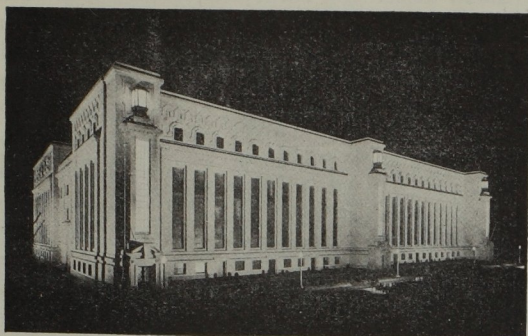


Über den gegenwärtigen Stand der Grosskraftübertragung

Versuchen wir uns zu vergegenwärtigen, was geschähe, wenn der von einem Mathematiker einmal geäusserte Einfall Wirklichkeit würde und sich beispielsweise durch Umkehrung des Entropiegesetzes der Sinn der Entwicklung dieser Welt plötzlich in einen rückläufigen verwandeln würde. Stellen Sie sich dies an Hand Ihrer täglichen Selbstverständlichkeiten vor. Die elektrische Strassenbahn würde sich in die Pferdebahn zurückverwandeln, die elektrische Beleuchtung würde von Tag zu Tag seltener werden und müsste ihre Verdrängung durch die Petroleumlampe und die Kerze erleben. Unsere kleinen handlichen Motoren würden immer unwirtschaftlicher und grösser werden, die Berechner unserer Maschinen und Kraftübertragungen würden immer mehr von ihren gesicherten Erkenntnissen verlieren und schliesslich wäre eines Tages nur noch ein Mann da, der die Idee der elektrischen Kraftübertragung durch Drehstrom in sich trüge. Dieser eine wäre *Nikola Tesla*. Erst wenn man sich auf diese Art klar macht, dass aus unserem täglichen Leben die Umgestaltung nicht mehr wegzudenken ist, welche wir dem Erfindergeist *Teslas* verdanken, wird man sich der ungeheueren Bedeutung des Beitrages bewusst, den dieser Mann zu den Fortschritten unseres Zeitalters geliefert hat. Wenn wir mit dem Wirklichkeitssinn unserer Tage daran gehen, das Lebenswerk *Teslas* durch Leistungen zu kennzeichnen, welche dem technischen Schaffen der letzten Zeit entlehnt sind, so werden sich uns dabei die geistigen Verwandtschaften mit *Teslas* romantischer Natur immer wieder durch die Kühnheit dieser Leistungen aufdrängen. Es bedarf gar nicht der Legende, welche sich um die Erfindung des Drehstrommotors gebildet hat. Eine Gartenkugel aus Metall, wie sie zur Verzierung oft verwendet wurde, soll im Laboratorium des Forschers zufällig gelegen haben, als er Versuche mit magnetischen Drehfeldern anstellte. Die Kugel geriet in Rotation, und der Drehstrommotor war entdeckt. Viel unwahrscheinlicher als diese vermutlich unzutreffende Darstellung sind für mein Empfinden die Tatsachen, die ich Ihnen im folgenden in einem Querschnitt durch die moderne Grosskraftübertragung als Spitzenleistungen unserer derzeitigen Technik vorführen werde und die der nächsten Generation trotzdem bereits wieder als blosser Durchgangsstufe zur Lösung noch gewaltigerer Aufgaben erscheinen werden. Ich hege die Hoffnung, da-

durch dem mir erteilten Auftrage der Allgemeinen Gesellschaft gerecht zu werden, der Bewunderung der Starkstromtechniker für den umfassenden Geist von Nikola Tesla gebührend Ausdruck zu verleihen.

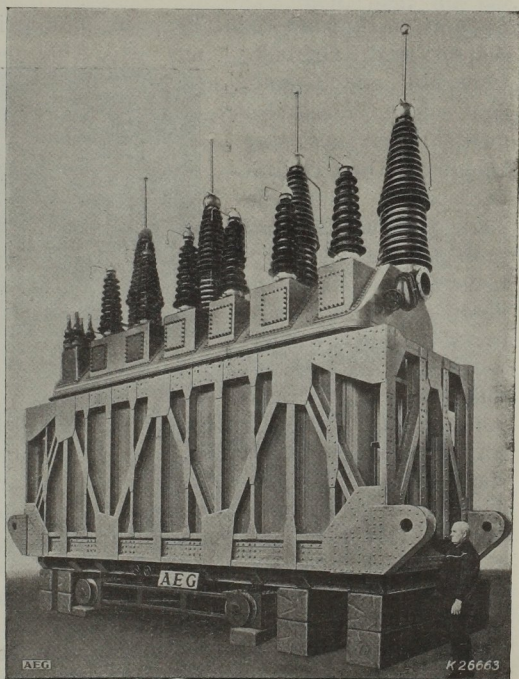


Grosskraftwerk Buenos Aires
Längsseite des Schalthauses

Als Tesla das Drehfeld erdacht, den Drehstromgenerator und Drehstrommotor erfunden hatte, konnte sich die Kraftüber-

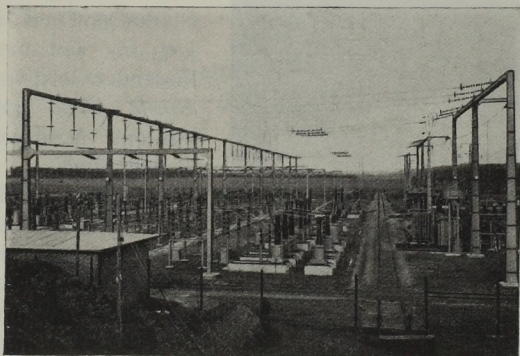
tragung der Leistungsfähigkeit des neue Prinzips nicht lange ver-

schliessen. Es entstand die Niagara-Zentrale, in der heute Maschinen mit über 1 Million Pferdestärken Gesamtleistung aufgestellt sind. Das Bild eines modernen Krafthauses möge Ihnen verdeutlichen, dass in Bauten von gewaltigen Abmessungen und eigentümlicher Schönheit die Quelle der Energie zu denken ist, welche Länder und Erdteile überzieht. Maschinen und Transformatoren werden in Leistungseinheiten von unglaublicher Energiekonzentration erzeugt. 120000 kW



Dreiwicklungs-Transformator
120 MVA, 220/10 kV

in einer Einheit sind heute für die Technik eine wiederholt gelöste Aufgabe. Mit 5 Aggregaten dieser Art kann beispielsweise der ma-

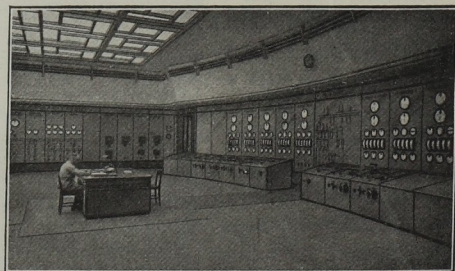


Freiluftanlage Harbke 110/220 kV Kraftwerk — Seite

ximale Bedarf von ganz Berlin mit ausreichender Reserve gedeckt werden. Bevor die Energie das Kraftwerk verlässt, muss sie geregelt und verteilt werden. Übertragungsspannungen von 110 000 und 220 000 Volt bedingen dabei Schaltanlagen von gewaltigen Ausmassen, in denen sich

Apparat an Apparat reiht. Es wäre unmöglich, mit menschlichen

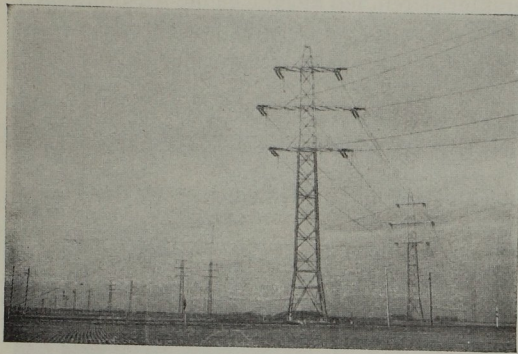
Sinnen und Organen Übersicht und Gewalt über solche Werke des menschlichen Geistes zu behalten. Die Techniker haben künstliche Nervenzentren für ihre grossen Elektrizitätswerke geschaffen. Kommandoräume, die es mit den grössten Sälen aufnehmen können, und architektonisch zu den



Kraftwerkswarte mit Übersichtsschaltbild

schönsten Gebilden unseres technischen Schaffens zählen, vereinigen an ihren Wänden die unzähligen Messergebnisse und Meldungen, die dem in der Mitte ruhig dasitzenden Bedienungsmann den Überblick über die Energiewirtschaft von Stätten und Ländern verschaffen. 100 Kilometer entfernt davon ist eine zweite Station zu denken. Zwischen beiden spannt sich die verbindende Drehstromleitung. In Wirklichkeit ist das Land mit einem Netz von Leitungen hoher und höchster Spannung überzogen, die in dünnen Drähten eine unfassbare Energiekonzentration bergen. In Deutschland sind etwa 10 Millionen Kilowatt auf diese Art zu verteilen, die Energieerzeugung der Welt überschreitet bei weitem das Zehnfache davon. Die Energieerzeugung hat sich gegenüber ihren ersten grossen

Etappe, der Zentrale an den Niagarafällen, mehr als verzehntausendfach. Das sind bloss die Umrissse eines unvorstellbar gross gewordenen Unternehmens

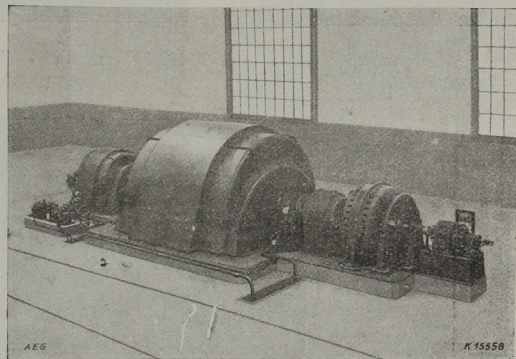


Kreuzung der 220/330 kV RWE — Leitung mit zwei 100 kV — Leitungen zwischen Bonn und Köln

des menschlichen Geistes. Vom kleinsten bis zum grössten Aufbauelement zieht sich dabei eine Kette von Einzelleistungen, die höchste Anspannung aller Kräfte erfordern. Betrachten Sie diesen Motor von über 20 000 Kilowatt in einer Einheit, dem die besondere Aufgabe zufällt, das Spannungsniveau der Kraftübertragung durch seinen Verbrauch zu regeln. Ein naher Verwandter dieser Bauart, der Synchronmotor, kann nach Ideen, die auf Tesla zurückgehen, im Stadium des Anlaufes so beeinflusst werden, dass er die idealgünstigen Eigenschaften des Teslaschen Asynchronmotors teilt. Der im Bilde gezeigte Phasenschiebermotor ist der gigantische Grenzfall des kleinen asynchronen Antriebsmotors zahlloser Industrieanlagen, durch dessen Erfindung Tesla dem Mehrphasensystem zum Durchbruch verhalf. Der Drehstrom ist heute zur technischen Selbstverständlichkeit geworden und doch müsste eigentlich jeder, der ein Kraftwerk betritt und in dessen Schaltanlage die in Gruppen zu je dreien zusammengefassten Leiter sieht, sich vor Augen halten, dass der Uebergang vom Einphasen- zum Mehrphasenwechselstrom eine gedankliche und wirtschaftliche Grosstat war.

Der im Bilde gezeigte Phasenschiebermotor ist der gigantische Grenzfall des kleinen asynchronen Antriebsmotors zahlloser Industrieanlagen, durch dessen Erfindung Tesla dem Mehrphasensystem zum Durchbruch verhalf. Der Drehstrom ist heute zur technischen Selbstverständlichkeit geworden und doch müsste eigentlich jeder, der ein Kraftwerk betritt

und in dessen Schaltanlage die in Gruppen zu je dreien zusammengefassten Leiter sieht, sich vor Augen halten, dass der Uebergang vom Einphasen- zum Mehrphasenwechselstrom eine gedankliche und wirtschaftliche Grosstat war.

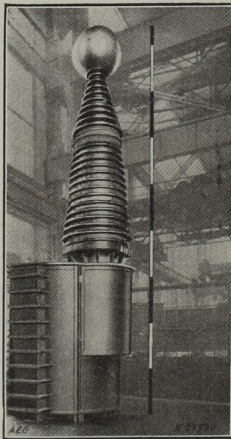


Asynchron — Phasenschieber 21500 kVA
Gesamtansicht

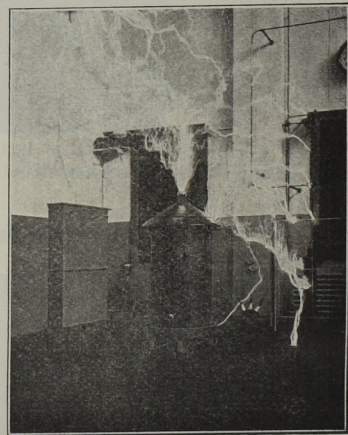
Ich habe mir vorgenommen, den gegenwärtigen Stand der Grosskraftübertragung durch die Grenzen der heutigen technischen Leistungsfähigkeit zu charakterisieren. Ich möchte meine Ausführungen gliedern nach Grenzen der Spannung, der Leistung, des Experimentes und Grenzen, die uns durch die Umwelt auferlegt sind.

1. GRENZEN DER SPANNUNG

Der Hochspannungstechniker kennt heute keine Grenze der Ueber-

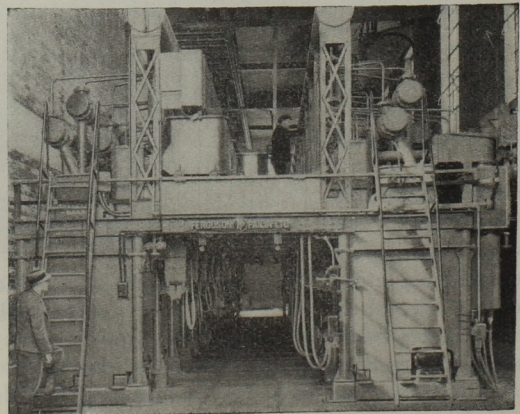


Prüftransformator
1000000 V gegen Erde



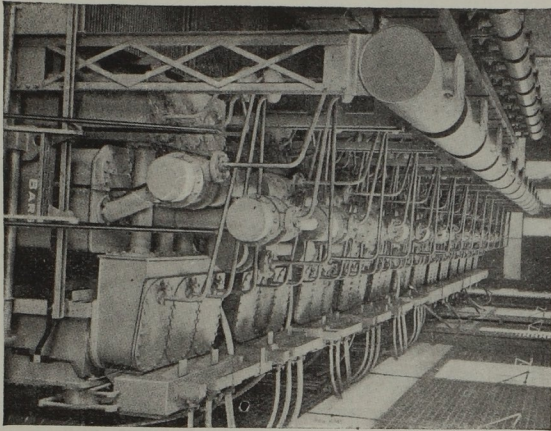
Hochspannungs — Prüftransformator
100000 V

tragungsspannung. Er begnügt sich im Hinblick auf die praktischen Erfordernisse mit Spannungen von 220 000 bis 280 000 V, scheut aber durchaus nicht vor der Aufgabe zurück, Übertragungen mit etwa 400 000 V über kurz oder lang zu verwirklichen. In seinen Laboratorien



Englische 33 kV — Schaltanlage

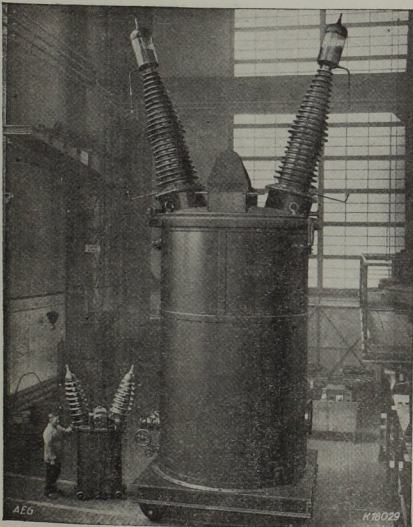
kennt er seit langem den Umgang mit Spannungen dieses Niveaus. In einer einzigen Einheit lassen sich Spannungen von 1 Million



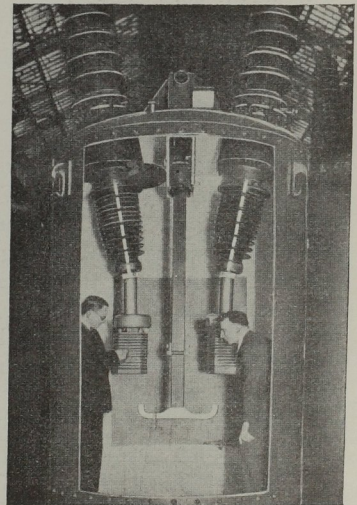
Ölverteilungsanlage einer englischen
33 kV — Hochspannungsschaltanlage

Volt erzeugen. Vor vielen Jahrzehnten hat *Tesla* diese Leistung der Hochspannungstechnik, welche wir für 50-periodigen Wechselstrom in den letzten Jahren verwirklicht haben, für hochfrequenten Wechselstrom vorweggenommen. Sie sehen hier ein Bild der herrlichen Entladungen, welche ein *Tesla-Transformator* kleiner Abmessungen mit 30 000 Per./sek zu erzeugen vermag. Wenn auch die technische An-

30 000 Per./sek zu erzeugen vermag. Wenn auch die technische An-



220 und 50 kV — Ölschalter



Das Innere eines 220 kV Westinghouse
Ölschalters. Mr. Baker — Dr. Slepian

wendung derart hochfrequenter Ströme z. Zt. nicht in Frage kommt, so muss doch gesagt werden, dass der *Tesla-Transformator* das schönste Sinnbild der Hochspannungstechnik geblieben ist. Es soll übrigens

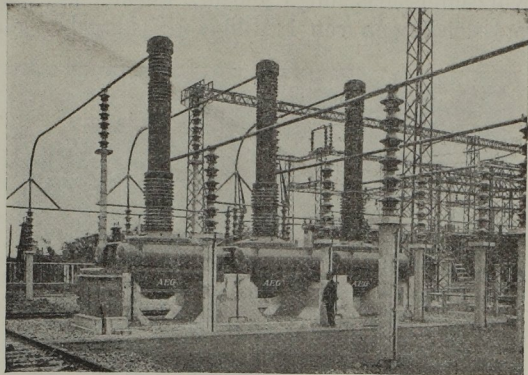


Durch Explosion von Ölgasen
zerstörtes Transformatorhaus

nicht unerwähnt bleiben, dass *Tesla* klar erkannte und aussprach, dass die Erzeugung hoher Spannungen und die Verteilung der elektrischen Energie mit 100 000 Volt durch die ausgezeichneten Isolationseigenschaften des Oeles ermöglicht werden

kann. Bis in die heutigen Tage ist diese Ansicht zutreffend und richtung-gebend geblieben. Ich möchte einige Worte über das in den letzten Jahren aufgetauchte Für und Wider vorbringen. Die strengsten Anhänger des Isolieröles gehen soweit, ihre gesamten elektrischen Verteilungsanlagen zu kapseln und in Oel einzubetten. Wer an die übersichtlichen kontinentalen Schaltanlagen gewöhnt ist, wird durch eine solche Disposition eher an ein Kesselhaus erinnert. Die rechte obere Ecke dieses Bildes zeige ich Ihnen nun vergrößert. Man wird die Empfindung nicht los, dass die elektrische Verteilung in den Hintegrund gedrängt ist und die Oelverteilung Selbstzweck geworden ist. Es ist zuzugeben, dass es noch vor kurzem unmöglich schien, die Aufgaben der Zu- und Abschaltung elektrischer Hochspannungsleitungen anders als durch Oelschalter zu lösen. Aber das nächste Bild zeigt Ihnen am Vergleich eines 50 000 Volt-Schalters, mit einem 220 000 Volt-Schalter, dass hier irgend etwas an der Entwicklung nicht stimmen kann. 64 000 kg Oel gehörten dazu, um die drei Pole der ersten 220 000 Volt-Schalter zu füllen. Im Kessel eines solchen Schalters war Raum genug vorhanden, um den Konstrukteuren einen kleinen Spaziergang zu ermöglichen. Dazu kam noch, dass das Oel zwar Lichtbögen löscht, aber von besonders hartnäckigen Lichtbogen in Hochspannungsschaltern sich dazu verleiten lässt, selbst in Brand zu geraten und zu explodieren. Mit den dann verbleibenden Resten einer solchen Station lässt sich, wie das nächste Bild glaubwürdig bezeugt, nicht mehr gut Betrieb machen. Es ist darum verständlich, wenn sich heute das Interesse der Hochspannungstechniker den öllosen Schaltern zuwendet, welche bis zu den höchsten Spannungen und Leistungen zur Verfügung stehen. Die Druckluft scheint mir

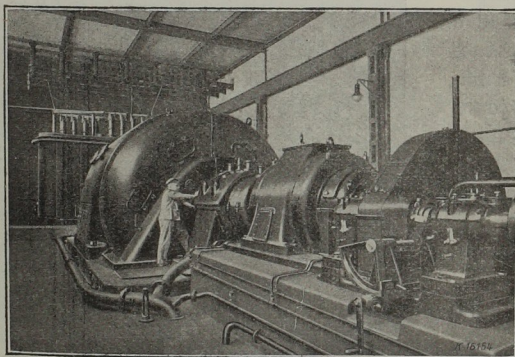
hier das aussichtsreichste Löschmittel zu sein, welches für die Unterbrechung hochgespannter Ströme alles das leistet, was dem Oel an Vorzügen auf einem anderen Gebiete, der Isolierung der Transformatorwicklungen, heute noch unbestritten zukommt.



Druckgasschalter für 220 kV/2500000 kVA in der Station Chevilly - Paris.

2. GRENZEN DER LEISTUNG

Maschinensätze mit Leistungen von 225 000 Pferdestärken in einer Einheit stehen heute im Betriebe. Jeder Fortschritt auf diesem

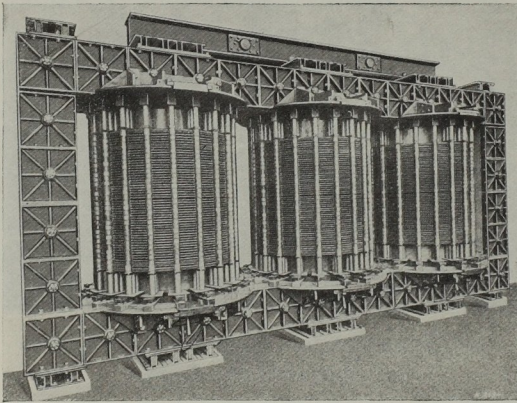


Neuer Kurzschluss-Generator Antriebsseite

Gebiete war eine Gefahr auf einem anderen. Nicht immer lassen sich die Energien, welche in den riesigen Generatoren unserer Kraftwerke umgesetzt werden, in die richtigen Bahnen verteilen. Sobald ein Kurzschluss auftritt, entladen sich in diese widerstandsfreie Bahn die gespeicherten

Energien aller Maschinensätze. Es entstehen ungeheuerere Beanspruchungen für die von den Kurzschlussströmen durchflossenen Apparate und für die Schalter, welche die Strombahnen aufzutrennen haben. Soll die Betriebstüchtigkeit eines Apparates praktisch erhärtet werden, so bleibt nichts übrig, als diese Verhältnisse nachzubilden. Die grossen elektrotechnischen Fabriken haben sich daher sogenannte

Kurzschlussmaschinen gebaut, welche wie hier im Bilde gezeigt, Stossleistungen von 1 Million kW hergeben können. Der umlaufende

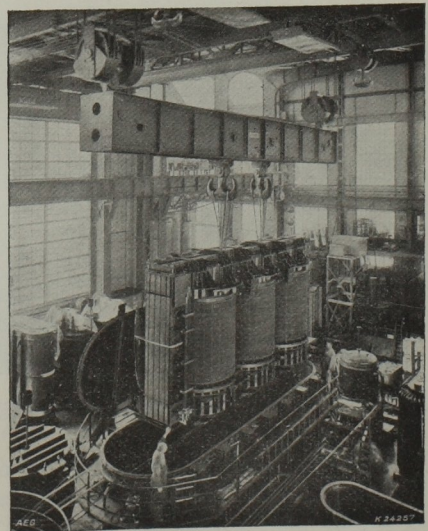


Kurzschlussichere Abstützung der 100 kV - Wicklung eines 30000 kVA - Transformators der AEG.
 Übersetzungsverhältnis 104000/26000-24700
 23400 (5850) $V_{ek} = 8\%$

Teil einer solchen Maschine birgt für den Kurzschluss fall in sich die Energie, welche zwei mit voller Geschwindigkeit gegeneinander losrasende D-Züge mit je 4 Wagen im Augenblicke des Zusammenstosses freiwerden lassen. Eine Anlage dieser Art ist ein strenger Prüfstein für die Brauchbarkeit einer Konstruktion, welche den Anfor-

derungen des heutigen Grosskraftbetriebes gewachsen sein soll. Ein Beispiel für die systematische Verfolgung dieser Idee ist die kurzschlussfeste Ausführung der Transformatorenwicklungen, also jener Objekte, welche den ersten Anprall der Kurzschlussenergie aufzunehmen haben.

Die Kurzschlussfestigkeit ist jedoch nur einer der Gesichtspunkte, welche im Zusammenhang mit den Leistungsgrenzen erwähnt zu werden verdienen. Wir werden im Zusammenhange mit den Transportfragen hierauf noch zurückkommen. Die Einrichtungen einer Fabrik, in der so grosse Einheiten hergestellt werden sollen, müssen aus-

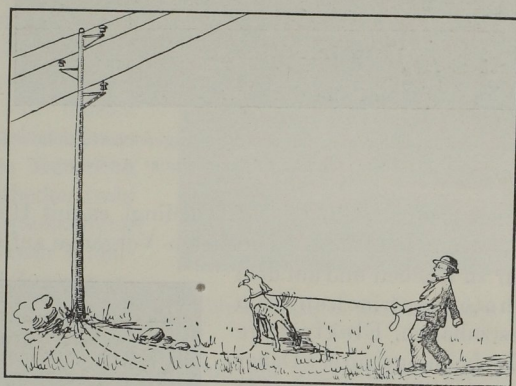


100 MVA - Transformator
 Einsetzen in den Trockentank

serordentlich leistungsfähig sein. Für einen 100000 kW-Transformator sind Kräne für 200000 kg erforderlich. Es müssen ferner beispielsweise grosse Trockentanks vorhanden sein, welche den ganzen etwa 4 m hohen Kern aufzunehmen und unter höchstes Vakuum zu setzen vermögen.

3. GRENZEN DES EXPERIMENTES

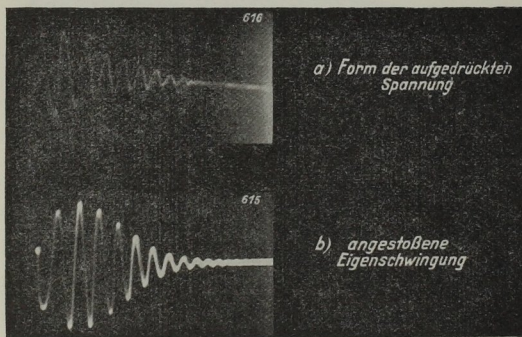
Es ist nun einmal leider wahr, dass der Mensch in manchem unzulänglich ist. Es ist ihm nicht gegeben, Vorgänge wahrzunehmen, die in einer gewissen Entfernung stattfinden oder deren Schnelligkeit die Reaktionsgeschwindigkeit seiner Sinne überschreitet. Es wäre um die Kraftübertragung schlecht bestellt, wenn man sich bei einem Fehler auf der Strecke noch heute so primitiv behelfen müsste, wie es dem Zeichner dieses



Die erste Erdschlusskontrolle
(System Rühle)

Bildes vorschwebte. Sie sehen hier einen Mann die Hochspannungsstrecke abgehen und nach einem verborgenen Fehler suchen. Es handelt sich um einen Erdschluss, beispielsweise entstanden durch einen durchgeschlagenen Isolator. Es ist nichts zu hören und nichts zu sehen. Allerdings ruft der Fehlerstrom in der Umgebung der Fehlerstelle einen gewissen Spannungsabfall hervor und wer, wie der Hund auf dem Bilde, mit weit auseinanderstehenden Beinen die nächste Umgebung des Mastes betritt, bekommt einen elektrischen Teilstrom ab. Der Hund wird bellen und entpuppt sich derart, als neues Sinnesorgan des vorsichtig in einiger Entfernung verharrenden Menschen. Heute zeigt uns an der Schalttafel der Station an jedem Abzweig ein Relais an, was vor 40 Jahren das Gebell des Hundes verraten musste. Aber die Verfeinerung der Sinne geht viel weiter. *Tesla* hat in seinen grundlegenden Versuchen über elektrische Schwingungskreise ein Anfachungsphänomen entdeckt. Wird einem abgestimmten Kreis eine wellenförmig verlaufende Spannung auf-

gedrückt, so regt sie eine Eigenschwingung des Kreises an, die sich bis zu einem Maximum aufpendelt, um dann langsam abzufallen. Vorgänge dieser Art können beispielsweise auch in Transformatorenwicklungen von Bedeutung werden, welche mit ihrer Erdkapazität zusammen ein schwingungsfähiges System bilden. Die Schwingung verläuft dabei mit etwa 10000 Perioden in der Sekunde. Lange haben die Hilfsmittel des Technikers nicht ausgereicht, um solche Schwingungen aufzuzeichnen. Heute gelingt es mit Hilfe der trägheitslosen Kathodenstrahlen, die schnellsten Vorgänge auf Leuchtschirmen sichtbar zu machen und auf dem photographischen Film festzuhalten. Elektrische Erscheinungen in der Dauer von 1 Millionstel Sekunde lassen sich verfolgen. Theoretische Voraussagen der letzten Dezenien liessen sich in der schönsten Weise bestätigen. Ein anderes Hilfsmittel der experimentellen Erforschung erwuchs dem Starkstromtechniker in der Zeitlupenaufnahme. Die Vorgänge im Hochleistungslichtbogen, also vor allem diejenigen bei der Unterbrechung hochgespannter Ströme in den modernen Schalterkonstruktionen, liessen sich mit ungeahnter Feinheit in ihre Einzelheiten auflösen, indem man Bilder in Abständen von einfünf tausendstel Sekunde aufnahm und aneinander reihte. Das Experiment hat also die Grenzen, welche der Wahrnehmbarkeit der Einzelvorgänge gezogen schienen, praktisch beseitigt.

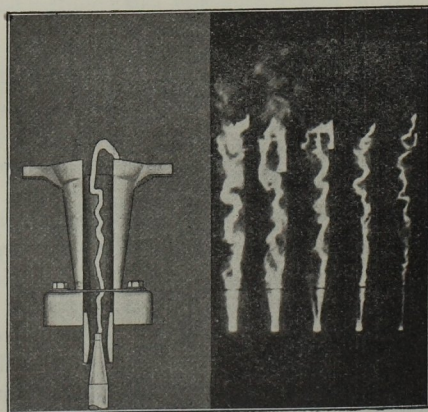


Resonanz einer Transformator - Eigenschwingung mit äusserem schwingungsmässigem Anstoss

renwicklungen von Bedeutung werden, welche mit ihrer Erdkapazität zusammen ein schwingungsfähiges System bilden. Die Schwingung verläuft dabei mit etwa 10000 Perioden in der Sekunde. Lange haben die Hilfsmittel des Technikers nicht ausgereicht, um solche Schwingungen

aufzuzeichnen. Heute gelingt es mit Hilfe der trägheitslosen Kathodenstrahlen, die schnellsten Vorgänge auf Leuchtschirmen sichtbar zu machen und auf dem photographischen Film festzuhalten. Elektrische Erscheinungen in der Dauer von 1 Millionstel Sekunde lassen sich verfolgen. Theoretische Voraussagen der letzten Dezenien liessen sich in der schönsten Weise bestätigen. Ein anderes Hilfsmittel der experimentellen Erforschung erwuchs dem Starkstromtechniker in der Zeitlupenaufnahme.

Die Vorgänge im Hochleistungslichtbogen, also vor allem diejenigen bei der Unterbrechung hochgespannter Ströme in den modernen Schalterkonstruktionen, liessen sich mit ungeahnter Feinheit in ihre Einzelheiten auflösen, indem man Bilder in Abständen von einfünf tausendstel Sekunde aufnahm und aneinander reihte. Das Experiment hat also die Grenzen, welche der Wahrnehmbarkeit der Einzelvorgänge gezogen schienen, praktisch beseitigt.

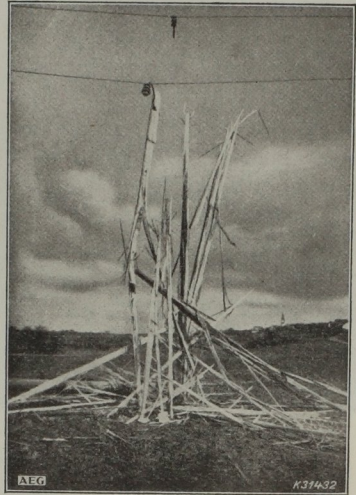


Zeitlupenaufnahme der letzten Phasen vor endgültiger Unterbrechung im Druckgasschalter

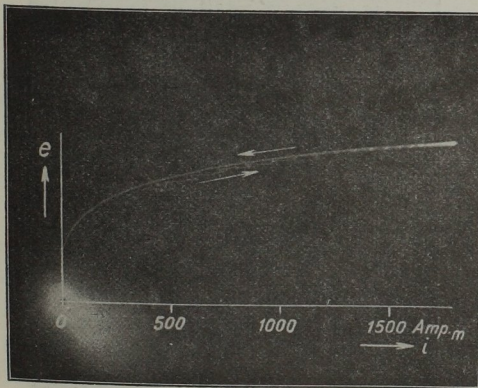
liessen sich mit ungeahnter Feinheit in ihre Einzelheiten auflösen, indem man Bilder in Abständen von einfünf tausendstel Sekunde aufnahm und aneinander reihte. Das Experiment hat also die Grenzen, welche der Wahrnehmbarkeit der Einzelvorgänge gezogen schienen, praktisch beseitigt.

4. GRENZEN DURCH DIE UMWELT

Die Naturgewalten schienen der Ausnutzung der elektrischen Energie nicht gerade gnädig gestimmt zu sein. Jedes Gewitter schien beweisen zu wollen, dass der Mensch wohl die Beherrschung der Elektrizität in der von ihm selbst erzeugten, sozusagen gezähmten Form gelernt habe, dass er aber machtlos sei gegenüber den Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität. Zersplitterte Maste, übergeschlagene Isolatoren, zertrümmerte Apparate waren die Spuren solcher Einbrüche der unbeherrschten Naturgewalt. Zähe Forschung hat auch auf diesem Gebiet den nahezu aussichtslosen Kampf zu Gunsten des Menschen entschieden. Der Kathodenstrahl gestattete uns die Untersuchung der Eigenschaften gewisser Widerstandskörper. Man fand Zusammensetzungen, welche im Stande waren, mit der Geschwindigkeit des Blitzes auf elektrische Vorgänge zu reagieren und als trägheitslose Ventile



Blitzeinschlag in einen Holzmast

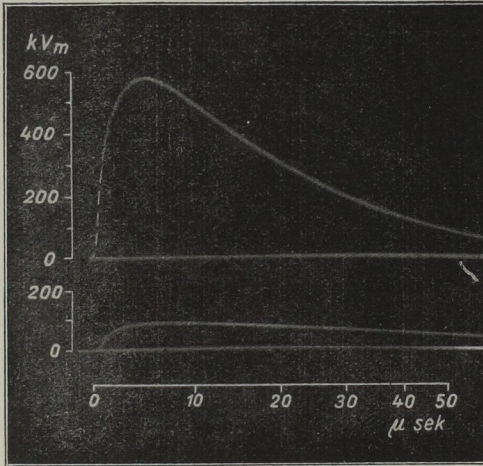


Spannungsabhängiger Widerstand (SAW)
Strom - Spannungskennlinie

eines modernen Ventilableiters die Welle zum Zusammenbrechen

so zu wirken, dass sie von einer gewissen Spannung an ausserordentlich hohe Stromstösse schluckten. Das Ergebnis zeigt Ihnen, gleichfalls in der Niederschrift des Kathodenstrahles, das nächste Bild. Oben sehen Sie die Form der gegen eine Station anlaufenden Gewitterspannungswelle von 600 000 V Scheitelwert. Darunter ist gezeigt, wie durch die Wirkung

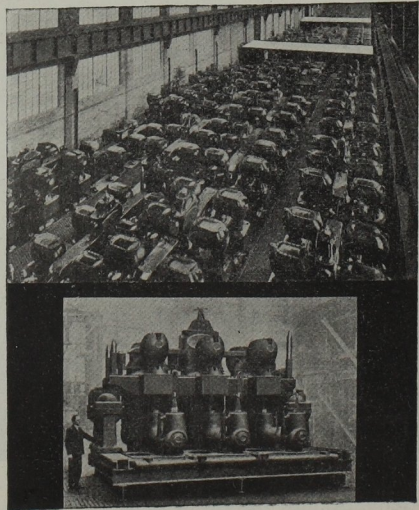
gebracht wird, so dass sie nicht einmal mit dem sechsten Teil ihrer Höhe in die Anlage eindringt. Der ganze Vorgang dauert nur 50 Millionstel Sekunden.



Überspannungsschutz.
Wirkung eines 30 kV - SAW - Ableiters

Eine weitere Grenze durch die Umwelt ist die Unzulänglichkeit der menschlichen Arbeitsweise. Ueberall wo letzten Endes menschliche Ueberlegung regelnd eingreifen muss, ist leider auch mit einem Versagen zu rechnen. Je grösser die Anlagen, desto grösser wird diese Gefahr. Betrachten Sie eine Station vom gewaltigen Umfange der Londo-

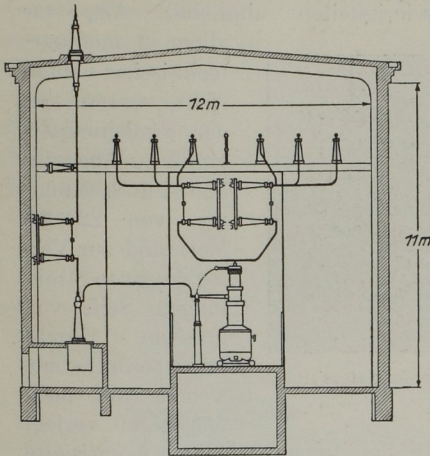
ner Zentrale. Hier muss ein menschliches Wesen sich vollkommen verloren und der Übermacht der Maschine ausgeliefert fühlen. Und doch sind wir auch hier nicht vor Grenzen gestellt, die einer weiteren Entwicklung ernstlich entgegenstehen könnten. Der moderne Schaltanlagenbau hat wunderbar klare und übersichtliche Dispositionen, Apparateformen, Leitungsführungen und Bedienungsmöglichkeiten geschaffen, die es zulassen, Schaltanlagen in kilometerlanger Erstreckung in ruhiger übersichtlicher Gliederung bei vollendeter Beherrschung zu schaffen. Von der Schönheit und Ein-



Battersea Kraftwerk, London. Blick in den Ölschalterraum Dreipoliges Schaltaggregat

fachheit eines Feldes moderner Freiluftschaltanlagen möge dieses Bild eine Vorstellung vermitteln.

Endlich schien noch eine Grenze der Hochspannungskraftüber-

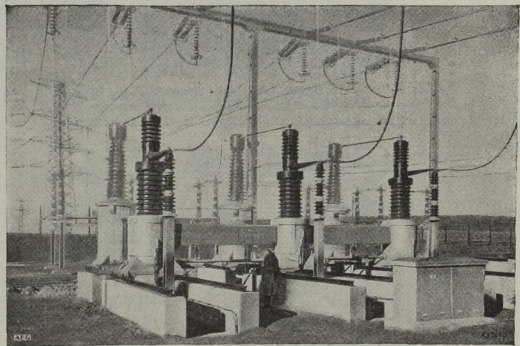


100 kV — Freiluftschaltanlage mit Druckgasschalter

tragung in den Abmessungen der Einheiten zu liegen, die ja schliesslich nicht im Kraftwerk selbst entstehen, sondern anderswo gebaut und über weite Wege transportiert werden müssen. Hier schien das Eisenbahnprofil eine endgültige Beschränkung aufzuerlegen. Man überwand auch diese Schwierigkeit und brachte im Rahmen des Eisenbahnprofils innerhalb weniger Jahre steigende Leistungen unter Von 30000 kW ging es es

auf das Doppelte bis auf 120 000 kW. Der Transformatorkasten

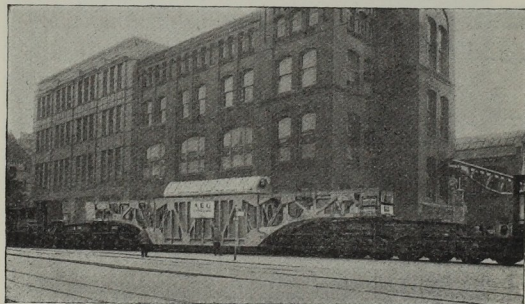
wurde dabei ein Teil des Transportmittels. Schnabelartige Fortsätze werden mit ihm zusammengeschraubt und ruhen beiderseits auf Drehgestellen. Man sieht, die Durchführungen für die Zu- und Ableitung des hochgespannten Stromes sind abgenommen. Man hat inzwischen



100 kV — Innenschaltanlage mit Druckgasschalter

noch weitergehende Aufgaben gestellt und verlangt, dass die Transformatoren samt ihren Durchführungen, Kühleinrichtungen und Spannungsregalapparaten so zusammengebaut werden müssen, dass sie vollkommen betriebsbereit verfrachtet werden können und beim Einlangen in einer Station, gegebenenfalls sogar auf freier Strecke, vollkommen anschlussfertig sind. Ein 30 000 kW Transformator dieser Art, der in Ausführung befindlich ist und den

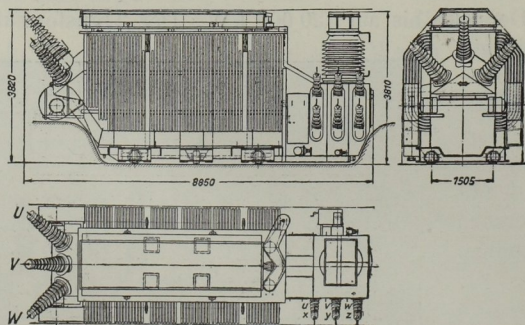
Sie hier im Bilde sehen, stellt durchaus noch nicht die Grenze dieser Ausführungsform vor. Eine 120 000 kW- Einheit für 220 000 Volt kann nach dem heutigen Stand der Technik den gleichen Anforderungen genügen. Schwierigkeiten ähnlicher Art, vor



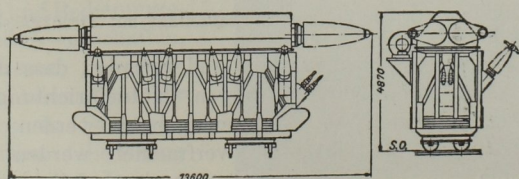
Transport des 120000 kVA — Transformators im Käfigwagen

allem in montage-technischer Hinsicht, waren von der Freileitungstechnik zu überwinden. Für Spannungen von 220 000 Volt sind zur Vermeidung von Strahlungen Seile von grossem Durchmesser erforderlich, welche nur noch maschinell verlegt

werden können. Zum Bau solcher Leitungen sind daher motorisierte Einrichtungen grossen Stiles erforderlich.

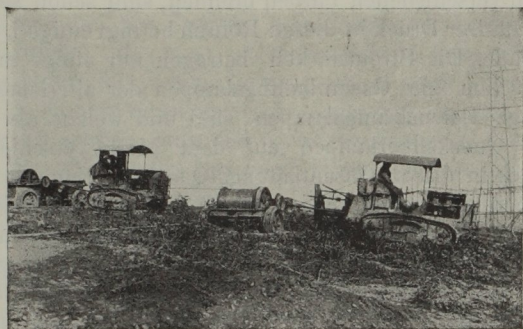


Bahntransportfähiger 30MVA — Reguliertransformator 125,8—104—82 kV in ± 12 Stufen/4 \times 5,85 kV



Bahntransportfähiger 120000 kVA — Transformator
220000/110000 Volt, 50 ~

Der Überblick, den ich Ihnen hier gegeben habe, ist von Vollständigkeit naturgemäss weit entfernt. Aber es genügt mir, wenn ich Ihnen an einigen Beispielen zeigen konnte, dass die Technik der Grosskraftübertragung trotz der ungeahnten Ausmasse, zu denen sie gelangt ist, ihren Ursprung nicht verleugnet. Im Rahmen meiner Ausführungen bin ich auch nicht allen Anregungen gerecht geworden, welche die Starkstromtechnik dem Schöpfer des Mehrphasensystemes Nikola Tesla, im einzelnen verdankt. Ich konnte beispielsweise nicht näher auf die Bedeutung des Drehtransformators, der Einankerumformer, der ein und mehrphasigen



Montage einer 220 kV — Leitung
Durch Rauperschlepper angetriebene Auszugswinden
für Hohlseil 42 mm Φ

Wechselstrommotoren eingehen. Aber darauf kann es bei der Würdigung eines schöpferischen Geistes, wie Nikola Tesla, nicht ankommen. Denn das Geschenk, das er uns in der Idee des Mehrphasensystemes übergab, hätte für sich allein genügt, dieses Land zu seinem grossen Sohn zu beglückwünschen.

Prof. Dr. I. Biermanns
Direktor der A. E. G. Berlin.