

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 43 (1965)

Heft: 1

Rubrik: Verschiedenes = Divers = Notizie varie

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: 13.01.2026

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

Verschiedenes – Divers – Notizie varie

Bau einer Telephonkabelanlage auf den Gipfel des Schilthorns (2970 m ü. M.)

621.315.23(23)

Im Jahre 1959 traten die Initianten einer Luftseilbahn Stechelberg–Gimmelwald–Mürren–Schilthorn mit ihrem Projekt zum erstenmal vor die Öffentlichkeit. Die Schilthornbahn will die linke Seite des Lauterbrunnentals vermehrt dem Verkehr erschliessen.

Das Lauterbrunnental mit den weltbekannten Kurorten Mürren und Wengen liegt im Zentrum des Berner Oberlandes. Seit mehr als 100 Jahren übt dieses seine ungebrochene Anziehungskraft auf den nationalen und internationalen Fremdenverkehr aus. Mit dem Bau der Schilthornbahn erhält auch das abseits gelegene Bergdorf Gimmelwald eine ganzjährige Verbindung. Die Bahn will aber auch Mürren zum weiteren Aufschwung verhelfen. Moderne Hotelbauten sind dort geplant, und der Bau privater Ferienhäuser hat einen ungeahnten Aufschwung genommen.

Die technische Planung dieser Luftseilbahn stellte den Projektverfassern verschiedene Probleme. Zweistöckige Kabinen mit einem Fassungsvermögen von 100 Fahrgästen werden gleichzeitig auf den gleichlangen Teilstrecken Stechelberg–Gimmelwald und Gimmelwald–Mürren verkehren. Die dritte Sektion führt von Mürren (1680 m ü. M.) nach Birg (2670 m ü. M.), während die vierte Sektion von Birg zur Endstation auf den Gipfel des Schilthorns (2970 m ü. M.) führen wird. Mit einer Länge von insgesamt 6966 m handelt es sich um die längste Luftseilbahn Europas. Sowohl auf Birg als auch auf dem Gipfel des Schilthorns ist die Erstellung je eines modernen Bergrestaurants geplant.

Das Schilthorn ist im Sommer Ausgangspunkt lohnender, abwechslungsreicher Wanderungen über Alpweiden und durch Wälder. Im Winter werden neue Pisten verschiedener Schwierigkeitsgrade zu den längsten Abfahrten des Berner Oberlandes zählen.

Im Januar 1963 stellte sich für die Kreistelephondirektion Thun erstmals die Frage der Behandlung der zu erwartenden Telephonanschlussbegehren. Um einen möglichst guten Telephonbetrieb zu gewährleisten, wurden mehrere Anschlüsse und Kassier-

stationen in Stechelberg, Mürren, auf Birg und dem Gipfel des Schilthorns gewünscht. Gleichzeitig wurden auch verschiedene Leitungsbegehren zur Abwicklung des betriebsinternen Telephonverkehrs der Luftseilbahn gestellt.

Ein *erstes Studium* galt somit, ausser der Wahl des Automaten-typs und dessen Standort, der Frage der notwendigen zu erstellen-den Kabelanlage

Die wirtschaftlichste Lösung schien vorerst die Montage eines selbsttragenden Kabels über die Eisenmasten der Luftseilbahn zu sein. Verschiedene Berechnungen, die unter Beizug von Spezialisten einer Kabelfabrik gemacht wurden, liessen jedoch sehr bald von einer solchen Lösung absehen. Die Gründe lagen vor allem in den grossen Mastabständen (bis zu 2000 m) und dem sich daraus ergebenden Durchhang des Kabels. Damit hätte die Gefahr der

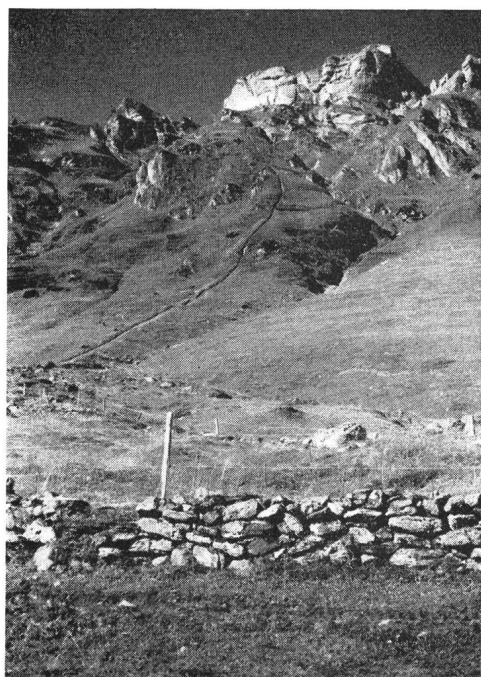
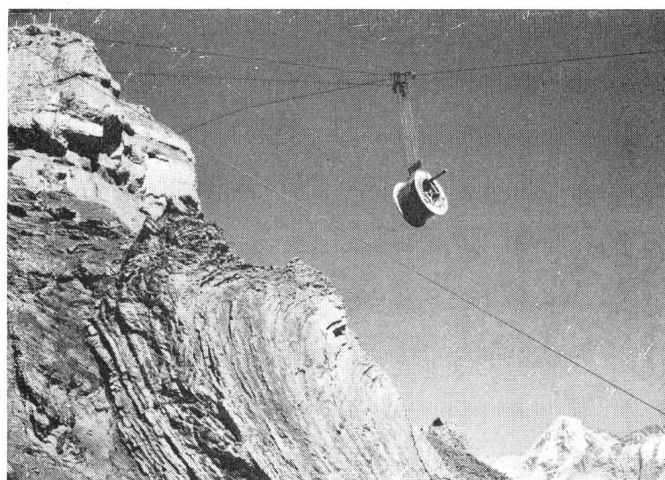


Fig. 1

Kabeltrasse vom Schilttal bis Birg. Auf der Felskuppe ist die im Bau befindliche Station Birg sichtbar

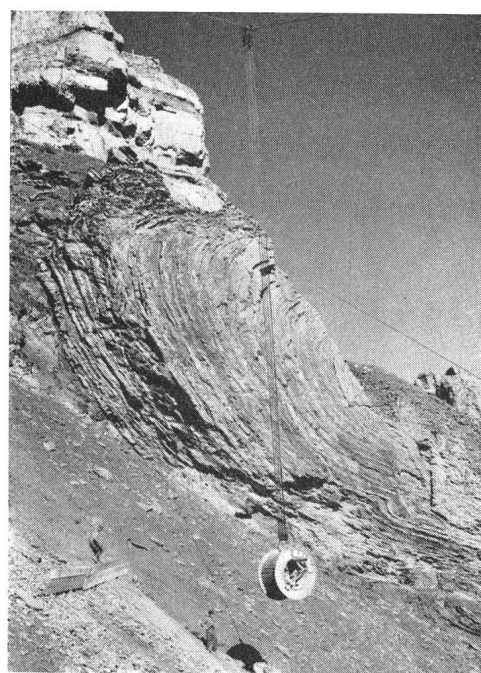


Fig. 2 und 3

Transport der Telephonkabelrollen mit einer besondern Seilbahn vom Birg nach den Depotplätzen im Steilhang



Fig. 4

Kabelzug am Steilhang vom Birg in Richtung Schilttal

Verwicklung mit dem Zug- und Trageil der Luftseilbahn bestanden; ausserdem hätten sich auch grosse fabrikationstechnische Probleme bei der Kabelherstellung ergeben. Deshalb musste von dieser Ausführung abgesehen werden.

Ein weiteres Studium galt dem Projekt einer vom Bahntrasse unabhängig zu erstellenden Mastenleitung zur Aufhängung eines selbsttragenden Kabels. Grosse Bedenken verschiedener Art liessen aber auch von einer solchen Ausführung absehen, musste es sich doch nicht nur darum handeln, die Anlage zu bauen, sondern auch die grösste Betriebssicherheit zu gewährleisten. Fragen der Zugänglichkeit zu jeder Jahreszeit zwecks Behebung allfälliger Störungen – auch im Winter, bei schlechtesten Witterungsverhältnissen, bei tiefem Schnee und möglicher Lawinengefahr –, liessen eine solche Ausführung unzweckmässig erscheinen.

Verschiedene Gründe führten dann dazu, dass sich die Schilthornbahn AG genötigt sah, eine Abwasserleitung vom Birg nach Gimmeln zu erstellen. Dies brachte auch für uns die Lösung des Problems, umso mehr als gleichzeitig auch die Verlegung eines Hochspannungskabels von Mürren nach dem Birg in das gleiche Projekt einbezogen wurde.

Gemeinsame Absprachen und Trassestudien brachten schliesslich die gute Lösung eines gemeinsamen Grabens, in den neben- einander das Hochspannungskabel, die Abwasserleitung (aus Plastrohr) und das Telephonkabel verlegt werden konnten.

Nun liess sich an die weitere *Detailprojektierung* herantreten. Voran war die Grösse des Telephonkabels zu bestimmen. Die reinen Bedürfnisse für den Bahnbetrieb und die Restaurants waren bald bekannt; schwieriger gestaltete sich die Frage der künftigen allgemeinen Entwicklung und der sich daraus ergebenden weiteren Anschlussbegehren, etwa für Skilifte oder Sportveranstaltungen, einschliesslich der Möglichkeit der Übertragung von Rennen durch die Eurovision.

All diese Überlegungen führten zur Wahl eines Kabels mit $60 \times 2 \times 1$ -mm-Adern von Mürren nach Birg, und eines Kabels mit $40 \times 2 \times 1$ -mm-Adern als Weiterführung vom Birg nach dem Schilthorn. Intern gestaltete sich die Aderaufteilung wie folgt:

20 Aderpaare für die Amtsanschlüsse der PTT-Betriebe,

10 Aderpaare für die Zweigtelephonanschlüsse der Schilthornbahn AG und

30 Aderpaare für bahneigene Leitungen.

Bei der Wahl der Kapazität des Kabels wurde auch berücksichtigt, dass die Grab- und Verlegungsarbeiten ein Mehrfaches der Kabelkosten betragen werden.

Weitere Studien und Berechnungen befassten sich mit der Einhaltung der Übertragungsbedingungen und vor allem auch den zu treffenden Schutzmassnahmen, wobei der Gefährdung des Kabels durch Blitzschläge grösste Bedeutung zukam. Berechnungen und Messungen machten ein Spezialkabel mit folgendem Aufbau nötig:

Aderbündel – Kupfermantel – Eisenbänder – Kupfermantel – Bleimantel – PVC-Isolation und FF-Armatur.

Damit waren die technischen Erfordernisse geklärt und es galt nun, den finanziellen Teil, das heisst die Kostenverteilung festzulegen. Auf Grund der besonderen Verhältnisse wurde mit der Schilthornbahn AG im wesentlichen vereinbart, dass sie sämtliche Grab- und Maurerarbeiten sowie die Verlegungskosten und die zum Schutze des Kabels gegen Blitzschläge und Überspannungen entstehenden zusätzlichen Fabrikationskosten voll zu übernehmen habe. Die Kosten des reinen Kabels dagegen wurden entsprechend der Aderpaarbelegung aufgeteilt.

Im Verlaufe des Sommers konnte mit dem Bau der Anlage begonnen werden. Auch die *Wahl des Trasses* war in diesem sehr steilen, felsigen und nur schwer zugänglichen Terrain nicht einfach. Besonders Birg prangt wie eine uneinnehmbare Festung auf einem Felsen, der Richtung Mürren über mehr als 50 m senkrecht abfällt. Eine Möglichkeit der Kabelzuführung ergab sich durch das Schilttal unter Benützung einer Felsrunse im obersten Teil des Birg (Figur 1). Der Graben selbst musste zum grössten Teil, besonders im Steilhang, aus dem Fels herausgesprengt werden, wozu hunderte von Sprengladungen notwendig waren. Im Blick auf die mitzuverlegende Abwasserleitung und das Hochspannungskabel galt es auch, auf eine minimale Überdeckung zu achten.

Bei der Bestellung unserer Telephonkabel mussten bereits verschiedene Besonderheiten berücksichtigt werden: Vorerst waren die einzelnen Längen, die das Gewicht und die Grösse der Kabelhaspel bestimmten, auf die Tragkraft und das Fassungsvermögen der Werkseilbahn Mürren–Birg abzustimmen. In Birg musste für die Deponierung der Rollen ein eigener Lagerplatz hergerichtet werden. Von dort aus wurden sie dann mit einer extra zu diesem Zweck erstellten Seilbahn (Figuren 2 und 3) in den Steilhang, nach einem in den Fels gesprengten Depotplatz, befördert. All diese Transportmassnahmen verlangten ständige, grösste Aufmerksamkeit, denn schon das kleinste Abrutschen oder Abrollen barg grösste Unfallgefahr in sich oder hätte den Verlust wertvollen Materials bedeutet. Besondere Vorbereitungen erforderte auch der Kabeleinzug. Die Kabelrollen wurden zu diesem Zweck auf Birg beziehungsweise auf dem im Steilhang hergerichteten Depotplatz aufgestellt und die Kabel sorgfältig über den Hang hinuntergezogen (Figur 4). Infolge des kuppigen Geländes fehlte zum Teil eine direkte Sicht- und Sprechverbindung zwischen den einzelnen Zuggruppen, ein Nachteil, der mit dem Einsatz von Kleinfunkgeräten behoben



Fig. 5

Sicherung der Kabel und der Abwasserleitung im Steilhang gegen Abrutschen durch Spezialmuffen

wurde. Da ferner das Trasse zum Teil eine Neigung bis zu 80% aufweist, musste auf das unmittelbare Festbrücken geachtet werden. Hierzu wurden besondere Halter angefertigt und im Abstand von mehreren Metern auf der Grabensohle in den Fels eingelassen (Figur 5). Zum Schutze der Anlage, besonders gegen Steinschlag, galt es, die Spleiss- und Lötarbeiten unmittelbar vorzunehmen, um den Graben sofort zudecken zu können.

Aber auch im unteren Teil der Anlage, das heisst von Mürren bis Schiltalp, hatte man verschiedene Schwierigkeiten zu meistern,



Fig. 6

Mühevoller Transport des Kabelmaterials auf Gebirgspfaden ins Schiltalp

wie das Passieren eines Rutschgebietes und den Transport der schweren Kabelhaspel auf schmalsten Strässchen und über grosse Steigungen, was zum Teil den Einsatz von zwei geländegängigen Fahrzeugen und einer Seilwinde erforderte. Das erste Fahrzeug und die Seilwinde dienten dabei als Zugmaschinen, während das zweite gleichzeitig noch die Rolle zu transportieren hatte (Figur 6).

Es bleibe auch nicht unerwähnt, dass die beiden Fahrzeuge, um sie von Lauterbrunnen nach Mürren transportieren zu können, zerlegt werden mussten, da sie als Ganzes das Fassungsvermögen der Bahn überschritten hätten.

Die Arbeiten im Teilstück Mürren-Birg gehen der Vollendung entgegen und werden im Sommer 1965 auf der Strecke Birg-Schilthorn fortgesetzt.

Das Erstellen solcher Anlagen schliesst viele besondere Probleme in sich, es gestaltet sich gleichzeitig aber auch technisch wie organisatorisch äusserst interessant. Th. Schneiter, Thun



Fig. 7

Kabelzug mit Zugmaschine

Das Fürstentum Liechtenstein erhielt eine Telexzentrale

654.145:621.394.346(436.48)

«Die Inbetriebnahme einer Telexzentrale in einem Lande bedeutet immer ein erfreuliches Ereignis, legt sie doch indirekt Zeugnis ab von einer blühenden, sich stark entwickelnden Wirtschaft. Denn der Telexdienst mit seinen Möglichkeiten der unmittelbaren fernschriftlichen Korrespondenz über alle Länder und Meere hinweg ist spezifisch auf die Bedürfnisse moderner Handels- und Industrieunternehmen mit weltweiten Beziehungen zugeschnitten.» Mit diesen Worten begann dipl. Ing. F. Locher, der Chef der Telefon- und Telegraphenabteilung der Generaldirektion PTT, seine Ausführungen an der regionalen Pressekonferenz, die am 3. November 1964 von der Fürstlich-liechtensteinischen Regierung zusammen mit den schweizerischen PTT-Betrieben aus Anlass der Inbetriebnahme der ersten Telexzentrale in Vaduz stattfand. Er spielte damit auf die stürmische Entwicklung des privaten Fernschreibdienstes an, die dieser im Lande Liechtenstein in den letzten Jahren genommen hatte, und worüber auch Kreistelephondirektor H. Mädler, St. Gallen, schon bei der zuvor stattgefundenen Besichtigung der neuen Zentrale gesprochen hatte.

Im Mai 1951 wurde in Schaan der erste Telexteilnehmer des Fürstentums an die Telexzentrale St. Gallen angeschlossen. Die Nachfrage nach Anschlüssen und der Verkehr stiegen bald derart an, dass 1958 ein erstes und bereits 1961 ein zweites Wechselstromtelegraphie-System (für je 24 Anschlüsse) zwischen Vaduz und St. Gallen eingerichtet werden musste. Da auch diese Telexanschlüsse sehr rasch (Oktober 1964) voll belegt waren, verein-

barten die liechtensteinische Regierung und die schweizerischen PTT-Betriebe rechtzeitig den Bau einer landeseigenen Telexzentrale in Vaduz, um mit ihr den Anschluss weiterer Telexteilnehmer zu ermöglichen und die kostbaren Leitungen zwischen Vaduz und St. Gallen besser auszunützen. Die neue Zentrale konnte am 31. Oktober termingerecht dem Betrieb übergeben werden.

An die neue Telexzentrale Vaduz, die im ehemaligen Postamt untergebracht wurde, können nun 100 Abonnenten angeschlossen werden; ausserdem besteht die Möglichkeit eines weiteren Ausbaues auf die doppelte Kapazität. Als sogenanntes Endamt wickelt Vaduz seinen gesamten Verkehr über das Knotenamt St. Gallen ab. Zu diesem Zweck sind die beiden Zentralen über 18 Kanäle eines Wechselstromtelegraphie-Systems miteinander verbunden. Die technischen Ausrüstungen der Vaduzer Zentrale entsprechen jenen schweizerischer Zentralen gleichen Typs. Sie bestehen im wesentlichen aus einem Speisestromkreis je Teilnehmeranschluss und einem zentralisierten Taxierungssystem für die Ausscheidung und Erfassung der Gebühren. Da gemäss «Postvertrag» aus dem Jahre 1921 dem Lande Liechtenstein die aus dem abgehenden Verkehr stammenden Gebühren zufallen, dieses aber die Auslandgebühren, die für seinen Verkehrsanteil von der Schweiz an fremde Verwaltungen bezahlt werden müssen, wieder verrechnet bekommt, sind im Endamt Vaduz besondere Ausland-Zeitähler eingebaut worden. Sie dienen dazu, bei den automatischen

internationalen Verbindungen die Anzahl verbrauchter Zeiteinheiten nach den verschiedenen Bestimmungsländern festzuhalten und die für die internationale Abrechnung erforderlichen Unterlagen zu liefern.

Der in Liechtenstein mit dem PTT-Ressort betraute Regierungschef-Stellvertreter, J. Büchel, konnte in seiner an die Besichtigung anschliessenden offiziellen Begrüssung den Präsidenten der Generaldirektion PTT, dipl. Ing. G. A. Wettstein, den Chef der TT-Abteilung, dipl. Ing. F. Locher, und den Direktor der Kreisteledirektion St. Gallen, H. Mädlar, im Ländle willkommen heissen. Herr Büchel kam in seinen Ausführungen auch auf die gewaltige Entwicklung der Industrie und verwandter Wirtschaftszweige des Landes während der letzten 20 Jahre zu sprechen, die ihren Niederschlag in einer gleichgerichteten Entwicklung der öffentlichen Dienste gefunden habe. Daher hätten auch die Generaldirektion der schweizerischen PTT-Betriebe und die Liechtenstein betreuende Kreisteledirektion St. Gallen in diesem Zeitraume für Liechtenstein vor allem im Sektor Telefon und Telex zum Teil sehr grosse Probleme zu lösen gehabt, wie Verkabelung, Vermehrung der Verbindungsleitungen, Erweiterung der bestehenden Zentralen und Bewältigung der sehr rasch sich vermehrenden Anschlüsse usw. Der Regierungschef-Stellvertreter sprach sodann allen Beteiligten, im besonderen den schweizerischen Fernmeldebetrieben, den Dank für die sorgfältige Betreuung und Förderung des liechtensteinischen Nachrichtenwesens aus. Sowohl die PTT als auch die Regierung des Fürstentums Liechtenstein wüssten, fuhr er fort, dass mit der Errichtung der eigenen Telexzentrale in Vaduz wohl ein Abschnitt beendet sei, aber noch lange nicht alle vorliegenden Wünsche und Forderungen erfüllt werden konnten. Vor rund fünfzehn Jahren habe man anlässlich der Automatisierung des Telefons geglaubt, im Lande für lange Zeit genügend Anschlussmöglichkeiten zu schaffen. Die grosszügige Planung von damals sei aber durch die seitherige Entwicklung durchkreuzt worden und heute sei es so, dass rund hundert geforderte Anschlüsse wegen fehlender Zuleitungen oder besetzter Zentralen einstweilen nicht ausgeführt werden können. Ein erster Schritt zur Besserung der Verhältnisse sei mit der Erweiterung der Zentrale Vaduz, der die Post habe weichen müssen, getan worden. Weitere würden in nächster Zeit unternommen.

In einer kurzen Antwortrede gab der Präsident der Generaldirektion PTT, dipl. Ing. G. A. Wettstein, seiner Freude über die freundschaftlichen und herzlichen Beziehungen zwischen dem Fürstentum und der Schweiz Ausdruck. Er beglückwünschte Liechtenstein zu seinem Entschluss, den internationalen Organisationen – Weltpostverein (UPU), Internationaler Fernmeldeverein (UIT) und Europäische PTT-Konferenz (CEPT) – beizutreten, wo es als vollwertiges Mitglied Sitz und Stimme geniesse.

Die Schweiz erachte es aber als ihre vornehme Aufgabe, die liechtensteinischen Interessen auf Wunsch auch weiterhin in all jenen Kommissionen dieser Organisationen zu wahren, in denen Liechtenstein nicht selber vertreten sein könne. Auch wiederholte Präsident Wettstein das Angebot, Liechtenstein alle Protokolle und alle Dokumente dieser Verhandlungen zur Verfügung zu stellen und gerne Auskünfte und Ratschläge zu einzelnen Punkten zu erteilen, sofern dies gewünscht werde. Er bat, dies nicht als Bemutterung, sondern als Freundesdienst und als Beistand aufzufassen. Liechtenstein stehe es völlig frei, seine Entschlüsse selber zu fassen. Der Redner betonte dann, dass sich auch die schweizerischen PTT-Betriebe über den steilen Aufstieg der liechtensteinischen Wirtschaft freuten und stiess abschliessend sein Glas auf die fürstliche Familie, Regierung und Land Liechtenstein an, denen er alles Gute wünschte und die Hoffnung aussprach, dass die Freundesbände, so eng wie sie heute geknüpft sind, in alle Zukunft geknüpft bleiben mögen.

Dipl. Ing. F. Locher blieb es, wie bereits eingangs erwähnt, vorbehalten, in seinem Referat auf die Bedeutung des Telexdienstes für die Wirtschaft und die Entwicklung des liechtensteinischen Fernschreibverkehrs einzugehen. Nach der Inbetriebnahme der neuen Telexzentrale Vaduz zähle man nun bereits 50 Teilnehmer, und weitere Anschlussbegehren liegen vor. Auf die internationale Vergleichsbasis von 100 000 Einwohnern umgerechnet, entspreche dies einer Telexdichte von über 270 Anschlüssen! Damit weise Liechtenstein die weitaus grösste Dichte aller Länder auf, gefolgt von der Schweiz mit 100 und der Bundesrepublik Deutschland mit 87 Anschlüssen. Aber auch der Telexverkehr der liechtensteinischen Abonnenten zeige einige interessante Besonderheiten, sei er doch nach dem Ausland rund siebenmal grösser als nach dem Inland (einschliesslich der Schweiz), während für unser Land das Verhältnis etwa 3 zu 1 betrage. Der betont starke Auslandsverkehr der liechtensteinischen Telexabonnenten sei also Ausdruck ihrer weltweiten Beziehungen, für die der private Fernschreibanschluss die idealen Voraussetzungen erfülle. Der Redner schloss seine Ausführungen mit der erfreulichen Feststellung, dass mit der landeseigenen Telexzentrale in Vaduz die technischen Voraussetzungen für eine gedeihliche Weiterentwicklung geschaffen worden seien.

Vor nunmehr 95 Jahren verlangte die aufstrebende liechtensteinische Wirtschaft ein rasches und sicheres Verständigungsmittel – den Telegraphen –, nicht zuletzt deshalb, um mit dem Ausland konkurrenzfähig zu bleiben. Mit dem privaten Fernschreiber und einer leistungsfähigen Zentrale in Vaduz stehen heute die modernsten Mittel zur Verfügung, deren sich die Wirtschaft bedient.

Chr. Kobelt



Unsere bei der Pressekonferenz in Vaduz gemachten Photos zeigen *links* den Regierungschef-Stellvertreter J. Büchel stehend während seiner Ausführungen sowie sitzend v. l. n. r. die Herren Direktor Mädlar, Präsident Wettstein und Abteilungschef Locher *rechts* Präsident Wettstein bei seinem Toast auf Liechtenstein

Zu den in Europa bereits bestehenden Satelliten-Bodenstationen Pleumeur-Bodou (Frankreich) und Goonhilly Downs (Grossbritannien) ist am 21. Oktober 1964 als dritte Breitbandanlage jene der Deutschen Bundespost hinzugekommen. Diese deutsche Funkstelle für Nachrichtenverbindungen über Satelliten befindet sich in Raisting, einem Bauerndorf nahe des Ammersees, etwa 45 km südwestlich von München.

Die Wahl eines geeigneten Geländes war nicht einfach. Denn der für eine Satelliten-Bodenstation zu wählende Ort soll verkehrsmässig gut zugänglich sein und mit Rücksicht auf die schweren Bauten einen tragfähigen Untergrund aufweisen. Ausserdem muss er vor bereits bestehenden Richtstrahlverbindungen und Radarstrahlungen abgeschirmt sein. Als zweckmässig kam deshalb ein muldenförmiges Gelände in Frage, das jedoch durch nicht zu hohe Bodenerhebungen den Elevationswinkel der Sende- und Empfangsantennen nicht zu stark einengen durfte. Nach umfangreichen Messungen erwies sich ein Gelände in der sogenannten Raistingener Wanne, im bayerischen Voralpengebiet, als geeignet. Der kleinste nutzbare Elevationswinkel beträgt hier drei Grad.

Das Projekt der Deutschen Bundespost sieht den Bau von vier Antennen und eines Zentralgebäudes vor. Vorerst ist jedoch nur eine Antenne sowie das Zentralgebäude errichtet worden. Die übrigen Antennen werden später in Abständen von je etwa 500 m aufgeteilt, so dass jegliche gegenseitige Beeinflussung und Abschattung vermieden wird.

Mit dem Bau der Bodenstation Raisting für den Nachrichtenverkehr über Satelliten wurde im Mai 1963 begonnen. Bei der Planung wurde von der amerikanischen Anlage in Andover ausgegangen und aus Termingründen auch der direkte Bezug einiger Geräte aus den Vereinigten Staaten beschlossen. Planung und Ausrüstung des ursprünglich auf 25 Millionen geschätzten, heute jedoch 40 Millionen DM kostenden Vorhabens wurden von der Deutschen Bundespost einer Arbeitsgruppe deutscher Firmen übertragen, die unter Leitung von *Siemens & Halske* zusammenarbeiteten. Das Haus Siemens lieferte zudem die Sender und Stromversorgungsanlagen. Die *Telefunken AG* bearbeitete im besonderen die elektrischen Steuereinrichtungen für die Antenne und die Firma *M.A.N.* war mit dem Bau der Antenne beauftragt worden. Hinzu kamen zahlreiche weitere Unternehmen für die technische Grundausrüstung, wie die Heizung, die Klimaanlage usw.

Im Gegensatz zu der im Herbst 1963 in Raisting provisorisch in Betrieb genommenen, fahrbaren amerikanischen Anlage, handelt es sich bei der endgültigen um eine Breitbandanlage, die sich jedoch von jenen in den USA, Japan, Frankreich und Grossbritannien vor allem durch die Antenne unterscheidet.

1. Die Antennenanlage

Während Andover und Pleumeur-Bodou Hornparabolantennen benützen und in Goonhilly Downs eine Parabolantenne eingesetzt wird, gelangt in Raisting das Cassegrin-Prinzip in einer Kombination von grossem Parabolspiegel mit Horneinspeisung zur Anwendung (Fig. 1 und 2).

Die einfallende Strahlung wird vom Hauptreflektor (Parabolspiegel) auf den Fangreflektor konzentriert, von dem sie über den Hornparabol zum Empfänger gelangt. Beim Senden verläuft der Strahlengang in umgekehrter Richtung. Da durch den Hornparabol eine Umlenkung um 90° stattfindet, kann die Antenne zentrisch in der Elevationsachse eingesetzt werden. Das hat den Vorteil, dass die über eine Drehkupplung angekoppelten Nachrichtengeräte nur die azimutale Schwenkung mitmachen müssen.

Die besonders hohen Aufwendungen im Antennenbau, den Empfängern und den übrigen nachrichtentechnischen Einrichtungen sind durch die Umstände bedingt, dass

- die Antenne einen nur etwa 70 cm grossen und bis zu mehreren tausend Kilometer entfernten Himmelskörper auf seiner Bahn verfolgen muss,
- sich die asynchronen Satelliten bei jedem Durchgang nur unge-

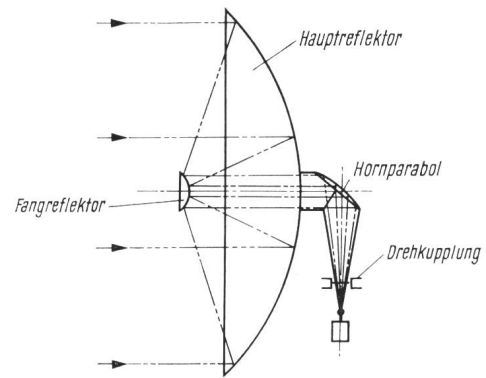


Fig. 1

Prinzip der Cassegrin-Antenne mit Hornparabolspeisung

fähr während 15...240 min im Sichtbereich der Bodenstation bewegen,

- die vom Satelliten eintreffende Energie nur etwa in der Grössenordnung von 10^{-12} Watt liegt.

Der Aufwand setzt bereits bei der *Antennenkonstruktion* ein. Die Antenne hat bei einer Gesamthöhe von 32 m einen Spiegeldurchmesser von 25 m und ist für sehr scharfe Strahlenbündelung gebaut. Die erzielte Halbwertbreite von nur $0,2^\circ$ lässt sich dadurch aufrecht erhalten, dass die Form der Antenne unverändert bleibt. Die Antennenkonstruktion musste daher so starr gehalten werden, dass die Verformung an den Rändern der 580 m^2 grossen Parabolfläche höchstens 2 mm, in der Spiegelmitte sogar nur 0,5 mm betragen darf. Dabei sind ausser den Herstellungstoleranzen die bei der Schwenkbewegung unter Einwirkung der Gra-

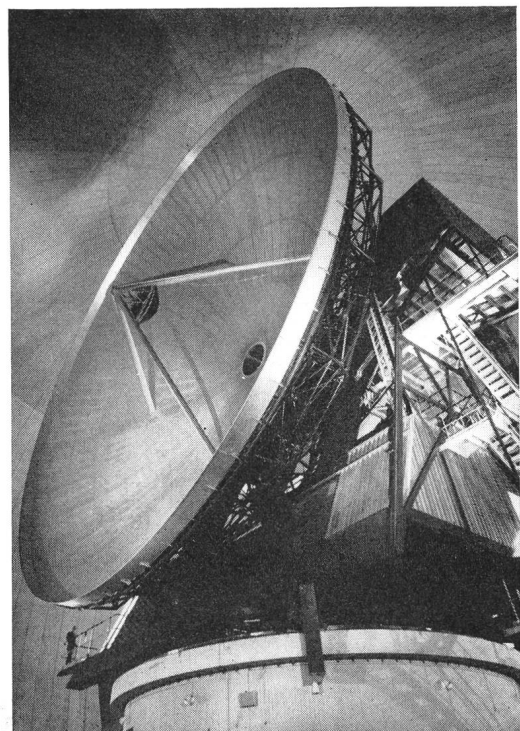


Fig. 2

Der nach dem Cassegrin-Prinzip gebaute Parabolspiegel mit dem Fangreflektor und der Austrittsöffnung für die Hornparabolspeisung

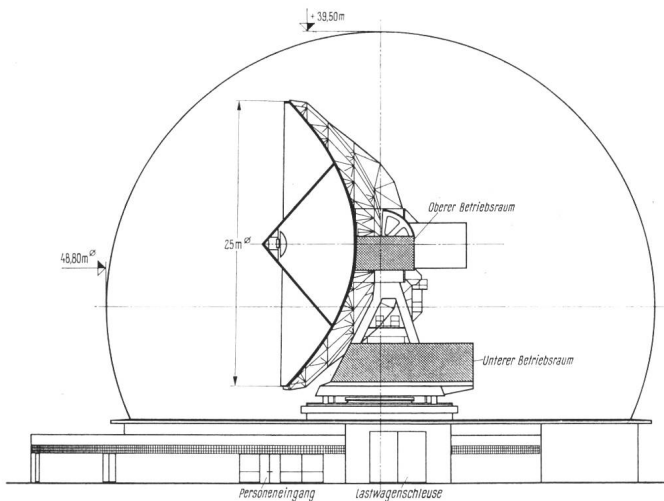


Fig. 3

Aufriss der Antennenanlage der Deutschen Bundespost in Raisting

vitation eintretenden und die von den Beschleunigungskräften herrührenden dynamischen Verformungen eingeschlossen.

Der Reflektorbelaag besteht aus 144 Spezial-Metallplatten, die, jede einzeln, nach einem optischen Verfahren genau justiert wurden. Die verlangte hohe Steifigkeit musste mit geringstem Aufwand an bewegter Masse erzielt werden; dennoch hat der dreh- und schwenkbare Teil der Antenne ein Gewicht von 290 Tonnen.

Dieser Antennenteil bewegt sich um die vertikale Achse über vier Laufwalzen auf einer Laufschiene von 12,4 m Durchmesser. Ihre Oberfläche wurde auf einen Zehntel Millimeter genau ausgeglichen. Die Antenne lässt sich um die vertikale Achse um 360° drehen, um die Horizontale um 115° schwenken (Fig. 3). Gegen die hier erreichte Genauigkeit ist die sprichwörtliche Präzision einer Armbanduhr geradezu Grobschmiedearbeit.

2. Nachführeinrichtung

Voraussetzung für die genaue Erfassung und Verfolgung des Satelliten ist die Kenntnis seiner astronomischen Positionsdaten. Eine elektronische Rechenanlage wandelt diese Daten in Abständen von vier Sekunden in entsprechende Befehle für die Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung der Antenne um. Der Digitalteil der Anlage sorgt für die Umwandlung der Daten in Befehle und der Analogteil formt die Befehle in die Steuergrößen für den hydraulischen Antrieb der Antenne um. Eine Zentraluhr, die selber wieder mit einem Zeitzeichengeber zur Synchronisierung in ihrer Genauigkeit ständig überprüft wird, kontrolliert mit einer Genauigkeit von 10^{-9} die Arbeitsweise der Rechenanlage und des Antennen-Steuersystems. Abweichungen der Antennenstellung von der auf Magnetband vorprogrammierten Bahn liefern Fehlersignale, nach denen die Position der Antenne korrigiert wird. Dadurch kann die Antenne dem Satelliten mit der Genauigkeit von $0,02^\circ$ nachgeführt werden.

Zusätzlich zur Steuerung der Antenne durch Rechnerdaten ist eine «Eigenfeinnachführung» möglich. Mit einer besonderen Messeinrichtung liefert die Antenne Korrektursignale für die Einstellung, die ebenfalls dem Steuersystem zugeführt und in Steuergrößen für die Antriebshydraulik umgeformt werden. Durch diese Massnahmen kann die Nachführgenauigkeit auf $0,002^\circ$ erhöht werden. Eine erstaunliche Leistung, vor allem wenn man bedenkt, welche Massen zu bewegen beziehungsweise zu bremsen sind und welch verhältnismässig kleines Objekt erfasst werden soll.

Im Falle der Raisting Anlage konnte gerade auf diesem Gebiet sehr viel von den amerikanischen Erfahrungen profitiert werden. Figur 4 zeigt das Blockschema der Steuerung sowie der Sende- und Empfangsanlage, die wir, zusammen mit weiteren Unterlagen für diesen Aufsatz, mit freundlicher Genehmigung der «Siemens-Zeitschrift» (Heft 10/1964) entnehmen.

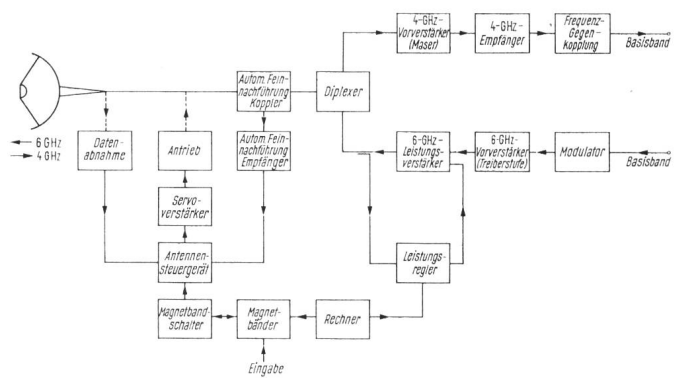


Fig. 4

Blockschema der Steuerungseinrichtungen sowie der Sende- und Empfangsgeräte der Antenne I

3. Die Sende- und Empfangsanlage

Die Empfangsenergie im Satellitenverkehr ist, bedingt durch

- die nur geringe Sendeleistung des Satellitensenders,
- den nur geringen Gewinn der Satellitenantenne und
- die starke Dämpfung des Signals auf dem Weg vom Satelliten zur Erde,

um viele Grössenordnungen kleiner als die normaler Richtstrahlverbindungen. Erst die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Molekularverstärker (Maser) haben die praktische Nutzung des Satelliten als Nachrichten-Relais im Weltraum überhaupt möglich gemacht.

Der Empfangsteil besteht aus einem Maser als sehr rauscharmen Hochfrequenz-Vorverstärker für das schwache, vom Satelliten kommende Signal, ferner aus einem bei Richtstrahlanlagen üblichen Empfänger mit Zwischenfrequenzverstärkung, einem dem Empfänger nachgeschalteten Frequenz-Gegenkopplungs-Demodulator und der Trägerversorgung. Ein Empfängerprüfgestell ermöglicht die Anlage jederzeit zu überprüfen.

Der Festkörper-Maser arbeitet nach dem Wanderfeldprinzip, wobei Rubine das aktive Element darstellen. Er wird mit verflüssigtem Helium auf etwa 4° K gekühlt und verlangt zum Betrieb ein statisches Magnetfeld von etwa 3 kG sowie eine Pumpleistung von 100 mW bei 30 GHz. Die Verstärkung dieses von den Bell-Laboratorien entwickelten Masers beträgt 40 dB, die Bandbreite (bei 3 dB Abfall ohne Ausgleichfilter) 16 MHz. Durch Entzerrung der Maser-Frequenzkurve im nachfolgenden ZF-Teil wird die Bandbreite des Empfangszweiges auf 25 MHz erweitert. Die Empfänger sind aus Gründen der Betriebssicherheit doppelt vorhanden. Die Rauschtemperatur des Empfangsteils, einschliesslich der Antenne, ist bei Zenithstellung mit etwa 40° K veranschlagt worden.

Der Sendeteil besteht aus einem Wanderfeld-Vorverstärker und der Leistungsstufe, für die eine wassergekühlte Wanderfeldröhre (Figur 5) vom Röhrenwerk der Siemens & Halske entwickelt wurde. Das Wanderfeld-Prinzip, bei dem der Laufzeiteffekt der Elektronen in der Röhre und die Laufzeit des Signals im Wellenleiter bewusst für die Verstärkung herangezogen wird, bringt eine gute Breitbandigkeit bei hohem Wirkungsgrad. Die Röhre wird im Bereich von 6 GHz mit 2 W angesteuert und gibt eine Ausgangsleistung von 2 kW ab (30 dB Gewinn). In der Leistungsstufe sind zur Erhöhung der Sicherheit zwei Röhren vorhanden, die wahlweise betrieben werden können. Die Ausgangsleistung ist zudem regelbar und lässt sich der Satelliten-Entfernung anpassen, wozu besondere Schalt- und Überwachungseinrichtungen entwickelt worden sind.

Da Empfang und Sendung über eine Antenne erfolgen, ist ein Diplexer (Antennenweiche) erforderlich, der den Simultanbetrieb ermöglicht und ausserdem die nötigen Polarisationsumwandlungen im Sende- und Empfangszweig vornimmt.

Die gesamte Antennenanlage von Raisting ist in einer von Luft getragenen Rundhalle, einem sogenannten Radar-Dom

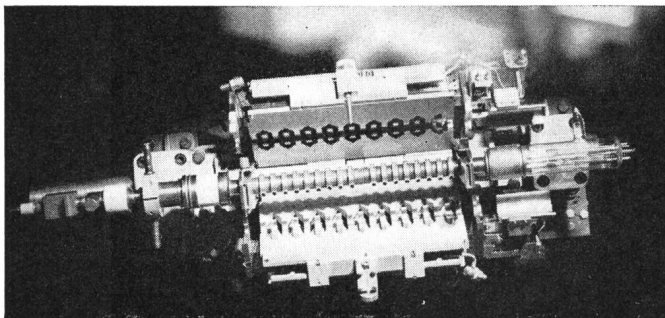


Fig. 5

Hochleistungs-Wanderwellenröhre, wie sie im Sendeteil der Satelliten-Bodenstation Raisting für den Frequenzbereich 5,9... 6,4 GHz eingesetzt ist. Länge etwa 1 m

(Die Figuren 1, 3 und 4 sind der «Siemens-Zeitschrift» entnommen, übrige Photos Siemens)

(Radom) von 48 m Durchmesser aus Dacron-Gewebe untergebracht, das den Durchgang der elektrischen Wellen praktisch nicht beeinträchtigt, die Antenne jedoch vor Wind und Wetter schützt.

4. Das Zentralgebäude

Unabhängig von der ersten Antennenanlage ist ein U-förmiges Zentralgebäude errichtet worden, dessen drei Trakte die Einrichtungen nachrichtentechnischer Art, die Büro- und Aufenthaltsräume für das Bedienungspersonal und die Heizungs- und Stromversorgungsanlagen der Station beherbergen. Der derzeitige Anschlusswert der Stromversorgungsanlage beträgt 2×800 kVA.

5. Der Betrieb

Die Satelliten-Bodenstation Raisting ist mit einer Richtstrahlverbindung über die Zugspitze und München an das Richtfunknetz der Deutschen Bundespost angeschlossen. Zunächst wird sie mit Hilfe der derzeit die Erde noch umkreisenden aktiven Nachrichtensatelliten «Telstar» und «Relay» erprobt. Bis zum Frühjahr 1965 wird sie dann für den Betrieb mit dem neuen Synchronsatelliten HS 303 «Early Bird» umgebaut sein, womit die Voraussetzungen für den Beginn eines interkontinentalen Nachrichtenverkehrs über Satelliten geschaffen sind, dessen Aufbau durch das Washingtoner Abkommen von 19 Staaten beschlossen wurde.

Chr. Kobelt

Quellen:

Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen 14 (1962), Heft 14 und 16 (1964), Heft 20.
Siemens Zeitschrift 38 (1964), Heft 10.

Literatur – Bibliographie – Recensionen

Aberdam H. **Radiotechnique et télévision.** = Aide-mémoire Dunod. Paris, Edition Dunod, 1963. *Tome I:* XXI + 237 + XL p., div. fig. Prix Fr. 8.75. *Tome II:* XXIV + 254 + XL p., div. fig. Prix Fr. 8.75.

Ces deux petits volumes, édités en format de poche, sont destinés à tous ceux qui exercent une activité dans les domaines de la radioélectricité et de la télévision.

Le tome I comporte six chapitres ayant pour titres: Codes, standards et normes, Formules d'électricité pratiques, Eléments des circuits, Tubes électroniques à vide et dispositifs similaires à semiconducteurs, Considérations pratiques sur les circuits, Antennes et aériens. Comme on le voit, cette première partie est plus particulièrement consacrée aux éléments de base et aux notions fondamentales. Par contre, dans le tome II, l'auteur aborde les applications pratiques de ces éléments dans les montages spéciaux. Les dix chapitres qui composent ce deuxième volume traitent: de l'amplification et de la modulation, des oscillateurs, de la détection, du changement de fréquence et du redressement des courants alternatifs, du récepteur d'ondes radioélectriques, de notions sur les émetteurs radioélectriques, de la modulation de fréquence, de l'enregistrement magnétique et de la stéréophonie, de la télévision, du dépannage des récepteurs de radiodiffusion et de télévision, des mesures simples en radiotechnique et des réglementations diverses. Un recueil général de formules algébriques, géométriques, trigonométriques, termine cette seconde partie.

La collection des aide-mémoires Dunod existe depuis tantôt 79 ans et comprend des ouvrages sur toutes les branches de la technique et des sciences. Le volume radioélectricité et télévision en est à sa neuvième édition, c'est dire le souci de l'auteur et de l'éditeur d'améliorer et de compléter d'année en année le contenu du livre à la lumière des dernières découvertes et des techniques nouvelles. Ce n'est pas une tâche aisée, car il faut déceler et choisir, pour les introduire dans un exposé tel que celui-ci, les nouveautés qui trouveront une application pratique durable.

A notre avis, on aurait pu développer davantage le chapitre consacré à la télévision, qui compte en tout et pour tout quarante pages, ce qui est un peu mince par rapport aux cinq cents pages que comprennent les deux tomes et en considération du titre: «Radiotechnique et Télévision.»

Cet aide-mémoire s'adresse en premier lieu aux praticiens, par la manière dont l'exposé est présenté et en raison de son contenu. Nous serions tenté de dire pourtant que chaque technicien ou ingénieur se doit de posséder ces deux petits livres, car ce sont de véritables soutiens pour mémoires défaillantes en même temps que de précieux recueils de renseignements pratiques. J. Meylan

Julander E. **Leitfaden der Rundfunktechnik. Band I:** Grundlagen, Röhren, Halbleiter. Eindhoven, Philips Gloeilampenfabrieken, 1964. 249 S., 214 Abb. Preis Fr. 28.—.

Fachlehrern und Radiospezialisten, die in der Industrie und im Kundendienst arbeiten, fehlt es immer wieder an geeigneten Lehr- und Fachbüchern. Der Verfasser hat hier eine Lücke geschlossen, in dem es ihm auf Grund seiner grossen Lehrerfahrung und seiner Praxis im Aussendienst geglückt ist, sowohl ein Lehrbuch für Berufsschulen als auch ein Werk für Praktiker zum vertieften Selbststudium zu schaffen. Das Buch erscheint auch in englischer, französischer und niederländischer Sprache und wurde von O. Scholz, Hamburg, aus dem Schwedischen in die deutsche Sprache übersetzt.

Der Lehrstoff ist auf drei Bände verteilt. Der vorliegende Band I vermittelt im ersten Kapitel leicht fasslich die Grundlagen der Elektrizitätslehre, wobei wenig einschlägige Kenntnisse vorausgesetzt werden. Zum besseren Verständnis der weiteren Ausführungen, in denen der Verfasser richtigerweise vermehrt zur mathematischen Darstellung der Zusammenhänge greift, folgt ein Abschnitt über das komplexe Zahlensystem und dessen Anwendung. Der Besprechung der Elektronenröhren, Halbleiter und Transistoren ist der grösste Teil des ersten Bandes gewidmet,