

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer
Elektrizitätswerke (VSE)

Band: 57 (1966)

Heft: 19

Artikel: Großstörung in Kaprun

Autor: Nyvelt, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916631>

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: 18.10.2024

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Großstörung in Kaprun

Von Fr. Nyvelt, Salzburg

621.311.21(436)

Berichte über Großstörungen mit erheblichem Schadenumfang werden von den betroffenen Unternehmungen im allgemeinen nur ungern gegeben, weil in der Folge oft unangenehme Kritiken, die vielfach nicht von grosser Sachkenntnis oder Anlagenkenntnis getragen werden, entstehen. Andererseits sind aber solche Berichte für den einsichtigen Fachmann ausserordentlich wertvoll, da daraus manches gelernt werden kann und damit schwache Punkte, die es in allen derartigen Anlagen gibt, ausgemerzt werden können. Die Tauernkraftwerke AG hat sich daher trotz des eingangs erwähnten Risikos entschlossen, aus den vorstehenden Gründen über die am 15. März 1966 eingetretene Großstörung in den Kraftwerkanlagen der Hauptstufe Kaprun zu berichten.

In einem 16-kV-Kabel, das aus Gründen der Eigenversorgung eine Verbindung zwischen dem Kraftwerk Oberstufe und dem Kraftwerk Hauptstufe Kaprun herstellt, war ein Erdschluss aufgetreten, der durch verschiedene Zu- und Abschaltungen lokalisiert werden musste. Der Fehler lag in der Nähe des Maschinenhauses Oberstufe, und das schadhafte Kabelstück sollte herausgeschaltet werden. Das gesamte Kabelstück wurde von der Hauptstufe Kaprun aus spannungsfrei gemacht, und das schadhafte Stück sollte dann in einer kleinen Station Limbergstollen-Berg abgetrennt werden, während man am Ende in der Oberstufe das Kabel erdete und damit alle drei Phasen kurzschloss. Durch einen Irrtum wurde aber nicht der Kabeltrennschalter, sondern der Trennschalter des Transformators geöffnet, so dass nach Einschalten des Kabels von der Hauptstufe Kaprun aus auf das kurzgeschlossene Kabel geschaltet wurde. Der Vorfall wäre an sich bedeutungslos geblieben, wenn nicht im Moment der Zuschaltung eine andere Störung die Katastrophe herbeigeführt hätte. Im Augenblick nämlich, als der Leistungsschalter eingeschaltet wurde, fiel die Gleichstromversorgung aus, und damit waren sämtliche Schalter und Schutzeinrichtungen blockiert. Der Kurzschluss blieb demnach bestehen und führte zur Zerstörung verschiedener Anlagenteile.

Die Fehlerstelle im 16-kV-Kabel wurde von der 16-kV-Anlage im Maschinenhaus der Hauptstufe Kaprun angespeist (Fig. 1). Diese wieder wurde über zwei kleine Transformatoren *C* und *D* mit einer Leistung von je 2 MVA, 10/16 kV, über ein 10-kV-Kabel der 10-kV-Schaltanlage im Kompensationshaus mit der Tertiärwicklung des Wander-Transformators *U*₇ verbunden. Die 16-kV-Anlage wurde

ausserdem mit 380 V von zwei kleinen Hausmaschinen mit 350 kVA angespeist. Der Wander-Transformator *U*₇ hat eine Nennleistung von 180 MVA bei einer Spannungsübersetzung von 110/220 kV; ausserdem besitzt dieser Transformator eine 10-kV-Wicklung mit 33 MVA, die über das Kompensationshaus der Freiluftanlage (es sind dort die Kompensationsspulen situiert) über eine Drosselspule das 10-kV-Kabel, das von der Freiluftanlage zu den zwei kleinen Regeltransformatoren *C* und *D* im Maschinenhaus führt, anspeist.

Die Reihenfolge der nun eingetretenen Fehler ist nicht mehr mit Sicherheit festzustellen und kann nur vermutet werden. Als erstes dürfte der Kabelendverschluss in der 16-kV-Zelle explodiert sein, wodurch der Kurzschluss in die unmittelbare Nähe der Regeltransformatoren *C* und *D* rückte. Diese konnten die bestehende Überlast nicht aushalten. Der Transformator *D* explodierte, und das ausströmende Öl geriet in Brand. Der Transformator *C* wurde nur innerlich beschädigt, ist aber trotzdem praktisch vollkommen zu erneuern. Damit war der Kurzschluss auf die 10-kV-Seite übergetreten; das 10-kV-Kabel explodierte an mehreren Stellen. In weiterer Folge wurden im Kompensationshaus die Drosselspule und auch der Leistungsschalter vollkommen zerstört. So war der Kurzschluss unmittelbar an den Wander-Transformator *U*₇ gekommen, der auch der Überlast nicht mehr standhalten konnte: durch innere Lichtbögen und den damit im Zusammenhang stehenden Gasdruck wurde der Deckel des Transformators aufgerissen, und das ausströmende Öl entzündete sich.

Die von den Gegenstationen in die Freiluftanlage von 110 und 220 kV einmündenden Leitungen wurden alle in der entsprechenden Staffelfzeit automatisch abgeschaltet. In der Hauptstufe Kaprun selbst aber liefen alle vier Generatoren, die weiterhin in den Kurzschluss einspeisten.

Als der Schaltmeister sah, dass die Leistungsschalter von der Warte aus nicht betätigt werden konnten, lief er in die Freiluftanlage und betätigte die in den versperrten Schaltkästen befindlichen Druckluftventile. Im Zuge dieser Abschaltung dürfte es nun beim Generator und Transformator *U*₃ zu Überschlägen und Zerstörungen gekommen sein, weil die Spannungsregler durch den vorausgehenden Kurzschluss in der höchsten Stellung standen. Der Transformator *U*₃ geriet in Brand und wurde vollkommen zerstört; der Generator *G*₃ wurde durch Überschläge und das vom Transformator *U*₃ ausströmende, brennende Öl so beschädigt, dass er praktisch neu gewickelt und neu geblecht werden muss. Bei diesem Maschinensatz handelt es sich um eine Generatorleistung

446-450

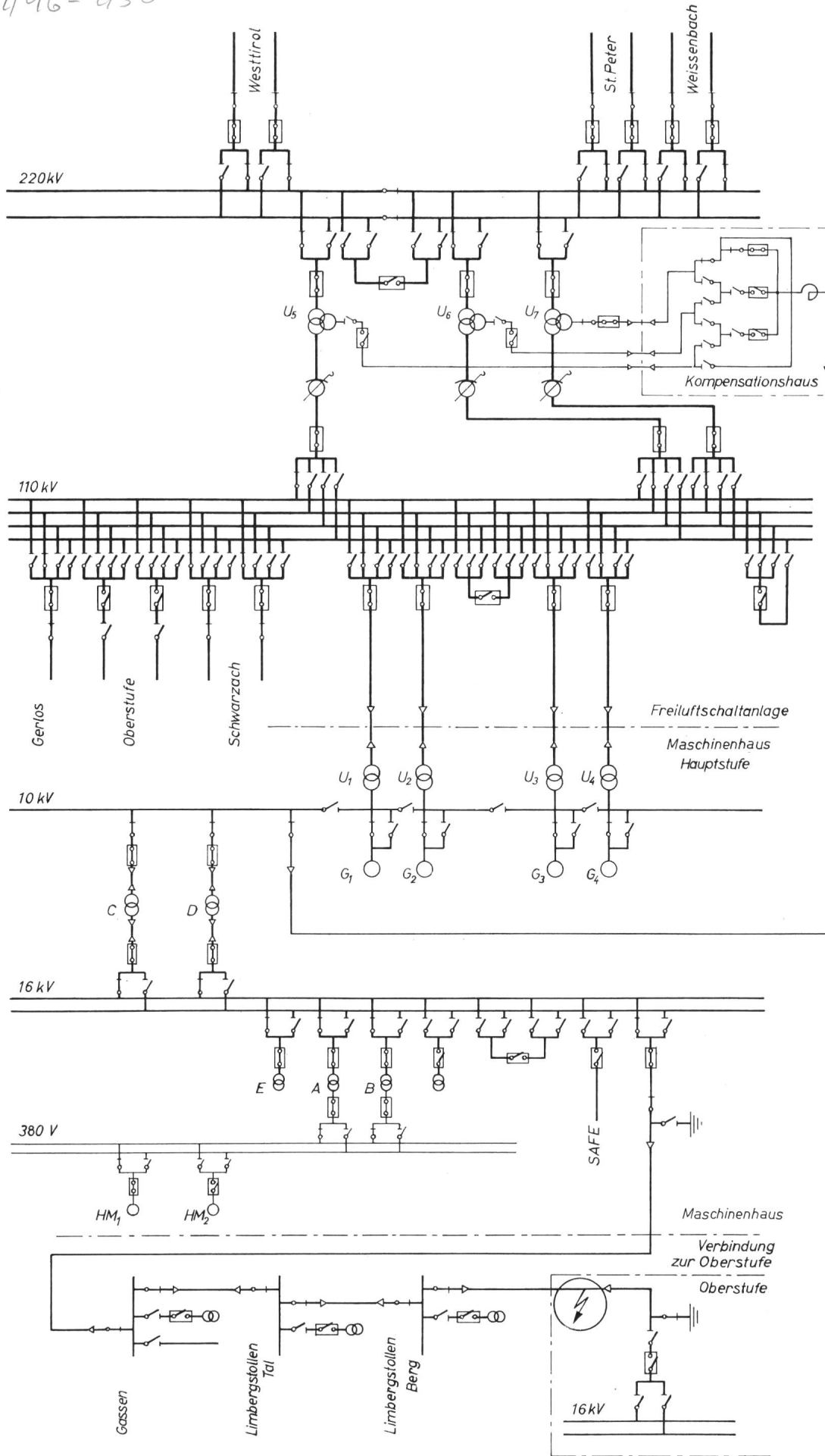


Fig. 1
Schalt-schema des Kraftwerkes Kaprun

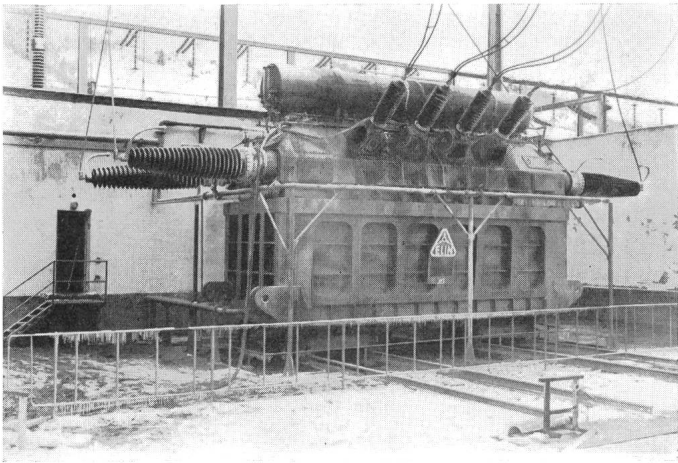


Fig. 2
Der Wander-Transformator U_7 vor der Störung

von 70 MVA/10 kV, während der Transformator bei gleicher Leistung eine Übersetzung von 10/110 kV hatte.

Weitere Schäden traten in diesem Zusammenhang an der 16-kV-Schaltanlage und an der 10-kV-Schaltanlage des Kompensationshauses auf; darüber hinaus wurde eine Reihe von Kabeln beschädigt — teils dadurch, dass sie selbst in den Kurzschlusskreis einbezogen waren, oder zum anderen Teil durch Brandeinwirkungen von aussen her Beschädigungen erlitten. Besonders hart getroffen wurde die Anlage durch die Beschädigung einer Reihe von Steuerkabeln, wodurch die gesamte 110- und 220-kV-Freiluftanlage blockiert war. An den Klemmen der 10-kV-Wicklung des Transformators U_7 dürfte der Kurzschlußstrom bis auf rund 20 kA angestiegen sein, wie nachträgliche Berechnungen ergaben.

Die Instandsetzungsarbeiten wurden sofort mit grösster Intensität aufgenommen, und nach Auswechseln bzw. Instandsetzen von verschiedenen Steuerkabeln konnten die ersten zwei Maschinen bereits nach einem Monat wieder in Betrieb genommen werden. Der Maschinensatz G_4 konnte den Betrieb am 6. Mai 1966 wieder aufnehmen. Der Maschi-

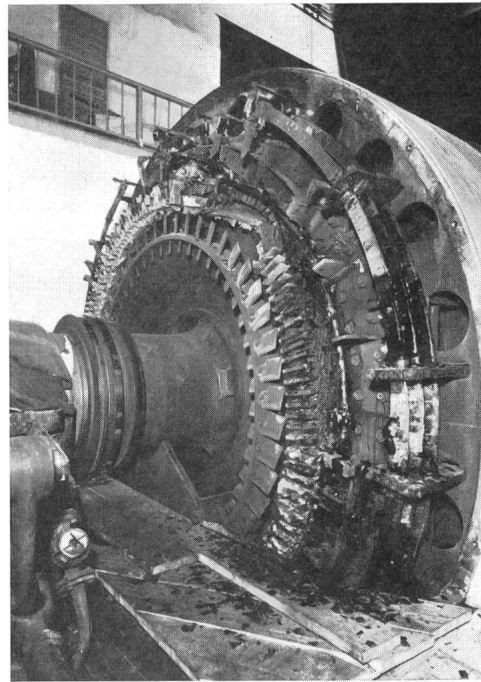


Fig. 4
Der Generator G_3 nach dem Brand
(Die Schutzhülle ist entfernt)

nung — sei es von Hand aus oder durch Relais — unbedingt vorhanden sein muss. Die Untersuchungen konzentrierten sich daher darauf, wieso der Gleichstrom ausfallen konnte. Die Gleichstrombatterie ist im Kompensationshaus der Freiluftanlage untergebracht und ein Kabel führt, von dieser Batterie ausgehend, unter Zwischenschaltung eines Hauptschalters, der auf eine Stromstärke von 150 A eingestellt ist, zu einer Gleichstromverteilung, deren einzelne Stromkreise mit Automaten 6, 10 und 15 A geschützt sind. Nach dem Hauptschalter der Batterie waren aber auch Abzweige vorhanden, die Umformer anspeisten, deren Aufgabe es war, die Hochfrequenztelefonie auch im Störfalle sicher-

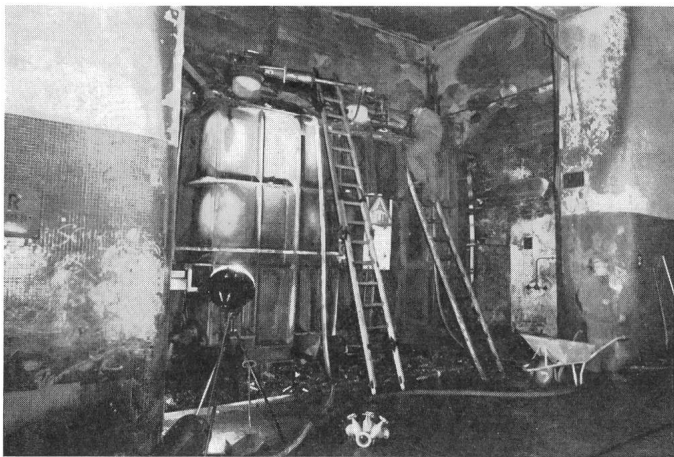


Fig. 3
Der Transformator U_3 nach der Störung

nensatz G_3 , von dem der Generator repariert werden muss und der Transformator vollkommen neu anzufertigen ist, wird voraussichtlich Ende des Jahres betriebsbereit sein. Die Lieferung des Transformators U_7 dürfte zum gleichen Zeitpunkt erfolgen.

Die Ursache dieser Großstörung lag, wie bereits erwähnt, im Ausfallen des Gleichstromes, der für die Schalterbetäti-



Fig. 5
Zerstörte Transformatorzelle
10 kV-Schalter

zustellen, bzw. hatte ein ständig mitlaufender Umformer die Aufgabe, die notwendige Spannung für die Schutzrichtung auch im Störfalle bereitzustellen. Es besteht nun die Möglichkeit, dass die Umformer gleichzeitig eingeschaltet wurden, anstatt, wie die monatlichen Überprüfungen bisher ergaben, hintereinander anzulaufen, so dass sich die dabei entstehenden Stromstöße addierten und zur Auslösung führten. Der bestehende Kurzschluss hatte nämlich eine Reihe von Spannungsschwankungen im Netz verursacht, bevor der Wechselstrom ausfiel.

Andere Theorien sprechen davon, dass die entstandenen Überschlüge sofort die in den Kabelgängen parallelliegenden Gleichstromkabel beschädigt haben, oder auch, dass Gleichstromkreise in den Transformatoren C und D in Mitleidenchaft gezogen wurden und Kurzschlüsse im Gleichstromnetz verursachten, die eine Auslösung herbeiführten.

Da bisher die Ursache dieses Ausfalles nicht einwandfrei geklärt werden konnte, ist es notwendig, Massnahmen einzuleiten, die alle nur möglichen Theorien berücksichtigen. Vor allem wird im Betriebsgebäude in unmittelbarer Nähe der Schaltwarte eine Gleichstrombatterie installiert werden, die ausschliesslich der Betätigung der Leistungsschalter dient und von jedweder anderen Aufgabe freigehalten wird. Die in den Kabelgängen und Kabelkanälen verlegten Kabel werden so getrennt, dass Schäden an den Leistungskabeln nicht auf die Steuerkabel übergreifen können, und das vor allem an Stellen, an denen durch Kabelschlitze die Kabel aus dem Kabelgang abzweigen. Die Transformatoren in den Zellen des Maschinenhauses werden ausser den CO₂-Anlagen auch eine Wassersprühanlage erhalten, die verhältnismässig lange in Betrieb stehen kann. Bei der Grossstörung wurde nämlich die Zellentür aufgerissen und dadurch die CO₂-Anlage unwirksam gemacht. Darüber hinaus führte das durch den Brand erhitzte Eisen immer wieder zu neuerlichen Zündungen. Nur durch ständiges Kühlen mit Wasser war es möglich, den Brand zum Erlöschen zu bringen.

gen. Transformatorzellen mit Türen in das Innere des Maschinenhauses sind bei Neukonstruktionen unbedingt abzulehnen. Beim Maschinenhaus Hauptstufe Kaprun, das aus kriegsbedingten Gründen als Hang-Kraftwerk projektiert worden war, ist eine entsprechende Änderung leider nicht mehr möglich.

Es kann festgestellt werden, dass die Verbindung grosser Maschinen- und Transformatoreinheiten mit den Eigenbedarfsanlagen ein gesondertes Problem darstellt, das von Fall zu Fall genauestens studiert werden muss. Wenn es irgendwie möglich ist, ist die Trennung der Eigenversorgung von den grossen Einheiten der Anlage auf alle Fälle anzustreben.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Betriebsbereitschaft des Kraftwerkes Hauptstufe Kaprun durch die Grossstörung nur unwesentlich gelitten hat, weil jeweils in den Sommermonaten ein Maschinensatz in Revision steht. Zu Beginn der Wintersaison 1966/1967 wird das Kraftwerk wieder voll in Betrieb gehen können. Der durch die Störung entstandene Schaden wird mit rund 40 Millionen Schilling beziffert und ist durch Versicherung gedeckt. Die Diskussionen um den Vorfall selbst, vor allem über das Ausfallen der Gleichstromversorgung, sollen aber weitergehen, um hier Lösungen zu finden, die derartige Vorfälle künftighin ausschliessen. Leider mussten wir nachträglich erfahren, dass sich ähnliche Geschehnisse (wenn auch nicht mit einem derart grossen Schaden) schon in anderen Kraftwerken ereigneten, ohne dass wir davon Kenntnis erhielten. Möge dieser Bericht dazu beitragen, dass über Störungen und interne Betriebsgeschehnisse mehr als bisher gesprochen und geschrieben wird, damit die Fachwelt ihre Schlüsse daraus ziehen kann.

Adresse des Autors:

Dipl.-Ing. *Friedrich Nyvelt*, Direktor, Vorstandsmitglied der Tauernkraftwerke AG, Salzburg (Österreich).

Der Weg zur Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland

Beitrag der Industrie und der Elektrizitätswirtschaft ¹⁾

Von *H. Mandel*, Essen

Im Hinblick auf die Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend weitere Massnahmen zur Förderung der schweizerischen Reaktortechnik stellt sich in unserem Lande die Frage, wie man sich nach der Fertigstellung des Versuchs-Atomkraftwerkes Lucens die weitere Entwicklung des schweizerischen

Reaktorbaus vorstellt. Es scheint uns deshalb für unsere Leser von Interesse zu erfahren, welchen Weg man in der Bundesrepublik Deutschland in dieser Beziehung beschreitet.

Redaktion des Bulletins des SEV

621.039.577 (430.1)

In einem Vortrag, den Staatssekretär Dr. Cartellieri vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung im April 1965 in Bern hielt, hob er hervor, dass die Entwicklung der Kerntechnik in der Bundesrepublik Deutschland durch folgende Besonderheiten im Vergleich zu den grossen Atommächten gekennzeichnet ist. Erstens ist es die Beschränkung auf die friedliche Nutzung der Kernenergie, wodurch in Deutschland die vielfältigen Antriebe und Hilfeleistungen, die in den anderen Ländern vom militärischen Bereich ausgehen, entfallen. Das gilt sowohl für die personelle Entfaltung, als auch für die materielle Voraussetzung einer grossangelegten Entwicklung der Kerntechnik. Der zweite Unter-

schied besteht darin, dass Deutschland auf diesem Gebiet keinen staatlichen Dirigismus und auch keine Staatswirtschaft besitzt. Daher spielt bei uns die Privatinitiative eine besondere Rolle.

Unser Weg der kerntechnischen Entwicklung steht zwischen den Extremen äusserster Konzentration unserer westlichen Nachbarn und breitester Entfaltung der Technik in den USA. Zur Zeit wird in der Bundesrepublik in mehr oder weniger fortgeschrittenem Stadium an elf Reaktortypen gearbeitet (Tab. I).

¹⁾ Vortrag, gehalten am 30. Juni 1965 in Bern vor der Nationalen Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomtechnik.