

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 34 (1943)
Heft: 16

Artikel: Beleuchtung der Verdampferanlage Ryburg mit Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren
Autor: Gruber, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061753>

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: 03.04.2025

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

Schweizerhalle mit grosser Sicherheit vorausbestimmen. Die Einsparungen an Wärme sind in Ryburg ca. 2,3fach grösser als die in Schweizer-



Fig. 15.

Die Saline in der Landschaft, das hohe Verdampferhaus, links und rechts eine Gruppe Bohrtürme.

halle. Der Grund liegt, wie schon ausgeführt wurde, im Uebergang einerseits vom Pfannen-, andererseits vom Verdampferbetrieb, d. h. vom Simple- bzw. Triple-Effekt-Betrieb auf das Wärmepumpenverfahren. Die Beispiele zeigen eindrücklich, wie verschieden die Wertigkeit des Wechsels von üblichen Wärmebetrieben auf den mit Wärmepumpen sein kann.

Die beiden Anlagen bilden weitere Glieder in der stattlichen Zahl von Wärmepumpenanlagen, die überall in der Welt von der Firma Escher Wyss gebaut wurden. Die Einsparung an Kohle durch diese Anlagen in Ryburg und Schweizerhalle beträgt 20 000...22 000 t pro Jahr. Die Rheinsalinen werden dadurch im wahrsten Sinne des Wortes «autark». Das Rohmaterial wird in Form von Sole dem eigenen Boden entnommen und die Energie zu dessen Umwandlung in ein einwandfreies Produkt liefern unsere Wasserkräfte.

Beleuchtung der Verdampferanlage Ryburg mit Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren

Von W. Gruber, Kilchberg

621.327.4 : 535.37

Die allgemeinen Eigenschaften der Hochspannungs-Fluoreszenzröhren werden erörtert. Der Lichtstrom der Röhren von 18 mm Durchmesser, die beliebig gebogen werden können, beträgt 750...900 lm/m, der Strom 0,1 A, die Lichtausbeute 27...30 lm/W inklusive Transformatorverluste, die Lebensdauer 3000 h. Die Lichtfarbe ist gelblich-weiss, rötlich-weiss oder tageslichtähnlich. Die in der Saline Ryburg 1941 erstellte Anlage ist die erste derartige Fabrikbeleuchtung in der Schweiz. Sie wird kurz beschrieben und es werden Messergebnisse mitgeteilt.

Description des principales caractéristiques des tubes fluorescents à haute tension. Le flux lumineux des tubes de 18 mm de diamètre, qui peuvent être coulés à volonté, atteint 750 à 900 lm/m, l'intensité du courant 0,1 A, le coefficient d'efficacité lumineuse 27 à 30 lm/W y compris les pertes du transformateur, la durée de vie 3000 h. La couleur de la lumière est blanc jaunâtre, blanc rougeâtre ou semblable à celle de la lumière du jour. L'installation aménagée en 1941 dans les Salines de Rybourg est la première installation de ce genre en Suisse. Elle est brièvement décrite et les résultats des mesures sont indiqués.

Das Schweizerische Beleuchtungs-Komitee und die Zentrale für Lichtwirtschaft bemühen sich mit Erfolg, das Entstehen neuer Beleuchtungsanlagen in fortschrittliche Bahnen zu lenken. Voraussetzung für diesen Erfolg sind die Kenntnisse über Eigenschaften und besondere Anwendungsmöglichkeiten neugeschaffener Lichtquellen. Sie bilden die Grundlagen, nach denen sich schliesslich entsprechende Leitsätze aufstellen oder ergänzen lassen, und sie müssen deshalb zum Allgemeingut aller interessierten technisch gebildeten Kreise werden. Beleuchtungsprobleme werden zu oft nach rein kommerziellen Gesichtspunkten gelöst, nicht selten zum Nachteil der technischen Qualität.

Im Zusammenhang mit der Beschreibung der technischen Einzelheiten der neuartigen Beleuchtungsanlage im Neubau der Rheinsalinen in Ryburg bietet sich nun Gelegenheit, zunächst einige

allgemeine Betrachtungen

zu machen. Die hier als Lichtquellen verwendeten Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren stehen dem Beleuchtungstechniker erst seit gut 3 Jahren zur Verfügung. Die im Jahr 1941 projektierten Anlagen in Ryburg werden wohl einen Markstein in der Geschichte der Fabrikbeleuchtung der Schweiz bilden. Es wurden zwar seit der Inbetriebnahme im

Januar 1942 Beleuchtungsanlagen dieser Art von weit grösserem Umfang erstellt. Auch viele Jahre vorher schon wurde dieses Beleuchtungssystem, allerdings mit damals noch nicht vollkommen entwickelten Fluoreszenz-Röhren, in Schaufenstern, Verkaufsläden und Räumen aller Art eingeführt, wobei sehr wertvolle Erfahrungen gesammelt werden konnten. Das Verdienst, Gelegenheit zur Ausführung dieser modernen Industrieanlage gegeben zu haben, trotz der Vorbehalte, die allgemein allem Neuen entgegengehalten werden, fällt aber auf die Weitsicht der Leitung der Vereinigten Schweizerischen Rheinsalinen. Sie half mit, dem neuen Beleuchtungssystem, speziell für Fabrikbeleuchtungen, Eingang zu verschaffen, denn es zeigte sich doch oft, dass selbst Beleuchtungstechniker sich die hervorragenden Eigenschaften dieses modernen Bauelementes entgehen liessen.

Ein Besuch bei Nacht im Neubau der Rheinsalinen in Ryburg würde, mehr als Abbildungen und technische Schilderungen es können, überzeugen.

Die Beleuchtung der 7,75 m und 21,5 m hohen Hallen

ist eindrucksvoll. Das gleichmässige, blendungsfreie Licht schafft angenehme Arbeitsbedingungen und

erzeugt eine vollendete Raumwirkung. Die mittlere Beleuchtungsstärke ist mit Absicht nicht sehr hoch gewählt, und man empfindet das Beleuchtungsniveau angemessen dosiert.

Das neue Beleuchtungssystem hat *a)* äusserlich wahrnehmbare Merkmale, und *b)* solche, die im physikalischen Aufbau der Lichtquelle begründet sind.

a) Die äusserlichen Merkmale

sind denn auch sehr verschieden von denjenigen der bisher üblichen Beleuchtungssysteme und man beachtet in Ryburg:

1. Grosse, linienförmige Ausdehnung der Lichtquellen, welche vermutlich zur auffallend gleichmässigen Lichtverteilung im ganzen Raum führt.

2. Kleine Leuchtdichte und infolgedessen Blendfreiheit.

3. Das Fehlen von Beleuchtungskörpern oder sichtbaren Fassungen irgendwelcher Art. Die Röhren schweben gleichsam vor hellbeleuchteten Decken und Wänden und sie bewirken auf diese Weise eine der Tageshelle ähnliche Diffusion.

4. Die sichtbar montierten Beleuchtungsröhren in der Form langer gerader Linien sind der sachlichen Architektur untergeordnet; man kann sogar sagen, dass sie die Raumvorstellung des Architekten, ohne dabei zum Selbstzweck zu werden, unterstreichen.

Die äusserlichen Merkmale charakterisieren allerdings erst die Anwendungsmöglichkeit der Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren, d. h. die neue Lichtquelle als Bauelement des Beleuchtungstechnikers und des Architekten. Sie wurden hier mit Absicht besonders hervorgehoben, weil sie noch heute, bei der Beurteilung und Bewertung von Beleuchtungsanlagen, viel zu wenig beachtet werden. Um so mehr überzeugen sie bei angestellten Beleuchtungsversuchen. Bei dieser Gelegenheit geben sie oft den Ausschlag hinsichtlich Zweckmässigkeit und Güte der Beleuchtungsanlage.

Von grosser wirtschaftlicher Bedeutung und für jeden Techniker, auch wenn er im Beleuchtungsfach nicht spezialisiert ist, ohne weiteres vergleichbar sind die vorzüglichen

b) lichttechnischen und elektrischen Daten der Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren

Diese Eigenschaften lassen sich mit Hilfe von Instrumenten (Luxmeter, Wattmeter und Spektrographen) sehr genau festlegen. Die guten Messergebnisse sind physikalisch bedingt, denn das Fluoreszenzrohr ist nach dem Prinzip der Gasentladungslampe gebaut. Diese Art Lichtquelle verschiedenster Ausführungsform (Metalldampf lampen, Hochspannungs- und Niederspannungs-Fluoreszenzrohr) ist, nach dem derzeitigen Stand der Lichttechnik, ohne Zweifel am leistungsfähigsten, jedenfalls in technischer Beziehung, was aus den folgenden Daten der Fluoreszenz-Röhren hervorgeht.

Die hier verwendeten Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhren werden in der Schweiz nach den Pa-

tenten der Ets. Claude-Paz & Silva, Paris, fabriziert. Sie geben heute folgende Leistungen:

Lichtstrom: 750...900 int. lm/m je nach Lichtfarbe.

Lichtausbeute: 27...30 int. lm/W inkl. Transformatorverluste.

Lebensdauer: 3000 h (Fabrikgarantie).

Beim Qualitätsvergleich ist auf die Relation zwischen Lichtausbeute und Lebensdauer zu achten. Diese beiden Werte haben auf die Konstruktion der Lichtquellen gegenläufigen Einfluss. Es ist demnach ohne weiteres möglich, den einen Wert auf Kosten des anderen zu verbessern. Das Optimum zu ermitteln, überlässt man Physikern, die, durch unermüdetes Forschen in gut ausgerüsteten Spezial-Laboratorien, reichhaltiges Erfahrungsmaterial auswerten.

Gewöhnliche Hochspannungs-Leuchtröhren, unter dem etwas irreführenden Sammelnamen *Neonröhren*, sind schon lange, besonders aus dem Lichtreklamebau, bekannt. Sie werden in den Fabriken des Erfinders Claude, Paris, seit dem Jahr 1910 hergestellt. Die über 30jährige Erfahrung in der Konstruktion und in der Anwendung dieser Röhren bilden offensichtlich recht zuverlässige Fabrikations-Unterlagen für das Fluoreszenzrohr, welches eigentlich nur eine Weiterentwicklung des Neonrohres darstellt, mit allerdings ganz anderen und viel bedeutenderen Zukunftsmöglichkeiten.

Es ist noch wenig bekannt, welche Vorteile eigentlich der

Anschluss an hochgespannten Wechselstrom

bietet. Denn es gibt heute Fluoreszenz-Röhren, die unter Zwischenschaltung eines Zündgerätes mit Drosselspule direkt an 220 V Wechselstrom angeschlossen werden können. Die Abmessungen dieser Röhren sind jedoch mit der einheitlichen Wahl der Zündspannung fixiert. Bei 100 cm Länge beträgt der Rohrdurchmesser 35 mm. Die Röhren werden nur in gerader Form geliefert; ein Biegen wäre aus technischen Gründen bei dem grossen Rohrdurchmesser nur in sehr begrenztem Masse möglich.

Durch die Wahl des elektrischen *Anschlusses an Hochspannung* von 1000...8000 V ergeben sich dagegen viele zusätzliche Möglichkeiten. Zunächst ist es möglich, je nach Wahl der Zündspannung des für den Betrieb nötigen Streufeldtransformators, Lichtgruppen von 1...18 m Gesamtröhrlänge bei nur 18 mm Durchmesser an ein einziges Gerät anzuschliessen. Eine weitere beachtenswerte Konsequenz ist die freie Wahl von Form und Länge der Röhren. Darin beruht eine ideale Anpassungsfähigkeit, welche ihrerseits die guten Eigenschaften beleuchtungstechnischer, architektonischer und schliesslich betriebswirtschaftlicher Art begründet. Die einzelnen Teilstücke einer Lichtgruppe, Systeme genannt, können gerade oder beliebig gebogen bis zu den für den Transport und die Montage zweckmässigen Längen von 250...300 cm, also nach Mass angepasst, geliefert werden.

Die Wahl des Hochspannungsanschlusses von Fluoreszenz-Röhren ist aus den angeführten Gründen auch heute noch, durch die Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten dieser Lichtquellen für Beleuchtungszwecke, erforderlich oder doch erwünscht.

Aufbau und Wirkungsweise der Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhre

Das zur Verwendung kommende Glasrohr hat gewöhnlich einen Durchmesser von 18 mm. An den beiden Enden eines Systems befinden sich Elektroden aus Spezialstahl. Die Füllung besteht aus Edelgasen und Quecksilber. Der Fülldruck beträgt nur wenige mm Hg. An der Innenwand des Glasrohres sind nach besonderem Verfahren sehr feinkörnige Fluoreszenzstoffe in hauchdünner Schicht eingesintert.

Die Lichterzeugung

Durch die Gasfüllung der Fluoreszenz-Röhre fließt, bei angelegter Wechselspannung, ein sehr geringer Strom. Die optimale Belastung beträgt nur 100 mA. Elektroden, Fluoreszenzstoff und Gasfüllung sind dadurch nur gering beansprucht. Die Stromträger stossen auf ihrem Weg durch die Gasäule mit den die Atomkerne umkreisenden Elektronen zusammen und werfen diese auf äussere Bahnen. Der so erreichte Atomzustand ist labil und die Elektronen fallen bereits nach unvorstellbar kurzer Zeit auf ihre ursprüngliche Bahn zurück. Die ihnen vorher durch Stoss erteilte Energie geben sie nun in Form von sichtbaren und ultravioletten Strahlen wieder ab. Die Fluoreszenzstoffe übernehmen die Aufgabe, die ultravioletten Strahlen in Licht zu verwandeln. Je nach ihrer chemischen Zusammensetzung entstehen in den Fluoreszenzstoffen Lichtstrahlen verschiedener spektraler Zusammensetzung. Auf diese Weise ist es vor einigen Jahren gelungen,

künstliches Tageslicht

zu erzeugen, ein Licht also, das seit dem Bestehen der Lichttechnik für allgemeine Beleuchtungszwecke, besonders aber für die Farben- und Textilindustrie, vom Lichttechniker immer wieder verlangt wurde. Solche Lichtquellen, nach dem Prinzip der Fluoreszenz-Röhren gebaut, lassen wohl den absoluten Erfolg für alle denkbaren Spezialwünsche der Zukunft erwarten.

Von grosser praktischer Bedeutung ist sodann die

Unempfindlichkeit gegenüber Spannungsschwankungen und Erschütterungen;

diese Eigenschaft ist in der technisch sehr einfachen, unempfindlichen Bauart der Hochspannungs-Fluoreszenz-Röhre begründet. Sie führt zu langer Lebensdauer, auch unter ungünstigen Betriebsverhältnissen.

Das «kalte» Licht

Im Gegensatz zur Glühlampe, dem sogenannten Temperaturstrahler, wird das Fluoreszenz-Rohr als Kaltstrahler bezeichnet. In der Tat wird das Leucht-

rohr im Betrieb kaum handwarm; eine grössere Erwärmung findet nur an den Elektroden statt. Der Wirkungsgrad der Energieumsetzung in Licht ist mit der Entwicklung des Fluoreszenz-Rohres sprunghaft um das 2...3fache verbessert worden, wobei gleichzeitig noch die garantierte Lebensdauer von 1000 auf 3000 Brennstunden gesteigert werden konnte.

Beschreibung der Anlagen Ryburg

(Projektiert 1941, Inbetriebsetzung Januar 1942, Lichtmessungen Juni 1943, Lichtfarbe gelblichweiss, projektiert und erstellt von der Rovo AG., Zürich.)

Kompressorenhalle (Fig. 1)

Abmessungen: Länge 20,7 m, Breite 8,0 m, Höhe 7,75 m.

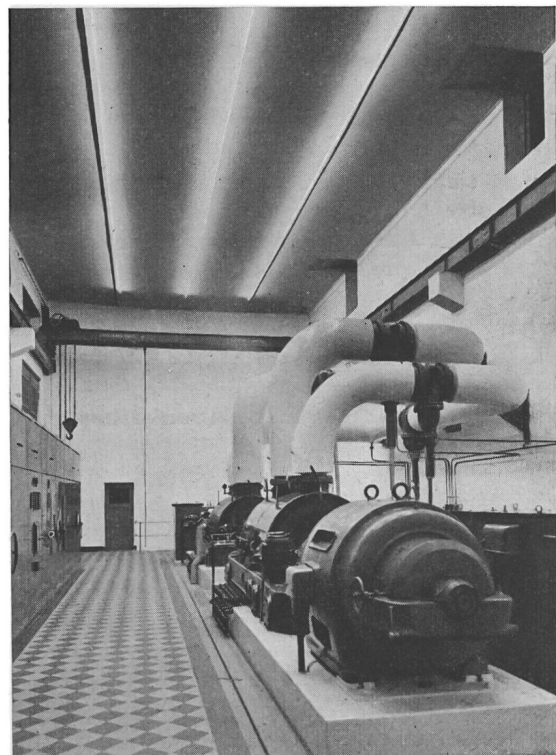


Fig. 1.
Kompressorenhalle Ryburg.

Reflexionsverhältnisse: Decke und Wände hell.

Besondere Anforderungen: Gleichmässige Beleuchtungsstärke über die ganze Grundfläche. Keine störenden Schatten bei irgendeiner möglichen Stellung des Kranträgers. Möglichkeit der stufenweisen Schaltung ohne Beeinträchtigung der gewünschten Gleichmässigkeit. Wirtschaftlichkeit und Formschönheit.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind in dieser Halle, und zwar an der Decke, 3 parallellaufende Lichtgruppen montiert. Diese sind getrennt schaltbar, je 16 m lang, aufgeteilt in je 6 Rohrsysteme. Jede Gruppe wird von einem Streufeldtransformator mit Jochregulierung und maximaler Zündspannung von 8000 V gespeisen. Leistungsaufnahme inklusive Transformatorverluste 480 W bei einem

abgegebenen Lichtstrom von ca. 13 600 lm pro Gruppe.

Beleuchtungsstärke an den Schaltstellen im Mittel: vertikal 78 lx, horizontal 54 lx.

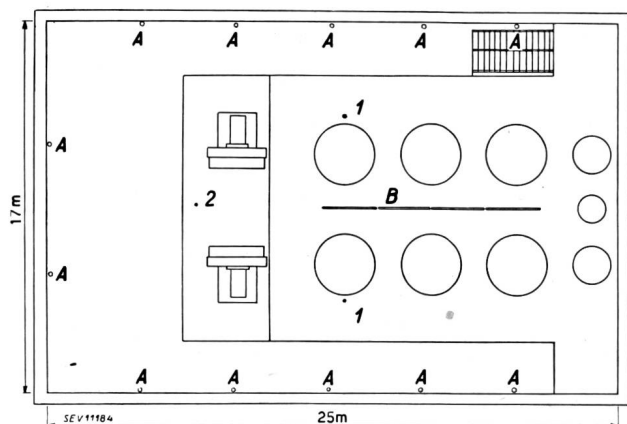


Fig. 2.

Grundriss der Verdampferhalle Ryburg.

- A Lichtgruppe von 5 m Länge, vertikal an den Wänden montiert.
- B Lichtgruppe von 10 m Länge, an der Decke montiert.
- 1, 2 Mess-Stellen.

Verdampferhalle (Fig. 2 und Fig. 3)

Abmessungen: Länge 25,5 m, Breite 17,0 m, Höhe 21,5 m, teilweise 7,75 m.

Reflexionsverhältnisse: Decke und Wände hell, aber viele grosse Fenster mit dunkeln Vorhängen.

Besondere Anforderungen: Gleichmässige und hinreichende Allgemeinbeleuchtung, gute Horizontalbeleuchtung für Instrumenten-Bedienung. Die Anordnung der Beleuchtungsrohre ist aus den Bildern ersichtlich:

A) 12 vertikal zwischen den Fenstern montierte Lichtgruppen von je 5 m Länge, aufgeteilt in je zwei Systeme von 250 cm, dazu 12 Streufeldtransformatoren mit Kernregulierung, luftgekühlt. —

Leistungsaufnahme pro Lichtgruppe 150 W, Lichtstrom ca. 4250 lm.

B) 1 Lichtgruppe an der Decke. Totale Rohrlänge 10 m, aufgeteilt in 4 Systeme von 250 cm.

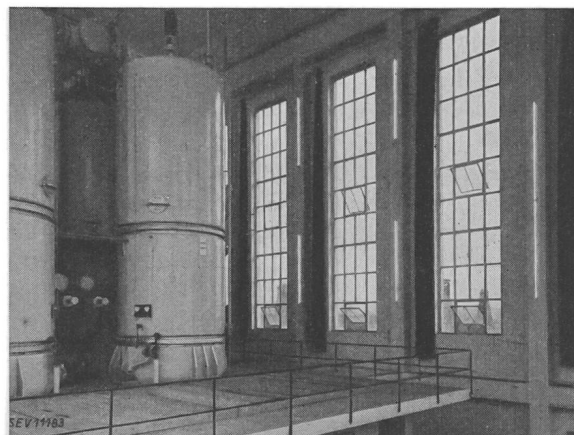


Fig. 3.

Verdampferhalle Ryburg.

(Es steht leider nur eine Tagslichtaufnahme zur Verfügung zur Illustration der Leuchtröhren-Anordnung.)

1 Streufeldtransformator, Zündspannung 6000 V. Regulierung mit Hilfe von Primäranzapfungen (4 Stufen). Leistungsaufnahme 320 W, Lichtstrom ca. 8500 lm.

Beleuchtungsstärke:

- Meßstelle 1: Vertikal 22 lx
Horizontal 33...38 lx
- Meßstelle 2: Vertikal 22 lx
Horizontal 27 lx

Nach den Erfahrungen der Betriebsleitung ist die Beleuchtungsstärke in der Verdampferhalle ausreichend zum zuverlässigen Ablesen der Instrumente. In der Kompressorenhalle wird normalerweise nur eine Lichtgruppe eingeschaltet. Die volle Einschaltung erfolgt nur bei Vornahme besonderer Arbeiten an den Maschinen.

Resonanzüberspannungen in Hochspannungstransformatoren

Von J. Goldstein, Zürich

621.3.015.4

Es wird die bekannte Erscheinung der Ueberspannung infolge der Resonanz bei Hochspannungstransformatoren mit grosser Eigenkapazität im Zusammenhang mit der Verzerrung der Spannungskurve an Hand von Versuchen an Höchstspannungstransformatoren besprochen. Es wird gezeigt, wie man mit einer Spannung höherer Frequenz — vorzugsweise der Resonanzfrequenz — die Vorgänge schärfer erfassen kann.

Schliesslich wird die von Bechdoldt angegebene Methode zur Aufnahme von Hochspannungskurven mit Hilfe einer Verstärkeröhre einer Anpassung und Verbesserung unterzogen und über die Resultate von Versuchen an einem AEG-Prüftransformator für 1 Million Volt berichtet.

Discussion du phénomène bien connu de la surtension engendrée par la résonance dans les transformateurs à haute tension de grande capacité propre, en corrélation avec la déformation de la courbe de tension, d'après des essais effectués sur des transformateurs à très haute tension. L'auteur montre qu'il est possible de mieux préciser ce phénomène en utilisant une tension de fréquence plus élevée, en particulier la fréquence de résonance.

Adaptation et perfectionnement de la méthode de Bechdoldt pour le relevé de courbes à haute tension à l'aide d'un amplificateur. Résultats obtenus lors d'essais sur un transformateur d'essai AEG pour 1 million de volts.

Einleitung

Die Frage der Resonanzüberspannungen in Hochspannungstransformatoren gehört zu den im Transformatorbau immer wiederkehrenden Problemen. Sie interessiert sowohl den Konstrukteur und Be-

rechner der Hochspannungstransformatoren, als auch den Laboratoriums- und Prüffeld-Ingenieur, der mit Hochspannungsprüftransformatoren dauernd in Berührung kommt. Es handelt sich in erster Linie um Prüftransformatoren für Höchstspannungen.