

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 41/42 (1903)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Noch einmal die Düse der de Laval'schen Dampfturbine  
**Autor:** Fliegner, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-23981>

#### **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](#)

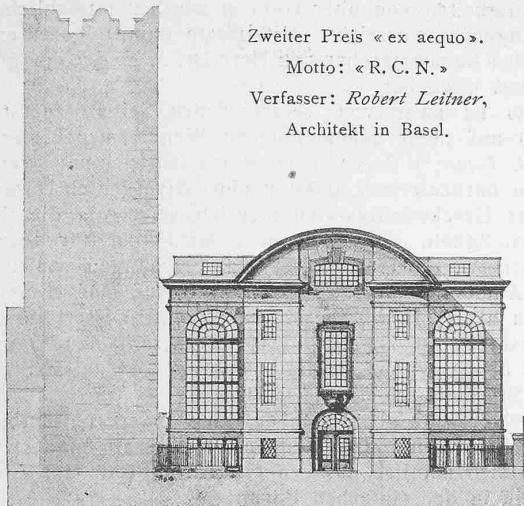
**Download PDF:** 23.02.2026

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

für den Kenner Rauch und eine leicht fliessende Lava ein beruhigendes Zeichen.

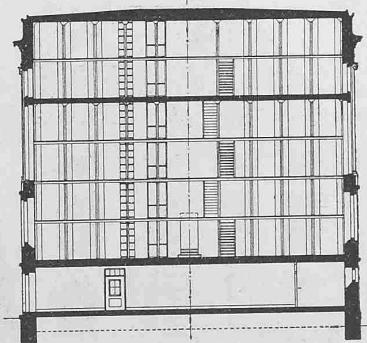
Auf dem Gipfel des Vesuv stehend, wo zu unsfern Füßen der Rauch aus unsichtbaren Spalten quillt, im Hintergrunde die imposante, schwarze Säule, die den Himmel

**Wettbewerb für ein neues Archivgebäude in Neuchâtel.**



Nordfassade. — Masstab 1:400.

über uns verfinstert, werfen wir noch einen letzten Blick auf die umgebende Landschaft. Das Bild wird jedem unvergesslich sein! Unser Auge schweift über die Schluchten, Thäler und Felder der erstarrten Lava, die bald als breiter Strom sich mächtig ergieissen, bald als gigantische Felsblöcke hoch übereinander gestürzt zu Hügeln sich vereinen; wir sehen die vereinzelten weissen Häuser in der Ebene zu Städten anwachsen und unser Blick trifft das Meer, das in majestätischer Rundung die Küste bespült. Capri steigt als feine Silhouette darin auf und rechts und links sehen wir über den niedrigen Bergen der Campagna wieder neue fruchtbare Gefilde in der durchsichtigen klaren Luft paradiesisch erglänzen. Wir möchten dieses begnadete Land glücklich preisen aber ein lang angezogenes, dumpfes Grollen, ein plötzliches Donnern in den Tiefen des Berges erinnert uns schauerlich daran, dass wir auf unsicherm Boden uns bewegen, dass der alte Hephaistos noch lebt und es nur von seiner Willkür abhängt, von Neuem alle Anstrengungen des Menschen zunichte zu machen und eine blühende Landschaft in ein Trümmerfeld zu verwandeln. (Forts. folgt.)



Querschnitt. — Masstab 1:400.

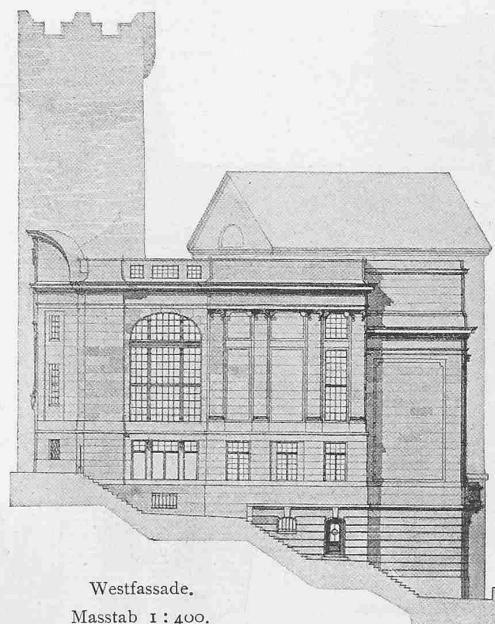
**Archivbau in Neuchâtel.**

(Schluss.)

Im Anschluss an das in unserer letzten Nummer (S. 166 und 167) veröffentlichte Gutachten des Preisgerichtes mit Darstellungen des mit dem ersten, sowie des mit einem zweiten Preis „ex aequo“ bedachten Projektes finden sich

auf den vorliegenden Seiten 174 bis 177 die wichtigeren Ansichten, Grundrisse und Schnitte des gleichfalls mit einem zweiten Preis „ex aequo“ und des mit einem dritten Preise ausgezeichneten Entwurfes. Es sind das die Arbeiten „R. C. N“ des Herrn *Robert Leitner*, Architekt in Basel und (gez.) Weisses Kreuz in rotem Kreis der HH. *Emil Frey* und *H. Geissler*, Architekten in Paris.

Bezüglich der Beurteilung dieser beiden Projekte verweisen wir auf das vorgenannte Gutachten des Preisgerichtes.

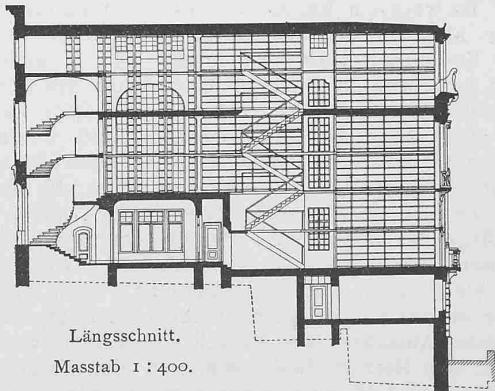


Westfassade.  
Masstab 1:400.

**Noch einmal die Düse der *de Laval'schen* Dampfturbine.**

Soeben erhalte ich folgende Druckschrift zugeschickt: „Die Ausströmungerscheinungen des Wasserdampfes. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde einer hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel vorgelegt von *Paul Emden* aus St. Gallen.“

Ich befasse mich sonst nicht mit Berichterstattungen über literarische Erscheinungen. Hier muss ich aber einmal eine Ausnahme machen, denn ich bin meines Wissens der erste gewesen, der, und zwar in dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> Bedenken gegen die Annahme geäussert hat, dass der Dampf



Längsschnitt.  
Masstab 1:400.

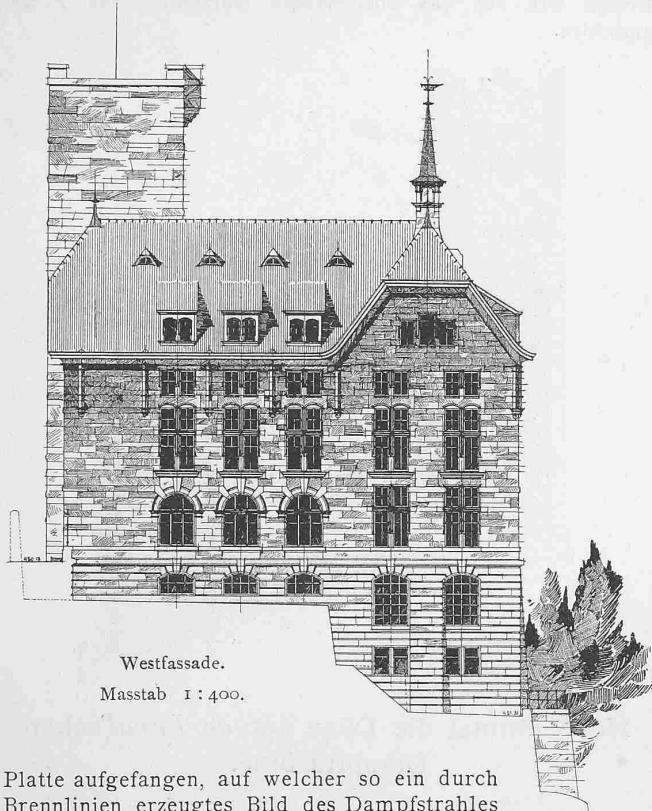
in der divergenten *de Laval'schen* Düse Geschwindigkeiten von 1000 und mehr Metern annehmen könne, und die oben erwähnte Arbeit beschreibt Versuche, welche die Frage nach den Vorgängen in diesen Düsen endgültig beantworten.

Herr *Paul Emden* hat ausströmende Dampfstrahlen in

<sup>1)</sup> Schweizerische Bauzeitung, 1898, Bd. XXXI, Nr. 10, 11 und 12.

der gleichen Weise untersucht, wie früher sein Bruder, Herr Dr. Robert Emden Gasstrahlen.<sup>1)</sup> Er hat durch den Dampfstrahl ein Lichtstrahlenbündel geschickt und dieses auf einer in geeignetem Abstande aufgestellten photographischen

Wettbewerb für ein neues Archivgebäude in Neuchâtel.  
Dritter Preis. — Merkzeichen: Weisses Kreuz im roten Kreis.  
Verfasser: HH. Emil Frey und H. Geissler, Architekten in Paris.



Platte aufgefangen, auf welcher so ein durch Brennlinien erzeugtes Bild des Dampfstrahles entstand.

In dieser Weise sind verschiedene Mündungen untersucht worden, darunter eine Original-Düse von *de Laval*. Ich beschränke mich hier auf eine kurze Angabe über die mit der letzten Düse gefundenen Ergebnisse.

Sobald der Druck im Kessel 1,8 Atmosphären absolut überschreitet, also auf dem Gebiete, das allein bei Dampfturbinen verwendet wird, zeigt der Strahl ein Aussehen, das im wesentlichen mit dem eines unter grösserem Ueberdrucke ausströmenden Gasstrahles durchaus übereinstimmt. Es wechseln Bäuche und Knoten regelmässig miteinander ab. Die Knoten haben den Durchmesser der engsten Stelle der Düse und folgen sich in gegenseitig gleichen Zwischenräumen. Beim Austritt aus der Düse füllt der Strahl den äusseren, grossen Querschnitt gar nicht aus, es wird sogar aus der Umgebung Luft in die Düse eingesaugt, wie ich das auch a. o. O. beim Ausströmen von Luft beobachtet habe. Verkürzt man die Düse, so ändert sich an dem Bilde nichts Wesentliches, nur erscheint am Anfange des sichtbaren Teiles des Strahles je nachdem ein Knoten oder ein Bauch; der Abstand zwischen zwei Knoten bleibt aber stets der nämliche. Auch wenn man die Düse an der engsten Stelle abschneidet, zeigt der Strahl das gleiche Aussehen, nur rücken die Knoten etwas auseinander; wie Herr P. Emden annimmt, eine Folge davon, dass jetzt keine Luft mehr eingesaugt und wieder mit hinausgestossen wird, dass also die Widerstände kleiner sind. Der gegenseitige Abstand der Knoten und eine eigentümliche Zeichnung der Bäuche in Hell und Dunkel hängen nur vom Drucke und der Grösse des Durchmessers der Mündung an der engsten Stelle ab, ändern sich aber sonst mit der Zeit nicht.

<sup>1)</sup> «Ueber die Ausströmungerscheinungen permanenter Gase.» Habilitationsschrift der königlich technischen Hochschule in München.

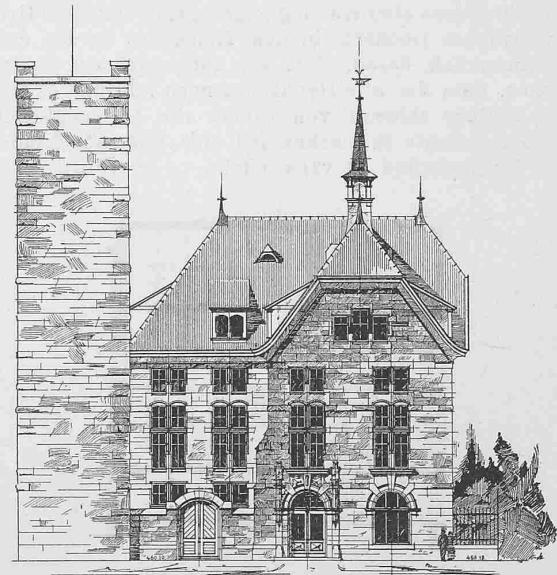
Dieses Aussehen des Strahlbildes deutet auf regelmässige Aenderungen der Dichte im Strahle, es liegen stationäre Wellen vor. Und da sich Dichteänderungen in einer Flüssigkeit mit der Schallgeschwindigkeit fortbewegen, so ist hiermit bewiesen, dass der Dampfstrahl aus einer *de Laval'schen* Düse auch nur mit im Mittel der *Schallgeschwindigkeit* austritt. Die von *de Laval* vorausgesetzten Geschwindigkeiten von über 1000 m werden tatsächlich auch nicht angenähert erreicht. Mit diesem unmittelbaren experimentellen Nachweise hat sich Herr Dr. P. Emden ein grosses Verdienst erworben.

Es ist zwar von verschiedenen Seiten, zuerst von *Klein*<sup>1)</sup> auf mehr zeichnerischem Wege, in neuester Zeit von *H. Lorenz*<sup>2)</sup> durch eine Formelentwicklung versucht worden, nachzuweisen, dass in einer divergenten Düse auch grössere Geschwindigkeiten möglich seien, als die Schallgeschwindigkeit. Dieses Ergebnis wird aber nur deswegen gefunden, weil bei all diesen Untersuchungen von unrichtigen Annahmen ausgegangen wird. Auf eine dieser Annahmen hat *P. Emden* in seiner Inaugural-Dissertation auch hingewiesen; es ist die, dass der Strahl den Rohrquerschnitt überall ganz ausfüllt, während er tatsächlich als freier Strahl durch die Düse strömt.

Ich möchte aber noch auf eine andere unrichtige Annahme in diesen Entwicklungen aufmerksam machen. Alle stützen sich nämlich auf den ersten Hauptsatz der Thermodynamik in der einfachen Form:

$$dQ = A (dU + pdv),$$

wo in dem  $dQ$  auch durch Widerstände erzeugte Wärme mit inbegriffen sein kann. Einige dieser Untersuchungen führen die Gleichung ausdrücklich an, andere unterlassen das zwar, benutzen aber sonst Formeln, die nur mit Hülfe dieser Gleichung hergeleitet werden können. Die Gleichung gilt aber durchaus nicht allgemein für alle Vorgänge, sondern nur so lange, als die verschiedenen Zustandsgrössen räumlich und zeitlich *steig* verlaufende Aenderungen durchmachen. Bei einem Bewegungsvorgange würde dazu auch erforderlich sein, dass die Flüssigkeit den Rohrquerschnitt überall vollständig ausfüllt. Trennt sich dagegen der Strahl von den Wandungen, und zwar entweder bleibend, wie bei der *de Laval'schen* Düse, oder bei geringerer Divergenz und längerem Rohre vielleicht nur vorübergehend, so liegen



Nordfassade. — Masstab 1:400.

an der Trennungsstelle ganz andere Verhältnisse vor, für welche die obige Gleichung nicht mehr gilt. Dort treten nämlich *unstetige* Vorgänge auf, bei denen sich die Zustands-

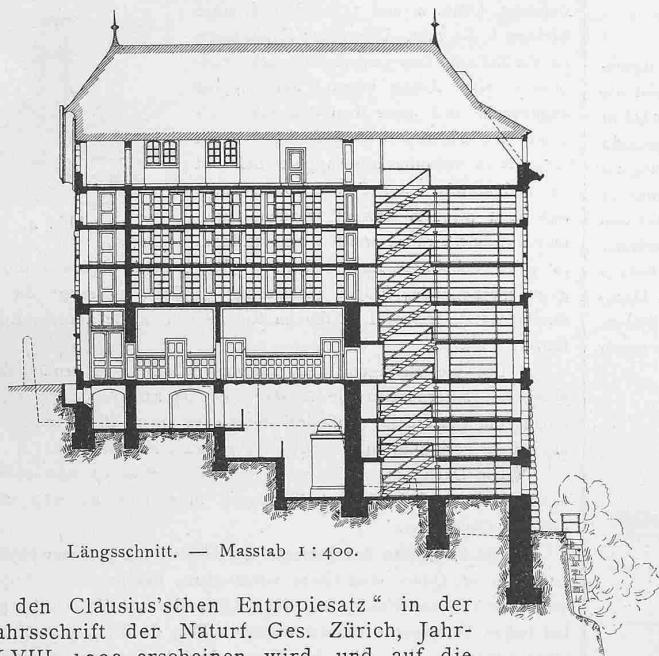
<sup>1)</sup> Zeitschrift d. Ver. deutscher Ingenieure, 1895, Bd. XXXIX, S. 1193.

<sup>2)</sup> Physik, Zeitschrift, 4. Jahrgang, 1903, Nr. 12, S. 333—337, wo sich auch noch andere, ähnliche Untersuchungen aufgeführt finden.

grössen gegenüber einer unendlich kleinen Wärmemitteilung und in unendlich kurzer Zeit um endliche Beträge ändern. Das Wesentliche über solche unstetige Vorgänge habe ich in einer Arbeit behandelt, die nächstens unter dem Titel:

**Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für ein neues Archivgebäude in Neuchâtel.**

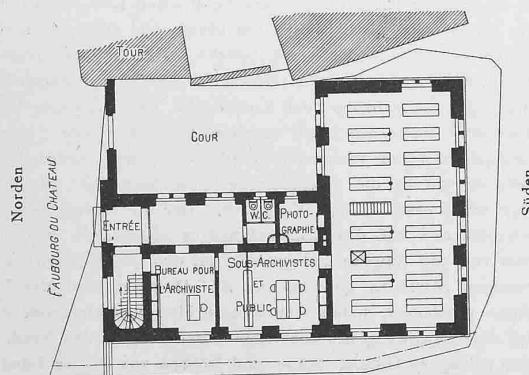
Dritter Preis. — Merkzeichen: Weisses Kreuz im roten Kreis. — Verfasser: HH. Emil Frey und H. Geissler, Architekten in Paris.



„Ueber den Clausius'schen Entropiesatz“ in der Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich, Jahrgang XLVIII, 1903 erscheinen wird, und auf die ich hier verweise. Genaue Rechnungen über den unstetigen Vorgang an der Trennungsstelle sind noch nicht durchführbar, nur das kann gesagt werden, dass es unzulässig ist, nach den sonst benutzten Formeln über eine solche Stelle wegzintegrieren. Die erwähnten Entwicklungen müssen daher auch in dieser Richtung als verfehlt bezeichnet werden.

Zürich, den 2. April 1903.

Prof. Dr. A. Fliegner.

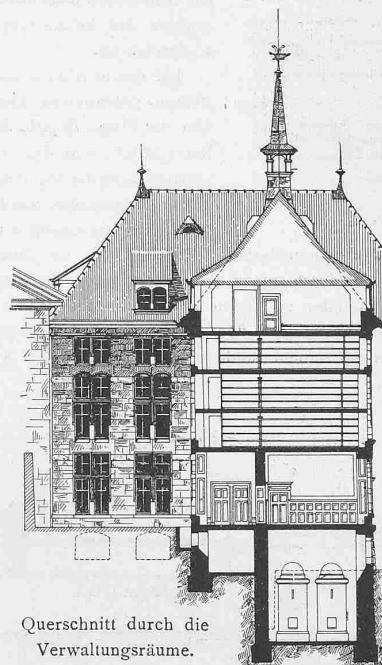


Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1:500.

### Miscellanea.

Ueber südafrikanisches Bauwesen entnehmen wir einer in dem «Zentralblatt der Bauverwaltung» erschienenen Arbeit von H. Hintze folgende kurze Bemerkungen, die bei der sich jetzt wieder steigernden Bautätigkeit in den dortigen Ländern allgemeineres Interesse beanspruchen können. Die Jahre 1897 und 1898 vor dem Kriege waren für das Baugeschäft im Kapland und Natal die günstigsten; namentlich in den grösseren Städten, besonders in Johannesburg herrschte damals eine rege Bautätigkeit, die zwar auch während des Krieges nie ganz erlosch, sich jedoch mehr auf die Hafenplätze erstreckte, in denen sich die Menge angestaut hatte und es an Wohnungen mangelte. Die meisten Bauunternehmer sind Engländer und verwenden dementsprechend ihre heimische Bauweise, wobei aber

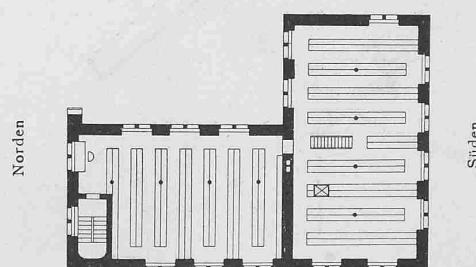
große Miethäuser nur selten errichtet werden. Die Wohngebäude in der rein englischen Kolonie Natal sind durchgängig im englischen Villenstil gehalten. Im allgemeinen baut man sehr einfach. Zwar sind Bausteine der verschiedensten Art reichlich vorhanden, aber ihre Ausbeutung ist noch



Querschnitt durch die Verwaltungsräume.  
Masstab 1:400.

wenig vorgeschritten, sodass meist die im Lande erzeugten, minderwertigen Ziegelsteine verwendet werden und die Häuser einen Zementputz erhalten, der sich in jenem Klima als am widerstandsfähigsten erwiesen hat. In neuester Zeit wird vielfach eine Verfeinerung der äusseren Ausbildung der Gebäude angestrebt und mit Erfolg auf die Farmhäuser hingewiesen, die von den eingewanderten Holländern und Hugenotten erstellt wurden und die mit ihrem terrassenartigen Aufbau, ihren Säulengängen sowie den luftigen innern Hallen noch heute als mustergültige Vorbilder dienen können.

Für die vielen neu in Südafrika ankommenden Architekten, Techniker u. s. w. dürfte es trotz der regen Bautätigkeit schwer sein, festen Fuss zu fassen, da man naturgemäß die englischen Techniker bevorzugen wird. Jedenfalls müssen die Neuankommenden vor allem die englische Sprache beherrschen und falls sie nicht die erste beste Stellung annehmen wollen, so viel Kapital mitbringen, dass ihr Unterhalt für ein Jahr gesichert ist. Obwohl bestimmte Vorschriften über die Niederlassung von Architekten im Kapland und in Natal nicht bestehen, so sind Diplome gleichwohl sehr nützlich. In Natal müssen außerdem alle Fachleute, die man in England mit «Engineer» bezeichnet, eine Lizenz lösen, die etwa



Grundriss vom ersten Obergeschoss. — 1:500.

100 M. kostet. Titel sind gleichfalls nutzbringend und viele Architekten verfehlten nicht aus Geschäftsrücksichten ihrem Kundenkreis und dem allgemeinen Publikum davon Kenntnis zu geben. So unterschreibt ein Architekt seine Geschäftsanzeige in der Zeitung mit:

D. L. Jones  
A. R. J. B. A. — P. A. S. J.  
Architect