

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 43/44 (1904)
Heft: 21

Wettbewerbe

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: 04.02.2026

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

Die theoretische Untersuchung der Knickungsvorgänge eines auf Biegung beanspruchten, gleichmässig belasteten, freiliegenden, seitlich nicht gestützten Trägers ist eine sehr schwierige und soll hier nicht näher behandelt werden. Es sei nur darauf hingewiesen, dass bei einem solchen Träger folgende Ursachen zu berücksichtigen sind:

1. die von den Enden gegen Trägermitte nach parabolischem Gesetze zunehmende Druckkraft in der einen Gurtung, die zuletzt das Ausknicken verursachen wird;

2. die Quersteifigkeit des ganzen Balkens, d. h. sowohl der auf Zug wie der auf Druck beanspruchten Hälften des Querschnittes;

3. die in der Zuggurtung wirkende Kraft, die für jeden Querschnitt gleich und entgegengesetzt der Kraft in der Druckgurtung ist.

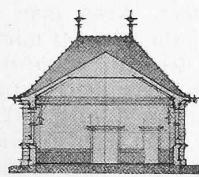
Das Problem hat grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des Ausknickens ausserhalb der Trägerebene von sich kreuzenden Fachwerkstreben, ein Problem, das theoretisch 1894 in den „Annales des Ponts et Chaussées“ von Jasinsky gelöst wurde. Die Lösung wird auch in unserm Fall eine ähnliche sein und es wird die Knickkraft in der Druckgurtung aus einer Summe der folgenden zwei Kräfte bestehen:

1. die Knickkraft eines nur auf Druck beanspruchten Stabes mit einem Querschnitt gleich dem Gesamtbalken-Querschnitte;

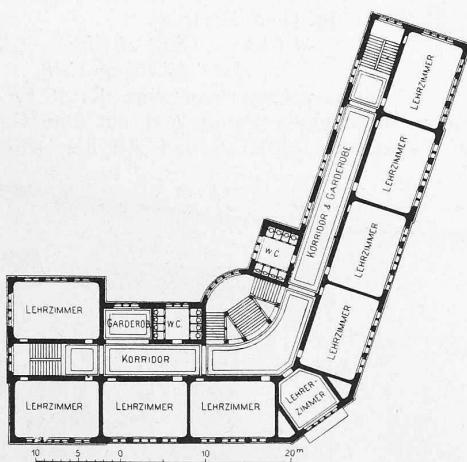
2. die in der Zuggurtung wirkende Kraft.



Ansicht der Turnhalle. — Masstab 1:600.



Schnitt der Turnhalle. Nur innerhalb der Elastizitätsgrenze des Materials und bei genügend starkem Stege wäre ein solcher Schluss richtig; dies würde zum Ergebnisse führen, dass bei den gewöhnlichen Verhältnissen von Trägerhöhe zur Stützweite ein seitliches Ausknicken infolge der Belastung in der Symmetrie-Ebene des Trägers theoretisch nicht eintritt; diese Ableitung ist jedoch für solche Fälle der Anwendung ebenso wenig in der Lage, die Knickbelastung des Balkens anzugeben, wie die Formel von Jasinsky die effektive Tragkraft für eine auf Druck beanspruchte Strebe eines



Grundriss vom I., II. und III. Stockwerk. — 1:800.

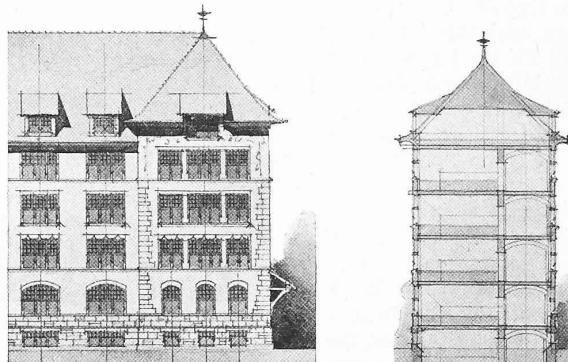
mehrteiligen Fachwerkträgers angeben kann. Die Beschaffenheit des Materials wird bei diesen Untersuchungen unberücksichtigt gelassen, obwohl dieselbe die Hauptrolle bei solchen Knickvorgängen spielt. Nur Versuche können aber die Fragen der Beschaffenheit des Materials beantworten. (Schluss folgt.)

Wettbewerb für ein Mädchen-Primarschul-Gebäude in St. Gallen.

II.

Unter Hinweis auf das in Nr. 19 veröffentlichte preisgerichtliche Gutachten mit Darstellungen der beiden II. Preise geben wir nachstehend noch den mit einem III. Preis aus-

III. Preis. — Motto: Epheu (gez.). — Verf.: Arch. Ubaldo Grassi.



Teil der Hoffassade. — 1:600. — Querschnitt.

gezeichneten Entwurf Nr. 95 mit dem Merkzeichen Epheu (gez.) von Architekt Ubaldo Grassi in Neuenburg, sowie das Projekt Nr. 105 mit dem Merkzeichen: Winkel, Zirkel und Stern (gez.) von Architekt Hermann Weideli aus Oberhofen (Thurgau) z. Z. in Mannheim, das mit einem IV. Preis bedacht worden ist.

Über Kräftezerlegung.

Von A. Kiefer in Zürich.

1. Eine häufig vorkommende Aufgabe besteht darin, dass in der Ebene eine Kraft EF in zwei Komponenten zu zerlegen ist, von denen die eine auf eine gegebene Gerade g fällt und die andere durch einen gegebenen Punkt C geht. (Abb. 1). Zieht man FB parallel CE und dann EA parallel CB , so ist AB die Komponente, die auf g fällt; legt man durch A die Parallele zu BF und durch F die Parallele zu AE und ist D der Schnittpunkt der zwei Parallelen, so ist CD die Komponente durch C . Dabei besteht die Probe, dass die Verlängerungen von CD und EF sich auf g schneiden. Man bemerkt, dass für die zweite Komponente der gegebene Punkt C der Anfangspunkt ist. Die Konstruktion kann auch so eingerichtet werden, dass die Komponente auf g einen gegebenen Anfangspunkt A hat (Abb. 2). In diesem Falle zieht man die Gerade g' durch den gegebenen Punkt, der jetzt O heissen mag, nach dem Schnittpunkt von g und EF , legt durch F die Parallele FD zu EA und durch F die Parallelen FB , EC zu AD . Die gesuchten Komponenten sind AB und CD und es be-

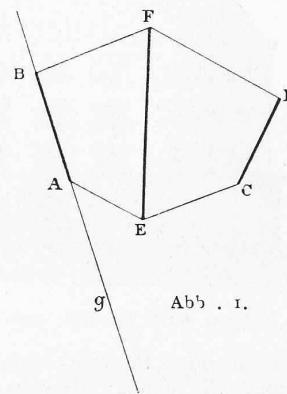


Abb. 1.

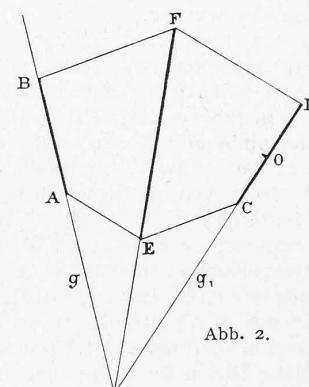


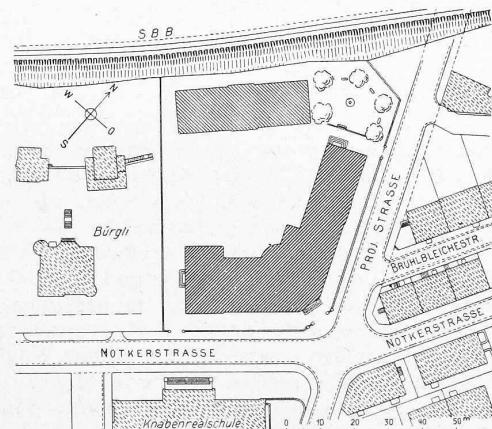
Abb. 2.

Angriffspunkte ist variabel; bei unsren Versuchen betrug derselbe konstant 50 cm, somit war die doppelte konzentrierte Last gleich der gleichmässig verteilten Belastung auf den laufenden Meter,

2. der Balken ruht oben auf Schneiden und wird von unten belastet; die Schneiden sind in einem Rahmen eingefasst, welcher am untern Teile pendeln kann; die Längenänderungen der an ihren Enden gestützten Fasern können somit ohne Störung der innern Spannungen stattfinden.

3. die Einzellasten wirken mittels Pressen mit eingeschliffenen Kolben, also ohne Dichtung und Reibung; als Flüssigkeit wird Ricinusöl verwendet. Die Lagerung jeder Presse ist unten mit einer Stahlkugel, oben mit zwei senkrecht zu einander liegenden Kippvorrichtungen durchgeführt; jeder Zylinder kann somit nur in seiner Achse eine Kraft ausüben und die Möglichkeit eines seitlichen Stützens des Balkens am Angriffspunkte der Einzellasten ist ausgeschlossen. Damit die Kolben in unbelastetem Zustande sich vertikal stellen, sind am untern Teile jedes Zylinders vier Bolzen mit Spiralfedern angebracht worden. Das Verstellen eines Zylinders aus der normalen Lage erfordert infolge dieser Federn eine geringe, oben angreifende horizontale Kraft von etwa 1 kg.

Die Einzellasten werden mittels Quecksilbersäulen an



Lageplan. — Masstab 1:2000.

Skalen abgelesen; die eine Skala geht bis 3 t, die andere bis 18 t für jede Presse (rund 126 t Gesamtlast).

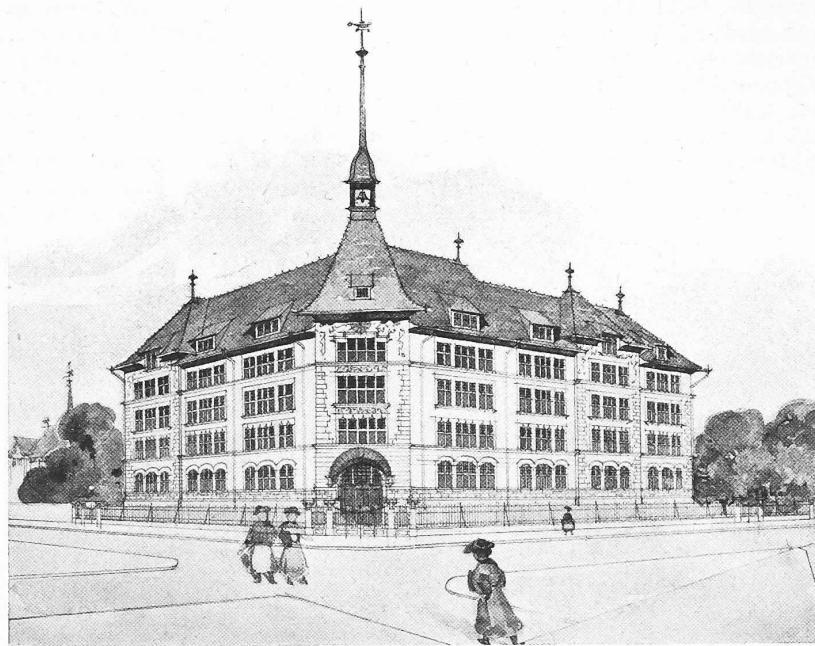
Der Versuch mit einem Balken gestaltet sich nun ganz anders als nach üblicher Weise mittels Eindrücken eines Stempels in der Mitte. Der Träger muss mit grosser Sorgfalt derart gelagert werden, dass sämtliche Kräfte möglichst genau in seiner Mittelebene wirken; die Belastung zeigt recht bald durch Verdrehen des Balkens, ob diese Bedingungen erfüllt sind. Bei fortschreitender Belastung ist der Balken

gegen seitliches Ausknicken auf seine eigene Seitensteifigkeit angewiesen.

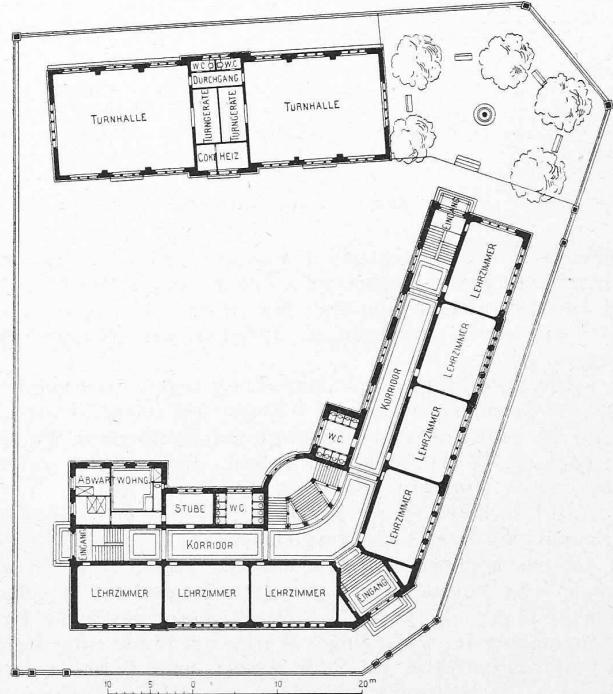
Allerdings muss hervorgehoben werden, dass gerade bei eisernen Balken ein seitliches Stützen derselben in den meisten Fällen vorkommt und dann ein Ausweichen oder Ausknicken ausgeschlossen ist. Für solche Fälle bietet die Fortsetzung des Biegeversuches eines flüssig-eisernen Trägers kein besonderes Interesse; ein Bruch tritt selten ein und die Probe pflegt unterbrochen zu werden, nachdem die Durchbiegung einen beträchtlichen Wert erreicht hat, so z. B. bei Biegeproben von Schienen auf 1 m Stützweite, bei 10 cm Einsenkung in der Mitte. Es kommt aber der Erprobung eines seitlich nicht gestützten Balkens eine höhere Bedeutung zu, indem dadurch das effektive Mass der Sicherheit für viele Anwendungen gegeben wird, so z. B. für Träger unter den Schienen von Laufkrahnen, für frei liegende Unter-

züge und Pfetten, für Längsträger bei Bahn-Brücken ohne sekundären Windverband u. a. m.

Es ist gebräuchlich, die Dimensionierung von I-Balken auf Biegung ohne Rücksicht auf die seitliche Steifigkeit der-



Perspektivische Ansicht von Osten.



Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1:800.

selben durchzuführen; durch Erprobung von seitlich nicht gestützten Trägern wird die Grösse der zulässigen Belastung eine Einschränkung erfahren und eine Erhöhung der effektiven zu erreichenden Sicherheit in manchen Fällen zur Folge haben.

Wettbewerb für ein Mädchen-Primarschul-Gebäude in St. Gallen.

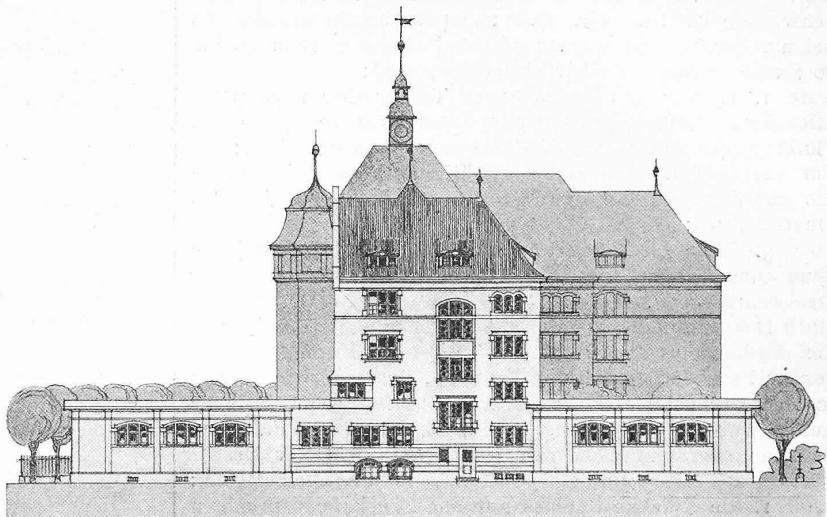
III. Preis. — Motto: Ephu (gez.). — Verfasser: Arch. Ubaldo Grassi in Neuenburg.

steht die Probe, dass BC parallel EA und FD sein muss. Diese Konstruktionen bedürfen keines Beweises, indem sie in der Art der Kräftezusammensetzung begründet sind, die bereits in Nr. 6 des laufenden Bandes der schweiz. Bauzeitung auseinandergesetzt ist.

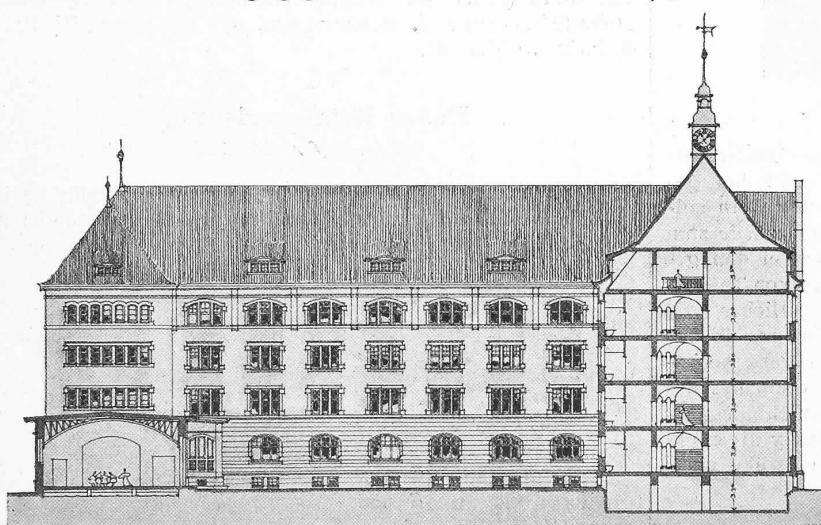
2. Die Konstruktionen ändern sich nicht, wenn g parallel EF ist, ferner wenn O im Unendlichen liegt. Die Abbildungen zeigen auch die Lösung der Aufgabe, eine Kraft EF im Raum in zwei Komponenten zu zerlegen, von denen die eine in eine gegebene Ebene fällt und die andere durch einen gegebenen Punkt geht. In Abbildung 1 sind A, B die Schnittpunkte der Ebene mit den Hilfslinien FB und EA und in der Abbildung 2 geht g^1 nach dem Schnittpunkt von EF mit der Ebene und es ist darauf zu achten, dass OA die Gerade EF schneidet, d. h. in der durch O und EF bestimmten Ebene liegt.

3. Die Abbildungen 1 und 2 lösen ferner die Aufgabe, wenn zwei Kräfte EF , AB gegeben sind, eine dritte Kraft CD zu konstruieren, sodass EF die Resultierende von AB und CD ist. Verschiebt man dabei EF parallel zu sich selber und lässt die Größe konstant, so verschiebt sich auch CD parallel und behält die Größe. Wenn also von EF Größe und Richtung gegeben sind, so darf man auf

Wettbewerb für ein Mädchen-Primarschul-Gebäude in St. Gallen.
IV. Preis. Motto: Winkel, Zirkel und Stern (gez.). — Verf.: Arch. H. Weideli in Mannheim.



Ansicht von Norden. — Masstab 1:600.



Schnitt durch Turnhalle und Vordergebäude sowie Hoffassade. — Masstab 1:600.

CD noch einen Punkt O beliebig wählen und kann dann EF und CD finden. Hieron soll später eine Anwendung gemacht werden.

4. Eine Kraft EF kann auf unendlich viele Arten in drei Komponenten zerlegt werden, von denen die eine durch einen gegebenen Punkt O geht und die zwei andern auf gegebene Geraden g, l fallen. Wählt man die Wirkungslinie der Komponente durch O , so kann man EF in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine auf die gewählte Wirkungslinie fällt und die andere durch den Schnittpunkt von g, l geht; die letztere gibt dann die zwei Komponenten nach g, l . Wählt man umgekehrt die eine dieser Komponenten z. B. K auf g , so sind die beiden andern bestimmt; man konstruiert nach Abschnitt 3 eine Kraft, die mit K die Resultierende EF hat und zerlegt dann die Kraft nach l und O . Es findet also eindeutiges Entsprechen statt. Durch die Komponente auf g ist diejenige auf l eindeutig bestimmt und umgekehrt. Gibt man den Komponenten auf g, l je einen festen Punkt als Anfangspunkt, so müssen daher die Endpunkte projektivische Punktreihen beschreiben; die Verbindungsgeraden ihrer entsprechenden

Endpunkte umhüllen einen Kegelschnitt und zwar eine Parabel, weil, wenn die eine Komponente unendlich gross wird, auch die andere unendlich wird. Die Berührungs-
punkte der Parabel mit g, l sind die Endpunkte derjenigen

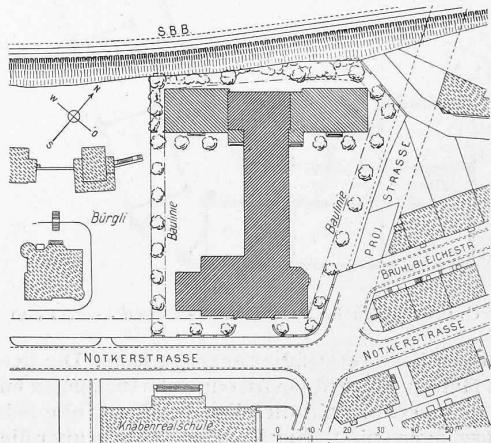
Komponenten, deren entsprechende ihren Endpunkt im Schnittpunkt von g, l haben. Man kann noch fragen, was die Endpunkte der Komponenten durch O für eine Kurve bilden, wenn O als Anfangspunkt gewählt wird. Die Kurve entsteht, wenn man in Abbildung 1, wo der feste Punkt O mit C bezeichnet ist, C, EF festhält, g um den Schnittpunkt mit l , der auf g beliebig angenommen werden darf, dreht, FD parallel CB zieht und C immer mit dem Schnittpunkt von g und EF verbindet; sie ist nämlich das Erzeugnis der beiden perspektivischen Strahlenbüschel mit den Scheiteln C, F , das ist eine Gerade, die parallel zur Verbindungsgeraden von O mit dem Schnittpunkt von g, l liegt.

5. Aus Abbildung 1 folgt wegen der Gleichheit der Grundlinien und Höhen der bezüglichen Dreiecke

$$\angle CEF = \angle CEB; \angle CBE = \angle CBA;$$

also $\angle CEF = \angle CAB,$

d. h. zerlegt man eine Kraft EF in zwei Komponenten durch einen Punkt und auf eine Gerade, so bildet der Punkt mit der Kraft und mit der Komponente



Lageplan. — Masstab 1:2000.

auf der Geraden Dreiecke gleichen Inhalts; das statische Moment der Kraft für den Punkt ist gleich dem Moment der Komponente, $P \cdot x = P' \cdot a$, wenn Kraft und Komponente P, P' und ihre Abstände von dem Punkt x und a heissen. Zerlegt man jede Kraft eines ebenen Kräftesystems in Komponenten durch einen festen Punkt O und auf eine feste Gerade g , so ist die Summe der statischen Momente aller Kräfte für den Punkt $\Sigma P_x = a \Sigma P'$. Für $a = 1$ wird also die Summe der Momente durch die Strecke $\Sigma P'$ dargestellt, (Man kann nach Abb. 2 die Konstruktion so einrichten, dass sich die Komponenten P^1 von selbst summieren, indem man den Endpunkt einer jeden als Anfangspunkt der folgenden wählt; ferner kann man die Komponenten durch O weglassen). Denkt man sich jetzt die Resultierende des Kräftesystems hergestellt, in entgegengesetztem Sinne genommen und ebenfalls in zwei Komponenten durch O und auf g zerlegt, so müssen alle Komponenten im Gleichgewicht sein. Das ist nur möglich, wenn die Komponenten durch O für sich und ebenso die Komponenten auf g im Gleichgewichte sind. Also muss die Komponente der Resultierenden auf g gleich und entgegengesetzt der Summe der andern Komponenten auf g sein, d. h. das Moment der Resultierenden eines ebenen Kräftesystems für einen beliebigen Punkt ist gleich der algebraischen Summe der Momente aller Kräfte.

6. Bringt man jede Kraftkomponente P' auf die Wirkungslinie der Kraft P , aus welcher sie entstanden ist, und zerlegt neuerdings jede Kraft P' in eine Komponente durch O und eine solche auf g , so ist, wenn die letztere P'' heisst $P' \cdot x = P'' \cdot a$.

Nun war $P \cdot x = P' \cdot a$,

also durch Multiplikation

$$P \cdot P \cdot x^2 = P' \cdot P'' \cdot a^2.$$

Indem man durch P' dividiert

$$P \cdot x^2 = P'' \cdot a^2.$$

Summiert, da a^2 konstant,

$$\Sigma(P \cdot x^2) = a^2 \Sigma P'.$$

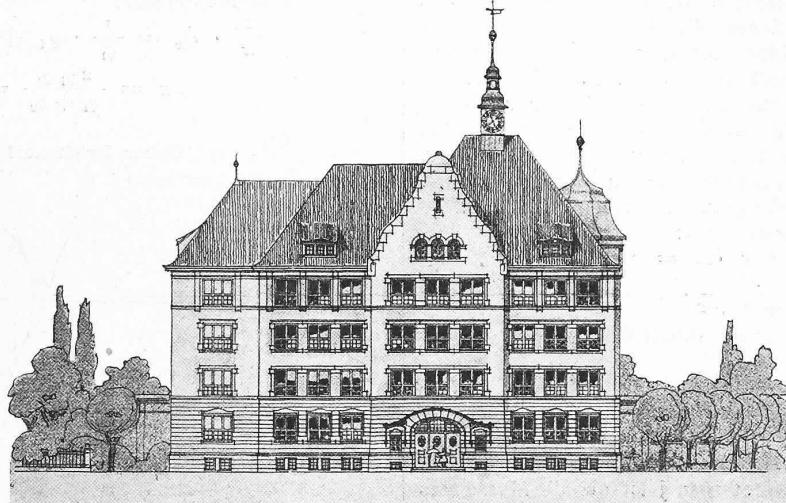
Für $a = 1$ stellt also $\Sigma P'$ die Summe der Momente zweiter Ordnung aller Kräfte P in bezug auf den Punkt O dar. Bei der Konstruktion kann man wieder die Komponenten durch O weglassen. Die Wiederholung des Verfahrens gibt successive die Summe der Momente dritter Ordnung, vieter Ordnung usw.

7. Wenn die Strecken, welche die Kräfte P darstellen, so liegen, dass der Endpunkt einer jeden mit dem Anfangspunkt der folgenden zusammenfällt, und wenn die Strecken ein geschlossenes Polygon bilden, das im übrigen beliebig verläuft, so stellt bekanntlich $\Sigma(P_x)$ den doppelten Inhalt des Polygons dar. Derselbe wird also, wenn $a = 1$ ist, durch die Linie $\Sigma P'$ repräsentiert. Die Linien P' stellen die Inhalte der Dreiecke dar, welche der

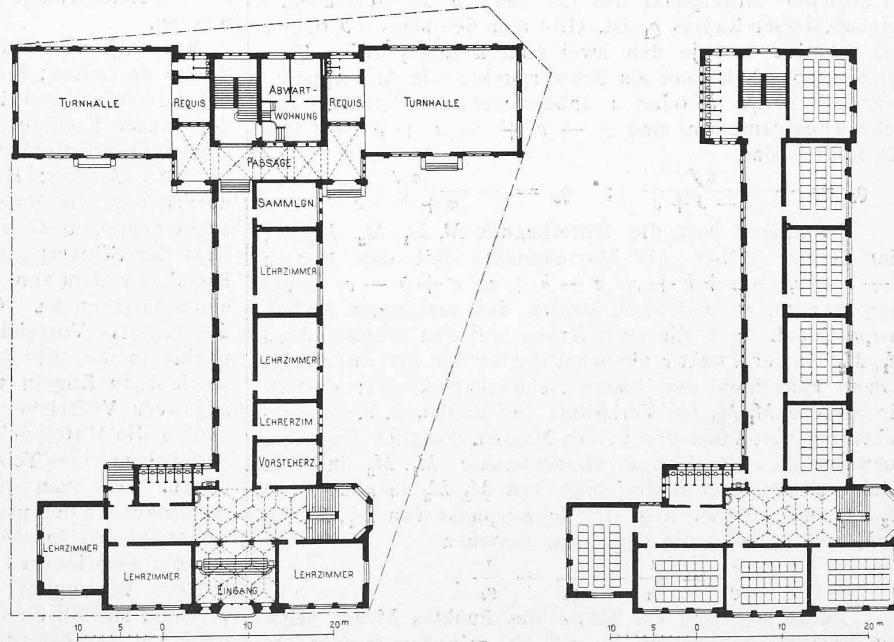
Punkt O mit den einzelnen Seiten des Polygons bestimmt. Die Richtung jeder Linie P' auf g hängt von dem Vorzeichen des entsprechenden Dreiecksinhaltes ab.

8. Es kann vorkommen, dass von einem ebenen System von Kräften, deren Komponenten durch O und auf g bestimmt sind, die Resultierende anzugeben ist. Anstatt in diesem Falle die Methode des kreuzweisen Ziehens von parallelen Hülfsgeraden anzuwenden, vereinigt man die Komponenten durch O und auch diejenigen auf g und bestimmt die Resultierende der zwei so entstandenen Kräfte. Diese Art der Zusammensetzung ist bei einer grossen Anzahl von Kräften und insbesondere wenn die Wirkungslinien der Kräfte zu g parallel sind, geradezu von Vorteil; im letztern Fall braucht man nämlich die Komponenten durch O gar nicht aufzusuchen. Zunächst sei darauf hingewiesen, dass man die Grössen der Komponenten einer Kraft auf zwei zu ihr parallelen Geraden findet, indem

man durch Anfangs- und Endpunkt der Kraft in beliebiger Richtung parallele Geraden legt und in dem Parallelogramm, das sie mit den ersten zwei Parallelen bestimmen, eine Diagonale zieht; sie teilt die Kraft in zwei Teile, die gleich den Komponenten sind. Ist für Kräfte mit parallelen Wirkungslinien auf einer zu ihnen parallelen Geraden die Kraft $\Sigma P'$ bestimmt, so findet man also die Resultierende der Kräfte



Fassade gegen Süden. — Masstab 1:600.



Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1:800. — Grundriss vom II. Stockwerk.

folgendermassen. Man trägt auf g von dem Anfangspunkt von $\Sigma P'$ aus ΣP ab, verbindet O mit dem gemeinsamen Anfangspunkt und mit dem Endpunkt von ΣP , zieht dann durch den Endpunkt von $\Sigma P'$ die Parallele zur ersten Linie und schneidet mit der zweiten. Der Schnittpunkt ist ein Punkt der gesuchten Resultierenden. Diese Konstruktion