

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: 14.04.2026

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

Transformatorstation 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 Transformatorstation 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 Transformatorstation herbeiführt. Die durchschnittliche Belastungszeit einer Transformatorstation 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 giebt unmittelbar die für den Brückeningenieur 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 Vibrationen keine vergrösserten Ausschläge geben würde. Ist es doch kaum möglich, nur die Befestigung der Klammern derart zu bewirken, dass unter heftigen Vibrationen 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 hie 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 Messtelle macht. Ein weiterer Vorteil eines kleinern Apparates besteht in der kleinern Messlänge, d. h. der kleinern Länge der eingespannten Stabfaser.

Die Biegungsspannung in den zu untersuchenden Stäben ist selten auf grössere Länge konstant; um mit langen Masstäben die Grösstwerte in der Nähe der Knotenpunkte oder der Stabenden zu erhalten, müssen daher mehrere Messungen mit verschobenem Apparat gemacht werden können; jede Messung giebt 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 kleinern 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 andererseits 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 Erkenntnis 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 Messstange 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, andererseits 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 Fortwärtsschleudern des Zeigers zu verhindern; es sollte damit auch die Benutzung des Instrumentes unter bewegter, mit Stössen

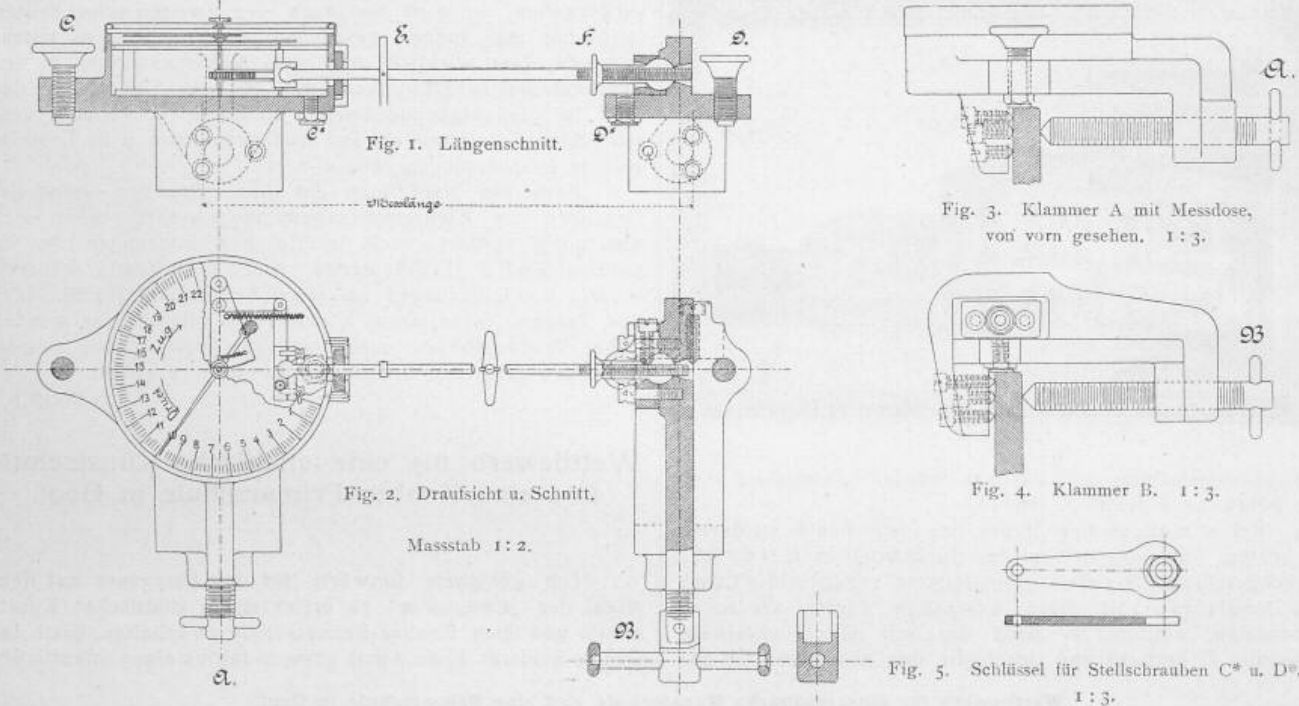
verbundener Last ermöglicht werden. Endlich war voraus-
zusehen, dass die vergrößerte Uebersetzung und die Ver-
wendung des Instrumentes unter bewegter Last eine
kräftigere Befestigung der Klammern als durch blosse
Reibung erfordern würde.

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 Uebel-
stand 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 Klammern geschieht jederseits

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



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

Das neue Instrument *Manet-Rabut-Mantel*, welches ich
der Einfachheit halber als Instrument „Mantel“ bezeichnen
will, besitzt nun eine Messdose von tausendfacher Ueber-
setzung: eine Spannungsänderung von 100 Kg/cm^2 eines
Schweisseisenstabes wird durch eine Bewegung von etwa
8 mm des Zeigerendes gegeben, wenn die Messtablänge
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 Messtab endet beiderseits mit Kugelgelenken,
von denen das eine im ersten Hebel der Messdose sitzt,
das zweite in der zweiten Klammer. Eine Klemm-
schraube *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 bei-
gegebene, 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 Ein-
schaltung von Federwirkungen, welche ihrerseits wieder

mit Hilfe von zwei lotrecht übereinander liegenden Stahl-
spitzen, die durch die gegenüberliegende Klemmschraube
etwas ins Eisen eingepresst werden, während ein dritter
Kontaktpunkt, der die Ebene fest legt, also eine Ver-
drehung der Klammer verhindern soll, durch eine kleine
Pendelsäule gebildet wird. Die Entfernung der Spitzung
bestimmt natürlich die Messlänge. Eine weitere Sicherung
der Klammern wird durch die Stellschrauben *C D C* D**
erreicht, die ein Kippen derselben verhüten sollen. Auf
eine möglichst tadellose Befestigung beider Klammern
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 Aus-
gangsstelle der Beobachtung zurückgeht.

Beim Anlegen des Instrumentes an einen zu unter-
suchenden Stab ist in erster Linie darauf zu achten, dass
die Stellschrauben *C D* und *C* D** zur Berührung mit der
Kante desselben kommen. Dann werden zuerst die
Klemmschrauben *A B* kräftig mit Hilfe des grössern
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 ange-
zogen, wobei sich der bewegliche Zeiger nach links ver-
stellt; mit dem kleinen Schlüssel wird jetzt die Stell-
schraube *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

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

¹⁾ In der Zeichnung etwas zu kurz angegeben.

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.



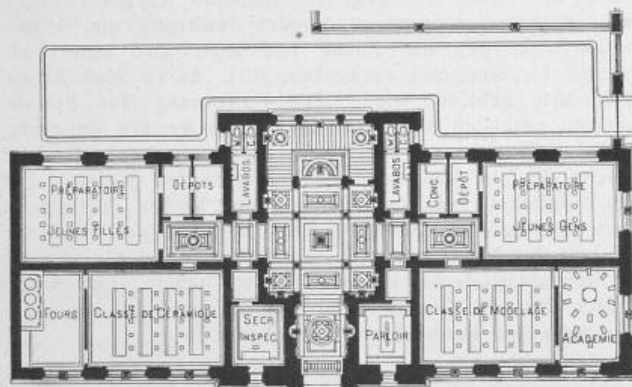
Perspektive.

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

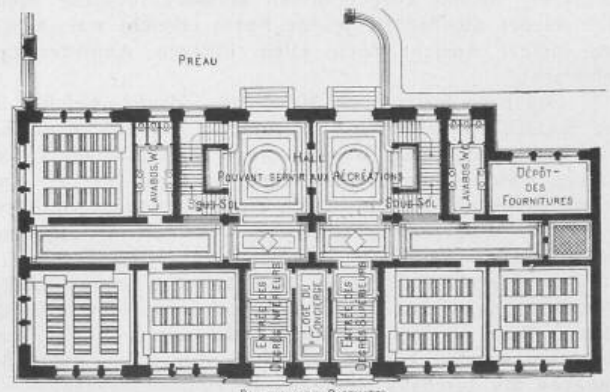
Bei oftmaliger Befestigung des Instrumentes ist darauf zu achten, dass von Zeit zu Zeit die Schrauben *C D C* D* E* zurückgeschraubt werden. Die letztere reguliert die Länge des Messtabes; soll diese wesentlich kürzer als 20 cm genommen werden, so wird die mit Kopf versehene Schraube *D* entfernt und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

Wettbewerb für eine städtische Kunstschule und eine Primarschule in Genf.

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



Erdgeschoss der Kunstschule.



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 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 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 andern Elasti-

zitätsmodul 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 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 Kunstschule und eine Knaben-Primarschule in Genf.

I.

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

1:500.

Wettbewerb unter den schweizerischen und in der Schweiz niedergelassenen Architekten¹⁾ eröffnet. Nachstehender Situationsplan (S. 62) giebt 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 Kunstschule enthalten im Erdgeschoss und in den drei Obergeschossen: je vier Unterrichtszimmer von 70 m^2 Fläche mit kleineren Annexräumen von 16—32 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.