

Objektyp: **Competitions**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **43/44 (1904)**

Heft 21

PDF erstellt am: **08.08.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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:

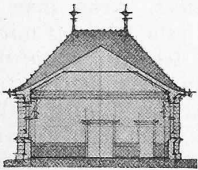
1. die von den Enden gegen Trägermitte nach parabolischem Gesetze zunehmende Druckkraft in der einen Gurtung, die zuletzt das Ausknicken verursachen wird;
2. die Quersteifigkeit des ganzen Balkens, d. h. sowohl der auf Zug wie der auf Druck beanspruchten Hälfte des Querschnittes;
3. die in der Zuggurtung 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-Querschnitt;
2. die in der Zuggurtung wirkende Kraft.



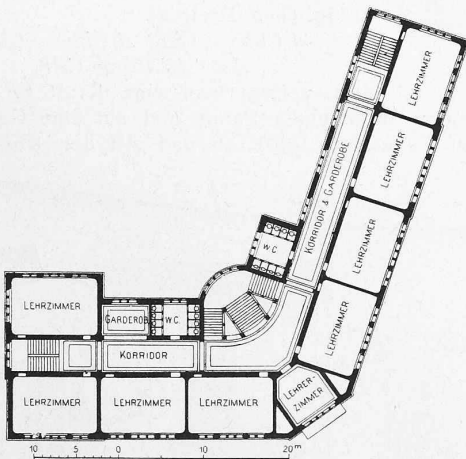
Ansicht der Turnhalle. — Masstab 1 : 600.



Schnitt der Turnhalle.

Nur innerhalb der Elastizitätsgrenze des Materiales 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

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



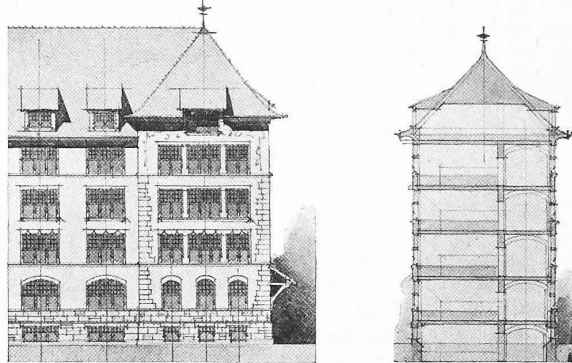
Grundriss vom I., II. und III. Stockwerk. — 1 : 800.

## 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.

## Ueber 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 Anfangspunkt  $C$  der Anfangspunkt  $A$  hat (Abb. 2). In diesem Falle zieht man die Gerade  $g^1$  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  $F$  und  $E$  die Parallelen  $FB$ ,  $EC$  zu  $AD$ . Die gesuchten Komponenten sind  $AB$  und  $CD$  und es be-

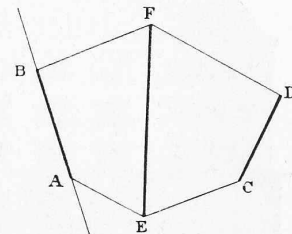


Abb. 1.

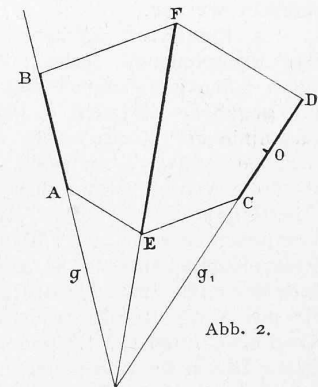


Abb. 2.

Angriffspunkte ist variabel; bei unsern 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

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.

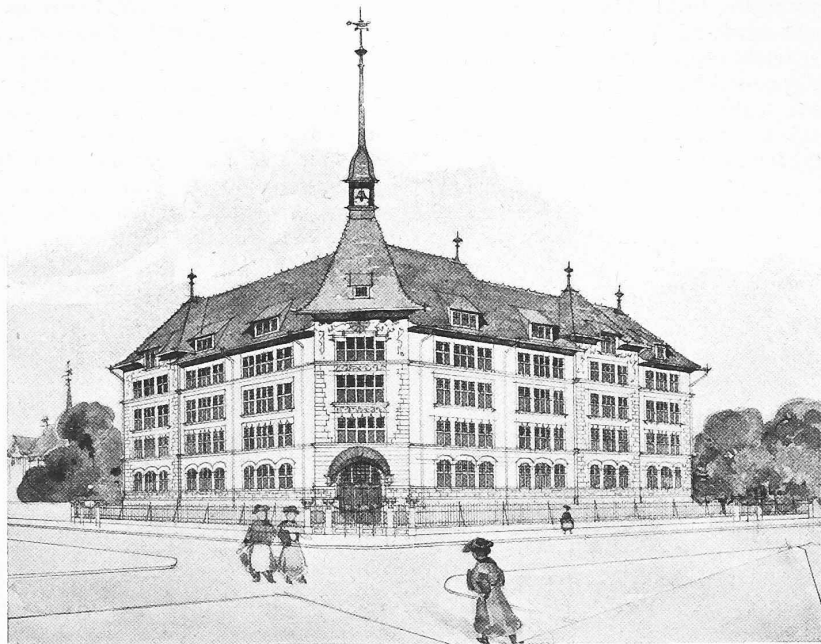
Für solche Fälle bietet die Fortsetzung des Biegeversuches eines flusseisernen Trägers kein besonderes Interesse; ein Bruch tritt selten ein und die Probe pflegt unterbrochen zu werden, nachdem die Durchbiegung einen beträchtlichen Wert erreicht hat, so z. B. bei Biegeproben von Schienen auf 1 m Stützweite, bei 10 cm Einenkung 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 Laufkranen, für frei liegende Unter-

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

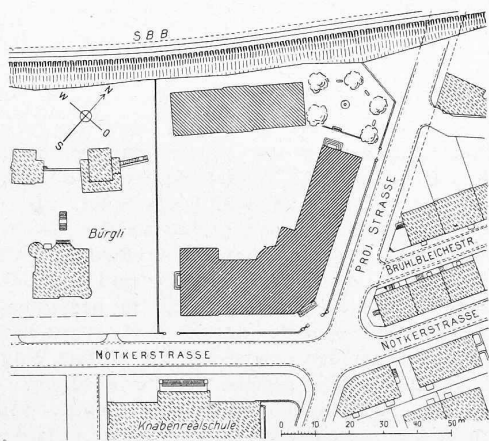
Es ist gebräuchlich, die Dimensionierung von I-Balken auf Biegung ohne Rücksicht auf die seitliche Steifigkeit der-

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

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



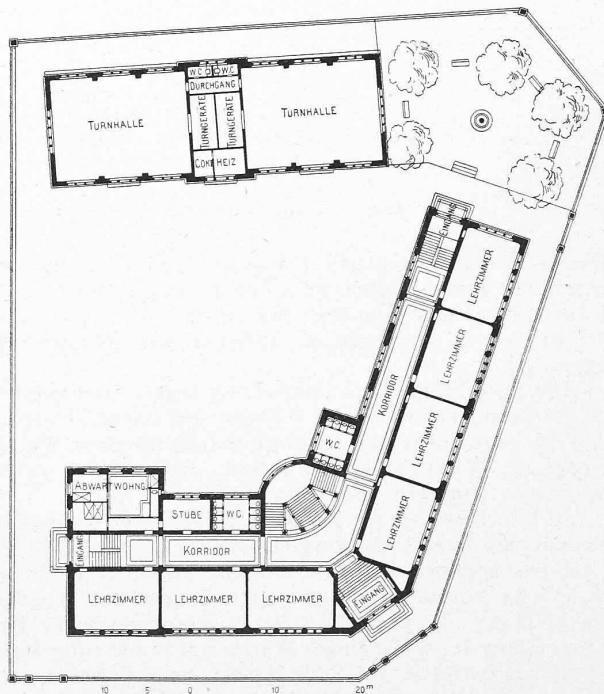
Perspektivische Ansicht von Osten.



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



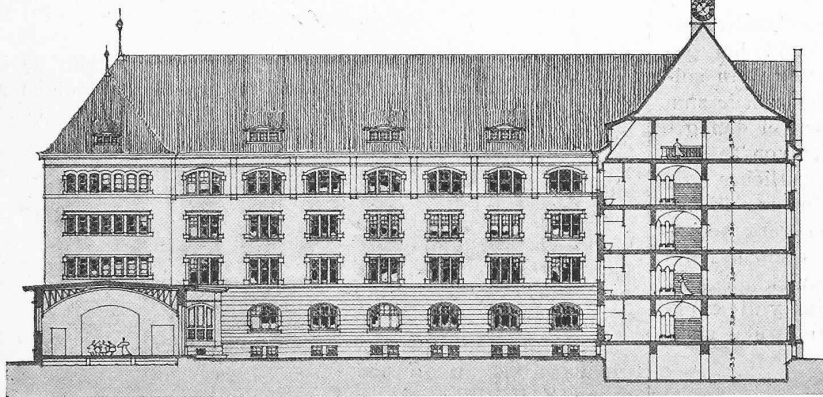
Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1 : 800.

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

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 Hülllinien  $FB$  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



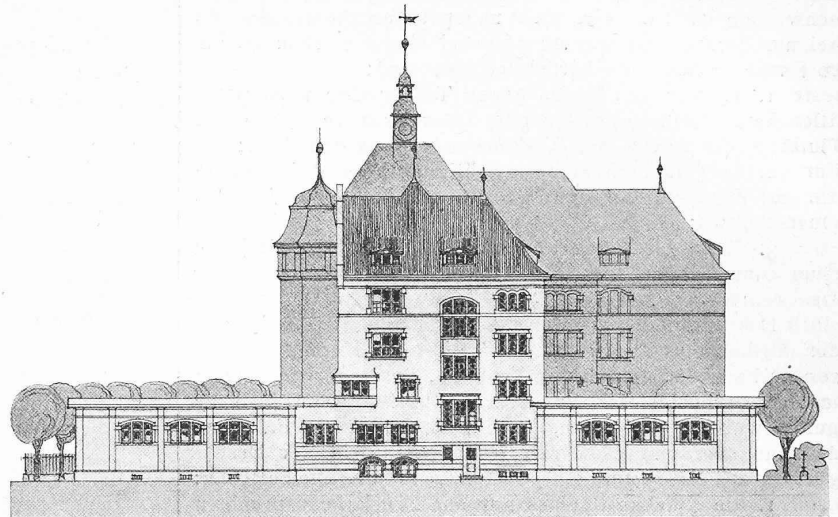
Schnitt durch Turnhalle und Vordergebäude sowie Hoffassade. — Masstab 1 : 600.

$CD$  noch einen Punkt  $O$  beliebig wählen und kann dann  $EF$  und  $CD$  finden. Hievon 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

### 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.

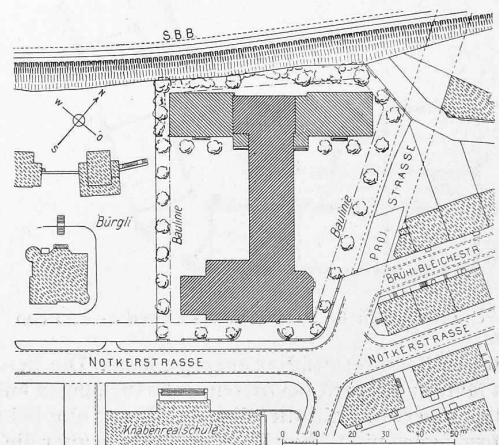
Endpunkte umhüllen einen Kegelschnitt und zwar eine Parabel, weil, wenn die eine Komponente unendlich gross wird, auch die andere unendlich wird. Die Berührungspunkte der Parabel mit  $g, l$  sind die Endpunkte derjenigen Komponenten, deren entsprechende ihren Endpunkt im Schnittpunkt von  $g, l$  haben. 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 Verbindungslinie von  $O$  mit dem Schnittpunkt von  $g, l$  liegt.

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

$$A C E F = C E B; A C B E = C B A;$$

$$\text{also } A C E F = C A B,$$

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

für den Punkt  $\Sigma Px = a \Sigma P'$ . 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  $P'$  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 Gleichgewicht 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, vierter 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  $\Sigma(Px)$  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.

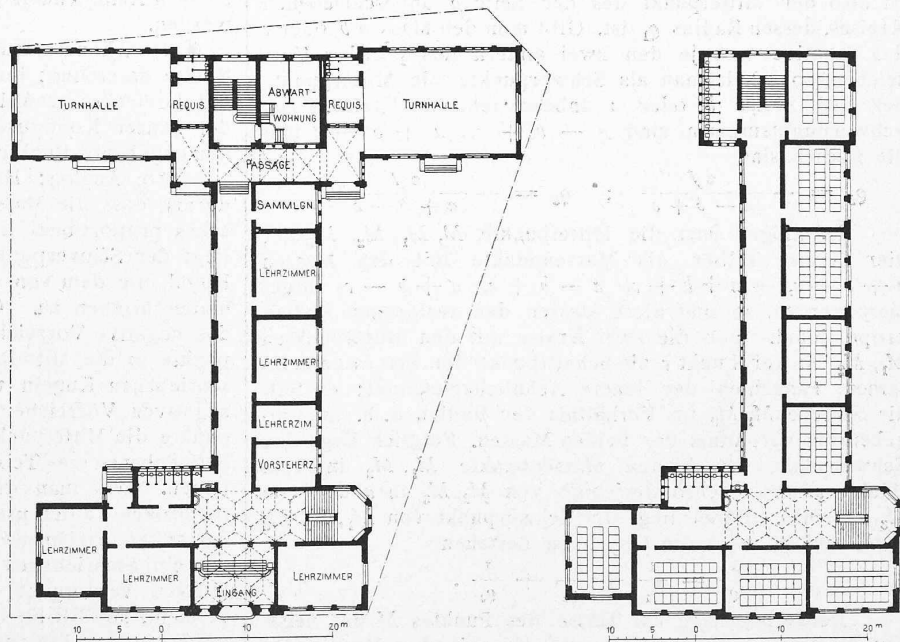
8. Es kann vorkommen, dass von einem ebenen System von Kräften, deren Komponenten durch  $O$  und auf  $g$  bestimmt sind, die Resultierende anzugeben ist. Anstatt in diesem Falle die Methode des kreuzweise Ziehens von parallelen Hilfsgeraden anzuwenden, vereinigt man die Komponenten durch  $O$  und 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

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



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  $\Sigma P$  ab, verbindet  $O$  mit dem gemeinsamen Anfangspunkt und mit dem Endpunkt von  $\Sigma P$ , 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