Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 54 (1963)

Heft: 17

Artikel: Bau und Unterhalt von Freileitungen

Autor: Niggli, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916508

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: 10.07.2025

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

Im folgenden seien nun einige technische Besonderheiten herausgegriffen, die für die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von entscheidender Bedeutung sind.

Zunächst einmal ist das Bildaufnahmerohr, d. h. der *optisch-elektrische Wandler* zu erwähnen. Es wird entweder der «äussere» oder der «innere» photoelektrische Effekt verwendet. Ein typischer Vertreter des ersten Effektes ist das Superorthikon. Dieses ist sehr lichtempfindlich, anderseits aber etwas unhandlich und heikel im Betrieb. Wesentlich kleinere Dimensionen und eine robuste Bauart zugleich gestattet die Verwendung des inneren photoelektrischen Effektes. Entsprechende Röhren, mit sog. Photowiderständen ausgerüstet, fallen unter den Sammelbegriff Vidicon. Dieses ist heute in der Praxis vorherrschend; das Superorthikon ist die Ausnahme. Ferner gibt es natürlich auch Spezialröhren, beispielsweise für Radarzwecke, zur Beobachtung der Erde aus Satelliten, für die Bedürfnisse der Röntgendiagnostik usw.

Ein wichtiges Mittel der Fernsehtechnik ist ferner die *magnetische Aufzeichnung* geworden. Vor wenigen Jahren noch bedeutete der photographische Film die alleinige Möglichkeit zum Festhalten irgendeines Bildinhaltes. Heute wird er nur noch verwendet, wenn es darum geht, eine Bildvorlage mit kleinen, handlichen Geräten unmittelbar aufzuzeichnen, oder auch dann, wenn verschiedene Fernsehnormen zu berücksichtigen sind.

Die zur magnetischen Aufzeichnung in Frage kommenden Videosignale haben meistens eine Bandbreite von ungefähr 5 MHz. Damit wird ein 5 cm breites Band quer beschrieben, und zwar über einem frequenzmodulierten Hilfsträger. Für Sonderzwecke gibt es ferner Speicherräder, Folienspeicher usw. Insgesamt findet sich heute schon eine grössere Auswahl von Geräten zur magnetischen Aufzeichnung auf dem Markt.

Ständige Fortschritte erbringt auch die *Miniaturisation der Bauteile,* denn das Fernsehen ist im wesentlichen ein Anliegen der Schwachstromtechnik, mit einer ungewöhnlich grossen Zahl von Kreisfunktionen. Von der konventionellen verdrahteten Schaltung ist man vorläufig zur gedruckten Schaltung übergegangen. In Aussicht steht die Mikromodul-Technik. Schliesslich sind noch für Sonderzwecke zwei weitere Entwicklungsstufen zu erwähnen: die integrierten Schaltkreise und die Festkörper-Schaltkreise. So erwartet man heute, nötigenfalls einige hundert Schaltelemente in einem Kubikzentimeter unterbringen zu können.

Und nicht zuletzt macht die *Wiedergabe des Bildes* immer wieder Fortschritte. Diese Feststellung gilt besonders für das Gebiet der Speicherröhren und die Grossprojektion.

Im Buch von *Chr. Rose:* Industrielles Fernsehen (R. Oldenburg, München 1959) werden schon über hundert Einsatzmöglichkeiten behandelt. Viele neue sind seither hinzugekommen. Wohl einige der schönsten Einsatzmöglichkeiten finden sich beispielsweise in der Röntgendiagnostik, in der Filmproduktion und in der Regelung des modernen Strassenverkehrs.

Literatur

[1] *Klein W.:* Die wichtigsten Ergebnisse der europäischen Rundfunkkonferenz Stockholm 1961. Techn. Mitt. PTT 1961, S. 425...437.

[2] *Brinkley J. R.:* The economics of space communications. URSI symposium on space communications research. Paris 1961.

[3] *Gerber W.:* Probleme des Weltfernsehens. Rundfunktechn. Mitt. 1962, S. 233...237.

[4] *Baumann E.:* Die Korrektur nichtlinearer Übertragungsfehler von Farbfernseh-Systemen. Bull. SEV 1959, S. 458...466.

Adresse des Autors:
Dr. *W. Gerber,* Generaldirektion PTT, Bern.

Bau und Unterhalt von Freileitungen

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 9. April 1963 in Zürich,

von *W. Niggli,* Baden

621.315.17

Im Hinblick auf die grosse Bedeutung der Höchstspannungsleitungen für die Energieübertragung in unserer Zeit seien die Ausführungen über den Bau und Unterhalt von Freileitungen auf diese Art Leitungen beschränkt.

Es handelt sich also um Probleme, welche sich besonders beim Bau von 220- und 380-kV-Leitungen stellen. Das Verfahren bei Leitungen niedrigerer Spannung bleibt bei entsprechend kleinerem Rahmen im wesentlichen dasselbe. Die Verkabelung solcher Leitungen spielt zur Zeit mit Ausnahme von einzelnen Einführungen in Anlagen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen keine wesentliche Rolle, weshalb ich mich hier auf Freileitungen beschränke.

1. Problemstellung

Für den Erbauer einer Freileitung stellt sich normalerweise die Aufgabe, Kraftwerke oder Unterwerke miteinander durch eine Freileitung zu verbinden.

Dem Bauentwurf müssen Überlegungen elektrischer Natur vorangehen. Unter Annahme der maximal zu übertragenden Leistung sind die Übertragungsspannung, die Anzahl der Stränge, sowie die Leiter, und zwar sowohl deren Querschnitt als auch der zu verwendende Werkstoff zu bestimmen.

Die Ausführung einer Höchstspannungsleitung stellt besondere technische Anforderungen, da an den Leitern und Isolatoren eine hohe Oberflächenfeldstärke vermieden und zur Erzielung einer grossen Übertragungsleistung der Wellenwiderstand reduziert werden muss. Diese Gründe haben dazu geführt, dass der Bündelleiter im Leitungsbau mit Erfolg eingeführt wurde. Es hat sich gezeigt, dass die Bündelanordnung sowohl hinsichtlich der Koronaverluste als auch der Störbeeinflussung von Radio und Telephon wesentliche Vorteile bietet. Auch mechanisch hat sich der Bündelleiter sogar in klimatisch ungünstigen Gegenden bestens bewährt.

2. Projektierung

Der allgemeine Trasseverlauf wird zuerst auf der Landkarte in grossen Zügen bestimmt. In der Schweiz stehen im Mittelland mit der Landeskarte 1 : 25 000 und im Berggebiet mit der Karte 1 : 50 000 Unterlagen zur Verfügung, wie sie andernorts kaum erhältlich sind. Im allgemeinen sind diese Hilfsmittel für die Ausarbeitung eines generellen Projektes ausreichend, insbesondere dann, wenn sich der Leitungsbauer durch Besichtigung des Geländes und den ständigen Vergleich mit der Karte die Landschaft einprägen kann. Ausserordentlich gute Dienste leisten auch Flugaufnahmen, welche durch die Eidg. Landestopographie oder auch durch private Vermessungsflüge beschafft werden können.

Es wird ein mehr oder weniger breiter Geländestreifen festgelegt, in welchem später die genaue Trasse ausgesteckt werden soll. Für diese Trassebestimmung sind folgende Punkte im wesentlichen zu beachten:

a) Die Leitung soll möglichst kurz werden, damit einerseits die Erstellungskosten niedrig gehalten werden können und anderseits die elektrischen Verluste in der Leitung möglichst gering sind.

b) Durch die Täler, Seen, Flüsse der Schweiz und die vielerorts dichte Überbauung ergeben sich schon bei der generellen Trassierung sehr viele Winkelpunkte. Abgesehen von den daraus resultierenden wesentlichen Mehrkosten stellen sich dem Projektbearbeiter bei starker Winkelung auch Probleme technischer Art. Es sollen deshalb möglichst lange gerade Strecken gewählt und die unumgänglichen Abweichungen in engen Grenzen gehalten werden.

c) Dicht besiedelte Gebiete, sowie auch potentielles Baugebiet sollen vornehmlich gemieden werden, was in der Schweiz mit ihrer äusserst regen Bautätigkeit und dem Mangel an Boden grosse Schwierigkeiten bereitet. Dadurch können nicht nur die Kosten für den Erwerb der Durchleitungsrechte gesenkt werden, sondern es lässt sich auch die Errichtung von teuren Bauservituten vermeiden. Man steuert auf diese Weise dem Vorwurf entgegen, die natürliche bauliche Entwicklung gestört oder gar verhindert zu haben.

d) Auch Waldgebiete sind möglichst unberührt zu belassen. Es ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Wald den ganzen Wasserhaushalt reguliert und ihm besonders in der heutigen Zeit der grossen baulichen und industriellen Entwicklung auch Bedeutung als Erholungsgebiet zukommt. Durch Wald-Durchquerungen können erhebliche Nachteile entstehen. In Waldschneisen ergeben sich durch Windwurf, Schneedruck, Sonnenbrand etc. entlang den Schneisenrändern erhöhte Störungsgefahren für die Leitung. Zudem müssen solche Schneisen ständig kontrolliert und zurückgeschnitten werden. Überdies fallen sowohl Walddurchquerungen mit Schneisen, als auch Wald-Überquerungen mit sehr hohen Masten kostenmässig stark ins Gewicht.

e) Nach Möglichkeit sollen Kreuzungen mit andern Leitungen, Bahnen, Strassen, sowie Parallelführungen mit solchen vermieden werden, um unerwünschte Beeinflussungen und gegenseitige Gefährdung, sei es durch Induktion, sei es durch Störung (z. B. Telephonleitungen) auszuschliessen oder zumindest zu reduzieren.

f) Ungünstig auswirken können sich aber auch Gegenden, in denen die Leitungen chemischen Einflüssen oder aber starker Verschmutzung ausgesetzt sind. Es ist da zum Beispiel auf die Umgebung der Zementindustrie hinzuweisen.

g) Gefahrenzonen, seien es lawinen- oder steinschlaggefährdete Gegenden oder auch Gebiete mit ungewöhnlich starker Rauhreifbildung, sowie Überschwemmungsgebiete, muss der Leitungsbauer weitgehend berücksichtigen. In verschiedenen Landesteilen liegen heute sog. Lawinenkataster vor, welche ihm sehr aufschlussreiche Angaben liefern können. Wenn auch, besonders im Hochgebirge, oft keine absolut einwandfreien Trassen gefunden werden können, müssen doch alle Gefahren möglichst herabgesetzt werden.

h) Ein Augenmerk ist auch auf die günstigen Bodenverhältnisse für den Bau von Fundamenten zu richten. Rutschgebiete oder Talhänge mit grossem Bergdruck stellen eine Gefahr dar und können später zu Betriebsstörungen führen.

j) Auch grossen Höhenunterschieden im Leitungsverlauf müssen wir Beachtung schenken; obschon solche besonders in unserem Lande sehr oft in Kauf genommen werden müssen, sollte man bestrebt sein, sie nicht zu bagatellisieren, um die Betriebssicherheit nicht zu beeinträchtigen. Infolge der notwendigen häufigen Leiter-Abspannungen — auch in der Leitungsgeraden — tritt auch hier eine merkbare Kostenerhöhung ein.

h) Soweit es möglich ist, darf auch die Nähe von Strassen die Trassewahl beeinflussen, spielen diese doch für die Materialzufuhr und später für die Leitungskontrolle und allfällige Unterhaltsarbeiten eine bedeutende Rolle. Ganz allgemein muss auf die gute Zugänglichkeit der Leitungstrasse Wert gelegt werden.

l) In besonderen Fällen muss auch für spätere Erweiterungen, welche die Trassebreite erheblich vergrössern können, genügend Platz vorhanden sein.

Nur selten wird eine generelle Trasse so bestimmt werden können, dass sich eine einzige Lösung aufdrängt. In der Mehrzahl der Fälle werden sich mehrere Möglichkeiten abzeichnen, deren Vor- und Nachteile äusserst sorgfältig gegeneinander abgewogen werden müssen. Auf diese Weise wird sich eine endgültige Trassewahl ergeben, die den an sie gestellten Forderungen und insbesondere der Betriebssicherheit weitgehend Rechnung trägt.

Im Anschluss an diese generelle Trassierung sind zahlreiche Vorarbeiten im Gelände notwendig, bevor an die Detailprojektierung herangetreten werden kann.

3. Vorarbeiten

Die Vorarbeiten setzen vermessungstechnische Kenntnisse voraus. Die genaue Leitungsachse ist im Gelände abzustecken und die Winkelpunkte sind zu bestimmen. Gerade bei dieser Arbeit soll die Zugänglichkeit für die Platzwahl der Winkelmasten mitbestimmend sein, handelt es sich doch bei Richtungsänderungen meist um schwere Tragwerke mit relativ grossem Platzbedarf. Mit Hilfe des Theodoliten werden eine Anzahl Hilfspunkte für die Liniensicherung verpflockt. Gleichzeitig erfolgt die Winkelmessung für die horizontalen Abweichungen.

In der Folge kann die Aufnahme des Längenprofils vorgenommen werden. Stellenweise, z. B. an Steilhängen oder Felswänden, ist es notwendig, auch Querprofile aufzunehmen, um die Bodenabstände der äussersten Leiterseile zu beurteilen. Auf Grund von Katasterplänen oder photogrammetrischen Auswertungen von Flugbildern, aus welchen Details,

wie Grundstückgrenzen, Kulturart usw. ersichtlich sind, und dem aufgezeichneten Längenprofil, ist es sodann möglich, die eigentliche Leitungsauslegung vorzunehmen.

Es wird nun versucht, die der Mastenberechnung zu Grunde liegenden grösstmöglichen Spannweiten voll auszunützen und die Maststandorte so zu wählen, dass sie bezüglich Gelände und Grundstückgrenzen günstig zu stehen kommen. Unter Berücksichtigung der minimalen durch die Eidg. Starkstromverordnung vorgeschriebenen Abstände können nun mit Hilfe der für die verschiedenen massgebenden Zustände vorberechneten Durchhangskurven die Mastenhöhen bestimmt werden. Man spricht von einer sog. Typenhöhe, mit welcher meistens der Abstand zwischen Boden (Nullpunkt) und dem untersten Ausleger bzw. dem tiefsten Leiteraufhängepunkt bezeichnet wird.

Mit Hilfe dieser Planunterlagen werden die Mastenstandorte im Gelände überprüft und alsdann abgesteckt. Um die Anpassung der Masten an das Bodenprofil zu ermöglichen, sind Diagonalprofile aufzunehmen, die es erlauben, die Länge der Mastenfüsse zu bestimmen.

4. Erwerb der Durchleitungsrechte und Verfahrensfragen

Bevor ich auf die eigentlichen Bauarbeiten zu sprechen komme, möchte ich den Erwerb der Durchleitungsrechte und die damit zusammenhängenden Verfahrensfragen behandeln.

Auf Grund des Elektrizitätsgesetzes hat der Bundesrat im Einvernehmen mit dem Schweiz. Elektrotechnischen Verein das Eidg. Starkstrominspektorat als Aufsichts- und Kontrollbehörde für unsere schweizerischen Leitungsbauten bestimmt.

Für alle grossen Leitungsbauten wird als erstes ein generelles Verfahren durchgeführt. Dies dient im wesentlichen dazu, zu überprüfen, ob das Projekt in den Gesamtbau des schweizerischen Höchstspannungsnetzes hineinpasst. Im Rahmen des generellen Verfahrens gibt das Eidg. Starkstrominspektorat als Genehmigungsbehörde allen interessierten Amtsstellen, insbesondere den betreffenden Kantonsregierungen, den PTT, dem Luftamt, dem Militärdepartement und den Forst-, Natur- und Heimatschutzbehörden die Möglichkeit, sich zum Projekt zu äussern. Auf Grund dieser Vernehmlassungen und nach Vornahme allfällig notwendig werdender Trassekorrekturen wird das Eidg. Starkstrominspektorat von der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen, welche als beratendes Organ des Bundesrates amtiert, ermächtigt, die Vorlagen zu genehmigen. Dies bedeutet jedoch für den Leitungsbauer noch nicht die Erteilung einer Baubewilligung, sondern ermöglicht ihm erst, das Detailprojekt auszuarbeiten.

Auch dieses wird nach Einreichung an die Kontrollbehörde wieder allen Amtsstellen zur Stellungnahme unterbreitet, worauf dann sämtliche Detailpläne und Berechnungen genehmigt werden, was mit der Erteilung der Baubewilligung verbunden ist.

Die Verhandlungen für den Erwerb der Durchleitungsrechte sind Sachen des Erstellers der Leitung, wobei diesem die Möglichkeit der Enteignung zusteht.

Das leider ausserordentlich komplizierte und zeitraubende Genehmigungsverfahren zeigt Fig. 1.

5. Organisation und Erschliessung der Baustellen

Die Erstellung einer Freileitung bedingt bereits vor der Montage eine Organisation, welche es ermöglicht, die Montage folgerichtig und reibungslos auszuführen. Die zu treffenden Massnahmen müssen gestatten, die zum Teil ineinandergreifenden, einzelnen Arbeiten in wirtschaftlicher Weise und innerhalb der für den ganzen Bau der Leitung zur Verfügung stehenden Zeit auszuführen. Erschwerende Faktoren sind die Verschiedenheit der Bauelemente und deren Herkunft, sowie deren zeitlich verschobene Verwendung und die räumlich weit auseinanderliegenden Arbeitsplätze.

Ich möchte nun mit meinen Ausführungen zu den eigentlichen Bauarbeiten übergehen und zunächst die Erschliessung der Baustellen behandeln. Diese stellt für den Leitungsbauer ein ganz wesentliches Problem dar. In erster Linie wird man vorhandene Strassen für die Zufahrten benützen, handelt es sich doch darum, verhältnismässig grosse Quantitäten und schwere Gewichte an die vorbestimmten Orte zu bringen. Oft aber können die Mastenstandorte nicht mehr durch vorhandene Strassen erreicht werden. Es ist in diesen Fällen abzuwägen, ob sich allenfalls der Bau einer Zufahrtsstrasse lohnen würde, oder ob die Baustellenerschliessung mit andern Mitteln zu erfolgen hat.

Hier kann oft die Erstellung von Seilbahnen die Lösung des Erschliessungsproblems bringen. Je nach Lage der Baustellen müssen diese nur für Materialtransporte oder aber auch für Personenbeförderung vorgesehen werden. Es kann sich sogar ergeben, dass Umladestellen notwendig werden. Gerade bei der Erstellung von Seilbahnen ist die Verschiedenartigkeit der Bauelemente von grosser Bedeutung. Ganz allgemein sollte die Bahn Transporte von mindestens 1...1,5 t erlauben. Für Kies- und Zementtransporte sind Behälter notwendig, muss doch pro Fundament einer grösseren Stahlmastenleitung mit Betonkubaturen von ca. 50...100 m³ gerechnet werden. Dies entspricht einem Gewicht von 80...100 t Kies, Zement und Wasser. Aber auch Maschinen und deren Einzelteile, sei es für den Mastenbau oder für den Seilzug, bereiten Transportprobleme. Nicht zuletzt muss an die relativ langen Mastenteile gedacht werden, wobei mit Längen von 8...10 m und Stückgewichten von bis zu einer Tonne gerechnet werden muss.

Sehr oft sind Wegverbesserungen, Ausweitung von Durchfahrten und Kehren, sowie Brückenverstärkungen ins Auge zu fassen. Wo der Aufwand für diese Vorkehren sehr gross wird, ist auch der Transport mit Hubschraubern für die Baustellenerschliessung denkbar. Bis heute verhinderte jedoch die Beschränkung der Transportleistung auf ca. 250 kg einen wirtschaftlichen Einsatz. Von diesem Frühjahr an wird aber eine Maschine mit 1...1,5 t Tragkraft in der Schweiz zur Verfügung stehen. Bei einem Kostenaufwand von Fr.300.—... 400.— pro Tonne transportiertes Gut ist es nicht ausgeschlossen, dass stellenweise der Einsatz eines solchen Hubschraubers wirtschaftlich wird. Gerade hier könnte der Zeitgewinn eine wesentliche Rolle spielen, insbesondere, wenn man an Gebirgsbaustellen denkt, die nur wenige Monate schneefrei sind.

Nur am Rande sei noch ein Raupenfahrzeug erwähnt, welches sich im letzten Herbst beim Skiliftbau im Hochgebirge als sehr gut verwendbar erwiesen hat. Es handelt sich um ein kanadisches Transportmittel, welches an Steilhängen, Geröllhalden, auf Schnee oder Gletschern mit einem Anhänger verkehren kann und eine Transportleistung von 1,5 t oder 1 m³ aufweist.

Zu den Vorbereitungen beim Bau einer Leitung gehört eigentlich auch die Trassefreilegung durch das Fällen von

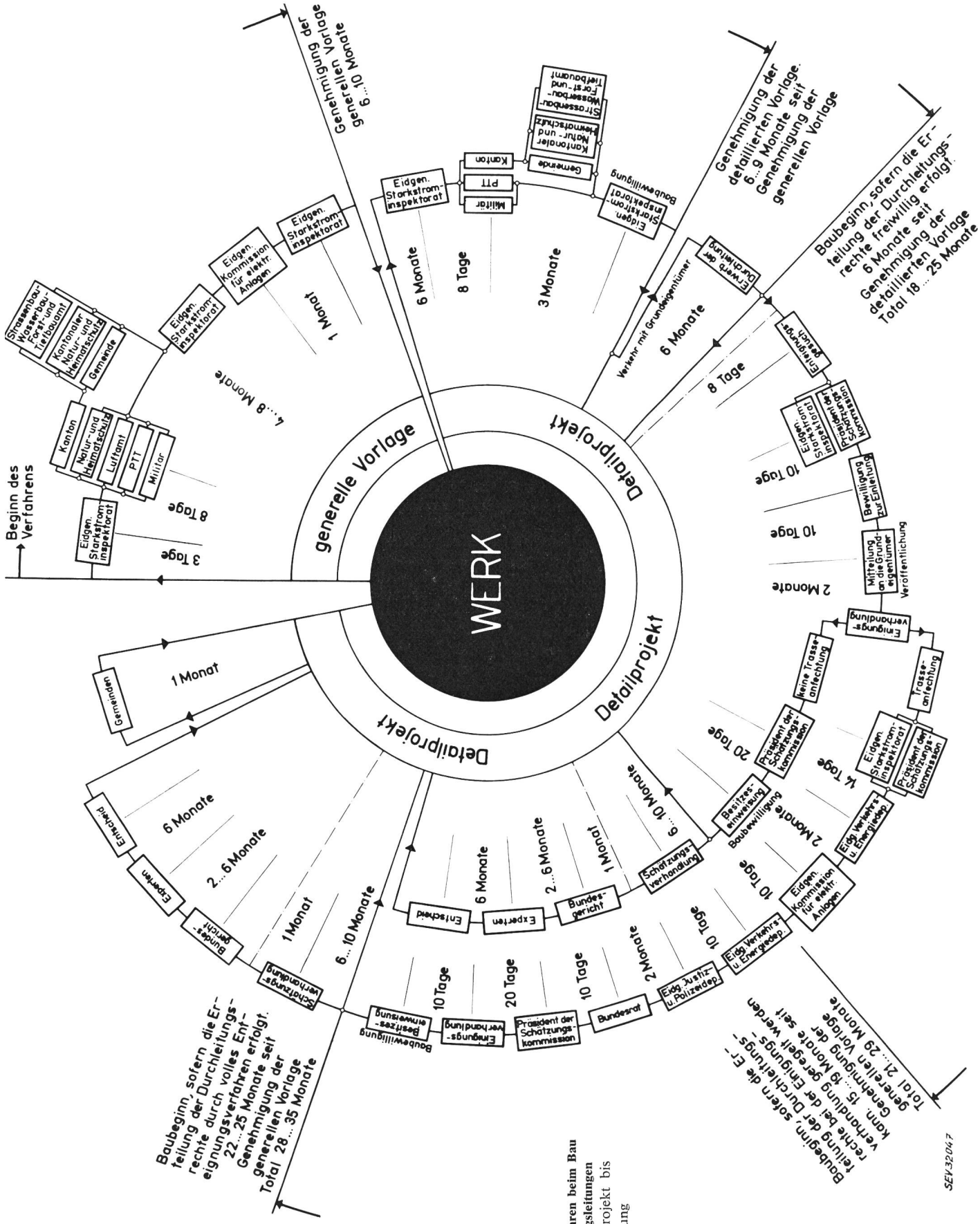


Fig. 1
Genehmigungsverfahren beim Bau von Höchstspannungsleitungen
vom generellen Projekt bis zum Bau der Leitung

einzelnen Bäumen und die Öffnung von vorgesehenen Waldschneisen. Bei diesen Arbeiten wird man weitgehend berücksichtigen müssen, dass sie möglichst in der Zeit der Vegetationsruhe, d. h. zwischen Ende Oktober und Anfangs März durchgeführt werden.

Die für den Bau einer Leitung zur Verfügung stehende Zeit ist meistens sehr knapp bemessen, da die Vorarbeiten und insbesondere der Erwerb der notwendigen Rechte viel Zeit beansprucht und erst nach deren vollständiger Bereinigung mit den Arbeiten begonnen werden darf. Anderseits kann sich eine gedrängte Bauzeit auch kostensparend auswirken.

Ein für die Vorbereitung der Baudurchführung festzulegendes Programm muss die folgenden Punkte umfassen:

a) Einholung von Offerten und Vergebung der Arbeiten, sofern sie nicht durch eigenes Personal ausgeführt werden.

b) Regelung der Zufahrten und Erschliessung der Baustellen.

c) Beschaffung des Materials, wie Kies, Sand, Zement und Wasser für die Erstellung der Fundamente, sowie die Zufuhr dieser Stoffe.

d) Aufstellung von detaillierten Lieferprogrammen für Masten, Erd- und Leiterseile, Isolatoren und Armaturen.

e) Abnahme der Bauteile in den Lieferwerken und deren Transport zur Baustelle. Vorkehrungen für deren Abladen an Bahnstationen und Lagerplätzen.

f) Beschaffung von Magazinen für die Material- und Werkzeuglagerung.

g) Transporte von Material und Geräten auf die einzelnen Baustellen.

h) Einteilung des Personals für die Bauführung.

j) Rekognoszierung von Unterkünften für das Montagepersonal und Vorkehrungen für deren Verpflegung.

k) Bereitstellung von Fahrzeugen, sowohl für das Personal, als auch für Materialtransporte.

In der Schweiz ist die Vergebung von Fundament- und Montagearbeiten an Dritte üblich. Dabei wird vom beauftragten Fundament-Unternehmer das Material wie Kies, Sand, Zement, mitgeliefert, während bei den Montagevergebungen die Masten, Seile, Isolatoren usw. vom Kraftwerk zur Verfügung gestellt werden und die Unternehmung das notwendige Personal und mit Ausnahme weniger Spezial-Werkzeuge sämtliche Installationen und Werkzeuge stellt.

Die Beschaffung des grossen Werkzeugparks, der vorhanden sein muss, um einen Leitungsbau wirtschaftlich zu gestalten, lohnt sich für die Kraftwerke nicht. Die Einsatzmöglichkeiten sind zu gering und der Personalaufwand zu gross. In unseren Gegenden hat sich die Arbeitsvergebung daher als sehr zweckmässig erwiesen.

Beim Bau der Fundamente können mit grossem Vorteil kleinere ortsansässige Unternehmen beschäftigt werden. Die Vielzahl von kleinen Baustellen ermöglicht eine einwandfreie Trennung der Baulose.

Da unser Gelände meistens keinen grösseren Einsatz von Maschinen erlaubt und somit vorwiegend Handarbeit geleistet werden muss, ist das Interesse für die Ausführung solcher Arbeiten gering. Baulose von 4...8 Fundamenten können auch durch kleinere Unternehmen rationell und in kurzer Bauzeit bewältigt werden. Auf diese Weise ist es dem Kraftwerk auch möglich, dem Wunsche der von der Leitung betroffenen Gemeinden und Kantone zu entsprechen und ortsansässige Unternehmen zu beschäftigen.

Ähnlich verhält es sich mit den Montagearbeiten, für welche spezialisierte Firmen zur Verfügung stehen. Sofern auch hier die Losgrenzen bei natürlichen Geländeabschnitten bestimmt werden, ergeben sich keine Arbeitskonflikte auf der Baustelle. Es ist auch darauf zu achten, dass die Los-Teilung den nach Abspannstrecken bemessenen Seillängen angepasst wird. Bei Normlängen kann diese Betrachtung ausser acht gelassen werden. Baulose, welche ca. 15...25 Masten, d. h. eine Leitungsstrecke von ca. 6 km umfassen, erweisen sich im Mittelland als zweckmässig.

6. Der Bau der Fundamente

In unseren Verhältnissen kommen meist Betonfundamente zur Ausführung. Der Aushub erfolgt von Hand oder mit Hilfe kleinerer Baumaschinen. Die Betonzubereitung wird in der Grosszahl der Fälle auf dem Bauplatz oder in unmittelbarer Nähe, je nach Zufahrtsmöglichkeit, vorgenommen. Im Gebirge können auch Verankerungen im Fels vorteilhaft sein. Zu erwähnen ist noch, dass im Ausland heute oft Schwellenfundationen oder speziell in sandigem Boden Fundamente mit vorfabrizierten Betonelementen zur Ausführung kommen. Gerade bei diesen spielt die Transportmöglichkeit eine sehr grosse Rolle.

7. Mastenmontage (Fig. 2)

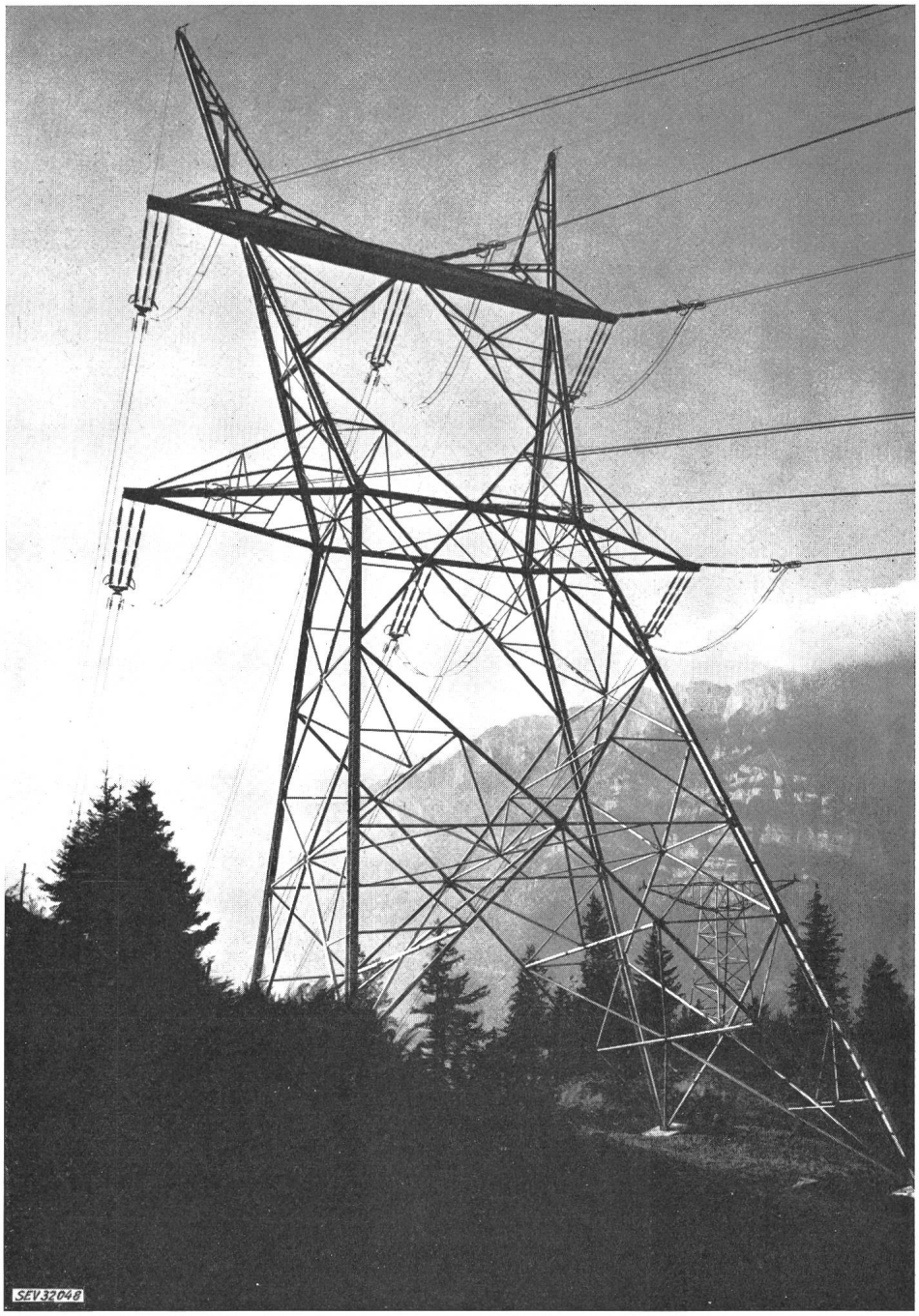
Die Montage von Stahlmasten, wie sie bei uns im allgemeinen Verwendung finden, kann auf verschiedene Arten erfolgen. Der ganze Mast kann am Boden liegend zusammengebaut und sodann durch Anheben im Schwerpunkt aufgestellt und mit dem Fundament verbunden werden. Diese Methode wird in der Schweiz für grössere Tragwerke kaum angewendet, da sehr schwere, viel Platz belegende Installationen, z. B. Krane und dergleichen, auf die Baustelle geschafft werden müssen. Auch der Mastenaufbau in einzelnen Wänden gehört bei grösseren Masten zu den seltenen Montagearten.

In der Schweiz hat sich der stabweise Aufbau als am zweckmässigsten erwiesen. Er verlangt verhältnismässig leichte Behelfsmittel. Eine einzelne Holzstange, die auch als Stellbaum oder Nadel bezeichnet wird, und die in der Achse oder an einer Eckstrebe eines bereits aufgebauten Mastenteils befestigt und durch Seile verspannt wird, dient zum Aufziehen der einzelnen Stäbe. Die zur Verwendung gelangende Seilwinde, heute meist eine durch einen Benzinmotor angetriebene Winde, wird auf dem Boden gelagert und verankert. Mit Hilfsseilen, welche an den hochzuziehenden Bauteilen befestigt sind, können diese gelenkt werden. Damit wird das Hängenbleiben und Schlagen an bereits montierte Teile verhütet und ausserdem das Werkstück nach Erreichen der Einbauhöhe den mit dem Einbau beschäftigten Monteuren in Griffnähe gebracht.

Nach dem Aufbau des Mastschaftes können sodann die am Boden fertig zusammengeschraubten Ausleger aufgezogen und angebaut werden.

Besondere Sorgfalt erfordert das Befestigen des Mastes in oder auf dem erstellten Betonfundament. Verschiedene Systeme finden hier Anwendung. Sind in den Fundamenten Aussparungen für die Eckstreben vorhanden, so können diese mittels einer auf dem Fundamentrand ruhenden Aufhängevorrichtung befestigt werden, nachdem bereits der ganze unterste Schuss des Mastes zusammengebaut ist. Mittels Spindeln kann man den Mastenunterteil in der Höhe regulieren. Nach einer genauen Kontrolle aller Eckstreben und der Masten-

Fig. 2
380-kV-Leitung Bonaduz – Breite
Weitspannung Tannenboden–Oberterzen, Spannweite 1000 m, Höhendifferenz 505 m, (oberer Abspannmast)



spreizung werden diese bis unterhalb der Aufhängevorrichtung einbetoniert.

Es ist auch möglich, mit Hilfe von Schablonen aus Stahlrohr oder aus Holz die Eckstreben in den Fundamentaussparungen zu fixieren und einzubetonieren. Vielerorts werden auch Ankerschrauben in das Fundament einbetoniert und eine Fussplatte des Mastes auf den Fundamentsockel aufgeschraubt. Bei Schwellenfundamenten wird der ganze Schwellenrost mit dem Gurtwinkel des Mastes in der offenen Fundamentgrube verbunden und alsdann mit dem Aushubmaterial überdeckt und dieses verdichtet.

Die besonders von Natur- und Heimatschutzkreisen geforderte Tarnung der feuerverzinkten Masten veranlasst die meisten Kraftwerke, diese mit einem der Umgebung angepassten Farbanstrich zu versehen. Da es sich nicht um einen Rostschutz handelt, können die einzelnen Mastenteile bereits vor der Montage am Boden gestrichen werden.

8. Die Montage der Leiterseile

Der grosse räumliche Bereich, sowie die Vielfalt der Teilarbeiten bei der Montage der Leiterseile, welche wiederum in einer genau bestimmten zeitlichen Folge abzuwickeln sind, bedingen eine äusserst sorgfältige Arbeitsorganisation. Diese ermöglicht dann auch eine richtige und exakte Ausführung der Arbeiten, unter bester Ausnützung der zur Verfügung stehenden Werkzeuge und bei zweckmässigstem Einsatz der Arbeitskräfte. Die Anlieferung der auf Trommeln aufgerollten und zum Schutze der Oberfläche verschalten Leiterseile erfolgt entweder in gleichen maximalen Fabrikationslängen oder aber in den Abspannstrecken entsprechend angepassten Lieferlängen. Dies hat den Vorteil, dass die Teillängen in den Schlaufen der Abspannmaste zugfrei zusammengeschlossen werden können, wogegen im ersten Falle die Verbindungsmuffen in die freie Spannweite fallen und somit den vollen maximalen Leiterzug aufnehmen müssen. An der Verwendungsstelle werden die Seiltrommeln so gelagert, dass der Leiter oben ablaufen kann.

Im Gegensatz zu früheren Zeiten, in denen vorwiegend Kupferleiter montiert wurden, werden heute fast ausschliesslich durch eine Stahlseele verstärkte Aluminiumleiter, oder aber aus Aluminiumlegierung des Typs AlMgSi bestehende Leiterseile verwendet. Durch den Gebrauch dieser wesentlich leichteren Werkstoffe, deren Leitfähigkeit relativ hoch ist, ergeben sich neben geringen Zugbeanspruchungen auch kleinere Durchhänge, was sich wiederum auf die Masten, sowie auch auf die Spannweiten günstig auswirkt.

Alle Leiter die Aluminium enthalten sind grundsätzlich schleiffrei auszuziehen, um Beschädigungen der Leiteroberfläche zu verhindern, was nicht nur eine rein mechanische Schwächung der Leiter bedeuten würde, sondern auch zu unliebsamen Koronaerscheinungen führen könnte. Aus demselben Grunde müssen die Leiter bei den Masten über Rollen mit genügend grossem Durchmesser geführt werden. Für das Ausziehen von solchen Seilen sind Leichtmetallrollen mit einem Radius, der mindestens dem 12-fachen Leiterdurchmesser entspricht, zu verwenden. Dadurch können zu grosse Auflagedrücke und damit Aufkorbungen der Drähte vermieden werden.

In unseren Geländeverhältnissen kommt im allgemeinen eine Arbeitsmethode zur Anwendung, bei der zuerst ein leichtes, aber doch genügend starkes Zugseil aus Hanf oder Stahl, auch Vorseil genannt, von Hand über den Boden gezogen, ausgelegt wird. Dieses wird bei jedem Mast in die bereits an den Isolatorenketten montierten Rollen gelegt. In besonders schwierigem Gelände hat sich für das Ausziehen des Hilfsseiles der Helikoptereinsatz bestens bewährt. Am Ende des Montageabschnittes, der meist einer Abspannstrecke entspricht, wird das Zugseil einer Motorwinde zugeführt, mit welcher das Leiterseil nachgezogen wird. Für die Verbindung von Vorseil und Leiterseil werden besondere Zugmuffen oder sog. Ziehstrümpfe, d. h. Drahtgeflechte, die sich durch das Anziehen an die Seile festklemmen, verwendet.

Das auszuziehende Leiterseil wird über eine vor den Trommeln installierte Bremsvorrichtung geführt und so gebremst, dass das Ausziehen des Leiters mit möglichst konstanter Geschwindigkeit, schleiffrei, aber mit geringem Bodenabstand, d. h. nicht unnötig straff erfolgen kann. Durch eine Telephon- oder Funkverbindung wird die dringend notwendige Verständigung und Absprache über alle Vorgänge in der Abspannstrecke, zwischen den Arbeitsplätzen der Zug- und Bremsmaschine ermöglicht.

Entstehen in einer Abspannstrecke Kreuzungen mit andern Leitungen, deren Berührung vermieden werden muss, so sind entsprechende Schutzgerüste zu erstellen.

Das Ende des ausgezogenen Leiterseiles wird am Ausleger des Abspannmastes mit Hilfe der an der Isolatoren-Abspannkette befestigten Abspannklemme definitiv montiert.

Als nächster Schritt der Leitermontage hat die Einregulierung der Leiterseile zu erfolgen. Dies geschieht durch Beobachtung des vorher genau berechneten Durchhanges, wenn immer möglich in einer Spannweite in der Mitte der Abspannstrecke, währenddem mit der Zugmaschine das Seil allmählich gespannt wird.

Analog wie bei der bereits beschriebenen Montage von Einfachseilen wird bei der Verlegung von Bündelleitern verfahren. Das Auslegen erfolgt wieder mittels eines Hilfsseiles über die Montagerollen.

Drillingsrollen ermöglichen dann die Aufnahme des Hilfsseiles in der Mitte und der beiden Teilleitern je auf den äussern Rollen, sofern das ganze Zweierbündel mit einem Zugseil gezogen wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, jeden Teilleiter mit separatem Zugseil auszuziehen. Es werden auch besondere, für die Aufnahme von Bündelleitern konstruierte Bremsmaschinen, welche ein kontinuierliches gleichmässiges Ausziehen und Bremsen der Teilleiter ermöglichen, verwendet. Bei dieser Arbeitsmethode wird trotz der Vervielfachung der Leiterzahl die für die Montage erforderliche Zeit nicht wesentlich verlängert.

Eine Ausdehnung der ganzen Montagearbeit ergibt sich bei Bündelleitern durch den Einbau von Seil-Abstandhaltern. Es ist nämlich notwendig, die Teilleiter eines Bündels auf ihre ganze Länge zu distanzieren, um mechanische Beschädigungen der Leiterseile zu vermeiden. Ohne solche Abstandhalter würden die Teilleiter im spannungslosen Zustand durch die Windbeanspruchung zusammenschlagen, wogegen sie sich im Betriebszustand durch die elektromagnetische Einwirkung sofort anziehen. Die Abstandhalter werden mit Hilfe eines auf den Leiterseilen fahrenden Montagewagens eingebaut und jeweils in Abständen von 40 bis 90 m montiert (Fig. 3).

Die hauptsächlich in der Schweiz verwendeten, aber auch im Ausland immer mehr Beachtung findenden Leiter aus Al-Legierungen ermöglichen, durch Zusammenschweissung eine einwandfreie elektrische Verbindung herzustellen. Eine solche Seilverbindung muss jeweils mechanisch verstärkt werden, indem ein Leichtmetallrohr über der Schweißstelle auf das Leiterseil aufgepresst wird.

Bei der Montage des über sämtliche Masten führenden Erdseiles wird wie bei der Montage der Leiterseile vorgegangen. Bisher wurden fast ausschliesslich Stahlseile montiert, doch kommen heute öfters wegen ihrer wesentlich besseren Leitfähigkeit kombinierte Seile aus Stahl und Aluminium zur Anwendung. Ein Seil, bestehend aus Stahldrähten mit einem aufgeschweissten Aluminiumüberzug, scheint sich hier gut zu bewähren.

Mit dem Verlegen der Erdungsbänder und deren Anschluss an die einzelnen Masten finden die ganzen Bau- und Montagearbeiten ihren Abschluss.

9. Baukosten

Der geschilderte Aufwand bei der Projektierung und beim Bau solcher Höchstspannungsleitungen macht die hohen Erstellungskosten verständlich. So muss beim Bau einer doppelsträngigen 220-kV-Leitung im Mittelland mit Kosten von Fr. 220 000.— bis 250 000.— pro km gerechnet werden, die auf einer Gebirgsstrecke auf Fr. 400 000.— bis 500 000.— ansteigen können. Entsprechend muss bei einer doppelsträngigen 380-kV-Leitung im Mittelland mit Investitionen von Fr. 380 000.— bis 400 000.— pro km gerechnet werden, welche sich im Gebirge bis gegen Fr. 700 000.— pro km erhöhen.

10. Unterhalt

Die jederzeitige Sicherstellung der Versorgung mit elektrischer Energie wird heute beinahe als selbstverständlich angenommen, weshalb auch die Forderung nach einer vollkommen betriebssicheren Hochspannungsleitung gestellt wird. Diese Forderung kann trotz der grossen Fortschritte der Technik, insbesondere auch auf dem Gebiet der Materialprüfung und Verarbeitung nicht restlos erfüllt werden.

10.1 Ursachen von Betriebsstörungen

Als Hauptursachen von Betriebsstörungen kann man grundsätzlich zwei Arten unterscheiden:

a) Die Einwirkung durch momentane äussere Einflüsse. Dadurch werden einzelne Bauteile der Leitung zerstört oder beschädigt.

b) Dauernd wirkende Einflüsse. Diese können im Laufe einer grösseren Zeitspanne zum Bruch oder zur Deformation eines Bauelementes führen.

Das in die erste Gruppe fallende Problem des Eisbehanges der Leiterseile ist Gegenstand einer gesonderten Betrachtung. Eine relativ häufige Störungsursache sind die durch Überspannung eingeleiteten Überschläge, die infolge der nachfliessenden Erdschluss- oder Kurzschlußströme zur Beschädigung oder Zerstörung der Isolatoren und Leiterseile führen können. Derartige Überspannungen resultieren entweder aus Änderungen des Schaltzustandes oder sind atmosphärischen

Fig. 3
Montage von Abstandhaltern
220-kV-Leitung Tierfehd–Grynau

Ursprunges. Da insbesondere die atmosphärischen Überspannungen sehr hohe Werte annehmen können, besteht praktisch selbst bei Höchstspannungsleitungen keine Möglichkeit, diese Überspannungen durch Anpassung der Isolationsniveaus zu beherrschen. Durch das Anbringen von Lichtbogenschutzarmaturen an den Isolatorenketten führen Überspannungen in Netzen mit Schnellwiedereinschaltungen in den seltensten Fällen zu Störungen.

Einen mindestens teilweisen Schutz gegen direkte Blitzeinschläge in die Leiter gewähren die oberhalb diesen angebrachten Erdseile.

Als weitere Ursache von Betriebsstörungen kommen fahrlässige oder mutwillige Beschädigungen (Beschuss, Steinwürfe usw.) in Frage. In schwierigen topographischen Verhältnissen sind oftmals auch Lawinen- und Steinschlagbeschädigungen unvermeidbar. Das leicht auftretende Gefahrenmoment der zufälligen Berührung zwischen Baumästen und Leiter kann durch eine periodische sorgfältige Leitungskontrolle weitgehend verringert werden.

In der zweiten Gruppe sind die Schwingungserscheinungen der Seile zu erwähnen. Die gespannten Leiter verhalten sich wie Saiten. Bei konstantem Wind, insbesondere im Bereich kleiner Windgeschwindigkeiten, treten durch die hinter den Seilen liegende Wirbelzone Kräfte auf, die die Leiterseile zu Schwingungen anregen. Durch die Wechselbiegebeanspruchung können am Seil, speziell an den Einspannstellen der Aufhängepunkte, Ermüdungsbrüche auftreten. An verschiedenen Leitungen durchgeführte Messungen haben ergeben, dass sowohl bei Einfach- wie auch bei Bündelleitern bis 100 Millionen Schwingungen pro Jahr aufgetreten sind. Die Gefahr der Ermüdungsbrüche kann durch eine zweckmässige Gestaltung der Klemmarmaturen und durch das Anbringen besonderer Schwingungsdämpfer, welche die entwickelte Schwingungsenergie vernichten, weitgehend verhütet werden.

Ein besonderes Problem bilden die Stromklemmen als Verbindungen zweier verschiedener Leitermetalle, bei denen die Gefahr einer elektrolytisch begünstigten Korrosion besteht.

10.2 Reparaturen

Treten an modernen Hochspannungsleitungen gelegentlich Schäden auf, so führen diese in den seltensten Fällen zu eigentlichen Störungen, da normalerweise die Leitung im Betrieb bleibt, bis sich die Gelegenheit bietet, die Reparatur auszuführen. Die heute vielfach verwendeten durchschlagfesten Langstabisolatoren weisen Bruchfestigkeiten von 25...30 t auf, d. h. das 3...5fache der max. Belastungen, so dass die aus der Beschädigung resultierende Festigkeitseinbusse normalerweise nicht zum Bruch des Isolators führt. Bei Verwendung von Kappenbolzen-Isolatoren besteht die Gefahr, dass einzelne Glieder durchschlagen. Für die Ersetzung dieser defekten Isolatoren sind besonders im Ausland Methoden entwickelt worden, die eine Reparatur unter Spannung erlauben. Derartige Auswechslungen bedingen jedoch relativ kostspielige Spezialwerkzeuge und lassen sich praktisch nur bei Hängeketten anwenden.

Für die Reparatur von Leiterseilen, bei denen nur einzelne Adern gebrochen oder beschädigt sind, können heute vorgeformte Spezialdrähte aus Aluminiumlegierungen verwendet werden, die einen einwandfreien elektrischen und mechanischen Übergang gewährleisten. Die Montage dieser Reparaturspiralen benötigt ein Minimum an Werkzeugen und Zeitaufwand. Bei stärkeren Seilbeschädigungen muss die schadhafte Stelle herausgetrennt und die beiden Enden wieder zusammengeschweisst werden. Zur Erzielung einer genügenden mechanischen Festigkeit wird über der Reparaturstelle eine Pressmuffe angebracht.

Durch eine laufende Leitungsüberwachung kann ein wesentlicher Beitrag an die Betriebssicherheit geleistet werden. Während Holzstangenleitungen mit Stützisolatoren, wie man sie im Mittelspannungsnetz häufig antrifft, relativ störanfällig sind, kann man sich im allgemeinen bei den modernen Höchstspannungsleitungen auf Kontrollen beschränken, die die Betriebssicherheit bestätigen.

11. Schlussbemerkungen

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei einer sorgfältigen Projektierung, einer exakten Bauausführung und der Verwendung von geeigneten neuzeitlichen Armaturen und Materialien, weitgehend betriebssichere Höchstspannungsleitungen erstellt werden können, die nur noch in seltenen Fällen Unterhaltsarbeiten erfordern.

Adresse des Autors:

W. Niggli, Vizedirektor, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden (AG).

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

28. Haupttagung in Venedig vom 26. Mai bis 8. Juni 1963 [1])

CE 3, Symboles graphiques

Vorgängig der Sitzungen des CE 3 tagte vom 28. bis 31. Mai die CCI/IEC Joint Working Group on Symbols for Telecommunications. Unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, E. W. Anderson, England, wurde ausserordentlich speditiv gearbeitet. Als Vorbereitung für die Sitzungen des CE 3 mussten vorerst die folgenden Dokumente besprochen werden:

3Exp(Switzerland)11, Polarity of windings
3Exp(Switzerland)25, Graphical symbols for Transductors and magnetic amplifiers
3Exp(Switzerland)26, Symbols for Capacitors
3(Secretariat)338, Graphical symbols for Examples of electronic Tubes, Valves and Rectifiers
12(Secretariat)220, Recommended instructional symbols with regard to terminal devices and controls for radio communication equipment and electronic devices employing similar techniques

Anschliessend wurden die folgenden Dokumente diskutiert und verbessert:

CCI/IEC-JWG(Secretariat)13, Symbols for Static Converters, Inverters, Hand Generators, Ringing Machines, etc.
CCI/IEC-JWG(Secretariat)14, Symbols for complete Telegraph Equipments
CCI/IEC-JWG(Secretariat)15, Symbols for Telephone Subscribers, Instruments and general symbols for Exchange Equipment
CCI/IEC-JWG(Secretariat)17, Symbols for Aerials
CCI/IEC-JWG(Secretariat)18, Symbols for Radio Stations
CCI/IEC-JWG(Secretariat)21, Block symbols for Selectors
CCI/IEC-JWG(Secretariat)22, Symbols for electromechanical, electromagnetic and electroacoustic transducers
CCI/IEC-JWG(Secretariat)24, Symbols for Inductors
CCI/IEC-JWG(Secretariat)25, Symbols for Transformers
CCI/IEC-JWG(Secretariat)26, Symbols for Frequency spectrum diagrams

Aus dem oben erwähnten Dokument «Block symbols for Selectors» ist der Vorschlag für ein neues universelles Symbol für Koppelanordnungen in Vermittlungszentralen besonders zu erwähnen. Dieses Symbol soll für elektromechanische wie elektronische Anordnungen Anwendung finden. Die nächste Sitzung der Joint Working Group wird voraussichtlich vom 28. Oktober bis 1. November 1963 in London stattfinden.

Unter dem Vorsitz seines Präsidenten, A. Lange, Frankreich, fanden vom 1. bis 7. Juni die Sitzungen des CE 3 statt. Für die Veröffentlichung sind nun wieder drei Dokumente bereinigt, nämlich:

3(Central Office)447, Graphical symbols for Architectural Diagrams
3(Central Office)450, Examples of Resistors
3(Central Office)458, Symbols for Generating Stations and Substations

Viel zu diskutieren gab das Dokument *3(Central Office)456,* Symbols for Semiconductor Devices. Die Abstimmung unter der 6-Monate-Regel ergab eine Mehrheit für die amerikanischen Symbolformen. Acht Länder wünschten jedoch die Aufnahme der vor Jahren von Schweden vorgeschlagenen einfacheren Symbolform, mindestens als Variante. Schlussendlich einigte man sich auf den Kompromiss, die einfachere Symbolform als «other form» aufzunehmen und die amerikanische Variante als «preferred» zu bezeichnen. Das überarbeitete Dokument wird unter der 2-Monate-Regel neu herausgegeben.

Für die internationale Verteilung unter der 6-Monate-Regel wurden folgende Dokumente besprochen und verbessert:

3Exp(Switzerland)25, Graphical symbols for Transductors and Magnetic Amplifiers
3Exp(Switzerland)26, Graphical symbols for Capacitors
3(Secretariat)338, Graphical symbols for Examples of electronic Tubes, Valves and Rectifiers

Anstelle des Dokumentes *3(Secretariat)337,* Graphical symbols for Electrical Equipment of Machine-Tools, soll ein neues Dokument «Modes de fonctionnement et de commande de contacts et d'appareillage» herausgegeben werden. Das Dokument soll den Fachleuten für Werkzeugmaschinen die Möglichkeit geben, die von ihnen benötigten Symbole daraus zu entnehmen. Relativ schwierig war die Behandlung des Dokumentes *3Exp(Switzerland)11,* Polarity of windings. Man beschränkte sich auf einige wenige Definitionen, die in einem Sekretariats-Dokument neu verteilt werden sollen. Abschliessend wurde die Traktandenliste für Aix-les-Bains aufgestellt sowie die Liste für «Zukünftige Arbeiten» besprochen. *E. Georgii*

CE 4, Turbines hydrauliques

In der ersten Woche der Réunion Générale trat nur die Arbeitsgruppe «Regulatoren» (WG-R) zusammen, welche in mühsamer Arbeit auf Grund der vielen Einsendungen einen neuen Entwurf ausgearbeitet hat. An den Hauptverhandlungen vom 4. bis 7. Juni nahmen 57 Delegierte aus zwanzig Ländern teil. Neben dem Berichterstatter war das CES durch drei Ingenieure der Industrie vertreten. Vom CE 4 wurden vorerst Kurzrapporte entgegengenommen über den Stand des Field Test Code und über die einstimmige Annahme der unter der 6-Monate-Regel in Zirkulation gesetzten Entwürfe zu Regeln für Versuche an Speicherpumpen und für Abnahmeversuche an Turbinen-Modellen. Sobald der Field Test Code nun im Druck erschienen ist, kann die Schlussredaktion der zwei anderen Codes sinngemäss in Angriff genommen werden.

Der Bericht der Arbeitsgruppe über die Wünschbarkeit eines Codes für Abnahmeversuche an Pumpenmodellen wurde in zu-

[1]) Wir veröffentlichen hier die erste Reihe der Berichte; weitere werden folgen.