

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 25

Artikel: Zur Wahl der Fahrspannung auf den französischen Hauptbahnen mit Gleichstrom-Betrieb
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37372>

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: 14.03.2025

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

Boarding-Häuser, nicht nur für Junggesellen, sondern für kleine Familien (vergleiche Abbildung 25).

Die primitivste Behausung ist die *Baracke*, die überall da zur Verwendung kommt, wo eine Siedlung im Anfangsstadium sich befindet oder nur vorübergehenden Charakter hat. Diese Baracken werden in Teilen verschickt und an der Baustelle zusammengesetzt. Das *einfachste Wohnhaus* besteht auch in Amerika aus der Wohnküche und den nötigen Schlafräumen mit Eingang durch die Küche. Die nächste Etappe ist das Haus mit abgetrennter Küche, Eingang durch das Wohnzimmer (Abb. 20, links). Dabei hat die Küche immer einen Nebeneingang für Lieferanten oder wenigstens beim Reihenhaus Ausgang in den Garten, den Hof oder die Hinterstrasse (vergl. auch Abb. 21 bis 24). Mit grössern Ansprüchen ändert sich der Grundriss von Stufe zu Stufe. Die Küchen erhalten reichlich Zubehör, die Verbindung zum Esszimmer geht durch ein Office; Veranda und kleine Porch fehlen selten. Diese liegen merkwürdigerweise beim Durchschnittshaus immer an der Strasse; auf die Himmelsrichtung wird wenig Gewicht gelegt. Sehr beliebt sind namentlich beim Landhaus, den „Bungalows“, die Schlafveranden; man schläft unter einem Dach im Freien, in Moskitoreichen Gegenden hinter feinen Kupfersieben. Doppelfenster sind sehr selten, da die Kohlen sehr billig sind. Der Amerikaner heizt, oder besser gesagt überheizt

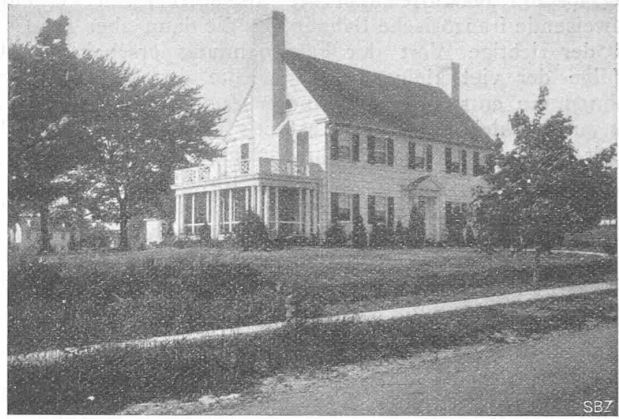


Abb. 16. Pelham Manor, New York; typisches Holzbau-Wohnhaus.

das ganze Haus, alle Türen stehen offen, zwischen Wohnzimmern hat man oft gar keine. Wollten wir bei unsern teuren Brennmaterialien gleich leichte Häuser bauen, so wär dies natürlich ein Fehlgriff. (Schluss folgt.)

Zur Wahl der Fahrspannung auf den französischen Hauptbahnen mit Gleichstrom-Betrieb.

Wie wir vor Jahresfrist den Lesern der „Schweiz. Bauzeitung“ meldeten¹⁾, hat die französische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb für das von ihr von vornherein bevorzugte Gleichstromsystem zunächst eine Fahrspannung von 3000 V, hierauf eine solche von 2400 V und schliesslich endgültig eine solche von nur 1500 V in Betracht gezogen, wobei der ausschlaggebende Vorteil der niedrigsten Spannung als besonders deutlich ausgeprägt für dichtbefahrene Strecken ermittelt worden war. Aus der einlässlichen Veröffentlichung von Ingenieur M. A. Ferrand in der „Revue Générale des Chemins de fer“ vom Mai dieses Jahres (Seite 313 von Bd. 40, I.) über die zur Spannungswahl führenden Untersuchungen der Studienkommission kann man ersehen, dass als ausschlaggebende Grösse in diesen Untersuchungen nicht die Verkehrsdichte an sich, sondern der *Zugsabstand* erscheint; es wird im besondern im Schlusswort darauf hingewiesen, dass die mit Gleichstrom von 3000 V gespeiste „Chicago, Milwaukee and St. Paul Ry.“, die als das klassische Beispiel dieser hier als richtig erklärten Fahrspannung in Betracht fällt, dank der hohen Zuggewichte durch einen viel grössern

¹⁾ Vergl. Seite 252 von Band LXXVI (am 27. Nov. 1920).

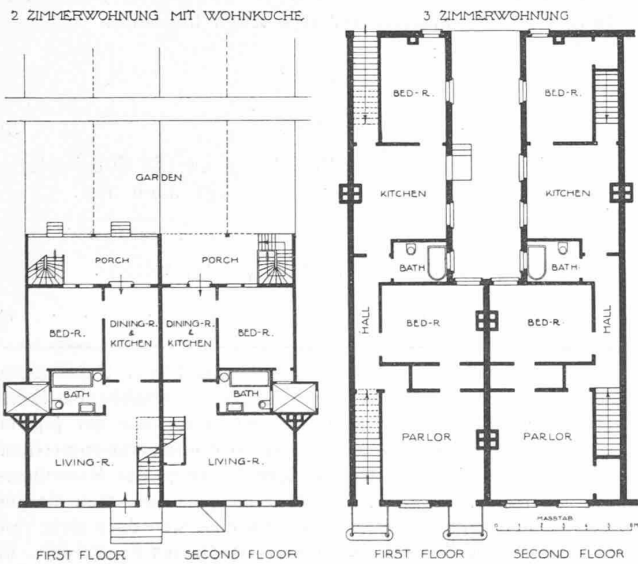


Abb. 20. Charakteristische Einfamilien-Reihenhaustypen. — 1 : 300.



Abb. 23. Vorderseite von durch die Regierung für schwarze Arbeiter in Washington gebauten Reihenhäusern. — Abb. 24. Rückseite.

Zugsabstand gekennzeichnet sei, als ebenso viel Verkehr aufweisende französische Bahnen, für die dann aber 1500 V als der richtige Wert der Fahrspannung erscheine, weil zufolge der viel kleineren Zuggewichte der französischen Bahnen ein entsprechend kleinerer Zugsabstand entstehe, der zur Verkleinerung des Abstands der Unterwerke und damit zur weniger hohen Fahrspannung führen müsse.

Dass diese Argumentation der französischen Studienkommission grundsätzlich unrichtig ist, und dass die vom Unterzeichneten gegebene allgemeine Beziehung¹⁾ über den Abstand λ in km der Unterwerke in Abhängigkeit von der Verkehrsdichte p in t/h, von der System-Konstanten C und von der Fahrspannung E_s in Volt gemäss:

$$\lambda = \frac{E_s}{\sqrt{p}} \frac{1}{C} \dots \dots \dots (1)$$

unabhängig vom Zugsabstand gilt und richtig ist, kann leicht folgendermassen eingesehen werden: Es kann gesetzt werden:

$$p = \frac{\bar{G} \bar{v}}{a}$$

wobei \bar{G} das durchschnittliche Zuggewicht in t, \bar{v} die durchschnittliche Zuggeschwindigkeit in km/h und a der durchschnittliche Zugabstand in km bedeuten. Für das Beispiel der einen Jahresverkehr von 5 Milliarden tkm auf 707 km Gebirgstrecke aufweisenden „Chicago, Milwaukee and St. Paul Ry.“ lautet diese Beziehung in Zahlen etwa:

$$800 = \frac{3000 \cdot 26,7}{100}$$

während sie für die französische, 135 km lange Zufahrtlinie Culoz-Modane zum Mont Cenis für gleiche Verkehrsdichte (beim Jahresverkehr von rund 950 Mill. tkm) etwa:

$$800 = \frac{300 \cdot 26,7}{10}$$

lauten könnte²⁾; wir nehmen also für die französische Vergleichslinie einen zehnmal kleineren Zugsabstand \bar{a} in

¹⁾ Vergl. Seite 176 von Band LXXIV (am 4. Oktober 1919), sowie Seite 282 von Band LXVI (am 11. Dezember 1915).

²⁾ Auch für die Gotthardbahn dürfte etwa diese Zahlenbeziehung benutzt werden können.

Erinnerungen an Prof. Rudolf Escher.

Prof. Escher gehörte zu der Garde der im jugendlichen Alter auf einen akademischen Lehrstuhl berufenen Dozenten, die weiland Schulratspräsident Kappeler von untrüglicher Menschenkenntnis geleitetes scharfe Auge „entdeckt“ und an deren erfolgreichem Wirken er seine Freude erlebt hatte. Es war für uns, im Jahre 1878 eingetretenen „Polytechniker“ ein eigenartig suggestives Ereignis, als in der ersten Technologiestunde auf dem Katheder eine schlanke, geschmeidige Gestalt erschien, die sich von uns Studenten höchstens durch eine schon damals mit etwas professoraler Würde aufgesetzte und getragene Brille zu unterscheiden schien. Die Anwendung zu allzu kameradschaftlicher Beurteilung schwand aber alsbald, als der juvenile Dozent ohne den leisesten Anflug von Befangenheit in wohlgesetzter Rede ein tadelloses Exposé des Lehrstoffes und seiner Methoden entwickelte, dabei mit sicherer Hand Skizzen der verwickelten Mechanismen, an denen sein Fach so reich ist, an die Tafel warf und ihre Funktion uns Hörern vollendet klar zu machen verstand. Das Gefühl der „Distanz“ nahm zu und verwandelte sich in herzliche Achtung, als im Laufe des Unterrichtes das geradezu profunde Wissen zu Tage trat, über das Escher verfügte. Neben dem Gebiet der mechanischen Technologie, die streng wissenschaftlich mit der Metallurgie beginnend, das grosse Gebiet der mechanischen Ver- und Bearbeitung in Giesserei, Schmiede und auf der Werkzeugmaschine umfasst, wurde insbesondere ein grosses Kolleg über Spinnerei und Weberei gelesen mit liebevoller Versenkung in die filigrane Maschinerie dieser wichtigen Industriezweige. Daneben liefen auf gewissenhaften Studien beruhende Vorträge über Mülerei und Papierfäbrkation, über Druckerei, über Messinstrumente, über mechanische Wagen einher. Die schier unübersehbaren Einzelheiten der Arbeitsverfahren und Arbeitsmaschinen dieser Gebiete wurden uns mit unerschütterlicher Sicherheit und Klarheit wie Selbstverständlichkeiten dargeboten. Ein wohldurchdachtes Kolleg über Dampfkesselkonstruktion

km an, als für die amerikanische Linie. Nichtsdestoweniger ist im einen wie im andern Fall für die im Abstand λ von einander entfernten Unterwerke je eine Durchschnittsleistung in Watt von:

$$W_s = \frac{1}{\eta_s} p \bar{z} \lambda \frac{9,81}{3,6} \dots \dots \dots (2)$$

erforderlich, wobei mit \bar{z} die durchschnittliche Zugkraft am Radumfang in kg/t und mit η_s der Wirkungsgrad vom Radumfang bis ins Unterwerk neu eingeführt sind; mit dieser Beziehung für W_s und mit einer Beziehung für den zulässigen Spannungsfall der Fahrleitung folgt dann:

$$\lambda = \frac{E_s}{V_p} \frac{1}{C}$$

wie die Leser der „Schweiz. Bauzeitung“ auf Seite 282 von Band LXVI (am 11. Dezember 1915) nachlesen können. Der Abstand \bar{a} ist also mit dem E_s festlegenden Abstand λ in keinem direkten Zusammenhang. Es besteht allerdings ein indirekter Zusammenhang zwischen \bar{a} und λ , aber ein grundsätzlich nur sehr unwesentlicher. Die Durchschnittsleistung W_x pro Zug ist nämlich darstellbar gemäss:

$$W_x = \frac{1}{\eta_x} p \bar{z} \frac{l}{n} \frac{9,81}{3,6}$$

wenn auf der in Betracht fallenden Bahn von insgesamt l km Länge im Durchschnitt n Züge gleichzeitig auf der Strecke sind, und wenn η_x den Wirkungsgrad vom Radumfang zum Stromabnehmer des Zugs bedeutet.

Nun ist aber: $\frac{l}{n} = \bar{a}$

und folgt somit: $W_x = \frac{1}{\eta_x} p \bar{z} \bar{a} \frac{9,81}{3,6} \dots \dots \dots (3)$

Diese bemerkenswerte Beziehung, die die Zugsleistung durch den Zugsabstand ausdrückt, folgt auch aus:

$$W_x = \frac{1}{\eta_x} \bar{z} \bar{G} \bar{v} \frac{9,81}{3,6} \text{ sowie } \bar{G} \bar{v} = p \bar{a}$$

Durch Vergleichung von (2) und (3) folgt weiter:

$$\lambda = \bar{a} \left(\frac{W_s}{W_x} \right) \cdot \left(\frac{\eta_s}{\eta_x} \right) \dots \dots \dots (4)$$

und -Betrieb befestigte vollends unsere Hochachtung. Ueber diese hinaus verpflichtete uns der junge Dozent zu erheblichem Dank durch die wichtigen Dienste, die er mit einer nur der Jugend eignenden Freigebigkeit, als Mitarbeiter im Konstruktionsunterricht bei Prof. Veith, dem damals alleinigen Dozenten des Maschinenbaues, leistete. Trotz der herzlichen Zuneigung, die man diesem verdienten Mann entgegenbrachte, konnte man sich doch nicht verhehlen, dass sein System der blossen handfesten Faustregeln in einer Zeit, in der die Verbundmaschine und der Gasmotor entstanden waren, sich überlebt hatte, und dringend mit einigen wissenschaftlichen Oeltropfen gelenkiger gemacht werden sollte. Hier sprang Escher mit Hingabe und Uneigennützigkeit in die Bresche. Hätte nicht er uns im „zweiten Kurse“ unter die Arme gegriffen, das Ergebnis des Maschinenbau-Studiums wäre ein ärmliches geblieben. Er schaffte Modelle an, führte rationelle Skizzierübungen ein, in denen sogar Einzelheiten von Nähmaschinen behandelt wurden. Unverdrossen wehte er uns mittels eines Privatissimums in die Geheimnisse der „Verzahnungen“ ein. Im Zeichensaale erwies sich Escher als der geborne Konstrukteur; die als Hilfsmittel oder Motive ausgeteilten Skizzen zeugten von ausgesprochen bildnerischer Begabung. Wer weiss, ob diese starke konstruktive Ader nicht auf seine eigentliche innere Berufung hinwies? Tatsache ist, dass ihn später ein glühender Drang erfasste, sich auch schöpferisch gestaltend als Ingenieur zu betätigen. Er wurde Mitarbeiter von Ing. U. Bosshard, für den er zahlreiche kleinere Wasserwerkanlagen mit durch hydraulische Turbinen angetriebenen Pumpen entworfen und mit Erfolg ausgeführt hat. Eine Frucht dieser Tätigkeit ist wohl das später erschienene vorzügliche Büchlein über die Konstruktion hydraulischer Turbinen.

Eschers reife Jahre fallen in die Grenzscheide des Ueberganges von der alten empirischen Unterrichtsmethode zur neuen Zeit, die der ernstlichen wissenschaftlichen Behandlung auch des Maschinenbaues an technischen Hochschulen nicht entraten kann. Aelteren Fachgenossen sind die scharfen Kämpfe wohl bekannt,

Man erkennt nur, dass λ und \bar{a} je nach der relativen Grösse von $\left(\frac{W_s}{W_x}\right)$ sehr verschieden ausfallen können, wobei die nun wenig von einander abweichenden Werte η_x und η_s keinen wesentlichen Einfluss haben, und dass für die Spannungswahl ein Einfluss von \bar{a} überhaupt nur besteht, wenn man unbedingt ein festes Verhältnis $\left(\frac{W_s}{W_x}\right)$ im Ausdruck (4) fordert; dieser Einfluss ist also rein indirekt, wobei die Notwendigkeit einer solchen Forderung nur durch sehr triftige Betriebsgründe gerechtfertigt werden könnte.

Die Wirtschaftlichkeits-Rechnungen, mit denen die französische Studienkommission ihre Wahl einer niedrigen Gleichstrom-Fahrspannung zahlenmässig zu begründen suchte, stützen sich auf die Annahme sehr viel höherer Einheitspreise für das Material höherer Spannung gegenüber den Preisen für das Material niedriger Spannung, sowie auf die Annahme von Unterwerken mit Motor-Generatoren bei höherer, solcher mit Einankerumformern bei niedriger Spannung. Dabei ergab sich beispielsweise für die Zufahrtlinie Culoz-Modane zum Mont-Cenis bei Werten des Jahresverkehrs von 500 bis 1400 Millionen tkm eine um 7 bis 8,6 Procente höhere Wirtschaftlichkeit der Zugförderung bei 1500 V gegenüber einer solchen bei 2400 V Gleichstrom.

Diese Rechnungs-Ergebnisse, die so sehr auf dem zufälligen technischen und Preis-Niveau des Jahres 1920 beruhen, scheinen uns auf einer sehr schmalen Grundlage erwachsen zu sein. Dass überhaupt solche Grundlagen zu der sehr weittragenden gesetzlichen Normierung der Regelfahrspannung von nur 1500 V führten, neben der eine

die damals zwischen den Vertretern einer allzu abstrakten Wissenschaft, und der in „Papa Veith“ personifizierten alten „praktischen“ Schule entbrannten. Die seitherigen Lehrerfahrungen haben gezeigt, dass beide Richtungen in gewisser Hinsicht ihre Berechtigung haben. Nicht alle auf Grund einer Maturität oder sonstiger Ausweise an der Hochschule zum Studium vollberechtigten Hörer haben die Eignung zu abstrakt wissenschaftlichem Denken. Nur für eine Auswahl von mathematisch begabten Ingenieuren werden sich Wirkungskreise im praktischen Maschinenbau auffinden lassen. Es war ein Fehler der Pariser „Ecole Polytechnique“, unterschiedslos alle durch das Nadelöhr mathematischer Feinheiten jagen zu wollen. An der Reaktion gegen die unvernünftige Nachahmung dieses Fehlers am Polytechnikum hat Escher mit ganzer Kraft teilgenommen. Es gelang, die zur Tyrannis ausartende Herrschaft der „projektiven Geometrie“ und ihres verblendeten Vertreters zu brechen und der geplagte Maschineningenieur konnte endlich aufatmen. Allein das Pendel war zu stark einseitig ausgeschwungen. Spätere Zeiten mussten es wieder in eine angemessene Mittelstellung zurückführen. Heute scheint der Augenblick gekommen zu sein, die Konsequenzen der seitherigen industriellen Entwicklung zu ziehen, die gebieterisch eine Arbeitsteilung einerseits nach der physikalisch-wissenschaftlichen, andererseits nach der technologisch-praktischen Richtung fordert. „Eines schickt sich nicht für Alle“; die technische Erziehung muss den spezifischen Begabungen für eine mehr wissenschaftliche oder mehr praktische Ingenieur-Betätigung Rechnung tragen.

Escher war auf der Höhe seines Wirkens ein Dozent von mustergültiger Klarheit. Er gab sich grösste Mühe, die Darlegung eines Problems bis zur äussersten Fasslichkeit und Anschaulichkeit zu steigern. Diese Vorzüge kommen auch in seinen literarischen Werken zum Ausdruck. Während im kleinen Leitfaden der Technologie zum Teil durch einen vom Verlag auferlegten Zwang eine für Hochschulzwecke zu elementare Darstellung vorherrscht, beweist das Lehrbuch über hydraulische Turbinen, dass Escher auch die

Spannung von 3000 V als Ausnahme für Linien von schwachem Verkehr vorgesehen ist, lässt die Entscheidungen der französischen Studienkommission hinsichtlich der Spannungswahl in gleicher Weise als rein subjektive erscheinen, wie auch ihre Urteile in der eigentlichen Systemfrage (vergleiche „Génie civil“, Seite 351 von Band LXXVIII vom 23. April 1921) als rein subjektive betrachtet werden müssen.

W. Kummer.

Nekrologie.

† Walter Wilhelm. Am 30. November starb Ingenieur Walter Wilhelm, Direktor der Wasserwerke Zug, im Alter von 56 Jahren. Mitten aus erfolgreicher Tätigkeit ist er einem Schlaganfall erlegen, ohne auch nur eine Stunde von Krankheit heimgesucht worden zu sein. Gebürtig aus Wallenstadt, durchlief Wilhelm die Mittelschule in Zürich und erhielt im Sommer 1887 das Diplom als Maschinen-Ingenieur an der Eidgen. Technischen Hochschule. Zunächst arbeitete er im Auftrag der Firma J. J. Rieter & Cie. in den Stahlwerken Terni bei Rom, wo grosse Wasserwerkenanlagen zu erstellen waren, wirkte dann während fünf Jahren als Adjunkt des Eidgen. Fabrikinspektors in Mollis und übernahm nachher die Direktion des Elektrizitätswerkes Thun, das unter seiner Leitung bedeutende Erweiterung erfuhr.

Ein bleibendes Denkmal hat sich Wilhelm beim Bau des Maschinenlaboratoriums der Eidgenössischen Technischen Hochschule gesetzt; als bauleitender Ingenieur entwarf er die Projekte, vermittelte den Verkehr zwischen Professoren und den Firmen und leitete die Montage der weitverzweigten Anlage. Er hat diese schwierige Aufgabe glänzend gelöst. Später treffen wir Wilhelm als Betriebsleiter der Gas- und Wasserwerke der Stadt St. Gallen in Rorschach und seit zehn Jahren ist er an der Spitze der

wissenschaftlichen Grundlagen des Maschinenbaues beherrschte. Der alsbald notwendig gewordenen Neubearbeitung dieses Werkes hat er sich in vorgerücktem Alter mit grösster Freude und solchem Eifer hingegeben, dass nach eigener Aussage kaum eine Seite weniger als dreimal umredigiert worden sei.

Als Mensch strahlte er in seinem Wesen auf dem Boden gefestigter Weltanschauung eine von warmem Wohlwollen getragene Zuversicht aus, die ebenso Ueberschwenglichkeiten, wie jeder Art von Verzagttheit abhold war. Und welch' unerschöpflicher heiterer Erzähler bei Exkursionen! Stundenlang konnte er seine Umgebung humorvoll anregend unterhalten. Von seiner ungewöhnlichen Leistungsfähigkeit konnte man sich etwa in Preisgerichten bei Ausstellungen (so in Paris) ein Bild machen. Seine aufopfernde Tätigkeit im Schosse der Tonhallegesellschaft und im Vorstand des Konservatoriums für Musik sind allgemein bekannt.

Vor allem aber war Escher ein aufrechter Mann, der sonder Wanken, sich stets treu bleibend, beharrlich, eine stetige gerade Linie befolgte. Ob auf gleichem oder auf gegenteiligem Standpunkt stehend, wusste man genau, woran man mit ihm war. Im Laufe der Jahre zeichnete sich so ein männlicher Charakter von tiefem Gerechtigkeitsgefühl ab, dem an dieser Stelle der Tribut der Hochachtung um so williger gezollt wird, als er in ungewöhnlichem Masse alles, was an Eitelkeit und Selbstgefallen erinnert, abgestreift hatte. Und dann war Escher ein glücklicher Mensch. Von seinen eigenen Lippen tönte bei Anlass einer studentischen Huldigung das mit Nachdruck gesprochene Bekenntnis: „Schön war das Leben . . .“! Wo ein Lebenslauf so vollendet, harmonisch ausklingt (man denke an den Gemütschatz, der dem Verbliebenen in seiner Liebe zur musikalischen Kunst bescheert war), da verliert auch der Augenblick des Scheidens seinen tragischen Akzent. Von der Erinnerung an Prof. Escher wird immerdar ein Hauch jener ihm eigenen beherzten Gefasstheit, ein Impuls zum tapferen Zugreifen ebenso der höheren wie der einfachen Pflichten ausgehen.

A. Stodola.



WALTER WILHELM
INGENIEUR

27. Nov. 1865

30. Nov. 1919