokopfeinkommens oder des Bruttosozialproduktes mit der Telefondichte als Mass für den Stand der Informationstechnik. Für die Planung eines Nachrichtensystems sind seine technische Leistungsfähigkeit, das Angebot an nachrichtentechnischen Einrichtungen und die Tarifstruktur von wesentlicher Bedeutung.

Zunächst muss die Netzdichte ein gewisses «kritisches» Mass erreichen, was erfordert, dass ein wesentlicher Teil von Geschäfts- oder Wohnvierteln an das Telefonnetz angeschlossen ist. Probleme ergeben sich bei der Versorgung ländlicher Gegenden, denn auf lange Sicht gesehen wird die Landflucht häufig noch gefördert durch die Unzulänglichkeit des Telefondienstes auf dem Lande. Deshalb sollte die Einrichtung eines ländlichen Telefondienstes mit Vorrang behandelt werden, und zwar in Verbindung mit anderen Planungsaufgaben, welche die

Erreichung einer Dezentralisation ziviler und militärischer Verwaltungsstellen zum Ziele haben.

Bei der Auswahl der Betriebssysteme müssen Nummernsystem, Routenpläne, Kapazität (einschliesslich Spitzenbelastung) usw. so angelegt sein, dass sie für 15 bis 20 oder mehr Jahre ausreichen. Für die Beschaffung nachrichtentechnischer Einrichtungen verdient auch das rasche Fortschreiten der Technik, beispielsweise auf dem Sektor der Mikrowellen- und Kabelsysteme, besondere Beachtung.

Die Tarifstruktur ist in der Hand des Planers von Nachrichtensystemen eine sehr veränderliche Grösse, besonders hinsichtlich Erfassung von fixen und variablen Kosten; sie kann aber auch wesentlich zu einer Diskriminierung unter den verschiedenen Gruppen der Abonnenten beitragen. Jedenfalls ist es entscheidend für die industrielle Entwicklung, dass die Vorzüge, die in einer durchdachten Tarifstruktur enthalten sind, klar und offen daliegen, und dass sie mit den Zielen der industriellen Entwicklung zusammenfallen.

E. Müller

#### Fortschritte im Nachrichtensatellitenwesen

621.396.946 : 629.783  
[Nach S. Astrain: De «Early Bird» à «Intelsat-IV A» (dix ans de croissance), Journ. télécom., 43(1975)XI, S. 672...677]

Seit der Gründung der internationalen Organisation Intelsat für die Entwicklung und den Betrieb von Nachrichtensatelliten 1964 sind auf diesem Gebiete innerhalb von ungefähr 10 Jahren ganz beträchtliche Fortschritte erzielt worden. Vom ersten, im Jahre 1965 in regelmässigen Betrieb genommenen, erdstationären Satelliten Intelsat-I (Early Bird) bis zu Intelsat-IV A, eingesetzt 1975, ist das Gewicht dieser Satelliten pro Einheit etwa 20mal, die Kapazität auf das 25fache und die Lebensdauer mehr als 4mal angestiegen, die von den Teilnehmern erhobenen Gebühren indes auf etwa ein Viertel gesunken. Gleichzeitig wurden die Investitionskosten der damit zusammenhängenden Bodenstationen, deren bereits 115 in 64 Ländern im Betrieb stehen, auf beinahe ein Drittel je Station gesenkt. Die nachstehende Tabelle I enthält die wichtigsten Angaben über die sich folgenden Satellitengenerationen.

Entwicklung der Nachrichtensatelliten

Tabelle I

Intelsat:	I	II	III	IV	IV A
Jahr der Inbetriebnahme	1965	1967	1968	1971	1975
Kapazität (Anzahl Kanäle) *)	240 TF oder 1 TV	240 TF oder 1 TV	1200 TF oder 4 TV	4000 TF oder 12 TV	6000 TF oder 20 TV
Gewicht (kg)	38,6	86,5	151,8	731,8	826,7
Lebensdauer (Jahre)	1,6	3	5	7	7
Jahresgebühr pro Kanal (in 1000 \$)	32	20	20	15	8,5

\*) TF: Fernsprechkäle, TV: Fernsehkanäle

Die zunehmende Verwendung von stark bündelnden Sendantennen mit gegen Erde gerichteter Strahlung hat wesentlich zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Satelliten beigetragen. Eines der Hauptziele der weiteren Entwicklung ist es, mit den Nachrichtensatelliten die gleiche Übertragungsqualität und Zuverlässigkeit wie mit den erdgebundenen Systemen zu erreichen.

J. Fabijanski