

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 48 (1957)  
**Heft:** 12  
  
**Rubrik:** Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

### **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:** 23.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Wo lauern in Hochspannungsanlagen Gefahren für das Personal

von F. Schär, Olten

614.825

Anhand der alljährlich erscheinenden Statistik des Starkstrominspektorates über elektrische Unfälle wird versucht, die verschiedenen Unfälle zu gruppieren und sie auf ihre tieferen Ursachen hin zu untersuchen.

Se fondant sur la statistique annuelle de l'Inspectorat des installations à courant fort relative aux accidents causés par l'électricité, l'auteur essaye de grouper les divers accidents d'après leur origine et d'examiner de plus près leurs causes profondes.

#### Allgemeines

Es ist sehr nützlich, dass das Starkstrominspektorat alljährlich nähere Angaben über Unfälle an elektrischen Anlagen, die sich im abgelaufenen Jahr ereignet haben, veröffentlicht. Stets ergeben sich daraus lehrreiche Schlussfolgerungen, die dazu dienen können, ähnliche Vorkommnisse in Zukunft zu vermeiden. Nachstehend wird versucht, gewisse Unfall-Gruppen etwas zusammenzufassen und ihre tieferen Ursachen zu diskutieren. Diese Ursachen können bei bewusster Beachtung zur weiteren Verhütung von Unfällen beitragen.

#### 1. Die gefährliche Rückspannung

Ein Umstand, der schon sehr oft zu tödlichen Unfällen führte, ist die Nichtbeachtung der Rückspannung an teilweise ausser Betrieb gesetzten Anlagen<sup>1)</sup>. Es sind hier verschiedene Arten von Ursachen zu unterscheiden:

##### a) Die Rückspannung von Gegenpolen, beispielsweise bei Kuppelschaltern

Da heute viele Netze vermascht sind, werden praktisch die meisten Hochspannungsschalter von beiden Seiten gespeist. Man tut daher gut, sich immer zu vergewissern, dass keine Rückspannung mehr von der Gegenseite kommen kann. Etwa vorgeschaltete Trenner sind zu öffnen und abgeschaltete, jedoch mit den Anlageteilen metallisch fest verbundene Leitungen sind vor Beginn der Arbeiten zu erden.

##### b) Die Rückspannung von der Sekundärseite der Spannungswandler oder Transformatoren

Anlageteile, die primärseitig abgeschaltet sind, können trotzdem unter Hochspannung stehen, wenn von der Sekundärseite über einen oder mehrere Spannungswandler zurücktransformiert wird. Bei Anlagen, an denen gearbeitet werden soll, sind bei allfällig vorhandenen Spannungswandlern immer auch noch die sekundärseitig angebrachten Sicherungen zu entfernen, beziehungsweise die Sicherungsautomaten auszuschalten<sup>2)</sup>.

##### c) Die Rückspannung von allfällig angeschlossenen Löschspulen

Sind in einem Unterwerk oder in einem Kraftwerk mehrere Transformatoren-Nullpunkte an

eine Löschspule angeschlossen, dann ist vor Beginn jeglicher Arbeit auch diese Verbindung abzutrennen; denn die spannungsseitige Klemme der Löschspule führt auch im Normalbetrieb eine, wenn auch relativ geringe Spannung im Verhältnis zur Potentialerhöhung bei Erdschluss. Bei 50 kV schwankt diese Verlagerungsspannung zwischen einigen hundert und einigen tausend Volt. Sie ist also mehr als gross genug, um schwere Unfälle zu verursachen.

#### 2. Die induzierten Spannungen

Hochspannungsleitungen oder -Apparate können trotz allpoligem Abtrennen unter Spannung stehen. Verläuft die Leitung parallel zu einer andern oder steht der Apparat in der Nähe von im Betrieb befindlichen Leitungen, dann können solche Objekte auf zwei Arten beeinflusst werden.

##### a) Durch die kapazitive Kopplung

Die Kapazität zwischen zwei Sammelschienenstücken ist relativ gering. Doch braucht es auch gar nicht viel zu einer lebensgefährlichen Spannung. In einer 220-kV-Anlage ist 1‰ schon 220 V, und dies ist mehr als genügend zu einem Unfall.

##### b) Durch die induktive Kopplung

Induktive Spannungen werden insbesondere auf parallelen Leitungsstücken durch die magnetischen Wechselfelder stromführender Anlageteile erzeugt. Auch diese Komponente ist meistens grösser als man vermutet.

Beide Teilspannungen werden im allgemeinen um so grösser und damit um so gefährlicher, je enger das abgeschaltete Objekt mit einem andern spannungs- oder stromführenden gekoppelt ist. Die Gefahr ist somit am grössten bei Parallelleitungen, wenn eine davon im Betrieb ist, während an der andern gearbeitet werden muss. Es ist mit der Gefahr zu rechnen, auch wenn an der Arbeitsstelle nur eine Leitung vorhanden ist, da die Möglichkeit besteht, dass diese Leitung ausser Sichtweite mit einer andern parallel verläuft. Mit der Anlage nicht vertrautes, aber durchaus fachkundiges Personal kann sich daher in falscher Sicherheit wiegen.

Um den Gefahren durch induzierte Spannungen zu begegnen gibt es nur eines: Erden! und zwar nicht nur an beiden Leitungsenden, sondern auch an jeder Arbeitsstelle, am besten beidseitig derselben. Wird die Leitung oder ein einzelner Leiter aufgetrennt, dann ist das Erden und Kurzschliessen

<sup>1)</sup> s. z. B. Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 4...5.

<sup>2)</sup> s. z. B. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 968.



beidseitig der Trennstelle unbedingt erforderlich, und zwar *vor* der Auftrennung. Umgekehrt dürfen die Erdverbindungen erst *nach* Beendigung der Arbeiten aufgehoben werden. Sehr wichtig ist hier auch die richtige Reihenfolge. Die Erdverbindung ist zuerst erdseitig anzuklemmen und hernach mit der Leitung zu verbinden, wobei nicht der Mann, sondern das Erdseil zuerst die Leitung berühren muss. Nie soll sich der die Schutzerdverbindung herstellende Mann zwischen Objekt und Erde befinden, d. h. in Serie geschaltet sein. In analoger Weise ist beim Aufheben der Erdung vorzugehen. Zuerst ist die Erdverbindung am Objekt und erst hernach erdseitig zu lösen.

*Gegen induzierte Spannungen bildet die Erdung den einzig möglichen Schutz; deshalb ist ihr grösste Aufmerksamkeit zu schenken.*

### c) Induzierte Spannungen im weiteren Sinn

Unter diese fallen die von laufenden Maschinen erzeugten *Remanenzspannungen*. Natürlich sind sie im Verhältnis zur Nennspannung der Maschine klein, aber doch in der Grössenordnung von etwa 10 %. Besitzt ein Generator eine Nennspannung von 10 kV, dann sind dies schon 1000 V, eine sehr gefährliche Spannung. Deshalb schaltet man besser die Maschinen ab, an denen gearbeitet werden soll, auch wenn es etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt; die Maschinen können ja nachher wieder angelassen werden.

## 3. Die Erdung zum Schutze der an abgeschalteten Hochspannungs-Anlageteilen Arbeitenden

Die Erdung hat den Zweck, die an Anlageteilen Arbeitenden vor gefährlichen Spannungen zu schützen. Sie erfüllt ihn auch, wenn sie richtig gehandhabt wird. Sie soll neben dem Ableiten von induzierten Spannungen auch gegen zufälliges Einschalten von Anlageteilen schützen, an denen gearbeitet wird. Zu diesem Zwecke *müssen die Erdseile auch einen genügend grossen Querschnitt aufweisen*. Was das heisst mag aus folgenden Zahlen hervorgehen: In einer 16-kV-Anlage, mit einer Kurzschlussleistung von 250 MVA, fliessen im Kurzschlussfall ca. 9000 A. Soll das Erdseil nicht verdampfen, bevor der Hochspannungsschalter auslöst, dann muss ein genügend grosser Seilquerschnitt vorhanden sein. *Weichlotverbindungen zwischen Seil- und Kabelschuh dürfen keinesfalls geduldet werden*. Am besten werden geschraubte und geschweisste Verbindungen verwendet, denn Weichlotverbindungen können in Bruchteilen von Sekunden auslöten, worauf ein kräftiger Lichtbogen alles zerstört. Die gleichen Überlegungen gelten auch für 50-, 150- und 220-kV-Anlagen; denn auch diese können Kurzschlußströme von 9...10 000 A und mehr führen. Nie darf man sich bei Hochspannungsanlagen im falschen Sicherheitsgefühl wiegen, dass nichts passieren könne, wenn man zuvor erde. Steht die Anlage aus irgendwelchen Gründen noch unter voller Spannung, dann wird beim Versuch, zu erden, meist ein derart starker Lichtbogen entstehen, dass der Monteur oder Schaltwärter, sofern er dies an Ort tun muss, ausgedehnte Verbrennungen erleiden und vielleicht nachträglich noch daran sterben wird.

Schon wiederholt sind beim unvorsichtigen Erden derart grosse Lichtbogen aufgetreten, dass sie bis zur automatischen Abschaltung den oder die Schaltenden so verbrannt haben (auch durch Eisengitter hindurch), dass die Opfer innert Stunden oder Tagen trotz aller ärztlichen Bemühungen den erlittenen Verbrennungen erlegen sind.

*Das Erden und Kurzschliessen von Hochspannungsanlagen hat somit, soll es gefahrlos sein, in jedem Fall zur Voraussetzung, dass die Anlage zuerst allpolig und allseitig von den speisenden Stromquellen abgetrennt wird.* Die Spannungslosigkeit ist, wenn immer möglich, mit einem Spannungsprüfer für Hochspannung, wie es sie für Mittelspannungsnetze in zuverlässiger Qualität gibt, vorher zu prüfen.

Es sei hier anschliessend auch an die *Bundesrätliche Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen* erinnert, wo es in Art. 8, Ziffer 4, heisst:

«Wenn ein Anlageteil spannungslos gemacht werden muss, um Arbeiten daran auszuführen, so darf die Arbeit nicht begonnen werden, bevor die Sicherheit besteht, dass der Anlageteil spannungsfrei ist, ebenso darf nicht wieder eingeschaltet werden, bevor die Sicherheit besteht, dass dies ohne Gefahr für die Arbeitenden geschehen kann. Werden zu diesem Zwecke an der Arbeits- und Einschaltstelle bestimmte Zeiten für das Aus- und Einschalten abgemacht, so muss dies immer schriftlich geschehen. Die Uhren aller Beteiligten sind genau in Übereinstimmung zu bringen und es muss genügend Zeit als Sicherheitszuschlag zwischen dem Einschalten und dem Aufhören der Arbeiten eingeschaltet werden.»

In den Vorschriften wird das Abtrennen aller Spannungsquellen also deutlich genug gefordert. Wesentlich ist dabei, dass in jedem Falle eindeutig bekannt ist, was alles als Spannungsquelle in Frage kommen kann, und dass *vor* dem Erden daran gedacht wird.

In den Erläuterungen zu Ziffer 4 heisst es:

«Für die Feststellung der Spannungslosigkeit einer Anlage, an der gearbeitet werden soll, darf man sich nach dem Ausschalten nicht allein auf das Zurückgehen der Zeiger von Messinstrumenten, auf das Erlöschen eingeschalteter Lampen oder auf das Aufhören von Transformatorengeräuschen und dergleichen verlassen.

Wenn Schaltstelle und Arbeitsstelle nicht weit auseinander liegen, wie dies in Ortsnetzen immer der Fall ist, oder durch vermehrten Einbau von Schaltstellen immer erreicht werden kann, so ist «Rückmeldung» die sicherste Massnahme, die auch die kürzeste Zeit des Betriebsunterbruchs ergibt. Das «Schalten auf Zeit» soll deshalb beschränkt bleiben auf Fälle, wo Schalt- und Arbeitsstelle weit auseinander liegen (längere Überlandleitungen, Hochspannungsfernleitungen usw.) und die Möglichkeit zu einer zuverlässigen telephonischen oder irgend anderen einwandfreien und raschen Rückmeldung nicht besteht. Die Aus- und Einschaltungen sollen bei ein und derselben Unternehmung für gleichgeartete Arbeiten stets nur in gleicher Weise (auf Zeit oder auf Rückmeldung) erfolgen.»

Die Rückmeldung, welche in den Vorschriften als bessere Methode empfohlen wird, kann heute auch bei grösseren Distanzen angewendet werden, dank den *tragbaren UKW-Telephoniegeräten*, die heute auch von schweizerischen Firmen in zuverlässiger Qualität geliefert werden. Ziffer 4 fährt fort:

«Wo eine Gefährdung durch irrtümliches oder unbefugtes Schalten möglich ist, sind Schalter und Trennerantriebe zu verriegeln, oder es sind Anhängetafeln mit Aufschriften wie «Schalten verboten», «Auf der Leitung wird gearbeitet» anzubringen.»



Zur *Verriegelung der Antriebe von Schaltern und Trennern* ist zu bemerken, dass dies nicht einfach durch Unterbrechung des Steuerstromes geschehen sollte. Meistens wird damit nämlich auch die Signalisierung ausgeschaltet, womit der zugehörigen Kommandostelle die Orientierungsmöglichkeit genommen wird. Da eine gut funktionierende Signalisierung Irrtümer vermeiden hilft, sind für solche Zwecke Steuer- und Signalstromkreis getrennt zu führen oder trennbar auszulegen, damit bei solchen Blockierungen wirklich nur der Steuerstrom unterbrochen wird, die Signalisierung jedoch unbehindert weiter funktioniert.

Zur Erdung von Anlageteilen für Hochspannung sagt die Starkstromverordnung in Art. 8, Ziffer 7:

«Soll an abgeschalteten Hochspannungsanlageteilen gearbeitet werden, so sind diese vorher zu erden und kurz zu schliessen.»

Hier wird selbstverständlich vorausgesetzt, dass *alle* Stromquellen abgetrennt sind, die einen gefährlichen Kurzschlusslichtbogen speisen könnten.

Die Verordnung fährt dann fort:

«Die verantwortlichen Betriebsorgane haben dafür zu sorgen, dass während der Dauer der Arbeiten keine Schaltungen vorgenommen oder andere Anordnungen getroffen werden, welche die Arbeitenden gefährden könnten. Erst nach Beendigung aller Arbeiten und Verständigung aller Beteiligten dürfen Kurzschliessung und Erdung aufgehoben werden.

Ziffer 8:

Erdung und Kurzschliessung sind in der Nähe der Arbeitsstelle und womöglich zwischen dieser und der Stromquelle vorzunehmen. Sie sind unter allen Umständen so anzubringen, dass sie durch die vorzunehmenden Arbeiten nirgends unterbrochen werden. Kann eine Arbeitsstelle von verschiedenen Seiten her unter Spannung kommen, so ist durch eine genügende Anzahl und entsprechende Anordnung der Erdungen und Kurzschliessungen hierauf besondere Rücksicht zu nehmen.»

Bewährt hat sich in jedem Fall die Erdung an der Arbeitsstelle selbst. Sie ist wegen der induzierten Spannungen in Hochspannungsanlagen unerlässlich.

#### 4. Das falsche Schaltfeld, die unrichtige Zelle

Wie oft schon wurden fast alle Schaltungen richtig ausgeführt und zum Schlusse lief einer in die falsche Zelle hinein. Dies kann passieren, wenn an Ort geschaltet werden muss. Meistens ist ja eine Reihe von genau gleichen Schaltfeldern nebeneinander angeordnet. Sie unterscheiden sich nur durch die Nummer oder den schwarzen Namen, den der Schaltwärter ja schon lange auswendig kennt; also braucht er gar nicht hinzusehen, und schon steht er in der falschen Zelle.

#### 5. Die Arbeit lenkt ab

Der in Hochspannungsanlagen Arbeitende hat grundsätzlich stets an zwei Dinge zu denken: nämlich an *seine eigene Sicherheit gegen Unfall* und an *die Arbeit*. Ist der Arbeitsplatz gut abgeschränkt, dann kann dieses «zweipolige» Denken weitgehend dahinfallen. Aber dies ist nicht immer möglich. Da will zum Beispiel jemand schnell ein Leistungsschild ablesen; er geht vorsichtig vor; er hat beim Hinkriechen unbemerkt die Sicherheitsgrenze erreicht, jetzt hat er aber auch schon bald alle Daten; noch eine kleine Strecke, und er wird noch die Fabrikationsnummer wissen . . ., aber schon kracht der Lichtbogen.

Eine sehr grosse Zahl von Unfällen ist auf die Ablenkung durch Arbeit zurückzuführen. Leider muss das Starkstrominspektorat praktisch alljährlich in seiner Statistik vor dieser Ursache warnen, wie das Literaturverzeichnis am Schlusse zeigt.

Als Abhilfe bewährt sich in solchen Fällen, wo nicht abgeschränkt werden kann, die *Arbeitsteilung*. Man stellt einen versierten Mann an den Arbeitsort, mit dem strikten Befehl, nichts anderes zu tun als aufzupassen, dass keine gefährlichen Situationen entstehen oder Unfälle sich ereignen. Er tut dann rein äusserlich gesehen scheinbar nichts und könnte, vom Laien aus betrachtet, sicher «entbehr» werden, und doch rentiert er besser als alle andern. Dieses System hat sich zum Beispiel auch bei Geleisearbeiten der SBB bewährt und als ganz unentbehrlich erwiesen.

Auch in Art. 7, Ziffer 5, der schon zitierten Verordnung über den Betrieb und Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen werden diese Vorsichtsmassnahmen empfohlen.

#### 6. Das Gespräch mit dem Nebenmann

Hin und wieder wird die Verfügung getroffen, dass bei Schaltungen stets zwei Männer dabei sein müssen. Diese Massnahme erfüllt ihren Zweck nur dann, wenn zwischen diesen zwei Männern eine richtige Arbeitsteilung besteht. Einer überlegt, der andere schaltet. Vor und während des Schaltens sollen keine Gespräche geführt werden, die mit der Arbeit nichts zu tun haben. Wird während des Schaltens ein Fehler, z. B. eine nicht aufleuchtende Signallampe, entdeckt, dann soll diese Lampe ersetzt werden, bevor mit dem Schalten weiter gefahren wird. Keinesfalls darf der die Aufsicht Führende weglaufen, um eine Ersatzlampe zu holen, währenddem der andere mit Schalten weiterfährt, weil er glaubt, er wisse alles ebenso gut.

Eine Weisung, die verlangt, dass vor Beginn einer Schaltung alle Schaltungen der Reihe nach aufgeschrieben werden müssen, hilft bestimmt, Irrtümer zu vermeiden; denn sie zwingt den Mann, die ganze Reihenfolge zu überlegen und zu überdenken, bevor er handelt.

#### 7. Die fleissigen Maler, Hilfsarbeiter und sonstigen Bauhandwerker

Kleinere Reparaturen werden in einer Hochspannungsanlage in der Regel vom diensttuenden Personal ausgeführt. Für grössere Reparaturen zieht man eine Konstruktionsfirma zu. Da deren Personal zumeist auch «vom Fach» ist, ist es sich der Gefahren, zum mindesten in groben Zügen, bewusst. Eine besondere Ausnahme bilden hier die Maler, deren Arbeiten oft einen grösseren Umfang haben. Schon aus diesem Grunde kommt es seltener vor, dass das Werkpersonal solche Arbeiten ausführt. Mit dem Maler kommt jedoch eine ganz andere Berufsart in die Hochspannungsanlage. Meist sind ihm ihre besonderen Gefahren auch nicht annähernd bekannt.

So hatte z. B. ein Maler in einem grösseren Kraftwerk den Auftrag, eine abgeschaltete Sammelschiene zu streichen. Er war vorzeitig fertig und



strich die sich in der Nähe befindende andere Sammelschiene ebenfalls. Nach Beendigung der Arbeit meldete er: «Beim Streichen der zweiten Schiene hat es mich immer etwas gekitzelt.» Die zweite Schiene stand unter Spannung von mehreren kV! Holzgerüst und Pinsel hatten zufällig einen genügenden Isolationswiderstand.

Anlässlich einer Sonntagsabstellung erhielt ein Hilfsarbeiter den Auftrag, drei genau bezeichnete Trennschalter für 150 kV zu reinigen. Nach getaner Arbeit meldete sich der Hilfsarbeiter wieder mit den Worten: «Auf jenem Trennschalter dort, hat es mich leicht elektrisiert.» Natürlich war es der vierte, genau gleiche Trennschalter, dessen Pole mit einer zwar nicht in Betrieb stehenden, aber auch nicht geerdeten Leitung in Verbindung standen. Es war Zufall, dass die Leitung nicht unter voller Spannung stand und die Induktionsspannung sehr klein war. Meistens kommen jedoch die Maler und Hilfsarbeiter nicht so gut weg.

Auf Berufsleute, die die besonderen Gefahren nicht sehen oder erahnen können, ist daher ganz besonders aufzupassen. Bei ihnen sind alle nur möglichen Vorsichtsmassnahmen zu treffen. Erkläre solchen Leuten die Gefahren, mache sie deutlich darauf aufmerksam! Sage es lieber dreimal, wie es schon Goethes Faust tun musste, als Mephistopheles anklopfte.

Dazu sagt die schon erwähnte Verordnung über Starkstromanlagen in Art. 7, Ziffer 1:

«...Müssen für besondere Arbeiten Leute beigezogen werden, die nicht elektrotechnisch ausgebildet sind, so sind sie vorher entsprechend zu instruieren.»

### 8. Die Gefahren repetitiver Schalthandlungen

Schaltwärter Bünzli ist schon 20 Jahre im gleichen Kraftwerk tätig. Noch nie ist ihm etwas passiert. Er kennt die ganze Maschinen- und Schaltanlage gut. Hin und wieder ist eine Schaltung auszuführen. Bünzli tut das in richtiger Reihenfolge, ohne überlegen zu müssen; er hat es schon so oft getan, immer mit gutem Erfolg. Ohne sich dessen bewusst zu sein, überlegt Bünzli eigentlich die Schaltreihenfolge nicht mehr; wozu auch, das Resultat ist ja immer das gleiche. Heute morgen kam wiederum ein Auftrag für eine Schaltung. Gestern war zwar auch eine solche auszuführen, sein Kollege hat ihm den neuen veränderten Zustand gemeldet. Bünzli geht wie gewohnt vom Schalter 5 zum Trenner 6 und weiter zur Sammelschiene. Er legt Trenner 7 ein: Kurzschluss! Warum nur? Natürlich, er hätte zuerst Trenner 11 ziehen müssen! Infolge der gestrigen Schaltung war ja der Zustand ein anderer, und dies hätte eine andere Reihenfolge bedingt. Warum er das nur übersehen konnte! Bünzli kann trotzdem noch von Glück reden; denn ausser der Blendung durch das Kurzschlussfeuer ist ihm persönlich, dank der etwas langen Schaltstange und der raschen Abschaltung, nichts passiert. Dieses Beispiel lehrt: Jede Schaltung, auch die tausendste, ist *vorher* genau zu überlegen, selbst wenn man sich dazu zwingen muss.

Nie handeln bevor man genau überlegt hat. Zuerst denken — dann handeln. Nie rascher handeln als man denken kann.

Dreimal dasselbe — ja; denn dies sind die tieferen Gründe für viele, wenn nicht für die meisten menschlichen Versager, auch auf andern Gebieten<sup>3)</sup>.

### 9. Die gefährliche Leiter

Schon oft hat einer eine Leiter bestiegen, ohne dass etwas passiert wäre. Auf der Leiter ist es etwas schwerer im Gleichgewicht zu bleiben, besonders wenn die Hände für andere Zwecke benötigt werden, und man sich etwas nach vorne beugen oder nach der Seite neigen muss. Auf dem sicheren Boden spürt und weiss jeder genau, wann der Körper das Gleichgewicht verliert. Mit der Leiter zusammen ist diese Gleichgewichtsgrenze eine andere und vor allem ist sie nicht mehr zum voraus spürbar. Man merkt es erst, wenn sie überschritten wird und die Leiter zu rutschen beginnt. Dieser Unterschied ist hier von entscheidender Bedeutung. Solange man sich nicht in einer elektrischen Anlage befindet, und man sich beim Beginn des Rutschens an einem festen Gegenstand halten kann, ist die Gefahr klein. In einer elektrischen Anlage kann die Leiter gerade dann zu rutschen oder zu kippen beginnen, wenn der Mann stark in seine Arbeit vertieft ist. Die unerwartete Bewegung lässt ihn leicht erschrecken. Er ergreift den nächst besten Gegenstand und erwischt einen spannungsführenden Anlageteil: der schwere Unfall ist da<sup>4)</sup>.

Daher sind in Hochspannungsanlagen Leitern stets gegen jegliches Ausrutschen oder Kippen zu sichern.

### 10. Staub ist für den Schaltwärter manchmal gefährlicher als für den Isolator

Auch in einer Schaltanlage gibt es ab und zu etwas Staubablagerungen. Das offene Fenster, die offene Türe, der Abrieb vom Betonboden und ähnliche Ursachen tragen dazu bei.

Schaltwärter Bünzli beobachtet diesen Staubansatz an den elektrischen Apparaten und Isolatoren mit steigendem Missbehagen. Er hat es nicht gerne, dass seine Anlage solche Schönheitsfehler aufweist. Der Gedanke, dass da zum Beispiel anlässlich eines Gewitters ein Überschlag entstehen könnte, lässt ihn nicht mehr los. Dabei vergisst er einmal, dass der für 2 Stunden abgeschaltete Anlageteil vor einer Stunde wieder eingeschaltet worden ist, allerdings vergisst er es nur kurzzeitig, aber doch. Er will abstauben. Schrecklich kommt der Lichtbogen seiner Hand entgegen.

### 11. Das Unterkreuzen von Hochspannungsleitungen<sup>5)</sup>

Zwei Landwirte ziehen ein Drahtseil quer unter einer Hochspannungsleitung hindurch. Der Abstand ist anscheinend reichlich. Beim Anziehen denkt jedoch keiner an die Kreuzung mit der Hochspannungsleitung. Das Drahtseil schnellt hoch. Beide erleiden Brandverletzungen und können von Glück reden, dass sie so glimpflich davon kamen<sup>6)</sup>.

<sup>3)</sup> s. z. B. Bull. SEV, Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 967 u. 968, sowie Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856 u. 857.

<sup>4)</sup> S. z. B. Bull. SEV, Bd. 44(1953), Nr. 22, S. 947 u. 948.

<sup>5)</sup> S. z. B. Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 24, S. 1157.

<sup>6)</sup> Bull. SEV Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856.



Sehr oft führen jedoch solche Unvorsichtigkeiten zum Tode, und zwar auch dann, wenn es sich nicht um Draht-, sondern um Hanfseile handelt. Ganz besonders gefährlich sind Unterkreuzungen von Hochspannungsleitungen in Gefällsbrüchen. In solchen Fällen ist es nicht einmal nötig, dass das Draht- oder Hanfseil beim plötzlichen Spannen nach oben schwingt, sondern es genügt schon eine ganz einfache Verringerung des Durchhanges, wie sie beim Anziehen höchst wahrscheinlich zu erwarten ist. Sind Unterkreuzungen nicht zu umgehen, dann müssen die Seile an der Kreuzungsstelle genügend gesichert sein. Diese Sicherungen müssen nicht nur der statischen Beanspruchung standhalten, sondern auch der dynamischen, wie sie durch Schläge und Wellenbewegungen entstehen kann.

## 12. Mit der Automatik muss man ganz vertraut sein, wenn man bei Revisionen in sie eingreifen will

Mehr und mehr übernehmen heute *vollautomatisch und selektiv arbeitende Einrichtungen* das Abschalten bei Kurzschlüssen. Mit solchen werden Handlungs- bzw. Abschaltgeschwindigkeiten erzielt, die manuell nie erreichbar wären. Automatische Einrichtungen müssen jedoch richtig unterhalten und bei eventuellen Generalrevisionen richtig gehandhabt werden. Das ist zwar eine selbstverständliche Forderung. Sie bedeutet aber, dass der Monteur, speziell auch im Fall von Reparaturen, *vollständig* mit ihr vertraut sein muss, bevor er eingreift. Wie weit dieses Vertrautsein gehen muss, zeigt folgendes Beispiel:

An den Signaleinrichtungen zur Überwachung des Laufrades einer Kaplanturbine war eine Reparatur auszuführen. Die Maschine wurde hierzu abgestellt. Bei dieser Gelegenheit erledigte man auch einige Arbeiten in der zugehörigen Maschinentafel. Gleichzeitig benützte man noch die Abstellung, um den Ölkühler des mit der Maschine in Blockschaltung arbeitenden Transformators nachzusehen. Vor Beginn aller Arbeiten unterbrach man den Steuerstrom, den Gleichstrom und den Wechselstrom. Man schloss und verkeilte auch den Ölschieber zum Turbinenhauptservomotor. Der Windkessel für das Regulieröl blieb jedoch unter Druck. Für die Revisionsarbeiten am Transformatorölkühler senkte man den Ölspiegel des Transformators. Der Buchholzschutz sprach richtigerweise daraufhin an. Er konnte jedoch den Auslösebefehl für den hochspannungsseitigen Transformatorschalter und den Abstellbefehl an die Turbine nicht abgeben, da der Steuergleichstrom unterbrochen war.

Nun werden bei solchen mehrfach ausgenützten Abstellungen nicht alle Arbeiten zur gleichen Zeit fertig. So auch in diesem Fall, wo die Arbeiten an den Steuerstromkreisen in der Maschinentafel und an den Ölpumpen zum Regulator schon beendet waren, als direkt auf dem Laufrad noch gearbeitet wurde. Da nun ein Motor im Reglerblock kontrolliert werden sollte, schaltete man die Hilfswechsel- und die Gleichspannung ein. Sofort leitete der Buchholzschutz seinen Befehl weiter. Darunter fiel auch das Schliessen der Leitradschaukeln. Nun war

zwar das Ventil für das Steueröl zu den Hauptservomotoren geschlossen. Überdies waren die Leitschaukeln mit Holzbalken verkeilt. Nirgends war aber ersichtlich, ob das Steueröl-Ventil über längere Zeit (hier handelte es sich um Stunden) auch wirklich dicht war. Kein Manometer zeigte an, dass die Hauptservomotoren in Wirklichkeit durch Lecköl unter Druck standen. Der Schliessbefehl des Buchholzschutzes wurde daher trotz dem Widerstand der Holzsperrklötze ausgeführt und die Leitschaukeln geschlossen. Der auf dem Laufrad der Turbine arbeitende Mann war eingeschlossen: die reinste «Kettenreaktion». Um solche zu vermeiden, gibt es nur ein Mittel: Entweder müssen die Steuerstromkreise bis zuletzt spannungslos bleiben, oder das Steueröl muss abgelassen werden, auch wenn man damit nach der Revision für die Wiederinbetriebsetzung, des langsamen Ansteigens des Steueröldruckes wegen, etwas mehr Zeit benötigt.

Keinesfalls sollte man sich einzig und allein auf die Funktion eines Ventils verlassen, dessen betriebssicheres Funktionieren nur angenommen, aber nicht zuverlässig kontrolliert werden kann.

## Schlusswort

Die vorstehende Zusammenstellung verschiedener Unfallgefahren kann und will keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sie möchte vielmehr auf eine Reihe der wichtigsten, immer wiederkehrenden Ursachen aufmerksam machen und versuchen, deren tiefere Gründe darzulegen.

Im nachfolgenden Abschnitt sind die sich daraus ergebenden Richtlinien ganz allgemein zusammengefasst.

## Worin besteht eigentlich die Sicherheit gegen Unfall?

Wohl der schwierigste Teil der Unfallverhütung besteht im Erkennen *sämtlicher* Gefahrenmomente in jedem Fall. Sobald wir sie alle kennen, können wir ihnen auch begegnen. Es ist für alle diejenigen, welche Dispositionen gegen eventuelle Unfälle zu treffen haben, wesentlich leichter, eine ungenügende Sicherheitsmassnahme zu erkennen als eine eventuell nicht auf der Hand liegende besondere Gefahr aufzuspüren. *Daher frage man sich in jedem Fall zuerst, ob wirklich alle Gefahrenmomente erkannt und berücksichtigt wurden.*

## Die eigentliche Sicherheit der getroffenen Massnahmen

Wenn man einen Holzbalken, der bei 100 kg bricht, mit nur 1 kg belastet, dann ist die Bruchsicherheit 100:1. Belastet man ihn aber mit 99,9 kg, dann ist die Bruchsicherheit praktisch null. Der kleinste Materialfehler, ja schon ein Windstoss, kann ihn zum Brechen bringen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Massnahmen gegen Unfallgefahren. Nie soll man derart der Gefahr trotzen, dass die kleinste ungeschickte Bewegung, die geringste Täuschung im Abschätzen der Distanz, einen Lichtbogen und damit einen Unfall zur Folge haben könnte. Nie soll eine kleine Undichtheit eines Ventils, eine nur leicht angelehnte Leiter, ein kurzzeitiges Vergessen usw. einen



Unfall auslösen können. Allgemein besteht grosse Unfallgefahr dann, wenn das Nichteintreten eines Unfalles nur von *Kleinigkeiten* abhängt. Deshalb überlege man, ob in den Sicherungsmassnahmen keine sichtbaren oder unsichtbaren schwachen Punkte vorhanden sind.

*Denken und Überlegen — — — — — erst dann handeln.*

#### Literatur

##### *Die sehr gefährliche Rückspannung*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 4...5 u. 7, Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 968, Bd. 41(1950), Nr. 23, S. 840, Bd. 40(1949), Nr. 24, S. 938.

##### *Die induzierten Spannungen*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 5...6, Bd. 46(1955), Nr. 24, S. 1156, Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856, Bd. 41(1950), Nr. 23, S. 840.

##### *Die Erdung zum Schutz der an abgeschalteten Hochspannungsanlagen arbeitenden*

Bulletin SEV Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 967.

##### *Das falsche Schaltfeld, die unrichtige Zelle*

Bulletin SEV Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 968, Bd. 41(1950), Nr. 23, S. 839, Bd. 40(1949), Nr. 24, S. 939, Bd. 39(1948), Nr. 18, S. 603, Bd. 38(1947), Nr. 17, S. 506, Bd. 37(1946), Nr. 13, S. 346.

##### *Die Arbeit lenkt ab*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 6...7, Bd. 46(1955), Nr. 24, S. 1155, Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 968, Bd. 44(1953), Nr. 22, S. 948, Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856...857, Bd. 41(1950), Nr. 23, S. 839...840, Bd. 40

(1949), Nr. 24, S. 938...939, Bd. 39(1948), Nr. 18, S. 602...603, Bd. 38(1947), Nr. 17, S. 505...507, Bd. 37(1946), Nr. 13, S. 346, Bd. 36(1945), Nr. 14, S. 412, Bd. 35(1944), Nr. 15, S. 392, Bd. 34(1943), Nr. 12, S. 331...332, Bd. 33(1942), Nr. 13, S. 360, Bd. 32(1941), Nr. 11, S. 240, Bd. 37(1936), Nr. 14, S. 383.

##### *Das Gespräch mit dem Nebenmann*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 7, Bd. 33(1942), Nr. 13, S. 360.

##### *Die fleissigen Maler und sonstigen Bauhandwerker*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 7, Bd. 46(1955), Nr. 24, S. 1157, Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856, Bd. 41(1950), Nr. 23, S. 840, Bd. 38(1947), Nr. 17, S. 507, Bd. 46(1945), Nr. 14, S. 412, Bd. 35(1944), Nr. 15, S. 392.

##### *Die Gefahren repetitiver Schalthandlungen*

Bulletin SEV Bd. 46(1955), Nr. 24, S. 1156, Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 967...968, Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 857, Bd. 41(1950), Nr. 24, S. 839...840, Bd. 37(1946), Nr. 13, S. 348.

##### *Staub ist für den Schaltwärter manchmal gefährlicher als für den Isolator*

Bulletin SEV Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 855, Bd. 40(1949), Nr. 24, S. 939, Bd. 39(1948), Nr. 18, S. 602...603, Bd. 38(1947), Nr. 17, S. 507, Bd. 37(1946), Nr. 13, S. 346, Bd. 34(1943), Nr. 12, S. 331...332, Bd. 33(1942), Nr. 13, S. 360.

##### *Die gefährliche Leiter*

Bulletin SEV Bd. 44(1953), Nr. 22, S. 947...948.

##### *Das Unterkreuzen von Hochspannungsleitungen*

Bulletin SEV Bd. 48(1957), Nr. 1, S. 6, Bd. 43(1952), Nr. 21, S. 856, Bd. 40(1949), Nr. 24, S. 939, Bd. 39(1948), Nr. 18, S. 602, Bd. 38(1947), Nr. 17, S. 506, Bd. 36(1945), Nr. 14, S. 412, Bd. 35(1944), Nr. 15, S. 392, Bd. 34(1943), Nr. 12, S. 332, Bd. 32(1941), Nr. 11, S. 240.

##### Adresse des Autors:

F. Schär, c/o Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten.

## Wirtschaftliche Mitteilungen

061.6(494) : 621.039.4

### Einweihung des «Swimming-Pool»-Reaktors in Würenlingen

Am 17. Mai fand in Würenlingen in Anwesenheit zahlreicher Gäste sowie von Vertretern der Presse die offizielle Einweihung des von der Reaktor A.-G. erstellten «Swimming-Pool»-Reaktors statt. Dieser Reaktor ist, wie bekannt, nach der Genfer Konferenz über die friedliche Anwendung der Atomenergie im Jahre 1955 durch die Reaktor A.-G. käuflich erworben worden. Seine Wärmeleistung von 100 kW wurde inzwischen auf 1000 kW gesteigert, was verschiedene Abänderungen und insbesondere den Einbau einer zusätzlichen Kühlung zur Folge hatte. Bei voller Leistung werden heute im Innern des Reaktorkerns nahezu  $10^{12}$  Neutronen pro  $\text{cm}^2$  und Sekunde erzeugt, womit dieser Reaktor die mächtigste Neutronenquelle des ganzen europäischen Kontinentes darstellt. Entsprechend seinem blau-grünen Leuchten im Betriebszustand wurde der Reaktor auf den Namen «Saphir» getauft.

Der «Saphir», der mit angereichertem Uran und gewöhnlichem Wasser als Moderator und Kühlmittel arbeitet, ist ein reiner *Forschungsreaktor*. Mit seiner Hilfe sollen der Ablauf der Kettenreaktion und die Methoden, wie diese unter Kontrolle gehalten werden kann, studiert werden. Insbesondere eignet er sich gut für die Durchführung von Untersuchungen über die Materialien, die der Abschirmung der Strahlung dienen. Grosse Werkstücke können für solche Versuche in das Bassin versenkt und nahe an den Reaktorkern gebracht werden. Durch sechs Bestrahlungskanäle, die vom Reaktorkern in den Experimentierraum führen, ist es zudem möglich, Neutronenstrahlen auszublenden und für Versuche zu verwenden. Eine weitere Aufgabe des «Saphir» besteht in der Herstellung von radioaktiven Isotopen, wie sie namentlich in der Medizin, in der Chemie und in der Biologie verwendet werden.

In den *Ansprachen an der Einweihungsfeier* kam zum Ausdruck, dass es grösster Anstrengungen bedarf, wenn unser Land den Rückstand, den es heute im Vergleich zu anderen Ländern auf dem Gebiete der Erforschung der Atomenergie aufweist, aufholen will. Nach der übereinstimmenden Auffassung der Referenten kann dieses Ziel nur erreicht werden durch eine enge Zusammenarbeit der Wissenschaft, der Industrie und der öffentlichen Hand. Dabei ist es unerlässlich, dass in verschiedener Hinsicht, auch bezüglich der *finanziellen Aufwendungen*, neue Maßstäbe angelegt werden. Mit der Inbetriebsetzung des «Saphir» ist ein erster wichtiger Schritt in der Ausnützung der Atomenergie in unserem Lande getan. Sie versetzt unser Land in die Lage, auf dem Gebiete der Atomkernspaltung eigene Versuche durchzuführen und — was heute ebenso wichtig ist — schweizerischen Fachleuten Gelegenheit zu bieten, auf dem Gebiete der Erforschung der Atomenergie im eigenen Lande tätig zu sein.

Nach den Ansprachen, die wir nachstehend zusammengefasst wiedergeben, begab sich Bundesrat Petitpierre, begleitet von Dr. W. Boveri, Prof. Dr. Paul Scherrer und Rektor Dr. Schmid von der ETH in den Kontrollraum des «Saphir», um den ersten schweizerischen Atomreaktor in Betrieb zu setzen.

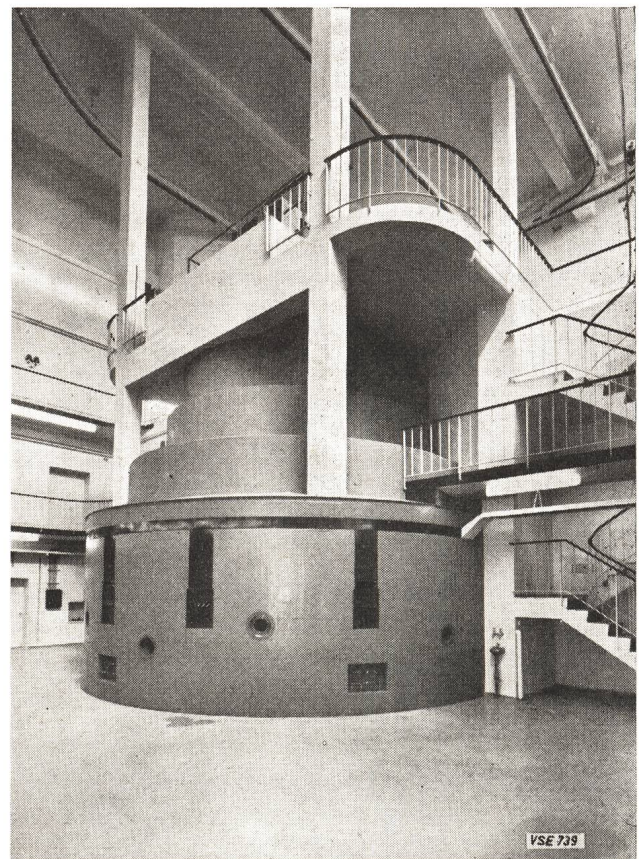


Fig. 1

«Saphir» vom Experimentierraum aus gesehen

Auf der Beton-Abschirmung sind die runden Öffnungen der Bestrahlungskanäle sichtbar

### Ansprache von Bundesrat Petitpierre

Bundesrat Petitpierre stellte zunächst fest, dass sich die Schweiz auf dem Gebiete der Kernenergie heute vor allem



deshalb im Rückstand befindet, weil verschiedene Länder während des letzten Weltkrieges die Erforschung der Atomenergie unter Einsatz ungeheurer finanzieller Mittel aus militärischen Gründen gewaltig beschleunigten und unser Land zudem über keine abbauwürdigen spaltbaren Stoffe verfügt. Wir sind aber nicht die einzigen, die ins Hintertreffen gerieten, und ausserdem ist es möglich, diesen Rückstand aufzuholen, wenn wir die notwendigen Anstrengungen und Opfer auf uns nehmen. Eine der grössten Schwierigkeiten besteht nach dem Sprecher des Bundesrates darin, dass unser Land gegenwärtig nicht über genügend Leute verfügt, die für die wissenschaftliche Forschung und die Technik ausgebildet sind. Es müssten daher alle Anstrengungen unternommen werden, um jene schweizerischen Fachleute hier zu behalten oder für uns zurückzugewinnen, die heutzutage im Ausland günstigere Arbeitsbedingungen und bessere Entlohnung finden, als wir sie in der Schweiz zu bieten haben.

Wie Bundesrat Petitpierre weiter ausführte, sollen die im Zusammenhang mit der Kernenergie sich stellenden Probleme in der Schweiz nach Möglichkeit entsprechend den bewährten Grundsätzen gelöst werden, nach welchen sich unser Land selbst, unsere wissenschaftliche Forschung und unsere Wirtschaft entwickelt hat. Einer dieser Grundsätze ist der *Föderalismus*. Eine Zentralisierung der Forschung, wie sie mit Rücksicht auf die beträchtlichen Aufwendungen für das Studium der Atomenergie und für die dafür benötigten Einrichtungen etwa ins Auge gefasst werden könnte, wäre ein grosser Fehler. Was sich aber mehr als auf jedem anderen Gebiete aufdrängt, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen unseren technischen Hochschulen und Universitäten.

Das zweite Prinzip besteht in der *Zusammenarbeit zwischen Bund und Wirtschaft*. Dabei soll der Wirtschaft, wie sich Bundesrat Petitpierre ausdrückte, das Höchstmass an Freiheit zugestanden werden, das mit dem allgemeinen Interesse vereinbar ist. Infolge der Macht der Verhältnisse könne diese

kurz erwähnt haben, streifte Dr. Boveri die Bedeutung des Reaktors für die Reaktor A.-G. Mit Genugtuung dürfe heute festgestellt werden, dass die Anschaffung des «Saphir» günstige Auswirkungen auf die weiteren Arbeiten haben werde. Er erlaube, die Forschungsarbeiten zwei Jahre früher aufzunehmen, ganz zu schweigen davon, dass die beim Aufbau des Swimming-Pool-Reaktors gesammelten wertvollen Erfahrungen nun bei der Projektierung und beim Bau des Schwerwasser-Reaktors ausgenutzt werden könnten.

Wie der Verwaltungsratspräsident der Reaktor A.-G. weiter ausführte, soll der «Saphir» im weitesten Sinne *in den Dienst der Forschung* gestellt werden: Bereits bestehe ein Vertrag mit der ETH, durch welchen dieser das Recht eingeräumt werde, den Reaktor zu Lehr- und Forschungszwecken zu benutzen. Die Reaktor A.-G. sei aber auch bereit, mit anderen schweizerischen Hochschulen ähnliche Abkommen abzuschliessen, wobei der Wunsch bestehe, dass jede unter ihnen eine einzelne fest umrissene Aufgabe zur Abklärung übernehme. Die Reaktor A.-G. hoffe, auf diese Weise auch einen Beitrag an die Förderung des Nachwuchses auf dem Gebiete

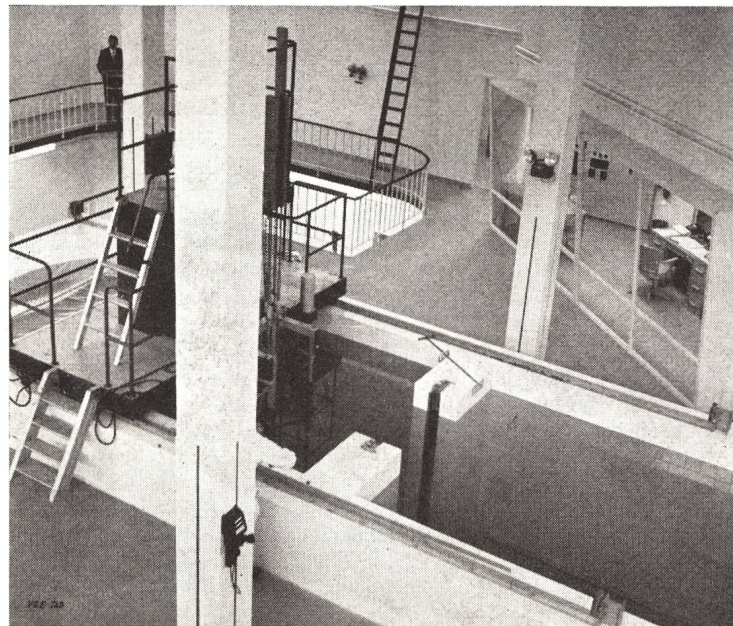


Fig. 2

Das zweiteilige Bassin des «Saphirs» von oben gesehen

Im Hintergrund rechts der Kontrollraum

Freiheit nicht so weitgehend sein wie in andern Teilen des Wirtschaftslebens. Im Bereiche der Kernenergie sei der Staat ein unentbehrlicher Helfer, ein Verbündeter kraft der Verhältnisse, unter denen allein dieser neue Zweig der Wissenschaft und der Technik sich entwickeln könne. Der Ankauf und die Inbetriebsetzung des Swimming-Pool-Reaktors sei das erste Werk, das aus der Zusammenarbeit zwischen der Eidgenossenschaft und der privaten Industrie, vertreten durch die Reaktor A.-G., hervorgegangen ist. Möge, so schloss Bundesrat Petitpierre seine Ausführungen, diese Zusammenarbeit, das Verständnis der Behörden, die Fähigkeiten und der Forscherdrang unserer Wissenschaftler, der Unternehmensegeist und die Anpassungsfähigkeit unserer Privatwirtschaft, der Wille unserer Industrie, auf der Höhe ihres guten Rufes zu bleiben, dazu beitragen, dass die friedliche Verwertung der Atomenergie in unserem Lande zu einer neuen Quelle der Wohlfahrt werde und für das Schweizervolk eine weitere Verbesserung der Lebensbedingungen mit sich bringe.

#### Präsidialansprache von Dr. W. Boveri

In seiner Präsidialansprache konnte der Verwaltungsratspräsident der Reaktor A.-G. zunächst darauf hinweisen, dass seit der Grundsteinlegung für den «Saphir», die vor etwas mehr als einem Jahr stattfand, Erhebliches geleistet wurde. Diese Leistung bestehe bei weitem nicht allein im Bau des nun eröffneten Gebäudes und in der Errichtung der sich darin befindenden technischen Einrichtungen. Ebenso wichtig sei, dass in der gleichen Zeitspanne eine Organisation mit vorläufig über 50 voll angestellten Mitarbeitern habe aufgebaut werden können.

Nach einer Skizzierung der wichtigsten Aufgaben des «Saphir», die wir bereits an anderer Stelle dieses Berichtes

der Atomtechnik zu leisten. Dr. Boveri wies jedoch in diesem Zusammenhang ausdrücklich darauf hin, dass es nicht Aufgabe der Reaktor A.-G. sein könne, Grundlagenforschung zu betreiben. Ihr Hauptziel werde vielmehr sein, Mittel und Wege zu erkunden, die Atomspaltung in erster Linie zur *Gewinnung von Energie* nutzbar zu gestalten.

Die Beziehungen der Reaktor A.-G. zu den an ihr beteiligten Industriefirmen sind, nach den Ausführungen von Dr. Boveri, zum Teil ausgezeichnet. Mit dem Bund sei die Reaktor A.-G. durch seine grosszügigen Zuschüsse an die Bauten sowie durch Beiträge zur Deckung von Betriebskosten verbunden. Die der Reaktor A.-G. aus Kreisen der Privatwirtschaft zur Verfügung stehenden Mittel würden nun aber bei weitem nicht mehr genügen, um auch nur die dringenden Aufgaben durchzuführen. Die Gesellschaft habe sich deshalb veranlasst gesehen, kürzlich mit einem Gesuch um Gewährung eines Kredites von 5 Millionen Franken an den Bund zu gelangen. Dieser Betrag sei neben Mitteln zur systematischen Ausbildung junger Arbeitskräfte in erster Linie dafür erforderlich, die Betriebsspesen der Anlage, mit Einschluss derjenigen des Labors, während der Jahre 1957 und 1958 zu decken. Ein weiteres Gesuch im Ausmass von 50 Millionen Franken, das insbesondere Kosten für Laboratoriumsbauten und Betriebsspesen bis und mit 1962 umfasse, werde nächstens in Bern eingereicht werden. Dass der Staat an solche Gesuche neue Maßstäbe anlegen müsse, sei, wie Dr. Boveri betonte, von der öffentlichen Verwaltung vorläufig mit Zögern aufgenommen worden. Hierzu müsse aber festgestellt werden, dass die Reaktor A.-G. auch dem Bund bedeutungsvolle Dienste leisten könne und zwar durch die Ausbildung von erstklassigen Fachleuten, die dem Bund in Fragen der Atomenergie später als Experten dienen können,



durch die Heranziehung der Reaktor A.-G. als Beratungsstelle für ein schweizerisches Atomprogramm, sowie für die Beratung auf militärischem Gebiete.

Dr. Boveri schloss seine Ausführungen mit einem Dank an alle jene, die mitgeholfen haben, den Bau des «Saphirs» und seine Einrichtungen zu erstellen.

#### Ansprache des Rektors der ETH

Wie der Rektor der ETH, Prof. Dr. Schmid, feststellte, wurden uns Schweizern in den letzten drei Jahrzehnten die folgenden drei Tatsachen immer wieder vor Augen geführt:

Die Verflochtenheit unseres Landes mit den Geschicken nicht nur der Nachbarländer, sondern der ganzen Welt,

die Abhängigkeit des Wohlstandes unseres Volkes von der Blüte seiner Industrie,

die Tatsache, dass die schweizerische Technik aufs engste mit der wissenschaftlichen Forschung an den Hochschulen zusammenhängt.

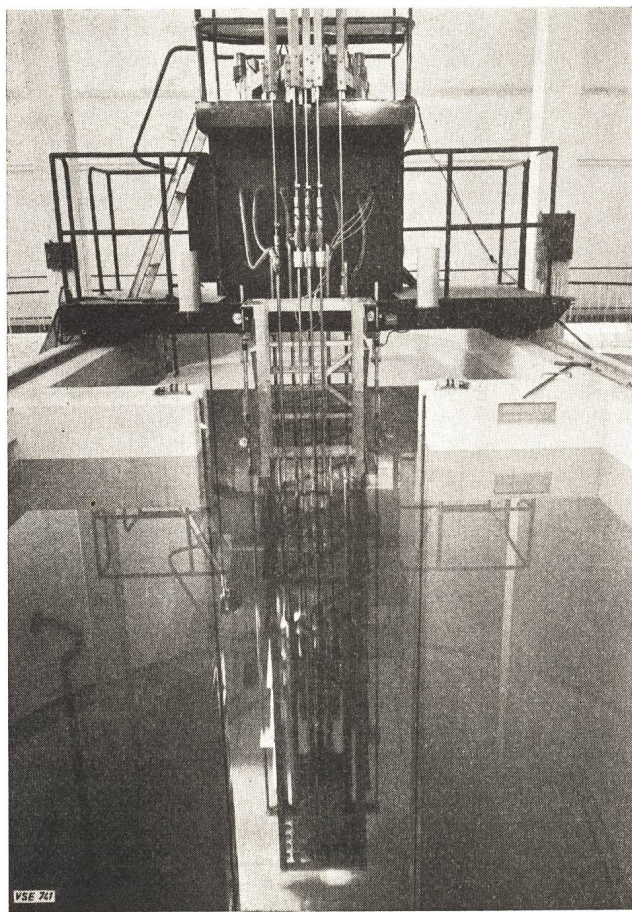


Fig. 3

Ansicht der fahrbaren Brücke mit den Kontrollstäben des Reaktors

Der Reaktorkern befindet sich zuunterst im Bassin

Der Anlass der Einweihung des Swimming-Pool-Reaktors sei geeignet, uns diese drei Umstände symbolisch vor Augen zu führen. Was in Würenlingen geschehe, sei einmal ein Teilchen aus einem weltweiten Prozess. Es würde aber auch nicht geschehen ohne den Weitblick und die Tatkraft unserer Industrieführer. Schliesslich seien aber auch die Hochschulen daran nicht unbeteiligt.

Der Einbruch des Atomzeitalters in die Wissenschaft sei eine vollendete Tatsache. Das Gefühl, nunmehr an der

Schwelle eines neuen Abschnittes auch der schweizerischen Industrie und Technik, vielleicht der schweizerischen Geschichte zu stehen, beherrsche uns aufs stärkste und bedränge uns auch; denn die Perspektiven seien noch unsehbar. Möge sich jenseits dieser Schwelle eine gute Zeit auftun, so schloss Prof. Dr. Schmid seine Ansprache, und möge das, wozu Industrie und Wissenschaft sich hier die Hand gereicht haben, sich zum Wohle unseres Vaterlandes und nie gegen die Menschheit auswirken.

#### Ansprache des Direktors der Reaktor A.-G.

Dr. Sontheim, Direktor der Reaktor A.-G., gab einleitend einen Rückblick auf die Entstehung des Swimming-Pool-Reaktors, wobei er betonte, dass der durch die erhöhte Wärmeleistung des «Saphir» notwendige Umbau auf Grund eigener und origineller Überlegungen, zum Teil in enger Zusammenarbeit mit einer Anzahl schweizerischer Unternehmungen, studiert und bis zur Baureife durchgearbeitet wurde. Über den Aufbau des Reaktors machte Dr. Sontheim zusammenfassend folgende Angaben:

Der Reaktorkern besteht aus einer Anzahl langer Plattenbündel mit quadratischem Querschnitt, die im Innern 20% angereichertes Uran enthalten, und die bei niedriger Leistung vom Wasser in natürlicher Strömung durchflossen werden. Zugleich dient das Wasser auch als Reflektor und zur Abschirmung. In den Reaktorkern hinein ragen die Kontrollstäbe, die Fühler für die Anzeigegeräte und die Sicherheitseinrichtungen. Der Kern ist mit Hilfe einer Aluminiumkonstruktion an einer fahrbaren Brücke aufgehängt. Für den Betrieb bei hohem Neutronenfluss, d. h. bei über  $10^{12}$  Neutronen pro  $\text{cm}^2$  und Sekunde, muss die Leistung des Reaktors auf 1000 kW und eventuell mehr gesteigert werden. In diesem Betriebszustand genügt die natürliche Kühlung durch Konvektion nicht mehr. Es wird dann ein künstlicher Kühlstrom erzeugt, der den Kern von oben nach unten durchläuft. Diese umgekehrte Zirkulation ist notwendig, da sonst der im Kern erzeugte Stickstoff  $\text{N}_{16}$  an die Wasseroberfläche gelangen und dort Schwierigkeiten durch Radioaktivität erzeugen könnte.

Wie Dr. Sontheim weiter ausführte, haben Reaktoren vom Typ des «Saphir» bis zu einer bestimmten Leistung den grossen Vorteil der sogenannten *innewohnenden Sicherheit*. Ein ungewöhnlicher Energie-Anstieg, der durch eine Überschuss-Reaktivität erzeugt werden könnte, wird dadurch sofort und sicher verhindert, dass das Wasser und damit der Moderator infolge Dampfbildung aus dem Reaktorkern austritt und damit die Kettenreaktion unterbrochen wird. Ein längeres Anhalten der Überschuss-Reaktivität würde nur zum Sieden des Wassers im Reaktorkern führen, womit sich eine Stabilisierung ergeben würde.

Nach dieser Beschreibung des «Saphir» trat Dr. Sontheim noch auf das *Nachwuchsproblem* ein, das, wie er ausführte, «uns allen hier in der Schweiz in der Zukunft noch viel zu schaffen geben wird, wenn nicht eine grosszügige und schnelle Lösung dafür gefunden wird». Es sei wohl bekannt, so legte Dr. Sontheim dar, dass die Schweiz in den ersten Rängen stehe, was die Schulung und Erziehung ihrer jungen Leute anbetrifft. Die andere Tatsache, dass unsere Nation im Vergleich mit anderen nur ganz ungenügende Mittel der öffentlichen Hand für die Forschung ausgibt, bringe es mit sich, dass in jüngster Zeit eine zunehmende Anzahl von Wissenschaftlern in andere Länder auswandern, wo die Arbeitsbedingungen für sie sehr viel anziehender und besser sind. Dies stelle eine ernstzunehmende Gefahr für die wirtschaftliche Zukunft unseres Landes dar.

Die Zeit des einsamen Erfinders sei wohl endgültig vorbei. Was wir heute brauchen, seien moderne Laboratorien und Forschungsstätten, wo der kombinierte Verstand und die Arbeitskraft unserer Wissenschaftler jene Erkenntnisse gewinnt und Lösungen findet, die wir nötig haben, wenn wir den vor uns liegenden Engpass in der Energieversorgung ohne nachteilige und schwerwiegende Auswirkungen überwinden wollen. Es gehöre deshalb mit zur Pflicht aller einsichtigen und geschulten Mithürger, dahingehend zu wirken, dass auch die Notwendigkeit, für die technische Forschung Geldmittel bereitzustellen und auszugeben, erkannt werde. *Wi.*

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telefon (051) 27 51 91, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich. Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.