

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69/70 (1917)
Heft: 25

Artikel: Die Geschichte des Transformators
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33992>

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: 08.01.2026

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



Abb. 22. Kluft C bei Km. 4,395, am 24. März 1914.

Manometer in A, während das Wasser von B₂ immer noch frei und gleichmässig in den Tunnel abfloss, auch dann noch, als der Druck des Wassers von B₁ 8 at überstieg und am 20. Juni vormittags die Quellen des Bief Rouge wieder zu fliessen begannen. Die mit Beton verschlossene Höhle C war also in der Tat auf der ganzen Höhe, bis an die Oberfläche, die einzige Verbindung zwischen den von NO und den von SW zufließenden Wässern der Kluft B.

Auf der ganzen Länge durch den zerklüfteten Kimeridge- und Portlandkalk, besonders bei Km. 4,960, wo eine 30 m hoch aufsteigende Höhle mit einer Quelle angetroffen wurde (Abbildung 5, Seite 262), wurden die gleichen Verschluss- und Abdichtungsarbeiten

vorgenommen mit Zementeinpressung zwischen Fels und Gewölbe. Dadurch wird erreicht, dass der statische Druck des gestauten Wassers sich auf das Gestein und nicht nur auf das Gewölbe äussert. Dieses wurde von Km. 4,264 bis 4,432 mit 80 cm Gewölbestärke und 20 cm Erweiterung gemäss Abb. 27 ausgeführt.

Nach völliger Erprobung der vorgenommenen Arbeiten konnte im Mai 1915 der Tunnel dem Betrieb übergeben werden, nachdem auch

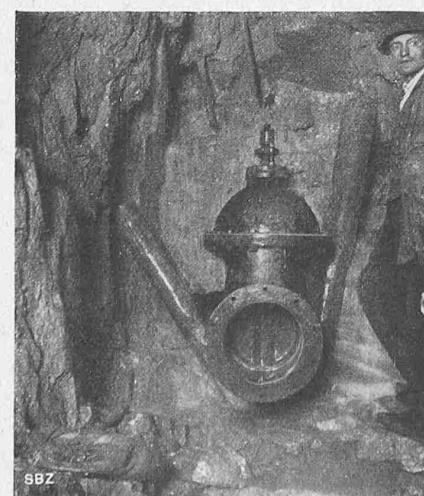


Abb. 25. Absperrschieber der Kluft C.

der Umgehungsstollen, mit Ausnahme der Zugänge zu den Schiebern, vollständig zugemauert war. Die vorhandenen Vorrichtungen gestatten zu jeder Zeit, z. B. für allfällige Reparaturen, Entleerung und Wieder-verschliessung der unterirdischen Hohlräume.

Es sei hier noch hervorgehoben, dass das Stauen von Quellen in den Bergwerken eine häufig vorkommende Operation ist, um so mehr, als dieselbe Quelle mehrmals im Verlauf der Abbauarbeiten angeschnitten werden kann. Bei Tunnelbauten wurde bis dahin immer das Wasser, auch wenn es noch so grosse Mengen erreichte, im Abzugskanal abgeleitet, wobei sehr oft, der verlorenen Quellen wegen, bedeutende Entschädigungen entrichtet werden mussten, so besonders am alten und am neuen Hauensteintunnel, ebenso am Weissenstein- und am Grenchenberg-Tunnel, wo doch ein Rückstauen der grossen Wasserzuflüsse leicht zu bewerkstelligen gewesen wäre, um so mehr, als durch das Anzapfen von unterirdischen Wasseransammlungen im Verlaufe der Zeit ein allmähliches Umschreiten dieser Einwirkung auf andere, in grösserer Entfernung gelegene, anfänglich nicht betroffene Quellen sich einstellen kann.



Abb. 23. Zufluss aus Kluft C, am 5. April 1914.

So wurden auf der Südseite des Simplontunnels 7 km von der Tunnelaxe entfernte Quellen erst mehrere Jahre nach dem Anzapfen der Quellspalten im Tunnel beeinflusst. Ähnliche Befürchtungen wurden auch über den Einfluss des Mont d'Or-Tunnels auf die Quelle des Doubs bei Mouthe durch Prof. Fournier ausgesprochen. Er verlangte sogar, es sollten die Arbeiten überhaupt eingestellt und offizielle Massnahmen zur Sicherung der Quellen getroffen werden.

Die oben beschriebenen, von Oberingenieur Séjourné der P.L.M.-Bahn vorgeseschlagenen, von den Geologen Collot, Kilian und Zürcher begutachteten und unter Leitung von Oberingenieur E. Nivert durchgeführten Verschlussarbeiten haben den „Status quo ante“ zur vollsten Befriedigung aller Beteiligten wieder hergestellt. Möge dieses mit Genialität geplante und mit Geschick durchgeführte Werk bei andern ähnlichen Anlässen als Beispiel dienen. —

Die letzte Quellengruppe (Nr. 30 bis 45) umfasst die in der Angriffsstrecke von NW bei der Unterfahrung der beiden östlichen Teilmulden von Longevilles angetroffenen ganz geringen Wasserzuflüsse. Erst die Durchfahrt der oberen Portlandkalke und Dolomite hat, zwar ohne grössere Wassermassen zu ergeben, so ununterbrochenes Einsickern aus dem zerklüfteten Fels ergeben, dass die Arbeiten bis zum Durchschlag von Vallorbe her eingestellt werden mussten. Alle diese kleinen Quellen enthalten fast nur kalkhaltiges Wasser, mit ganz geringem Gipsgehalt und weniger als 0,5 gr Trockenrückstand. Sie verteilen sich wie folgt: Purbeck zwei, unteres Valangien drei, oberes Valangien (Limonitkalk) zwei, Hauterivienkalk und Mergel sechs, Urgonkalk zwei und Molasse-sandstein eine Quelle.

(Schluss folgt.)

Die Geschichte des Transformators.

Im Auftrage des deutschen Elektrotechnischen Vereins hat L. Schüler in Berlin eine „Geschichte des Transformators“ verfasst, die vor ihrem Erscheinen in Buchform in der „E. T. Z.“ zum Abdruck gelangt ist. Wir entnehmen dieser anerkennenswerten Arbeit die folgenden zusammengedrängten Angaben.

Die Geschichte des Transformators, der während der beiden letzten Jahrzehnte eine so wesentliche Rolle in der Entwicklung der elektrischen Energieübertragung gespielt hat, beginnt mit der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch den eng-

lischen Physiker *Faraday* im Jahre 1831. Faraday ging von der damals bereits wohlbekannten Tatsache aus, dass ein elektrischer Strom in seiner Umgebung Magnetismus erzeugt, und legte sich die Frage vor, ob diese Erscheinung nicht auch umkehrbar sei. Im Laufe seiner Untersuchungen gelangte er zur Anwendung eines geschlossenen Ringes mit zwei neben einander angebrachten Wicklungen, eine Anordnung, die sich grundsätzlich sehr wenig von einem Transformator im heutigen Sinne unterscheidet. Unabhängig von Faraday experimentierte in Amerika, im gleichen Jahre, *Joseph Henry* mit einer auf dem Kern eines grossen Elektromagneten angebrachten isolierten Wicklung. Auf seine Erkenntnis der Wirkung der „Selbstinduktion“ baute sich dann die weitere Entwicklung der als Induktionsapparat oder Funkeninduktor bekannten Vorrichtungen auf, die in der Folge von *Page*, *Callan* und *Buchhoffner* verbessert

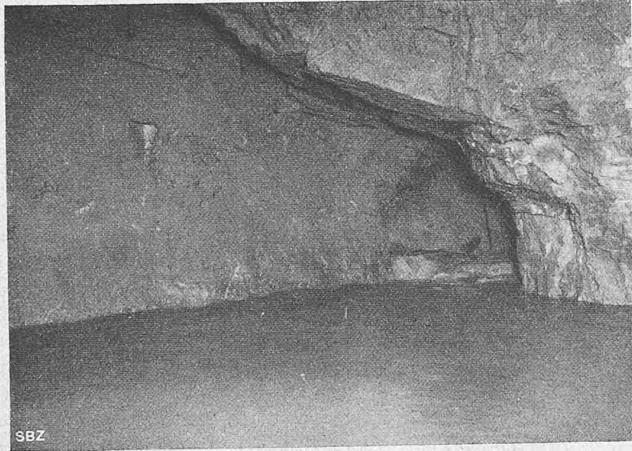


Abb. 24. Seitliche Erweiterung der Kluft C (8. Mai 1914).

und schliesslich durch den Hannoveraner *Ruhmkorff*, der in Paris eine mechanische Werkstätte betrieb, 1851 auf einen hohen Grad der Vollendung gebracht wurden.

Anfangs der 60er Jahre setzten dann die Bestrebungen ein, Induktionsapparate mit Wechselstrom, also ohne Unterbrecher, zu betreiben und für die Zwecke der elektrischen Beleuchtung nutzbar zu machen. Eine praktische Anwendung fanden sie hingegen erst 1883, als *Gaulard* und *Gibbs*, den schon früher von *Jablockhoff* gemachten Vorschlag weiter entwickelnd, eine Reihe von Spulen primär hintereinander schalteten, um die Stromstärke in den die Lampen speisenden, an den Sekundärwicklungen angeschlossenen Fernleitungen zu verringern. Von einem eigentlichen „Transformator“ kann jedoch hier noch keine Rede sein. Die ersten, die nachweislich eine Induktions-Spule zu dem ausgesprochenen Zweck der Umwandlung von hoher Spannung in niedrige vorgeschlagen haben, waren *Deprez* und *Carpentier* in Paris, die schon 1881 ein bezügliches Patent nahmen. Wenn aber Gaulard und Gibbs nur fälschlicherweise als „die“ Erfinder des Transformatoren angesehen werden, haben sie sich immerhin ein bedeutendes Verdienst erworben, denn sie

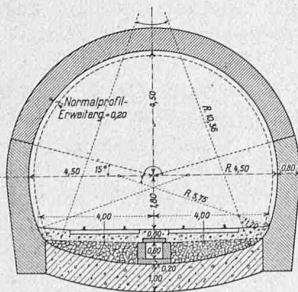


Abb. 27. Verstärktes Tunnelprofil, 1 : 250.

waren die ersten, die einen Versuch in grossem Maßstab wagten und dadurch die Aufmerksamkeit der Fachleute auf die technischen Vorteile der Induktionsspulen für die Fernübertragung elektrischer Energie lenkten. Trotz verschiedener Mängel wurde übrigens das System Gaulard und Gibbs in mehreren, für die damaligen Verhältnisse recht bedeutenden Anlagen ausgeführt, so z. B. 1885 in Tours für 250 PS, sowie in Aschersleben für 200 PS., und 1886 in Tivoli bei Rom für 240 PS.

An der Weiterentwicklung des Transformatoren hatten nach diesen Teilerfolgen von Gaulard und Gibbs besonders die Elektriker der Firma *Ganz & Cie.* in Budapest: *Déri*, *Blathy* und *Zipernowsky* einen wesentlichen Anteil. Den Hauptnachteil des vorgenannten

Die Wasserverhältnisse des Mont d'Or-Tunnels.

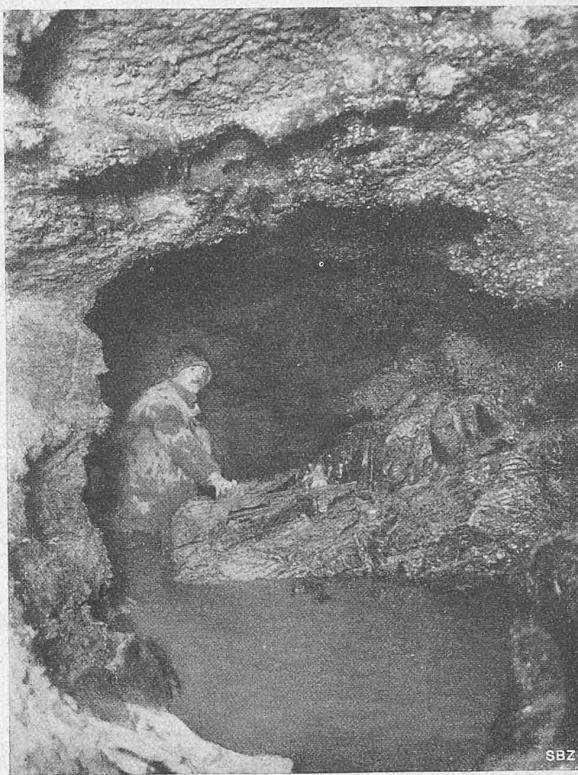


Abb. 26. Kluft beim Eintritt ins Kimeridge bei Km. 4,470.

Systems, nämlich die Hintereinanderschaltung der einzelnen Spulen, umgingen sie durch Nebeneinanderschaltung derselben an den primären Leitungsstrang. Unabhängig davon nahm auch *Ferranti* in London im gleichen Jahre ein Patent auf die primäre und sekundäre Parallelschaltung von Transformatoren. Den Gedanken eines Hochspannungsnetzes mit annähernd gleicher und konstanter Spannung an allen Punkten und der Spannungsumwandlung durch parallelgeschaltete Wechselstrom-Transformatoren hat aber *Déri* als erster in voller Klarheit erfasst; ein Hauptverdienst liegt jedoch vor allem darin, dass er gemeinsam mit seinen Mitarbeitern diesen Gedanken energisch und zielbewusst verfolgt und zur praktischen Anwendung gebracht hat. In der fabrikmässigen

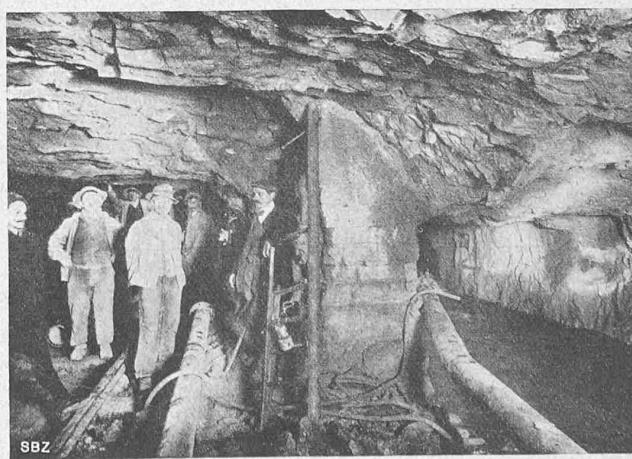


Abb. 28. Wieder-Einmündung des Umgehungsstollen in den Richtstollen.

Herstellung von Transformatoren machte die Firma *Ganz & Cie.* bedeutende Fortschritte und schon in den unmittelbar folgenden Jahren wurden von ihr bedeutende Anlagen ausgeführt. Als wichtigste der ersten Anlagen sei das Elektrizitätswerk Rom erwähnt, das, im Jahre 1886 eröffnet, eine anfängliche Leistungsfähigkeit von etwa 1500 kW besass.

Auf dem europäischen Kontinent war nach Ganz & Cie. die *Maschinenfabrik Oerlikon* die erste Firma, die sich (1889) mit dem Bau von Transformatoren beschäftigte. In England befassten sich 1887 bereits zahlreiche Firmen mit dem Bau derartiger Apparate; ausser Gaulard & Gibbs und Ferranti seien noch *Lowrie-Hall, Mordey, Kennedy, Snell* und *Kapp* erwähnt. Ausserordentliche Verdienste um die konstruktive Ausbildung und vor allem die Einführung des Transformators haben sich aber die amerikanische *Westinghouse Electric Co.* in Pittsburgh und ihr Elektriker *Stanley* erworben. Im Jahre 1886 wurde von dieser Firma ein Manteltransformator zum Patent angemeldet, der sich von der heute üblichen Bauart kaum wesentlich unterscheidet.

Hemmend für die Weiterentwicklung des Transformators war der Kampf, der mit dem Jahre 1888 sowohl in England als in Deutschland unter den Fachleuten entbrannte über die Frage, ob Elektrizitätswerke in Zukunft für Gleichstrom oder für Wechselstrom gebaut werden sollten. Da zugunsten des erstgenannten hauptsächlich die Möglichkeit der Aufspeicherung in Akkumulatoren, zugunsten des Wechselstroms dagegen die Transformierbarkeit angeführt wurde, ist dieser Streit auch häufig als Kampf zwischen Akkumulator und Transformator bezeichnet worden. Seinen Höhepunkt erreichte dieser Kampf in Deutschland, als im Jahre 1889 die Stadt Frankfurt a. M. die Einrichtung eines Elektrizitätswerkes plante. Selbst die zur Klärung der Frage eingesetzte Kommission, bestehend aus *Ferraris, Lindley, Kittler, Uppenborn* und *H.F. Weber* (Zürich) kam damals zu keiner Entscheidung über das zu wählende Projekt. Eine Klärung brachte erst die 1891 in Frankfurt veranstaltete Internationale Elektrotechnische Ausstellung, an der *Dolivo-Dobrowolsky* ein neues, verbessertes Wechselstromsystem, „Drehstrom“ genannt, zum ersten Mal in grösserem Massstab vorführte. Der Drehstrom beseitigte den hauptsächlichsten Mangel des Wechselstroms, nämlich die Schwierigkeit des Motorbetriebs, und entschied damit endgültig den Kampf zwischen Transformator und Akkumulator zugunsten des Transformators.

Gleichzeitig mit dem Drehstromtransformator wurde von *C.E.L. Brown*, damals Elektriker bei der *Maschinenfabrik Oerlikon*, auch der „Oeltransformator“ erfunden. Die ersten Oeltransformatoren waren zwei Transformatoren für 5 kW, 30000 Volt, die im November 1890 zu Vorversuchen für die Energieübertragung Lauffen-Frankfurt benutzt wurden.

Nach dem grossen und unbestrittenen Erfolg dieser Energie-Uebertragung wendeten sich alle namhaften Firmen dem Bau von Wechselstrom-, bzw. Drehstrommaschinen und Transformatoren zu. Wesentliche Hindernisse zur freien Konkurrenz bestanden nicht, da das grundlegende Transformatorenpatent von *Déri-Blathy-Zipernowsky* von 1889 als richtig erklärt worden war und auch für das Drehstromsystem ein durchgreifender Patentschutz nicht erzielt wurde. Hand in Hand mit der zunehmenden Anwendung der Transformatoren ging die Verbesserung ihrer Betriebseigenschaften und die bessere Ausnutzung des Materials. Ein bedeutender Fortschritt wurde in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts erzielt durch die Anwendung der sogen. „legierten“ Bleche. Damit dürfte die Reihe der grundsätzlichen Erfindungen und Verbesserungen, die zur Entwicklung des Transformators in seiner heutigen Form geführt haben, zum Abschluss gekommen sein.

Miscellanea.

Untersuchungen über den Lichtbogen unter Druck. Im Anschluss an seine früheren Untersuchungen, auf die wir auf S. 180 letzten Bandes (21. April 1917) kurz hinwiesen, hat *Wilh. Matthiesen* neuerdings den Lichtbogen unter Druck in den beiden Gasen, die im wesentlichen die atmosphärische Luft bilden — in Sauerstoff und Stickstoff — untersucht und damit einen neuen Beitrag zur Lösung der Frage der Ueberdruck-Bogenlampe geliefert. Bei den früheren Versuchen hatte sich herausgestellt, dass nicht allein die Lichtstärke, sondern auch die Leuchtkraft des Bogens bei steigendem Druck zunimmt, indem der spezifische Verbrauch sinkt, obwohl der Energieverbrauch des Bogens steigt. Dabei war gefunden worden, dass sowohl die Lichtstärke an und für sich, als auch der Grad der Steigerung von der Art der hinzugesetzten Leuchtsalze abhängig ist. Die neueren, in der *E. T. Z.* geschilderten Versuche haben nun gezeigt, dass die Lichtstärke des Bogens bei konstantem Energieverbrauch durch die blosse Drucksteigerung ebenfalls eine

Zunahme erfährt, wenn auch nur eine geringe, und zwar sowohl für den Bogen in Luft als auch in Sauerstoff und in Stickstoff, und dass der Grad und der Verlauf der Steigerung von der Art des Gases abhängig ist. Außerdem hat sich herausgestellt, dass der Lichtbogen zwischen Fluorkalziumkohlen unter Druck in seinen eigenen Gasen eine schnelle Abnahme seiner Lichtstärke erfährt.

Schweizerischer Bundesrat. Am 13. Dezember d. J. hat die Bundesversammlung für 1918 zum Bundespräsidenten Herrn Bundesrat *Felix Calonder* und zum Vizepräsidenten Herrn Bundesrat *Ed. Müller* gewählt. In der gleichen Sitzung wurde an Stelle des zurücktretenden Bundesrat *Louis Forrer* in den Bundesrat berufen *Dr. Robert Haab*, bisher Mitglied der Generaldirektion der S. B. B. und seit dem Frühjahr dieses Jahres schweizerischer Gesandter in Berlin.

Die Einteilung der Departemente ist für das kommende Jahr vom Bundesrat wie folgt vorgenommen worden:

	Vorsteher:	Vertreter:
Politisches Departement	Herr Bundespräsident <i>F. Calonder</i>	<i>Müller</i>
Departement des Innern	" <i>Bundesrat</i>	<i>Haab</i>
Justiz- und Polizeidepartement	" "	<i>E. Müller</i> <i>Decoppet</i>
Volkswirtschaftsdepartement	" "	<i>Ed. Schulthess</i> <i>Calonder</i>
Militärdepartement	" "	<i>C. Decoppet</i> <i>Ador</i>
Finanz- und Zolldepartement	" "	<i>G. Motta</i> <i>Schulthess</i>
Post- und Eisenbahndepartement	" "	<i>R. Haab</i> <i>Motta</i>

Die schweizerischen Techniker haben mit Befriedigung von der Wahl des Herrn *Dr. R. Haab*, sowie von der Uebernahme des Eisenbahndepartements durch ihn, den sie in seiner Tätigkeit in der Generaldirektion der S. B. B. schätzen gelernt haben, Kenntnis genommen. Darin, dass Herr *Dr. F. Calonder* infolge seiner Wahl zum Bundespräsidenten die Leitung des Departements des Innern für 1918 abgibt, müssen sie sich wohl fügen; sie hoffen aber, er werde dessen Führung nach Ablauf des Jahres wieder übernehmen, um in gleicher Weise wie bisher verständnisvoll ihren Bedürfnissen entgegenzukommen und namentlich sein lebhaftes Interesse an dem Gedeihen der Eidg. Techn. Hochschule auch weiterhin zu bezeugen.

Härten von Aluminiumbronze. Abgesehen von den Eisenlegierungen finden gegenwärtig die Kupfer-Aluminium-Legierungen mit weniger als 15% Aluminiumgehalt, die sich gut hären lassen, in der Technik grosse Beachtung. Bei Legierungen mit weniger als 7% Aluminiumgehalt ist zwar die Warmbehandlung fast ohne Wirkung; bei grösserem Aluminiumzusatz lässt sich jedoch die Härte mit verschiedenen Warmbehandlungsarten und durch Hinzufügen von andern Stoffen, wie Eisen und Silizium, fast beliebig abstufen. Hierdurch können diese Legierungen zu ganz neuen Verwendungs-zwecken herangezogen werden, auch anstelle von Stahl, da ihre Eigenschaften jenen des schwedischen Bessemer Stahls mit 0,35% Kohlenstoffgehalt nahe kommen. Zum Härteln von Aluminiumbronze sind, je nach dem gewünschten Härtegrad, Temperaturen bis 800°C erforderlich; dabei werden, wie wir der „Z. d. V. D. I.“ entnehmen, Härtezahlen von 100 bis 260 (Brinell) erreicht. Lager aus warmbehandelter Aluminiumbronze haben bei 20000 Uml/min ausgezeichnete Ergebnisse aufgewiesen.

Ausbau der Wasserkräfte auf Neu-Seeland. Auf der Nord-Insel der Neu-Seeländischen Inselgruppe ist der Bau von drei grossen Wasserkraftwerken beabsichtigt. Die eine Anlage, die vorläufig 30000 PS, im vollen Ausbau 120000 PS Leistung aufweisen wird, soll im nördlichen Teil der Insel in der Arapuni Gorge erstellt werden; Kraftübertragungsleitungen werden nach Norden bis Auckland, nach Süden bis Te-Kuiti und Rotorua führen. Eine zweite Anlage, am Mangahao-River, mit 25000 PS Leistung, wird, mit Hochspannungsleitungen nach Wanganui, Palmerston, Masterton und Wellington, den Südzipfel der Insel mit elektrischer Energie versorgen. Die Kosten dieser beiden Anlagen, einschliesslich Verteilungsnetze, werden zu 1,2 Mill., bzw. 1,0 Mill. Pfund angegeben. Schliesslich soll eine am Waikare Moana-See, im Westen der Insel zu erstellende Anlage für die Energieversorgung der Umgebung der Hawke Bay dienen.

Die Friedhofskunst-Ausstellung im Kunstmuseum der Stadt Zürich, die bis zum 13. Januar 1918 (mit Ausnahme des 24. u. 25. Dez. und des 1. Januar) täglich von 10 bis 4 Uhr zu besichtigen ist, sei auch an dieser Stelle der Beachtung der Architekten nachdrücklich empfohlen. Sie finden dort ausser Bildern und Plänen alter und neuer vorbildlicher Anlagen für Erd- und Feuerbestattung auch eine reichhaltige Sammlung guter Grabzeichen in Holz und Eisen, Stein und Majolika, vom Einfachsten bis zum