

# Das Kraftwerk Ritom der S.B.B.

Autor(en): **Habich, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38952>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

G. E. P., auf deren Initiative diese wohlthätige Institution zu Gunsten des Lehrkörpers zurückzuführen ist! Auch in neuerer Zeit wieder hat die G. E. P. durch die Gründung der Eidg. Volkswirtschafts-Stiftung, die indirekt ebenfalls wieder der E. T. H. in manchem zugute kommt, ihren Willen zur tatkräftigen Unterstützung des Lehrkörpers der E. T. H. bekundet.

So zählt denn die E. T. H. gerne und mit Zuversicht gerade in jetziger Zeit auf die wohlwollende, positive, aktive Unterstützung durch die G. E. P. bei Behörden und Volk; eine enge Zusammenarbeit der G. E. P. insbesondere mit dem Lehrkörper wird Gegensätze nicht aufkommen lassen und der E. T. H. auch in der Zukunft zum Wohle gereichen.

Vom Geiste dieser Zusammengehörigkeit getragen, möge auch Ihre heutige Tagung nunmehr erfolgreich und erfreulich verlaufen!

## Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

### III. Mechanisch-elektrischer Teil.

Von dipl. Ing. H. Habich, S. B. B., Bern.

(Fortsetzung von Seite 9)

#### Die Transformatoren.

**Konstruktion.** Die vier Einphasenwechselstrom-Transformatoren in Oel (Abbildung 64 und 65) sind für eine Dauerleistung von 8500 kVA, bezw. eine  $1\frac{1}{2}$ -stündige Höchstleistung von 11000 kVA bei  $\cos\varphi = 0,75$ , einem Uebersetzungsverhältnis von 7,5 (bezw. 15)/60 kV und  $16\frac{2}{3}$  Perioden pro Sekunde gebaut. Die Umschaltung von 7,5 auf 15 kV erfolgt in einfacher Weise über dem Deckel.

Der rechteckige Eisenkern besteht aus 0,5 mm dicken, mit Papierzwischenlagen isolierten Blechen, die zu einzelnen Paketen unter Freilassen von 20 mm breiten Oelkanälen zusammengedrückt sind. Die gleich ausgebildeten Joche werden mit je vier Traversen aus  $\square$ -Eisen und kräftigen Bolzen mit den Kernen zusammengedrückt.

Die Wicklungen bestehen aus rechteckigen Spulen, die pro Kern je eine mittlere Unterspannungssäule und je eine innere und äussere Oberspannungssäule bilden. Die verschiedenen Säulen sind unter sich und vom Eisenkörper durch Isolierzylinder und Oelkanäle getrennt; sie sind zur Erleichterung der Wärmeabgabe an das Oel in einzelne, durch isolierende Distanzstücke getrennte Spulenabteilungen unterteilt. — Die Isolation der beiden Spulenabteilungen an den Aussenleitern der Oberspannungswicklung ist verstärkt. In axialer Richtung wird die Wicklung durch  $\square$ -Eisenrahmen zusammengedrückt und gegen Ausbauchen mittels gegen die Joche abgestützter  $\Gamma$ -Eisen gesichert.

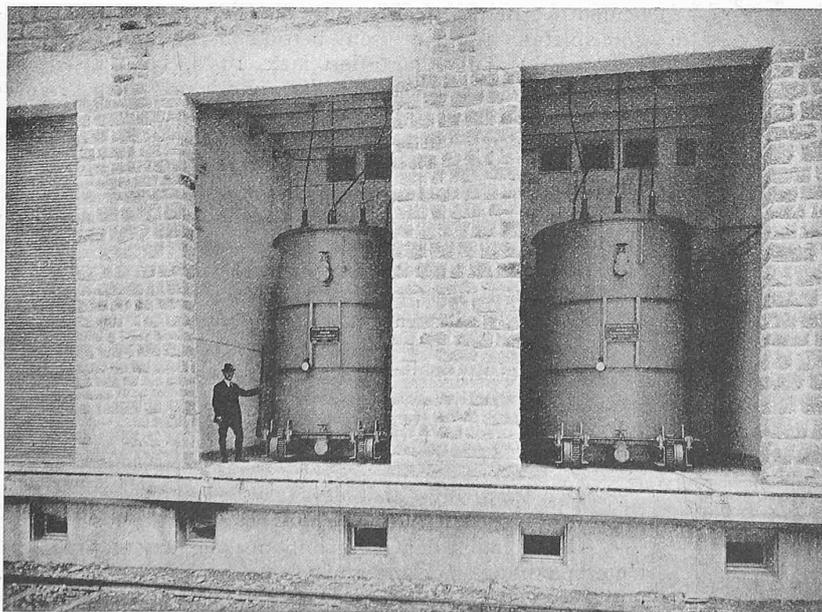


Abb. 66. Nach aussen geöffnete Transformatorzellen im Kraftwerk Ritom der S. B. B.

Der kreisrunde Oelbehälter ruht auf einem kräftigen  $\square$ -Eisenrahmen, an dem Rollen mit Spurkranz befestigt sind, die über ein Zahnradvorgelege durch Rätchen bewegt werden (vergl. Abb. 66). Der Behälter ist für ein Vakuum von 6 mm Quecksilbersäule bemessen; der leichte

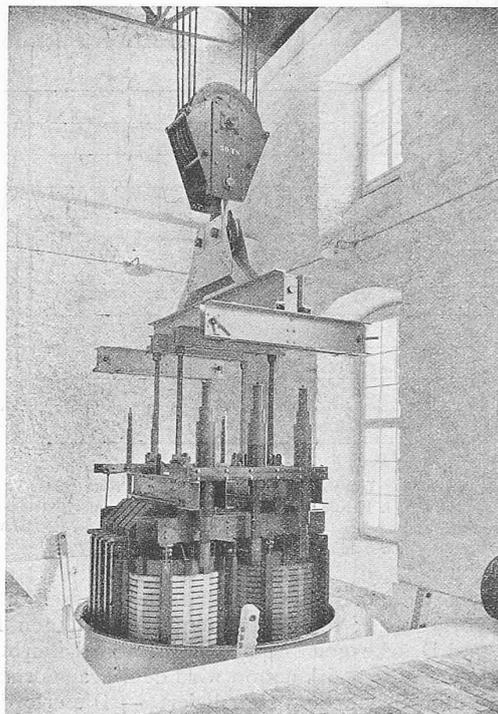


Abb. 67. Ausheben eines Transformators aus seinem Kessel.

ebene Blechdeckel, der über die Hartpapier-Durchführungen abgehoben werden kann, wird zum Auskochen unter Vakuum durch eine Haube aus Gusseisen ersetzt. Das Oel tritt in der Mitte des Kesselbodens ein, wird durch Blechschikanen zu den Oelkanälen des Eisenkörpers und der Wicklung geleitet und verlässt den Kessel in seinem oberen Teil.

Seiner grossen Abmessungen wegen muss der Transformatorkessel liegend transportiert werden; der Zusammenbau geschieht mittels eines 50 t-Krans in einer besonders Montagegrube in der Werkstatt (Abb. 67), da im Maschinensaal die Höhe nicht ausreichend ist. Zum bequemen und raschen Ein- und Ausbau sind besondere Aufhängevorrichtungen vorhanden. Ein mit zwei zweimännigen Kurbeln angetriebener Wagen dient zum Transport der Transformatoren vom Maschinensaal zur Werkstatt und vor die einzelnen Zellen.

Das Gewicht eines vollständigen Transformators beträgt 50,9 t, wovon 31,4 t auf Kern und Wicklungen, 6,5 t auf den Kessel und 13,0 t auf die Oelfüllung entfallen.

**Oelkühlung und -Reinigung.** Vom Transformator fliesst das erwärmte Oel der im Keller unter jeder Transformatorzelle aufgestellten Kühlanlage zu (Abb. 68, S. 66); mittels einer Pumpe wird es durch die Oelkühler gepresst und dem Transformator wieder zugeführt. Die Kühler enthalten in einem horizontal verlegten Hohlzylinder ein Messingröhrenbündel, durch das Wasser im Gegenstrom zu dem die Röhren umspülenden Oel zirkuliert. — Das Oel steht unter einem geringen Ueberdruck, während das Wasser nach dem Kühler frei abfliesst; durch Undichtheiten im Kühler kann daher kein Wasser in das Oel gelangen.

Die erforderliche Kühlfläche von 30 m<sup>2</sup>, die bei der Höchstlast des Transformators nur zu  $\frac{4}{5}$  ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht wird, ist in zwei für Oel- und Wasserdurchfluss wahlweise parallel oder in Reihe schaltbare Kühler verlegt, um Reinigungen und Reparaturen vornehmen zu können, ohne den Transformator ausser Betrieb nehmen zu müssen.

(Abbildung 69), eine Vakuumpumpe, ein Trockenschrank für Filterpapier und eine Oelprüfanlage mit Transformator und Induktionsregler für 0 bis 60 kV Spannung. Der Transformator wird gewöhnlich in der Zelle mit angekochtem Oel vom Reinölgefäss aus gefüllt und unter Vakuum dort mit dem Durchflusskocher ausgekocht.

**Das Kraftwerk Ritom der Schweizerischen Bundesbahnen.**

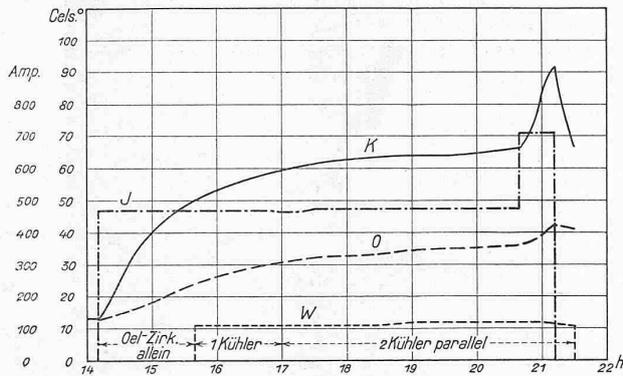


Abb. 70. Verlauf der Transformator-Temperaturen im Kurzschluss-Versuch.  
 K Kupfer, O Oel, W Kühlwasser (Wassermenge 100 l/min konstant).  
 J Kurzschlussstrom bei  $16\frac{2}{3}$  Per (anfänglich 470 A entspr. 7000 kVA, am Schluss 710 A entspr. 11 000 kVA)

Zu Versuchszwecken ist der Einbau von Wasser- und Oelmessern vorgesehen; ferner können alle wichtigen Temperaturen und Drücke gemessen werden. Ein Unterbruch in der Oel- oder Wasserzirkulation wird dem Transformatorwärter und im Schaltstand signalisiert. — Die erforderliche Wassermenge beläuft sich bei 15° Wassertemperatur und einer Belastung von 8500 kVA auf 250 l/min.

In einem unter der Werkstatt gelegenen Oelkeller sind für die Oelreinigung und -prüfung vorhanden: je ein Rein- und Schmutzölgefäss von je 19 m<sup>3</sup> Inhalt, eine Oelpumpe, eine fahrbare Filterpresse, ein fahrbarer Durchflusskocher

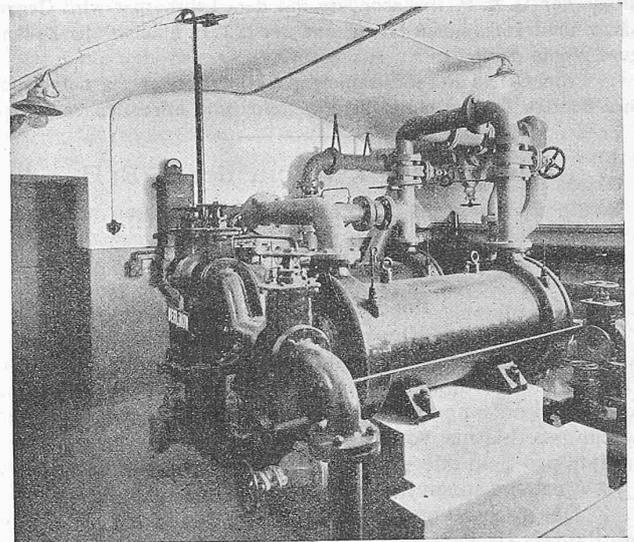


Abb. 68. Oelreinigungs-Anlage im Kraftwerk Ritom.

**Versuchsergebnisse.** Die Erwärmung des Transformators und die Temperaturverteilung im Eisen und in den Kupferwicklungen wurde durch eine grössere Anzahl versuchsweise eingebauter Thermo-Elemente näher untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse sind die folgenden: 1. Die Oeltemperatur gibt bei schwankender Belastung (Bahnbetrieb) ein vollständig unzureichendes Bild über die Temperaturen im Kupfer und seinen Isoliermaterialien, da die Oeltemperatur den Schwankungen der Kupfertemperatur nicht zu folgen vermag (vergl. Abbildung 70). 2. Wicklungsteile zwischen den beiden Kernen sind ungefähr gleich warm wie entsprechende Teile zwischen Kern und Kessel. Die Unterspannungsäulen sind im allgemeinen oben am wärmsten, die Oberspannungsäulen unten; der wärmste gemessene Punkt ist an der Oberspannungsäule unten zwischen den beiden Kernen. 3. Die auf die Vertragsgarantien umgerechneten Temperaturen betragen: beim Kupfer, bei 11 000 kVA, 101° (garantiert max. 105°), beim Eisen, bei 16,5 kV, 67° (garantiert max. 95°), und beim Oel, bei Dauerlast von 8500 kVA, 51° (garantiert max. 90°).

Im Betrieb wird die Kupfertemperatur der obersten Windung des Erdpoles der Unterspannungswicklung mit einem Widerstandselement im Schaltstand nach einer im „Bulletin“ des S. E. V. (Heft 6 vom Jahrgang 1922) von Dipl. Ing. A. Täuber-Gretler ausführlich beschriebenen Methode dauernd gemessen. Abbildung 70 zeigt den Verlauf der Kupfer- und Oeltemperaturen bei einem Kurzschlussversuch mit  $\frac{1}{4}$  der garantierten Kühlwassermenge.

Die gemessenen Wirkungsgrade bei Vollast sind:

Belastung kVA	Kupferverluste		Eisenverluste		Wirkungsgrad	
	gemessen kW	garantiert kW	gemessen kW	garantiert kW	gemessen %	garantiert %
8250	107	117,5	24,5	51	98,34	97,95
11000	190	212	24,5	51	97,22	96,85

Der Spannungsabfall des Transformators bei Normallast beträgt 1,5% bei  $\cos \varphi = 1$ , bzw. 4,2% bei  $\cos \varphi = 0,75$ .

Die Isolation der Oberspannungswicklung wurde gegen Unterspannungswicklung und gegen Eisen mit 120 kV effektiv und die Unterspannungswicklung gegen Oberspannungswicklung mit 50 kV effektiv dreimal je eine Minute lang in Zeitabständen von fünf Minuten geprüft. (Forts. folgt.)

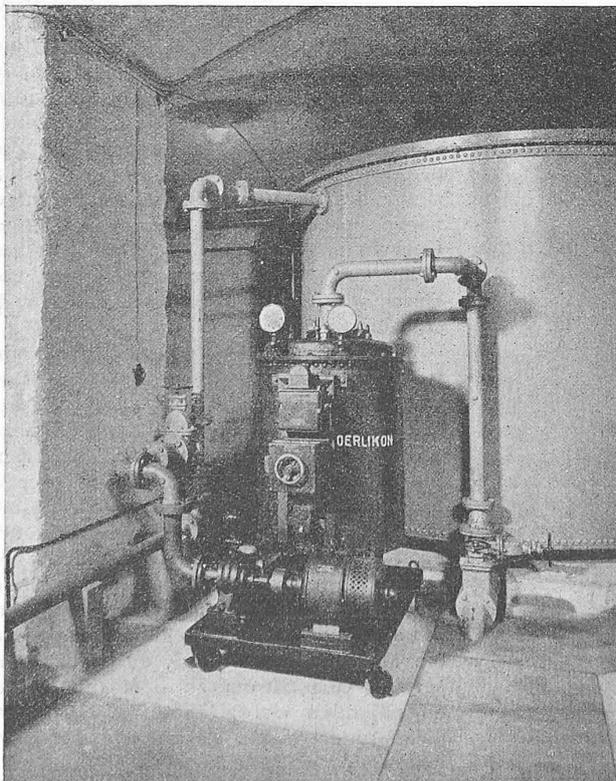


Abb. 69. Kühlanlage für das Transformatoröel.

hören, wo immer sich Gelegenheit bietet. Wir bedürfen dieser Hilfe, wenn die, von der G. E. P. selbst wie von der Hochschule aufgestellten Postulate erfüllt werden sollen. Es fehlt denn auch nicht an Aeusserungen, die das Interesse der „Ehemaligen“ an diesen Fragen immer wieder bekunden. Nur solcher Anteilnahme

war? Sie werden dem Rektor der E. T. H., zu dessen Gewohnheitsrechten es gehört, an dieser Stelle auch etwa Moralpredigten zu halten, diesen Exkurs nicht übelnehmen! Seien Sie versichert, dass wir Dozenten — wir sind ja zu einem grossen Teil auch aus der Praxis hervorgegangen — uns stets freuen, wenn „Ehemalige“ mit

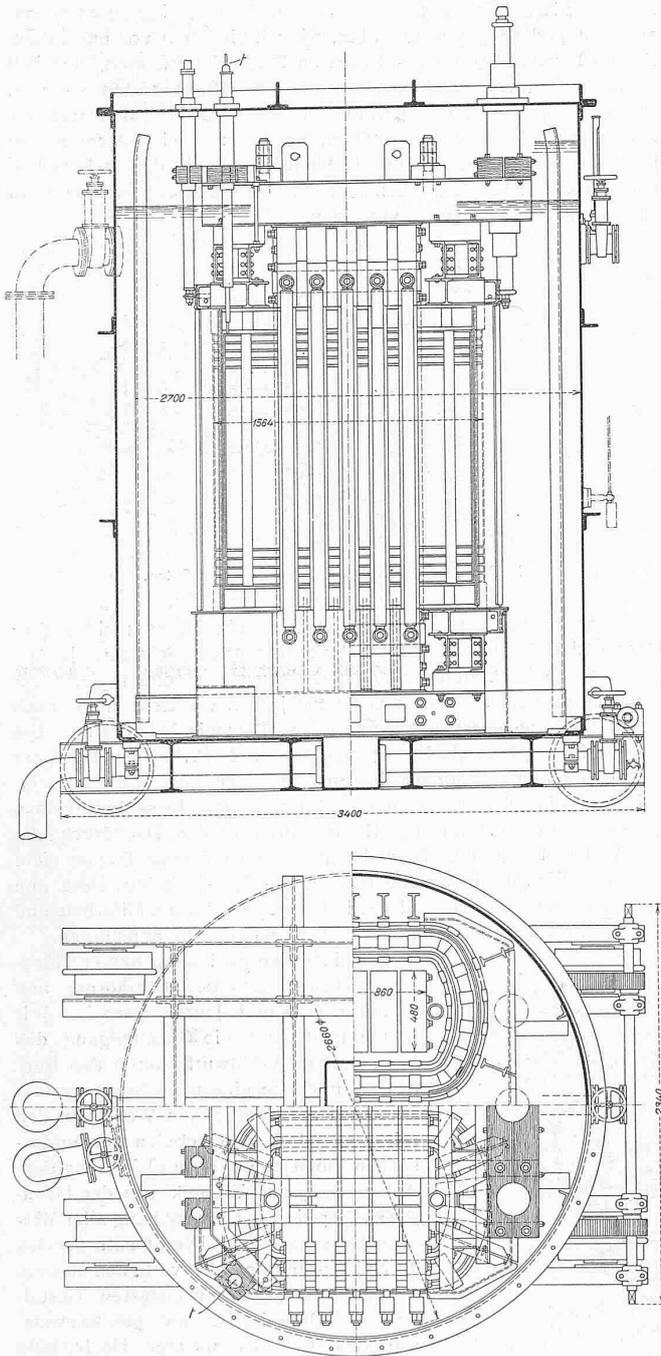


Abb. 64. Einphasenwechselstrom-Transformator für 8500 kVA Dauerleistung des Kraftwerkes Ritom. — Gebaut von der Maschinenfabrik Oerlikon. — 1 : 40.

ist es gewiss auch entsprungen, wenn gelegentlich Differenzen der Anschauungen, die unter Sachverständigen zum Austrag gebracht werden sollten, in die Tagespresse hinausgetragen wurden, wenn in der Oeffentlichkeit Vorwürfe gegenüber der E. T. H. erfolgten, denen nicht immer gewissenhafte Information zu Grunde lag, die etwa sogar ganz einfach auf Verhältnisse abstellten, wie sie vor Jahren, noch zu Zeiten des eigenen Studiums der Schreibenden, bestanden hatten. Dürfen wir hier darauf hinweisen, dass dadurch bei fernerstehenden, aber vielleicht einflussreichen und massgebenden Kreisen Eindrücke hervorgerufen werden, die das Wohlwollen für die E. T. H. nicht fördern, ja ihr etwa ganz allgemein schaden, das Gegenteil von dem erzielten, was im Grunde gewollt

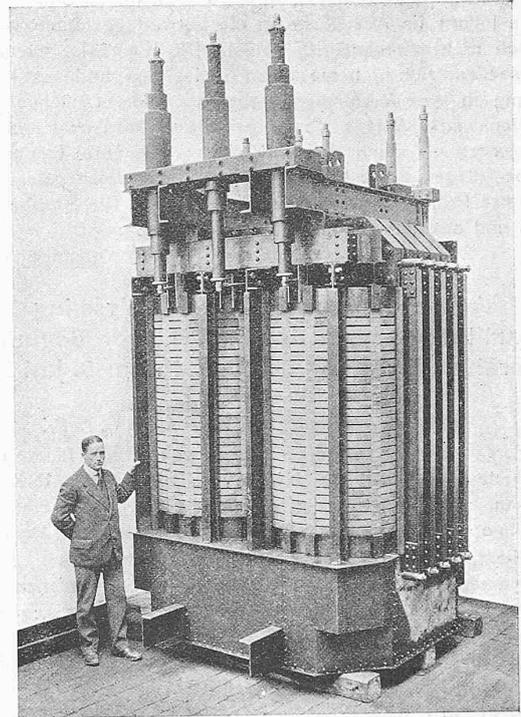


Abb. 65. 8500 kVA-Transformator des Kraftwerkes Ritom.

uns über Unterrichtsfragen sich besprechen; in gegenseitiger Aussprache werden Bedürfnis und Ausführbarkeit viel eher geklärt, als bei einseitiger Behandlung.

Nicht „pro domo“, im gewöhnlichen Sinne aufgefasst, d. h. für Personen, möchte ich sprechen, aber doch für das geistige Haus, dessen Erhaltung wir alle erstreben, wenn ich einem Sonderpunkte vielleicht noch einige Worte widmen darf:

Die beste Organisation der E. T. H. wird unwirksam sein, wenn nicht der Lehrkörper ein gut ausgewählter ist. Heute braucht es beispielsweise für einen in der Industrie mit Erfolg tätigen, akademischen Techniker eine grosse Liebe und Begeisterung für das Lehramt an der E. T. H., um zu diesem überzutreten. Oft müssen dabei ökonomische Entwicklungsmöglichkeiten aufgegeben werden, wie sie die Hochschule nicht bietet. Die E. T. H. erfährt gerade in jetziger Zeit (was vielleicht weniger bekannt ist), dass es ihr nicht immer gelingt, diejenigen Persönlichkeiten zu gewinnen, die sie sich in erster Linie wünschen muss. Für die Möglichkeit muss wieder besser gesorgt werden können, besten Kräften eine solche Stellung zu schaffen, dass sie ohne Sorge um Nebeneinkünfte und für das Alter sich rückhaltlos ihrem Lehrfache widmen können. Aeltern Dozenten, die der Hochschule treu geblieben, steht die Rückkehr in die Praxis selten mehr offen. Die Kritik darüber, dass einzelne Lehrkräfte bis in allzu hohes Alter im Amte blieben, war oft wohlberechtigt; es hat aber die Lehrerschaft schon vor mehr als sechs Jahren sozusagen einmütig beschlossen, die obligatorische Versetzung in den Ruhestand zwischen dem 65. und 70. Altersjahre zu begehren, unter gleichzeitiger Einführung des Obligatoriums für angemessenen Ruhegehalt. Wir wissen heute noch nicht, was die obersten Bundesbehörden darüber beschliessen wollen. Die Renten der Witwen- und Waisenkasse sind zufolge der Geldentwertung heute gänzlich ungenügend. Dem Antrag auf deren notwendigste Erhöhung, unter starker Steigerung der Beiträge der Professoren und etwelcher Erhöhung der Bundesbeiträge, scheint die Gefahr zu drohen, dass die Verschmelzung dieser Kasse mit der allgemeinen Versicherungs- und Pensionskasse der Bundesbeamten verfügt wird. Das war sicherlich nicht der Wille der Donatoren, die vor 20 Jahren die Stiftung dieser Kasse ermöglichten, auch nicht der Wille der