

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	35/36 (1900)
Heft:	6
Artikel:	Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken
Autor:	Mantel, G.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-21945

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: 18.02.2026

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

Transformatorenstation nähert, desto höher steigt deren Belastung und erreicht ihr Maximum, wenn der Zug sich unmittelbar vor der Station befindet. Beim Weiterfahren nimmt die Beanspruchung allmählich wieder ab. Der ungünstigste Fall tritt ein, wenn zwei, in entgegengesetzten Richtungen fahrende Züge vor der Transformatorenstation kreuzen, doch ist zu beachten, dass bei der vorhandenen Gestaltung des Längsprofils gewöhnlich einer der Züge im Gefälle fährt und daher wenig oder keine Kraft konsumiert, sondern eventuell sogar eine Entlastung der Transformatorenstation herbeiführt. Die durchschnittliche Belastungszeit einer Transformatorenstation beträgt 10 Min., diese Belastung wiederholt sich, entsprechend den 2.12 Zügen 24 Mal im Laufe eines Betriebstages. Mit Rücksicht auf diese intermittierende Inanspruchnahme konnten die Transformatoren im Gewichte erheblich leichter gehalten werden, als eigentlich der Maximalbelastung entspricht. Die richtige Dimensionierung wurde durch Versuche bestimmt, und es haben im Laufe des Sommers vorgenommene Temperaturmessungen ergeben, dass die installierten Transformatoren auch bei forciertem Betriebe keine übermässige Erwärmung zeigen. Der Energieverlust durch Leerlauf der Transformatoren beträgt 2,5 kw, der maximale Spannungsabfall 10%.

Die Hochspannungsleitung wurde berechnet für einen maximalen Spannungsabfall von 6%. Die successive Abnahme der Primärspannung ist, so weit dies bei der überaus variablen Belastung möglich, dadurch berücksichtigt, dass den Transformatoren ein um so kleineres Uebersetzungsverhältnis gegeben wurde, je weiter sie vom Anfangspunkte der Linie entfernt sind. Natürlich sind alle Transformatoren, der Auswechselbarkeit halber, gleich gewickelt und es wird die Verkleinerung der Uebersetzung durch entsprechende Anzapfung der Primärspulen erreicht.

(Forts. folgt.)

Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken.

Von Ingenieur G. Mantel in Zürich.

II. Dehnungs- oder Spannungsmesser.

Das wichtigste Instrument für Messungen an Brücken ist zweifellos der Dehnungsmesser, denn er gibt unmittelbar die für den Brückingenieur wichtigsten Werte, die Spannungen in den Brückengliedern. Es sind bereits — abgesehen von den nur für Laboratoriumszwecke verwendbaren Apparaten — verschiedene derartige Instrumente gebaut worden; das vollkommenste ist jedenfalls der Dehnungsmesser von Fränkel, welcher sich bei uns im Besitze aller grösseren Bahngesellschaften und der Aufsichtsbehörde, wie natürlich auch des Polytechnikums befindet, wo bereits die Schüler in seinen Gebrauch eingeweiht werden. Er arbeitet zuverlässig und hat den grossen Vorteil, die Messungswerte graphisch zu verzeichnen, d. h. er schreibt Einflusslinien auf, die sich zu Hause nachträglich genau und mit Musse studieren lassen. Das Instrument kann wohl in seiner Art vollkommen genannt werden. Wenn ihm von gewisser Seite zu grosse Masse vorgeworfen wird, was zur Folge hätte, dass es starke und heftige Schwingungen nicht richtig wiedergebe, so ist darauf zu erwidern, dass es wohl überhaupt unmöglich sein dürfte, ein mechanisch vergrösserndes Instrument zu bauen, welches keiner Trägheitswirkung unterworfen wäre, d. h. bei heftigen Vibratiorionen keine vergrösserten Ausschläge geben würde. Ist es doch kaum möglich, nur die Befestigung der Klammern derart zu bewirken, dass unter heftigen Vibratiorionen nie eine Lockerung stattfindet; dabei fällt es auf, dass die Lockerung nicht unter den durch die Maschinen bewirkten Schlägen an den Schienenstößen, sondern unter den durch etwa nachkommende volle oder leere Güterwagen bewirkt wird. Stellt man aber billige Forderungen, beobachtet unter Betriebszügen nur an Teilen, welche nicht den

heftigsten Erschütterungen ausgesetzt sind, oder lässt, wenn man besondere Lasten zur Verfügung hat, nur mit mässiger Geschwindigkeit fahren, was immer empfehlenswert, so erhält man mit dem Fränkel'schen Dehnungsmesser durchaus zufriedenstellende Angaben. Die Beobachtung der durch die Stöße bewirkten Vergrösserung der statischen Spannungen bildet eine Aufgabe für sich, rechnerisch stehen uns ja doch nur die letztern zum Vergleich mit den Messungsergebnissen zur Verfügung.

Was das Arbeiten mit dem Fränkel'schen Dehnungsmesser hier und da etwas beschwerlich macht, ist sein grosses Volumen und sein Gewicht. Es ist daher allerdings oft wünschenswert, ein leichteres einfacheres Instrument zur Hand zu haben, weil man sich zur Vornahme von Messungen um so eher entschliesst, je weniger Umstände der Transport des Apparates zur Messstelle macht. Ein weiterer Vorteil eines kleineren Apparates besteht in der kleineren Messlänge, d. h. der kleineren Länge der eingespannten Stabfaser.

Die Biegungsspannung in den zu untersuchenden Stäben ist selten auf grössere Länge konstant; um mit langen Masstablen die Grösstwerte in der Nähe der Knotenpunkte oder der Stabenden zu erhalten, müssen daher mehrere Messungen mit verschobenem Apparat gemacht werden können; jede Messung gibt die Spannung in der Mitte der Messlänge und durch Verbindung der über diesen Stellen aufgetragenen Werte kann man auf die an den unzugänglichen Stellen vorhandenen schliessen.

Den Wünschen nach einem kleineren Dehnungsmesser schien ein in Frankreich in Gebrauch befindliches Instrument *Manet-Rabut* zu entsprechen. Es war durch Verbesserung aus dem ursprünglichen Instrument *Manet's* hervorgegangen. Dieser Ingenieur hatte eine Messdose mit einem Messtab derart in Verbindung gebracht, dass letzterer einerseits durch Kontakt auf das Zeigerwerk der an den zu untersuchenden Stab anzuschraubenden Messdose wirkte, während er am andern Ende in einer ebenfalls anzuschraubenden Klammer steckte. Die Uebersetzung war aber eine geringe, und anderseits war die Klammeranordnung eine unvollkommene. Es wurde nicht der Rand des Stabes gefasst, sondern man suchte der Schwerachse desselben so nahe wie möglich zu kommen, entsprechend dem eingangs geschilderten Stand der Erkenntniss der Kraftwirkungen, nach welchem man nur den in den Schwerachsen wirkenden Hauptspannungen Bedeutung beimass, die Zusatzspannungen nicht kannte oder nicht beachtete.

Herr *Rabut*, Oberingenieur an der französischen Westbahn, hat einerseits die Uebersetzung der Messdose vergrössert, die Messtange verkürzt und endlich die Klammern so eingerichtet, dass in der Messung die Kantenspannungen der Stäbe zum Ausdruck gelangten. Das so entstandene Instrument dürfte aber vorzugsweise nur zu Beobachtungen unter ganz ruhig fahrenden Lasten geeignet sein, denn es fehlen an seinen Klammern die am Fränkel'schen Dehnungsmesser vorhandenen Spitzen, die nach meinen Erfahrungen allein ein sicheres Sitzen auch bei etwelchen Erschütterungen zu ermöglichen scheinen.

Herr *Rabut*, der wie Herr *Manet* kein Patent auf seinen Apparat genommen, gestattete gütig die weitere Umformung desselben für die von uns verfolgten Zwecke.

In erster Linie schien mir eine stärkere Vergrösserung wünschenswert, und zwar eine tausendfache, einerseits um die Genauigkeit der Angaben zu erhöhen, anderseits um den Umfang der Teilscheibe besser auszunützen, da sich die zu beobachtenden Spannungen doch meist in mässigen Grenzen bewegen.

In zweiter Linie wünschte ich die Uebertragung der Bewegung des Messtabendes auf den Uebersetzungsmechanismus, welche beim Instrument *Rabut* durch blossen Kontakt geschieht, durch ein festes Gelenk zu bewerkstelligen, um bei Stössen ein weites Forwärtschleudern des Zeigers zu verhindern; es sollte damit auch die Benutzung des Instrumentes unter bewegter, mit Stössen

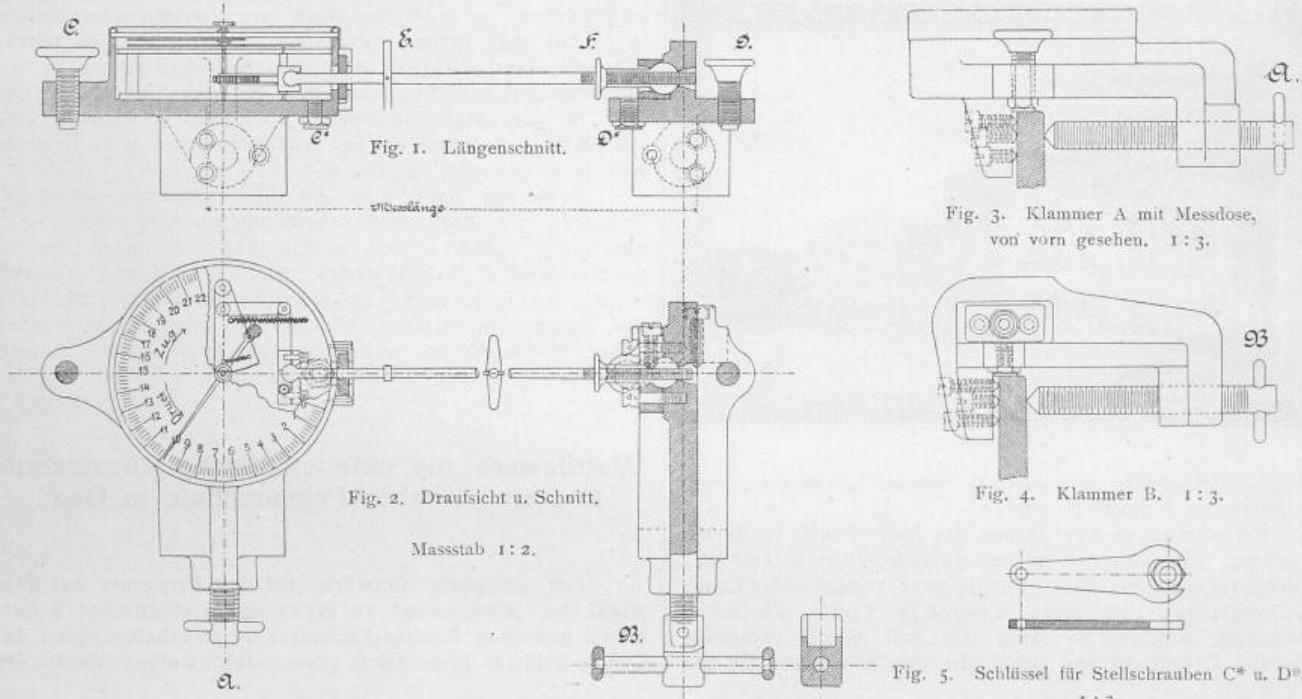
verbundener Last ermöglicht werden. Endlich war vorauszusehen, dass die vergrösserte Uebersetzung und die Verwendung des Instrumentes unter bewegter Last eine kräftigere Befestigung der Klemmern als durch blosse Reibung erfordern würde.

Herr Mechaniker Usteri, an den ich mich wandte, trat mit grosser Bereitwilligkeit auf meine Anschauungen und Wünsche ein, erstellte ein Probeinstrument und än-

ein gewisses Spiel und damit eine Vergrösserung der Zeigerausschläge zulassen. Immerhin scheint dieser Uebelstand jetzt auf das möglichste beschränkt, sodass, mit Ausnahme des Auftretens ganz heftiger Erschütterungen am untersuchten Teil, der Zeiger nicht über die wirklichen Spannungen hinausschlägt, unter ruhiger Fahrt natürlich gar nicht vibriert.

Die Befestigung der Klemmern geschieht jederseits

Dehnungsmesser Mantel. — Gebaut von Usteri-Reinacher in Zürich.



derte dasselbe entsprechend den Ergebnissen der von mir in grosser Anzahl vorgenommenen Messungsversuche mehrfach wieder ab, bis die jetzige Form erreicht war, welche nun meiner Ansicht nach allen billigen Anforderungen entspricht.

Das neue Instrument *Mantel-Rabut-Mantel*, welches ich der Einfachheit halber als Instrument „*Mantel*“ bezeichnen will, besitzt nun eine Messdose von tausendfacher Uebersetzung: eine Spannungsänderung von 100 Kg/cm^2 eines Schweisseisenstabes wird durch eine Bewegung von etwa 8 mm des Zeigerendes gegeben, wenn die Messstablänge 20 cm beträgt. Auf der Teilscheibe sind diese 8 mm in 5 Unterabteilungen geteilt, welche also unter obigen Voraussetzungen 20 Kg/cm^2 entsprechen würden; da die halben Teile, welche 10 Kg/cm^2 darstellen, noch leicht abgelesen werden können, so darf die Genauigkeit der Angaben als durchaus genügend bezeichnet werden.

Der Messstab endet beiderseits mit Kugelgelenken, von denen das eine im ersten Hebel der Messdose sitzt, das zweite in der zweiten Klammer. Eine Klemmschraube *F* stellt hier den Stab fest. Derselbe ist bis in seine Hälfte mit einem Schraubengewind versehen¹⁾, um die Messlänge verändern zu können. Nach Entfernung der Stellschraube *D* und Ersatz derselben durch die beigegebene, den Schrauben *C** und *D** entsprechende, kann die Messlänge durch Drehen am Stift *E* noch um etwa 5 cm verkürzt werden. Die Hoffnung, durch Einführen dieser Kugelgelenke jeden toten Gang im Apparat vermeiden d. h. auch die durch Stöße erzeugten Vibrationen der Spannungen genau messen zu können, ist nicht ganz in Erfüllung gegangen; es scheint, wie schon angedeutet, bis jetzt nicht möglich, einen völlig satten Gang eines solchen Uebersetzungsmechanismus zu erzielen, ohne die Einschaltung von Federwirkungen, welche ihrerseits wieder

mit Hülfe von zwei lotrecht übereinander liegenden Stahlspitzen, die durch die gegenüberliegende Klemmschraube etwas ins Eisen eingepresst werden, während ein dritter Kontaktpunkt, der die Ebene fest legt, also eine Verdrehung der Klammer verhindern soll, durch eine kleine Pendelsäule gebildet wird. Die Entfernung der Spitzen bestimmt natürlich die Messlänge. Eine weitere Sicherung der Klemmern wird durch die Stellschrauben *C* *D** erreicht, die ein Kippen derselben verhüten sollen. Auf eine möglichst tadellose Befestigung beider Klemmern musste das grösste Gewicht gelegt werden, weil bei der Kleinheit der Messlänge und der Grösse der Uebersetzung jede Bewegung derselben sich fühlbar macht, namentlich dadurch dass der Zeiger nicht mehr genau auf die Ausgangsstelle der Beobachtung zurückgeht.

Beim Anlegen des Instrumentes an einen zu untersuchenden Stab ist in erster Linie darauf zu achten, dass die Stellschrauben *C* und *C** *D** zur Berührung mit der Kante desselben kommen. Dann werden zuerst die Klemmschrauben *A* *B* kräftig mit Hülfe des grössten Schlüssels (in der Zeichnung auf Klammer *B* sitzend) angezogen. Darauf wird durch Rechtsdrehen des Griffes *E* der bewegliche Zeiger ungefähr in die Mitte der Teilung gebracht und der feste (Stell)-Zeiger über den beweglichen gestellt. Hierauf wird die Stellschraube *C* mässig angezogen, wobei sich der bewegliche Zeiger nach links verstellt; mit dem kleinen Schlüssel wird jetzt die Stellschraube *C** soweit rechts herumgedreht, bis der bewegliche Zeiger wieder auf den festen zurückgekommen ist.

Genau in der gleichen Weise verfährt man bei der Befestigung der rechts angeordneten Klammer. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass durch ungleichmässiges Anziehen der Stellschrauben eine Tendenz zum Verdrehen

1) In der Zeichnung etwas zu kurz angegeben.

Durch ein Versehen meinerseits wurde der Massstab des Klynometers in voriger Nummer zu 1:12 statt 1:5 angegeben. G. M.

in die Klammern hinein gebracht wird. Diese würde sich in unliebsamer Weise dadurch bemerkbar machen, — namentlich bei Befestigung des Instrumentes an Brückenteilen, die starken Erschütterungen unterworfen sind — dass der bewegliche Zeiger nach der Belastung nicht genau in

Wettbewerb für eine städtische Kunst- und eine Primarschule in Genf.

II. Preis. Entwurf von Arch. De Morsier Frères & Weibel in Genf.



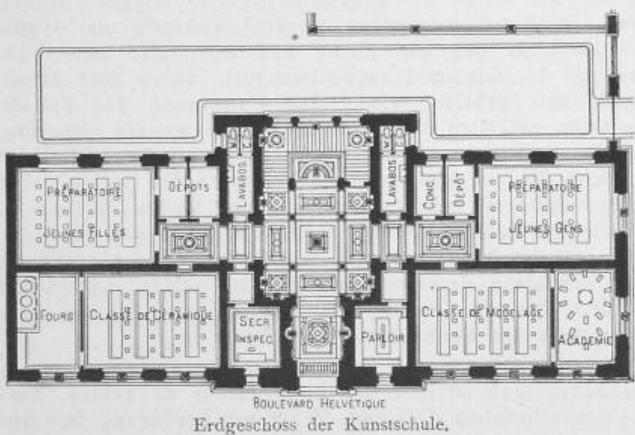
Perspektive.

die Anfangsstellung zurückkehren würde. Zuletzt ist noch die Schraube F festzustellen.

Bei oftmaliger Befestigung des Instrumentes ist darauf zu achten, dass von Zeit zu Zeit die Schrauben $C D C^* D^* E$ zurückgeschraubt werden. Die letztere reguliert die Länge des Messtabes; soll diese wesentlich kürzer als 20 cm genommen werden, so wird die mit Kopf versehene Schraube D entfernt und durch die den Schrauben C^* und

Wettbewerb für eine städtische Kunstscole und eine Primarschule in Genf.

II. Preis. Entwurf von Arch. De Morsier Frères & Weibel in Genf.



Erdgeschoss der Kunstscole.

citätsmodul als 2000 t/cm^2 und für andere Messlängen als 20 cm sind diese Werte $0,01 E : l$ zu multiplizieren. Benutzt man bei Flusseisen eine Messlänge von $21 - 21,5 \text{ cm}$, so geben die Ablesungen am Zeiger wieder unmittelbar die Spannungen.

Während der Beobachtung ist nicht zu unterlassen, mit einem leichten Gegenstand, z. B. dem kleinen Schlüssel den Messtab in der Nähe der Messdose fortwährend leicht anzuklopfen. Sollte, was meistens der Fall sein wird, der Zeiger nach der ersten Messung trotzdem nicht vollständig zurückgehen, so wird das nach der zweiten oder dritten Belastung fast immer geschehen, doch scheint es vorzukommen, dass wirklich manchmal Nachspannungen in den Brückenteilen zurückbleiben, die bei der Ueberfahrt der Last in der entgegengesetzten Richtung oft wieder verschwinden. Reibung an den Auflagern kann z. B. Ursache solcher Erscheinungen sein u. s. w.

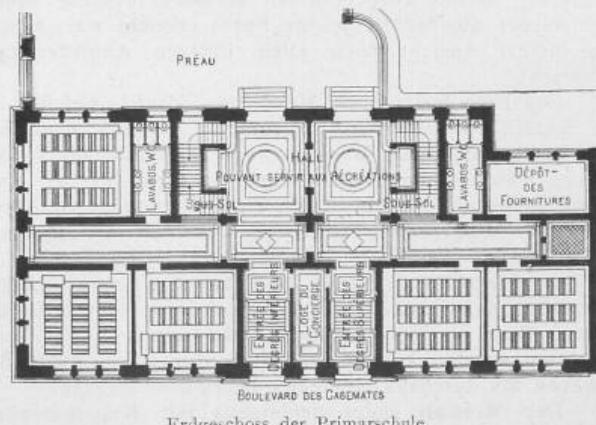
Immerhin wird man gut thun, nach den ersten Belastungen die Klemmschrauben nachzuziehen, wenn sich dies nötig erweist, auch leichte Erschütterungen des zu untersuchenden Brückenteiles sind vorteilhaft, während scharfe Erschütterungen ein etwelches unrichtiges Springen des Zeigers veranlassen können; im allgemeinen werden daher Beobachtungen unter langsam bzw. mässig schnell fahrender Belastung die besten Resultate ergeben.

(Schluss folgt.)

Wettbewerb für eine städtische Kunstscole und eine Knaben-Primarschule in Genf.

I.

Um geeignete Entwürfe für den Bau einer auf dem Areal der „Casemates“ zu errichtenden städtischen Kunstscole und einer Knaben-Primarschule zu erhalten, hatte der Genfer Stadtrat Ende April vorigen Jahres einen öffentlichen



Erdgeschoss der Primarschule.

D^* gleiche, dem Apparat beigegebene Schraube ersetzt, worauf es möglich ist, den Messtab, wie schon erwähnt, bis auf etwa 15 cm zu verkürzen.

Die in die Rechnung einzuführende Messlänge wird natürlich zwischen den festen Doppelspitzen der Klammern gemessen.

Nach der Formel $\sigma = \Delta l \cdot \frac{E}{l}$, — wobei σ = Spannung, E = Elastizitätsmodul, l = Messlänge, Δl = Längenänderung derselben — entspricht einer Verlängerung der Messlänge um $0,01 \text{ cm}$ eine Spannung von $0,01 E : l$, d. h. von $\sigma = 1 \text{ t/cm}^2$ für Schweisseisen und eine Messlänge von 20 cm . Die Längenänderung von $0,01 \text{ cm}$ ist aber auf der Teilscheibe durch 10 ganze Teile dargestellt, da die Vergrösserung eine tausendfache ist, folglich stellt ein Teil eine Spannungsänderung von 100 kg/cm^2 dar und die Unterabteilungen geben 20 kg an. Für Material mit anderm Elasti-

Wettbewerb unter den schweizerischen und in der Schweiz niedergelassenen Architekten¹⁾ eröffnet. Nachstehender Situationsplan (S. 62) gibt über die Lage des Bauplatzes für beide Gebäude Aufschluss. Bezüglich der äusseren Erscheinung dieser Schulgruppe war zu beachten, dass das geplante städtische Museum sich voraussichtlich ganz in der Nähe derselben, auf benachbartem Terrain, erheben wird.

Laut Programm sollte die aus Untergeschoss, Erdgeschoss und drei Obergeschossen bestehende Kunstscole enthalten im Erdgeschoss und in den drei Obergeschossen: je vier Unterrichtsräume von 70 m^2 Fläche mit kleineren Annexräumen von $16 - 32 \text{ m}^2$, ferner im Erdgeschoss ein

¹⁾ Dieser im Programm ausgesprochene *allgemeine* Charakter des Wettbewerbs wurde allerdings illusorisch, da man es s. Z. in Genf vergessen hatte, durch das offizielle Organ der schweizerischen Architekten auch diejenigen der *deutschen Schweiz* von der Konkurrenz-Ausschreibung in Kenntnis zu setzen.
Die Red.