

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 20

Artikel: Ueber den Einfluss der modernen Schalter auf die Gestaltung der Innenraumanlagen
Autor: Scherb, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060883>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.04.2025

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

sitzen. Dabei kommt von 50, vielleicht auch von 30 kV an nur der ölarme Schalter in Frage, während für niedrigere Spannungen, mit Rücksicht auf den Preis, heute noch dem klassischen Typ der Vorzug gebührt.

Für *Innenraumanlagen* ist zu unterscheiden zwischen Orten grosser Energie-Konzentration und solchen, wo die Konzentration klein ist. Die Orte grosser Energie-Konzentration, das heisst Kraftwerke oder wichtige Verteilstationen, wo gut ausgebildetes Personal zur Verfügung steht und wo die Schalter häufig betätigt werden, bilden das eigentliche Anwendungsgebiet der Druckluftschalter mit ihrer fast vollständigen Sicherheit gegen Explosion und Brand. Immerhin werden für höhere Spannungen die ölarmen Schalter wegen ihrer unerreichten Einfachheit und daheriger Sicherheit vor Störungen oft vorgezogen.

Für Orte mit schwacher Energie-Konzentration, d. h. für Transformatoren-Stationen, kleine Verteil-

stationen oder Kupplungsstellen, wo Bedienungspersonal entweder gar nicht oder in ungenügender Zahl, oft nur in Form von wenig ausgebildetem Hilfspersonal, vorhanden ist, werden naturgemäss nur die einfachsten und widerstandsfähigsten Apparate Verwendung finden, d. h. der Lastschalter mit Sicherungen und der klassische Oelschalter für Spannungen bis 20 kV, der ölarme Schalter für Spannungen über 30 kV.

Zum Schluss erlaube ich mir noch einmal, darauf hinzuweisen, dass das Wesentliche bei der Wahl eines Schalters darin besteht, dass man sich über die Vor- und Nachteile jedes Systems klar ist, dass man also, wie bei jedem Ingenieur-Problem, seinen Entscheid fällt im vollen Bewusstsein der Schwächen, welche einer Lösung anhaften.

Der Vorsitzende dankt Herrn Dr. Roth herzlich zunächst dafür, dass er dem Wunsch, den Vortrag in französischer Sprache zu halten, Folge geleistet hat, dann aber auch für die nette Uebersicht über die Frage der Schalterwahl.

Ueber den Einfluss der modernen Schalter auf die Gestaltung der Innenraumanlagen.

Von E. Scherb, Aarau.

621.316.57 : 621.316.26

Es werden neue, einfache und sichere Schaltanlagentypen beschrieben, die durch die modernen Schalterbauarten möglich geworden sind.

L'auteur décrit quelques types nouveaux, simples et sûrs d'installations de couplage rendues possibles par les constructions modernes d'interrupteurs.

Die Eigenschaften und Bauformen der modernen Schalter beginnen immer mehr einen bestimmenden Einfluss auf die Gestaltung und Einrichtung der Schaltanlagen auszuüben. Eine Anlage wird man nach folgenden Gesichtspunkten beurteilen: Schutz des Bedienungspersonals, Betriebssicherheit, einfache, übersichtliche Bedienung, Zugänglichkeit und leichte Revision der Apparate, Raumersparnis und Wirtschaftlichkeit, Rücksicht auf Erweiterung und Umbau.

Die Bauart der typischen älteren Anlage, bestimmt vor allem durch den Oelschalter, wurde diesen Anforderungen nicht immer gerecht. Die Brand- und Verqualmungsgefahr infolge eines Schalterdefektes zwang zur Verteilung der Anlage auf verschiedene Stockwerke mit allen ihren Nachteilen der Unübersichtlichkeit und weitläufigen Bedienung. Erst mit den ölarmen und öllosen Apparaten konnte man es wagen, auch grössere Anlagen offen in einen einzigen Raum hineinzustellen.

Eine besonders weitreichende Veränderung brachte die neue Bauweise der modernen Schalter. Diese sind nun fast ausschliesslich so gestaltet, dass die vertikal verlaufenden Hochspannungsleitungen ohne Schleifenbildung angeschlossen werden können. Damit war es gegeben, das ganze Schaltfeld in einer vertikalen Ebene auszulegen, als möglichst getreue Wiedergabe des Schaltbildes im Raum, mit einer praktisch ungebrochenen Linienführung. Erfolgen die Kabeleinführungen unten im Feld, so ergibt sich die natürliche Anordnung der Apparate von unten nach oben: Kabelendverschluss, Kabel-

trenner, Messwandler, Leistungsschalter, Sammelschienenentrenner, Sammelschienen. Fig. 1 und 2 zei-

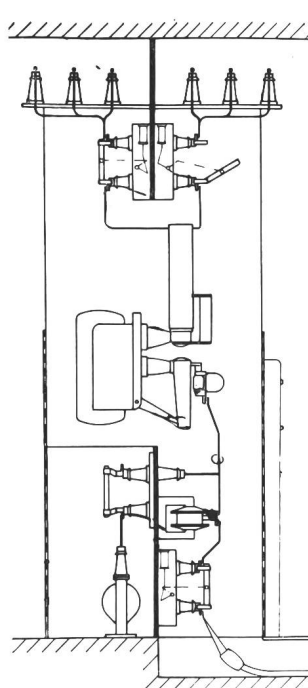


Fig. 1.
Zelleneinbau ohne Lichtbogenschutz, frei aufgestellt.

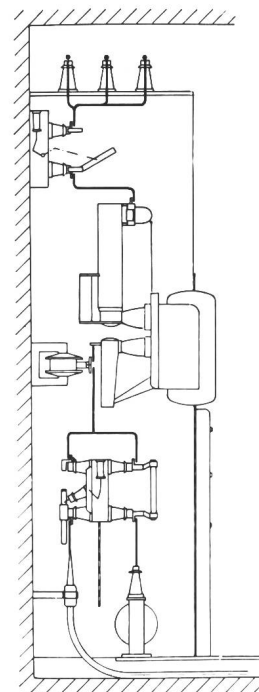


Fig. 2.
Zelleneinbau gegen die Wand.

gen diese häufigste und bekannte Bauart. Ist genügend Platz vorhanden, so wird das ganze Feld

an einer von beiden Seiten zugänglichen Schutzwand mitten in den Raum hineingestellt. Auch wenn der Platzverhältnisse wegen die Felder gegen die Seitenwände gesetzt werden müssen, lassen sich mit dem gleichen Aufbau ganz annehmbare Verhältnisse erzielen. Die mechanisch bewegten Teile und alle Steuerorgane des Leistungsschalters wird man hier mit Rücksicht auf die Zugänglichkeit normalerweise auf der Seite des Bedienungsganges anordnen. Trotzdem kann die dahinter liegende freie Trennstrecke des Schalters vom Gang aus sichtbar gemacht werden.

Aber auch wenn die Einführung oben in die Zelle einmündet, wird man mit Vorteil eine unübersichtliche und platzbeanspruchende Schleife der Leitungsführung vermeiden, und diese in gerader Linie über den Schalter nach den in diesem Fall darunter liegenden Sammelschienen führen. Fig. 3 zeigt eine praktische Ausführung dieser Bau-

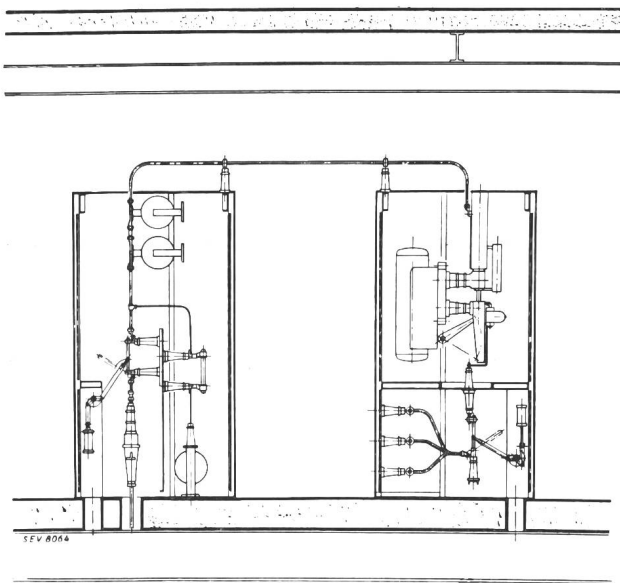


Fig. 3.

Schaltanlage 20 kV mit Sammelschiene unten, in bestehenden Raum eingebaut.

weise. Das ankommende Kabel gelangt in ein separates Messfeld, und von dort führt die Leitung oben in die Zelle des Leistungsschalters und über diesen hinweg direkt zu den darunter liegenden Trennern und Sammelschienen. In gleicher Weise führen auch die Leitungen der Transformatorfelder von den Sammelschienen in gerader Linie über die Schalter nach oben. — Die Sammelschienen sind durch eine Lichtbogenschutzwand mit Durchführungen von den Leistungsschaltern getrennt. Die Trenner sind unterhalb der Schutzwand eingebaut. Dies erlaubt ein gefahrloses Betreten der Zelle des Leistungsschalters, wenn die Trenner gezogen und das Feld geerdet ist. Zu beachten ist, dass alle offenen Trennstellen der Schalter des gesamten Feldes trotz der Schutzwand von der Bedienungsstelle aus sichtbar sind.

Alle Schalter je eines Feldes werden, ähnlich wie im Kommandoraum, von einer Stelle aus bedient. Die Steuerorgane sind in einem Steuerstand der zusammengefasst, der mit seiner Zelle sichtbar

eine Einheit bildet, so dass Verwechslungen ausgeschlossen sind. Es wird am besten dort angeordnet, wo der Bedienende möglichst das ganze Feld mit den sichtbaren Trennstellen der Schalter vor Augen hat. Am einfachsten wird das wohl in den meisten Fällen von der Vorderseite der Schalterzelle aus erreicht werden. Selbstverständlich muss dabei auf den Schutz der Person durch entsprechende Distanzen und geeignete Abschlussgitter Bedacht genommen werden.

Wo Druckluft zur Verfügung steht, wird man auch die Trenner mit Vorteil mittelst Druckluft betätigen, was mit geringen Mehrkosten zu erreichen ist. Die Anlage wird dadurch übersichtlicher und die Bedienung vereinfacht. Ausserdem — und das ist wohl der grösste Vorteil — können die Trenner auf einfachste Art mit dem zugehörigen Leistungsschalter verriegelt werden. Diese Sicherung, in Verbindung mit der Uebersichtlichkeit der Anlage und der Vereinfachung der Bedienung, sollte die gefürchteten Fehlschaltungen von Trennern in solchen Anlagen praktisch ausschliessen.

Ueber die Frage, ob bei Anlagen mit modernen Schaltern die ganz offene Bauart, oder eine Abtrennung durch Lichtbogenschutzwände vorzuziehen ist, herrscht vorläufig noch keine einheitliche Auffassung. Nach wie vor muss natürlich mit — wenn auch ganz seltenen — Ueberschlägen und Kurzschlüssen auch in diesen Anlagen gerechnet werden. Selbst wenn man annimmt, dass Fehlschaltungen und auch Unfälle infolge Ueberschreitens der Abschaltleistung von Schaltern nicht mehr vorkommen, so würden — wenn wir auf Statistiken älterer Anlagen abstellen können — immer noch etwa 60 % der früheren Störungen übrig bleiben, genug, um auch weiterhin dem Problem des Lichtbogenschutzes Beachtung zu schenken. Die Entscheidung, ob Lichtbogenschutzwände oder nicht, wird sich wohl jeweils nach Grösse und Wichtigkeit der Anlage richten, sowie den Geldmitteln, welche dafür zur Verfügung stehen. Wir sind aber der Meinung, dass wenigstens in wichtigeren Anlagen nach wie vor die einzelnen Felder durch Schutzwände abgetrennt werden sollten, um bei Kurzschluss die Gefährdung der Nachbarzelle durch heisse Gase und Metaldämpfe zu verhindern. Dies erlaubt auch das gefahrlose Betreten von spannungslosen Feldern durch das Revisionspersonal, während in offenen Anlagen für diesen Zweck erst besondere Schutzwände eingesetzt werden müssen.

Bezüglich der Ausführung der Zwischenwände bringt der moderne Schalter insofern einen Vorteil, als diese nicht mehr für langdauernde Hitzeentwicklung bemessen sein müssen. Im Gegensatz zu den bisherigen Beton- und Gips-Wänden dürften sich deshalb in Zukunft wohl Stahlkonstruktionen weitgehend durchsetzen. Diese Bauweise hat grosse Vorteile: Gute Festigkeit bei kleinstem Gewicht, bequeme Befestigung aller Apparate, auch der schwersten, einfache Erdung. Vollständige Zellen können fabriktfertig erstellt und vom Elektromonteur selber in kürzester Zeit aufgestellt werden, ohne Gips- und Maurerarbeiten. Letztere

sind bei Erweiterungsarbeiten des Staubes wegen gerade für Druckluftschalter unangenehm. Die Stahlwände werden als Doppelwände mit Luftzwischenraum ausgeführt, die auch durch stärkste Kurzschlusslichtbogen nicht durchgebrannt werden können.

Die Ausbreitung einer Störung auf andere Teile der Anlage kann auch durch wandernde Lichtbogen erfolgen. Doch wird dies nur der Fall sein, wenn der Lichtbogen sich in Richtung des Energieflusses bewegen kann, also von einem ankommenden Feld über die Sammelschienen in ein abgehendes Feld, nicht umgekehrt. Man kann diese Wanderung unterbinden durch Schutzwände mit Durchführungen (Fig. 3 und 4), die die Sammelschienen vom Felde trennen, oder durch Isolation entsprechender Leitungstücke, z. B. bei den ankommenden Feldern.

Zwei Sammelschienensysteme, die verschiedenen Betrieben angehören können, sollten mit ihren Trennern immer durch eine Schutzwand getrennt werden.

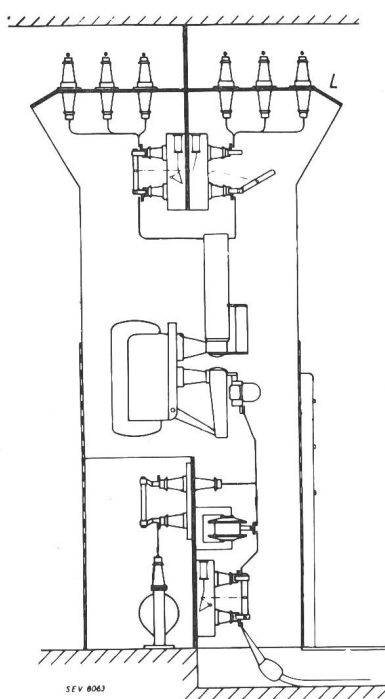


Fig. 4.

Zelleneinbau mit
Lichtbogenschutz
(L).

Neue Probleme für den Konstrukteur im Schaltanlagenbau brachte auch die Druckluftverteilung. Doch beginnt sich jetzt auch darin nach und nach eine einheitliche Praxis auszubilden. Der Kompressor arbeitet auf einen zentralen Hochdruckkessel, in welchem die Luft für eine gewisse Zahl von Reserveschaltungen aufgespeichert ist. Im allgemeinen dürften als Reserve 6 Schaltzyklen für den ersten Schalter und je 2 für jeden weiteren Schalter genügen. Vom Hochdruckkessel aus erfolgt die Verteilung über ein Reduzierventil mit niederem Druck. Fig. 5 zeigt die Verteilung für eine Anlage mit Leistungsschaltern, luftbetätigten Trennern und Lastschaltern. Die Lastschalter haben noch einen gemeinsamen Niederdruckkessel mit Rückschlagventil, um die für eine Schaltung benötigte Luft unabhängig von der Zuleitung sicherzustellen. Eine Verriegelung gegen Unterdruck sollte bei allen Leistungsschaltern mit Druckluftbetätigung, bei denen ein Schalten mit ungenügendem Druck einen Stehlichtbogen zur Folge haben kann, vorhanden sein. Eine zuverlässige Signalisierung des minimalen Druckes, sowohl im Zentralbehälter,

als auch im Niederdrucksystem, ist unbedingt notwendig. Vielfach wird sie auch individuell an jedem einzelnen Druckluftschalter verlangt. Im übrigen wird die Kompressoranlage automatisch, meist von einem Kontaktmanometer aus, gesteuert. Es ist empfehlenswert, zur Steuerung und Signalisierung getrennte Instrumente zu verwenden. Sind zwei Kompressorengruppen vorgesehen — z. B. in grösseren Anlagen — so empfiehlt es sich, beide dauernd in Betrieb zu halten, indem zwei unabhängige Gruppen von Schaltern gebildet werden. Die beiden Systeme werden dann nur bei Ausfällen des einen Kompressors gekuppelt.

Ueber die Ausführung der Luftleitungen selber ist zu bemerken, dass jetzt im allgemeinen Kupfer-

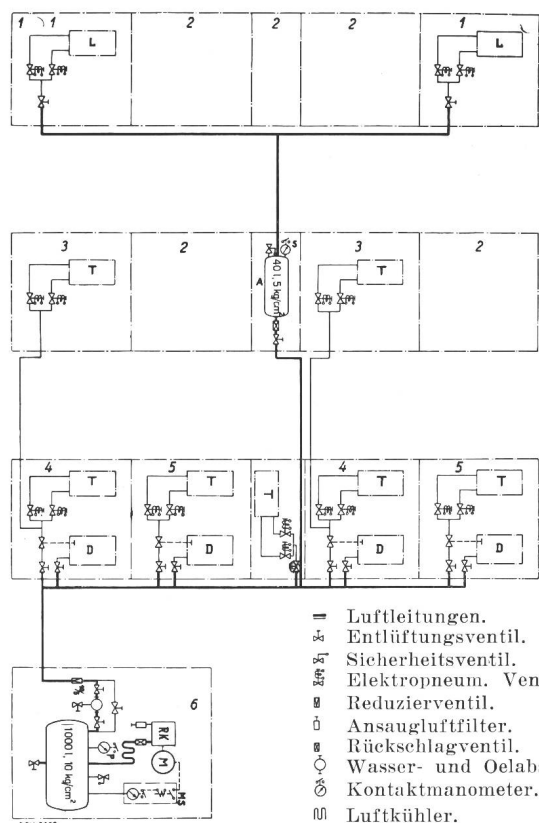


Fig. 5.

Schema einer Druckluftanlage.

- | | | | |
|----|-----------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Ankommende Leitung. | 2 | Reserve. |
| 3 | Messfeld. | 4 | Abgehende Leitung. |
| 5 | Transformatorfeld. | 6 | Kompressoranlage. |
| RK | Rotationskompressor. | L | Lastschalter. |
| M | Motor. | P | Primärdruck-Signalisation. |
| MS | Motor-schutzschalter. | S | Sekundärdruck-Signalisation. |
| D | Druckluftschalter. | A | Ausgleichluftkessel für Lastschalter. |
| T | Trenner. | | |

rohre verwendet werden. Im Ausland haben sich auch Aluminiumrohre — wie es scheint mit Erfolg — eingeführt. Lötstellen als Verbindungen sind unbeliebt, da sie durch mechanische Beanspruchung, besonders Erschütterungen, leicht undicht werden. Es gibt jetzt einige gute Rohrverbindungssysteme im Handel, mit Dichtung Metall auf Metall, die sich bestens bewährt haben. — Weniger zu empfehlen sind Gas- und Stahlrohre, die im Innern Rost ansetzen können, der dann vom Luftstrom fortgerissen und in die empfindlichen Ventile der Verteilungsanlage und der Schalter

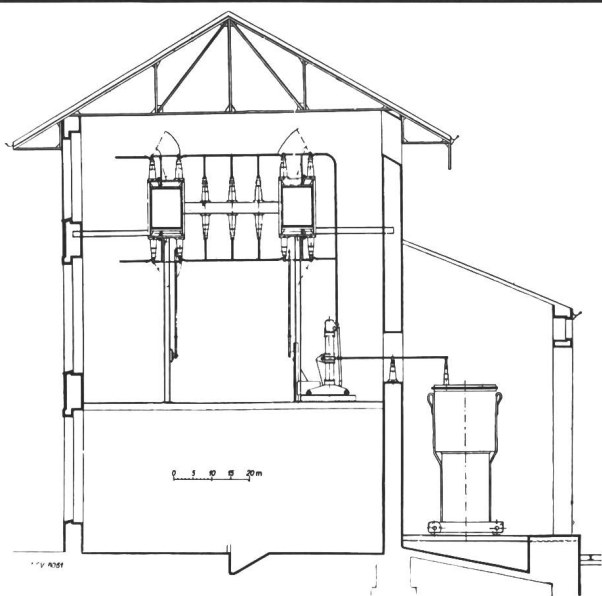


Fig. 6.

Querschnitt einer 60-kV-Schaltanlage mit Oelstrahlschalter. Umbau einer bestehenden Anlage.

geführt werden kann. Bei der Verlegung der Leitungen, besonders der Hauptstränge, ist darauf zu achten, dass sie nicht durch einen zufälligen Ueberschlag von der Hochspannung erreicht werden können, da hierdurch unter Umständen das ganze System entleert und die Schalter für geraume Zeit blockiert werden könnten.

Schaltanlagen für 50 kV und höher werden seit Jahren fast ausschliesslich im Freien aufgestellt. Der Einbau moderner Innenraumschalter kommt deshalb gegenwärtig hauptsächlich für Umbauten älterer Anlagen in Betracht. Auch dort lassen sich fast immer die Verhältnisse übersichtlicher und einfacher gestalten durch Anwendung der offenen Bauart und Vermeidung von Schleifen in der Linienführung (Fig. 6). Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass mit den modernen Schaltern Innenraumanlagen auch für diese Spannungen wieder mehr in Erwägung gezogen werden dürften.

Der Vorsitzende verdankt auch dieses Referat, das eine bestimmte Frage behandelt und das deshalb sehr wertvoll ist, bestens.

Die Elektrifizierung der Brünigbahn.

Von H. Eggenberger, Bern.

621.331 : 625.3(494)

Einleitend wird erwähnt, dass man nach eingehendem Studium der verschiedenen Studien der verschiedenen Varianten zum Umbau der Brünigbahn schliesslich auf das ursprüngliche Projekt der Bundesbahnen, nämlich die Elektrifizierung der bestehenden Linie zurückgegriffen habe. Aber auch diese Lösung sei finanziell nur tragbar, nachdem die eidgenössischen Räte an die Baukosten von rund 13 Millionen Franken einen Bundesbeitrag von 4,1 Millionen Franken zugewilligt hatten.

Im weiteren wird das zur Ausführung gelangende Projekt beschrieben und Angaben über die künftige Betriebsform gemacht. Darnach sollen 16 elektrische Lokomotiven für gemischten Adhäsions- und Zahnradbetrieb angeschafft werden, so dass künftig die Fahrt Luzern-Interlaken ohne den bisher notwendigen, zweimaligen Lokomotivwechsel am Fusse der Zahnradrampen möglich sein wird, was eine wesentliche Verkürzung der Fahrzeit zur Folge haben wird.

L'auteur mentionne pour commencer qu'après une étude approfondie des diverses variantes relatives à la transformation du chemin de fer du Brünig, on s'est décidé finalement en faveur du projet initial des chemins de fer fédéraux, soit pour l'électrification de la ligne existante. Mais cette solution elle-même n'est devenue financièrement réalisable qu'après octroi par les chambres d'une subvention fédérale de 4,1 millions de francs aux frais de construction, évalués à 13 millions de francs environ.

L'auteur décrit ensuite le projet destiné à être exécuté et donne des détails sur l'exploitation future. Il faudra 16 locomotives électriques, équipées pour la traction mixte à adhérence et à crémaillère, qui permettront dorénavant d'effectuer le trajet Lucerne-Interlaken sans le double changement de locomotives au pied des rampes à crémaillère, d'où gain de temps appréciable et réduction correspondante de la durée du trajet.

Der Verwaltungsrat der Schweizerischen Bundesbahnen hat in seiner Sitzung vom 27. Juni 1939 das Projekt für die Elektrifizierung der Brünigbahn, verbunden mit betrieblichen Verbesserungen der Anlagen, genehmigt und für die Ausführung dieser Arbeiten sowie für die Beschaffung der erforderlichen elektrischen Triebfahrzeuge einen Kredit von 8 950 000 Fr. nebst 1 501 000 Fr. für Abschreibungen bewilligt.

Nach jahrelangen Untersuchungen und Diskussionen über den ganzen oder teilweisen Umbau der Brünigbahn auf Normalspur und über die Untertunnelung des Brünigs unter Beibehaltung der Schmalspur ist man wieder auf die Lösung zurückgekehrt, die die Bundesbahnen von Anfang an als die geeignetste betrachteten, die Elektrifizierung der bestehenden Linie. Alle andern Varianten schieden wegen der hohen Kosten für Bauaufwendungen und Abschreibungen untergehender Anlagen aus. Selbst die für die Elektrifizierung der bestehenden Linie erforderlichen Aufwendungen, die sich infolge der inzwischen eingetretenen Abwer-

tung des Schweizerfrankens auf 13,05 Millionen Franken belaufen, wären ohne Bundesbeitrag unwirtschaftlich und für die Bundesbahnen nicht tragbar. Die Ausführung der Elektrifizierung der bestehenden Linie war somit von zwei Faktoren abhängig, nämlich von der Beschlussfassung der eidgenössischen Räte über die Normalisierung der Brünigbahn und von der Beitragsleistung des Bundes. Im National- und Ständerat wurde aber die Normalisierung, trotz der Wünschbarkeit aus militärischen Gründen, endgültig aufgegeben und mit Bundesbeschluss vom 6. April 1939 betreffend den weiteren Ausbau der Landesverteidigung und die Bekämpfung der Arbeitslosigkeit wurde für die Elektrifizierung der Brünigbahn ein Bundesbeitrag von 4 100 000 Fr. zugesichert. Nach der Zustimmung von Volk und Ständen am 4. Juni 1939 zum genannten Bundesbeschluss ist der Weg endlich frei geworden.

Bei dem noch verbleibenden Kostenaufwand für die Bundesbahnen im Betrage von 8 950 000 Fr., nebst 1 150 000 Fr. für Abschreibungen, wird der