

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 51/52 (1908)
Heft: 6

Artikel: Ueber Kraftkreuze
Autor: Kiefer, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-27384>

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: 01.02.2026

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

INHALT: Das Landhaus «Obereggbühl» bei Höngg. — Ueber Kraftkreuze. — Die Valle Maggia-Bahn. — Das Röhrenschleusensystem Caminada. — Konkurrenzen: Einfache Wohnhäuser. Universitätsbauten Zürich. — Nekrologie: Albert Hasser. E. Naf-Hatt. — Miscellanea: Ausschuss für Standesfragen. Hotel Adlon in Berlin. Verschiebung des Montauk-Theaters in Brooklyn. Wahrung des Stadt- und Landschaftsbildes. Das Trollhättan-

kraftwerk. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Ingenieur- und Architekten-Verein St. Gallen. Tessinischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgen. polytechnischen Schule in Zürich: Stellenvermittlung.

Tafel V: Das Landhaus Obereggbühl bei Höngg (Kt. Zürich).

Bd. 51.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet

Nr. 6.

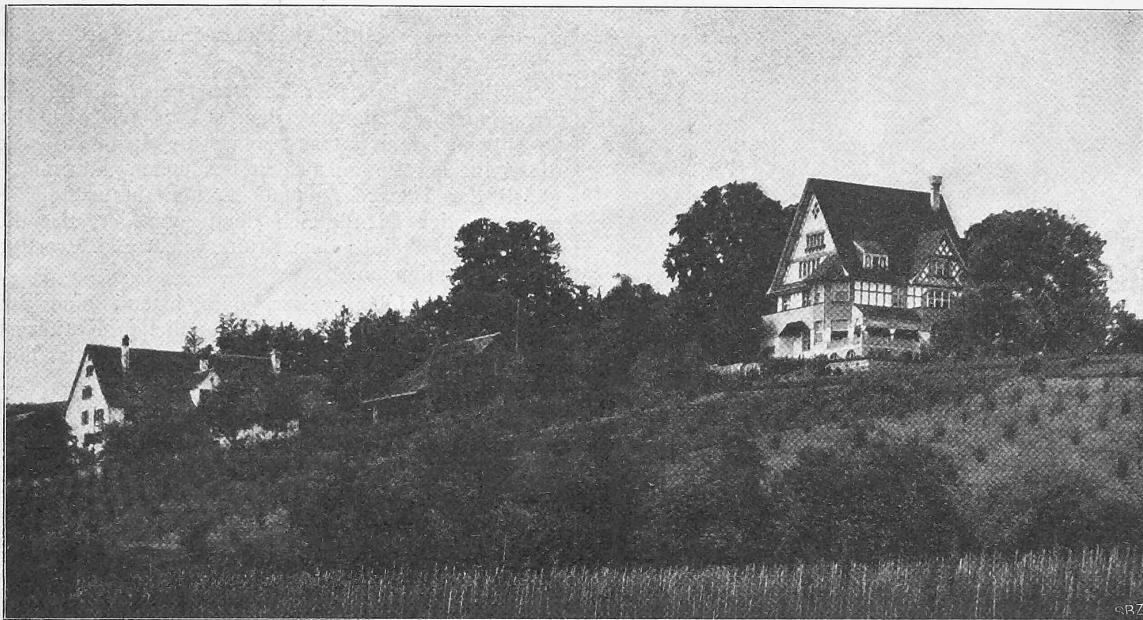


Abb. 1. Gesamtansicht des Gutes Obereggbühl bei Höngg (Kanton Zürich).

Das Landhaus „Obereggbühl“ bei Höngg.

Erbaut von Max Müller, Architekt in Zürich.

(Mit Tafel V)

Das Landgut „Obereggbühl“ liegt auf einem der Hügelkämme, welche die Limmat, bald nachdem sie das Weichbild der Stadt Zürich verlassen hat, am rechten Ufer begleiten. Das Gelände und seine Bepflanzung mit Reben, obstbaumreichen Wiesen und Waldparzellen ist einer der echtesten Zürcher Landschaften, in der sich über dem Fluss, der in mächtigen Schlangenlinien das Tal durchströmt, in früheren Zeiten stattliche Herrschaftssitze und behäbige Bauernhöfe erhoben. Glücklicherweise blieb diese Gegend von der Villen-Epidemie gewisser Jahrzehnte verschont, so dass noch heute auch die vorhandenen Gebäulichkeiten aufs beste mit dem idyllischen zürcherischen Landschaftsbilde harmonieren.

Das neue Herrschaftshaus auf Obereggbühl, das nach Plänen und unter Leitung von Architekt Max Müller in Zürich vom Herbst 1905 bis Winter 1906 neben den bestehenden alten Gebäuden errichtet wurde, beherrscht durch seine erhöhte Lage die ganze Umgebung. Herrliche Aussicht und Gruppen prächtiger alter Bäume bestimmten von vorneherein ebenso sicher den Bauplatz wie Landschaft und vorhandene Bauten den äussern Charakter des neuen Hauses. Es war somit eine der vornehmsten Aufgaben des Architekten, einheimische Bauformen mit den Forderungen des Bauprogramms in harmonische Verbindung zu bringen, was er durch einfache Massengestaltung, durch den hohen,

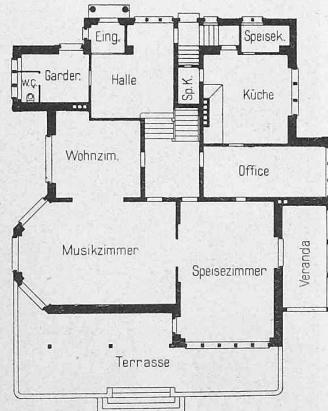


Abb. 2 u. 3. Grundrisse vom Erdgeschoss und ersten Stock. — 1:400.

heimischen, dem Tal zugekehrten Giebel, wirksam verteiltes Fachwerk und ruhige Farbengebung zu erreichen suchte. Ein kräftiges Dach vereinigt sich mit den runden Baumgruppen zum malerisch geschlossenen Bilde. Geräumige Erker, weite Terrassen und Veranden verbinden das Haus mit den zunächst gelegenen, zum Garten ausgestalteten Teilen des Gutes und sollen dazu beitragen, den Bewohnern den Vollgenuss der schönen Landschaft zu verschaffen.

Die innere Einteilung des Hauses ist klar und übersichtlich; im Erdgeschoss gruppieren sich um eine wohnliche Halle die überaus ge

räumigen Wohnräume, die durch eine Office mit den direkt von aussen zugänglichen und seitlich der Halle gelegenen Wirtschaftsräumen verbunden sind. In den obern Stockwerken liegen die Schlaf- und Fremdenzimmer, die Bad- und Toilettenzimmer, sowie ein weiträumiger Billardsaal.

Die Ausgestaltung aller Räume erfolgte neuzeitlichen Bestrebungen entsprechend in ruhiger Einfachheit. Durch gute Raumbildung und eine harmonische Farbengebung vor allem wurde eine behagliche Wohnlichkeit angestrebt und erreicht.

Ueber Kraftkreuze.

Von A. Kiefer in Zürich.

Jedes räumliche Kräftesystem kann bekanntlich auf unendlich viele Arten auf eine Gruppe von zwei windschiefen Kräften, Kraftkreuz genannt, zurückgeführt werden. Alle so entstehenden Kraftkreuze heissen gleichwertig und

Das Landhaus Obereggbühl bei Höngg.
Erbaut von Max Müller, Architekt in Zürich.



Abb. 4. Ansicht der Eingangsseite.

die Wirkungslinien mit den jeweiligen zwei Kräften werden konjugiert genannt. Für jedes dieser gleichwertigen Kraftkreuze hat das Tetraeder, das die zwei Kräfte als gegenüberliegende Kanten bestimmen, dasselbe Volumen. Dieser von Chasles herrührende Satz ist ein spezieller Fall von einem allgemeinern, der eine einfache Folge des Momentensatzes ist.

Hat man beliebig viele Kräfte in einer Ebene und eine Kraft im Raum, so kann man die letztere in ihrer Wirkungslinie verschieben bis der Anfangspunkt in der Ebene liegt. Da für diesen Punkt die Summe der statischen Momente aller Kräfte in der Ebene gleich dem statischen Moment der Resultierenden ist, so ist die Summe aller Tetraeder, welche die Kraft im Raum mit jeder Kraft in der Ebene bestimmt, gleich dem Tetraeder, das sie mit der resultierenden Kraft in der Ebene bestimmt.

Hat man beliebig viele Kräfte durch einen Punkt im Raum und ausserdem eine beliebige Kraft im Raum, so kann man sich durch die Kraft und den Punkt eine Ebene gelegt denken. Da dann die Summe der Projektionen aller durch den Punkt gehenden Kräfte auf eine zur Ebene senkrechten Geraden gleich ist der Projektion der Resultierenden, so ist die Summe aller Tetraeder, welche die Kraft im Raum mit jeder Kraft durch den Punkt bestimmt, gleich dem Tetraeder, das sie mit der resultierenden Kraft durch den Punkt bestimmt.

Angenommen nun, es seien beliebig viele windschiefe Kräfte im Raum gegeben, z. B. n ; dann bestimmt jede mit jeder andern ein Tetraeder, was im ganzen $\frac{1}{2} n(n-1)$ Tetraeder gibt. Ersetzt man irgend eine der Kräfte durch beliebig viele Komponenten (in einer durch die Kraft gehenden Ebene oder durch einen auf der Kraft liegenden Punkt), so ist die Summe der Tetraeder, welche die Kraft

mit allen andern Kräften bestimmt, gleich der Summe der Tetraeder, die alle Komponenten mit den andern Kräften bestimmen. Ersetzt man irgend zwei Kräfte durch Komponenten, so ist das Tetraeder der zwei Kräfte gleich der Summe der Tetraeder, die alle Komponenten untereinander bestimmen. Werden alle Kräfte durch Komponenten ersetzt, so ist die Summe der Tetraeder bestimmt durch je zwei Kräfte gleich der Summe der Tetraeder, welche die Komponenten zu zweien bestimmen. Da einzelne Komponenten auch wieder zusammengefasst werden können, so gilt der allgemeine Satz:

Ein räumliches Kräftesystem kann auf unendlich viele Arten durch ein gleichwertiges ersetzt werden und für jedes so entstehende Kräftesystem ist die Summe der Tetraeder, die seine Kräfte zu zweien bestimmen, konstant, nämlich gleich der Tetraedersumme für das ursprüngliche Kräftesystem, oder auch gleich dem Tetraeder, das die beiden Kräfte irgend eines dem Kräftesystem gleichwertigen Kraftkreuzes bestimmen.

Daraus folgt weiter, dass irgend eine Strecke im Raum mit jeder Kraft eines räumlichen Kräftesystems ein Tetraeder bestimmt, deren Summe gleich ist der Summe der Tetraeder, welche dieselbe Strecke mit den Kräften irgend eines gleichwertigen Kräftesystems bestimmt. Diese und andere Beziehungen sind zuerst von Möbius gefunden und analytisch bewiesen worden. (Crelle, Journal für die reine und angewandte Mathematik, 4. Bd., S. 179. Möbius, Lehrbuch der Statik, 5. und 6. Kapitel.)

Die Reduktion eines Kräftesystems auf ein Kraftkreuz erfolgt gewöhnlich in der Weise, dass man jede Kraft in zwei Komponenten zerlegt, von denen die eine durch einen festen Punkt geht und die andere in eine feste Ebene fällt; das Tetraeder, das irgend zwei der räumlichen Kräfte bilden, wird dann ersetzt durch die Summe der vier Tetraeder, welche die zwei Komponenten der einen Kraft mit den beiden Komponenten der andern Kraft bilden; die Summe aller Tetraeder ist gleich der Summe der Tetraeder, welche die Komponenten durch den Punkt mit jeder Komponente in der Ebene bilden, oder wenn diese Komponenten einzeln zusammengesetzt werden, gleich dem Tetraeder,



Abb. 5. Ansicht der Gartenseite mit Terrasse



Das Landhaus Obereggbühl bei Höngg (Kt. Zürich).

Erbaut von *Max Müller*, Architekt in Zürich.

Hauptansicht.

Seite / page

66(3)

leer / vide / blank

das die Resultierende durch den Punkt mit der Resultierenden in der Ebene bildet. Dabei ist es auch erlaubt, entweder den Punkt oder die Ebene im Unendlichen anzunehmen. Im letztern Fall erscheinen alle Kräfte parallel nach dem Punkt verschoben und dort zusammengesetzt, ferner alle Kräftepaare zusammengesetzt, die je von einer gegebenen Kraft und der entgegengesetzten genommenen zur verschobenen gebildet werden.

Man erhält so eine resultierende Kraft und ein resultierendes Kräftepaar, d. h. ein Kraftkreuz, dessen eine Wirkungslinie im Unendlichen liegt und eine unendlich kleine Kraft trägt; das Volumen des zugehörigen Tetraeders ist ebenfalls gleich demjenigen irgend eines der gleichwertigen Kraftkreuztetraeder. Wie man bei einer solchen Verschiebung den festen Punkt auch wählt, so hat die durch ihn gehende Resultierende konstante Richtung und Länge. Zu ihrer Auffindung kann man auch irgend eines der gleichwertigen Kraftkreuze benutzen, was zu verschiedenen einfachen Eigenschaften derselben führt.

Verschiebt man die Kräfte gleichwertiger Kraftkreuze parallel bis ihre Anfangspunkte nach einem beliebigen Punkt des Raumes kommen, so bestimmen je zwei zusammengehörende Kräfte ein Parallelogramm, dessen Diagonale konstante Richtung und Länge hat; die Verbindungslinie der Endpunkte der beiden Kräfte und die Diagonale halbieren sich gegenseitig, d. h. die Verbindungslinien der Endpunkte der nach einem beliebigen Punkt O parallel verschobenen konjugierten Kräfte gleichwertiger Kraftkreuze gehen durch einen festen Punkt O^* , der alle diese Verbindungslinien halbiert und dessen Abstand von dem Punkte O konstante Richtung und Länge hat (Abb. 1).

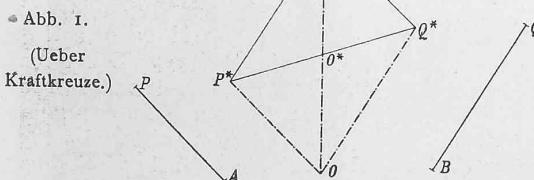
Verschiebt man, wie Abbildung 2 zeigt, die konjugierten Kräfte nach zwei festen Punkten und verbindet die Endpunkte wechselweise, so gehen alle diese Linien durch einen festen Punkt, der jede derselben halbiert und dessen Abstand von der Mitte der zwei gewählten Punkte kon-

durch einen festen Punkt im Unendlichen; alle Ebenen, die zu zwei konjugierten Wirkungslinien parallel sind, laufen einer festen Richtung parallel, und die senkrechte Transversale der beiden konjugierten Wirkungslinien ist immer zu einer Ebene parallel, die auf der festen Richtung senkrecht steht. Wählt man dementsprechend die Richtungen von zwei konjugierten Wirkungslinien, so sind die zugehörigen Kräfte bestimmt und werden gefunden, indem man die aus einem gleichwertigen Kraftkreuz konstruierte Resultierende nach jenen zwei Richtungen zerlegt. Zwei konjugierte Kräfte projizieren sich auf eine zur festen Richtung senkrecht Ebene als Kräftepaar, und ebenso auf eine beliebige Ebene, wenn die Kräfte parallel zur festen Richtung projiziert werden, weil in Abbildung 1 immer $O^*P^* = O^*Q^*$ ist. Zwei konjugierte Kräfte von gleicher Größe müssen gegen jene Richtung gleiche Neigung besitzen; die Größe der Kraft bestimmt die Größe der Neigung und umgekehrt, und zwei derartige Wirkungslinien sind immer zu zwei diametralen Seitenkanten eines geraden Kreiskegels parallel.

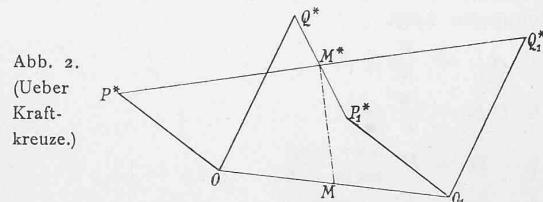
Unter der Zentralachse eines räumlichen Kräftesystems versteht man bekanntlich diejenige Wirkungslinie, deren konjugierte in der zur ersten senkrechten Ebene im Unendlichen liegt und eine unendlich kleine Kraft trägt. Die Zentralachse ist zu der mehrfach erwähnten Richtung parallel und wird von der senkrechten Transversalen zu zwei konjugierten Kräften AP, BQ nach dem früher Gesagten

ebenfalls rechtwinklig geschnitten; denn für diese Transversale verschwinden die Momente von AP, BQ , und der unendlich ferne Kraft und daher muss auch das Moment der Kraft auf der Zentralachse verschwinden, d. h. die Zentralachse muss jene Transversale schneiden.

In Abbildung 3 (S. 68) seien AP, BQ zwei konjugierte Kräfte und AB sei ihr kürzester Abstand; konstruiert man aus AP, BQ die Richtung der Zentralachse und legt durch AB die senkrechte Ebene dazu, und zerlegt man dann die Kräfte AP, BQ in Komponenten senkrecht zur Ebene und



stante Richtung und Länge hat, wo man die zwei Punkte auch wählt. Man kann die zwei Punkte in die Anfangspunkte konjugierter Kräfte fallen lassen und erhält den Satz, dass bei gleichwertigen Kraftkreuzen die Verbindungsstrecken der Mitte der beiden Anfangspunkte mit der Mitte der beiden Endpunkte konjugierter Kräfte konstante Richtung und Länge haben. Die Verbindungsgeraden der unendlich fernen Punkte konjugierter Wirkungslinien gehen



in der Ebene, so bilden, wie schon gesehen, die letztern Komponenten ein Kräftepaar, das die unendlich ferne Kraft darstellt: die Resultierende der zur Ebene senkrechten Komponenten fällt auf die Zentralachse. Diese teilt daher AB im umgekehrten Verhältnis der senkrechten Komponenten, die $AP \cdot \sin \alpha$ und $BQ \cdot \sin \beta$ sind, wenn α und β die Neigungswinkel der Kräfte gegen die Ebene bedeuten. Bezeichnet man die Kräfte kurzwegs mit P und Q , ihre Komponenten in der Ebene mit H , das Moment des Kräfte-

Das Landhaus „Obereggbühl“ bei Höngg.
Erbaut von Max Müller, Architekt in Zürich.



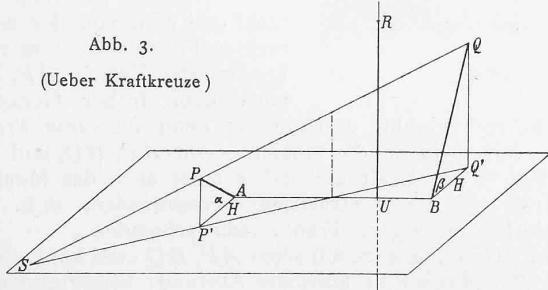
Abb. 7. Kamincke in der Halle.

paars in der Ebene mit M und die Kraft UR auf der Zentralachse mit R , so hat man

1. $AU : UB = Q \sin \beta : P \sin \alpha$,
2. $H = P \cos \alpha = Q \cos \beta$,
3. $M = H \cdot (AU + UB) = H \cdot AB$,
4. $R = P \sin \alpha + Q \sin \beta$.

Abb. 3.

(Ueber Kraftkreuze)



Wird das Kraftkreuz AP, BQ um die Zentralachse gedreht, oder parallel dazu verschoben, so ändert sich seine Wirkung nicht; denn R und M ändern sich nicht. Aus den Gleichungen folgt

5. $AU = \frac{M}{R} \operatorname{tg} \beta$,
6. $UB = \frac{M}{R} \operatorname{tg} \alpha$,
7. $H = R \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$,
8. $P = R \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$,
9. $Q = R \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$.

Diese Formeln kann man benützen, um bei einem räumlichen Kräftesystem das auf R und M reduziert ist, gleichwertige Kraftkreuze zu finden. Ist z. B. die Wirkungslinie von P gegeben durch ihren kürzesten Abstand AU von R und den Winkel α , so gibt die Formel 5 den Winkel β und die Formel 6 die Länge UB , wodurch die konjugierte

Wirkungslinie bestimmt ist; dann geben die Formeln 8 und 9 die auf den konjugierten Wirkungslinien gelegenen Kräfte P und Q .

Zu Konstruktionszwecken empfiehlt es sich der Abbildung 3 eine Hülfsabbildung hinzuzufügen. Zuerst konstruiere man die Strecke $c = \frac{M}{R} = \frac{H}{R} \cdot AB$, wo H und AB dem gegebenen Kraftkreuz zukommen; dann zeichne man irgendwo R und trage auf der senkrechten Geraden durch ihren Anfangspunkt nach beiden Seiten c ab und ziehe durch die Endpunkte die Parallelen zu R . Sind in dieser Abbildung $x = AU$ und $\angle \alpha$ gegeben, so liefert sie ohne weiteres die für Abbildung 3 gewünschten Stücke, nämlich $\angle \beta$ und die Linie $y = UB$; die Größen der Kräfte für die beiden Wirkungslinien ergeben sich, wie die Abbildung 4 zeigt, durch Zerlegen von R nach beiden Richtungen.

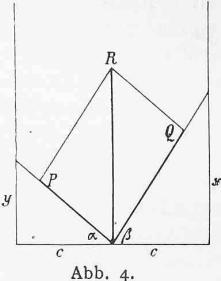


Abb. 4.

Aus den Abbildungen 3 und 4, oder aus den aufgestellten Formeln ergeben sich mancherlei einfache Folgerungen, z. B.: Für ein konstantes $x = AU$ bleibt auch β konstant und umgekehrt, d. h. wenn von zwei konjugierten Wirkungslinien die eine einen zur Zentralachse konachsialen Kreiszylinder berührt, so bildet die andere einen konstanten Winkel mit einer zur Zentralachse senkrechten Ebene und umgekehrt. Für $x = \infty$ wird $\beta = 90^\circ$, d. h. von zwei konjugierten Wirkungslinien wird die eine zur Zentralachse parallel, wenn die andere im Unendlichen liegt. Sind x und y gegeben, so sind auch α und β bekannt und umgekehrt bestimmen α und β die Größen x und y und die Kräfte P und Q . Lässt man den Punkt A um die Zentralachse herum rotieren, so rotiert BQ ebenfalls um die Zentralachse und die Ebene durch ABQ bewegt sich als Tangentialebene eines geraden Kegels, dessen Spitze auf der Zentralachse liegt. Zwei konjugierte Wirkungslinien besitzen konstanten kürzesten Abstand wenn $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta$ konstant bleibt; ihre kürzesten Abstände von der Achse stehen in einem konstanten Verhältnis wenn auch $\operatorname{tg} \alpha : \operatorname{tg} \beta$ den Wert nicht ändert. Für zwei konjugierte Wirkungslinien, die gleich grosse Kräfte tragen, muss $\alpha = \beta$, $x = y = \frac{M}{R} \operatorname{tg} \alpha$ sein, sodass also der Neigungswinkel den kürzesten Abstand bestimmt.

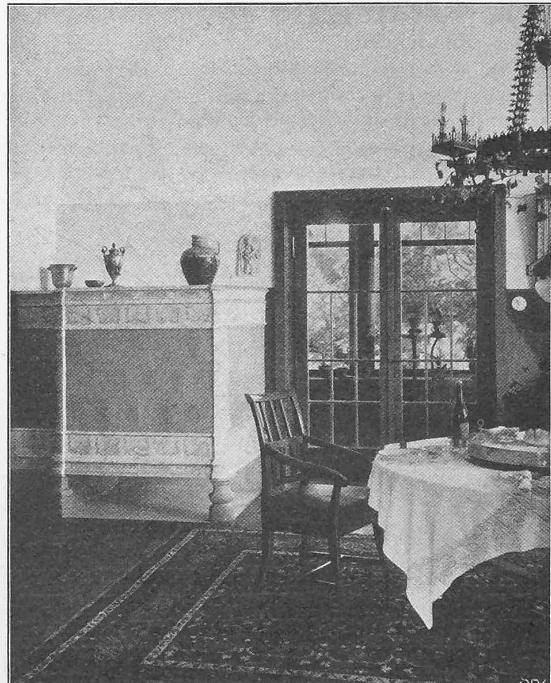


Abb. 8. Ofenecke aus dem Speisezimmer.

ten Abstand von zwei solchen Linien und die zugehörigen Kräfte bestimmt und umgekehrt. Zwei konjugierte Wirkungslinien, die windschief normal liegen, sind durch die Beziehungen verknüpft $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta = 1$; $x \cdot y = \frac{M^2}{R^2}$; $P^2 + Q^2 = R^2$; irgend eine der auf den linken Seiten dieser Gleichungen vorkommenden Größen bestimmt die andern und der gerade Kreiszylinder mit zur Zentralachse paralleler Achse, der zwei solche konjugierte Wirkungslinien berührt, schneidet den zur Zentralachse konachsialen festen Kreiszylinder vom Radius $\frac{M}{R}$ stets in dia- metralen Gegenkanten. Denkt man sich dabei den Punkt B auf der zur Achse windschief normalen Geraden bewegt, so beschreibt A nach Gleichung $x \cdot y = \frac{M^2}{R^2}$ den in der Normal- ebene zur Achse gelegenen Kreis mit dem Durchmesser AU und wenn B eine beliebige Gerade durchläuft, so beschreibt A eine Raumkurve dritter Ordnung; nämlich die Senkrechten von B auf die Achse bilden ein Paraboloid, das die Kurve aus demjenigen Zylinder herausschneidet, der den vorigen Kreis zum Leitkreis hat und dessen Er- zeugende zur Achse parallel sind u. s. f.

Man nennt bekanntlich den Punkt A und die Ebene ABQ Nullpunkt und zugehörige Nullebene; jede Gerade durch den Nullpunkt in seiner Nullebene, d. i. eine Nulllinie schneidet zwei konjugierte Wirkungslinien und daher ist für jedes gleichwerte Kraftkreuz die Summe der Momente seiner zwei Kräfte in bezug auf eine Nulllinie gleich null, und die Wirkungslinien durch den Nullpunkt müssen ihre Konjugierten in seiner Nullebene haben und umgekehrt.

Zum Schluss soll noch gezeigt werden, wie man unter Benutzung von zwei konjugierten Kräften in einfacher Weise Nullelemente auffinden kann.

Angenommen AP und BQ in Abbildung 3 seien zwei konjugierte Kräfte und es soll zu einer beliebigen Ebene der Nullpunkt gefunden werden, so schneide man die Ebene mit den zwei Wirkungslinien und verschiebe die Kräfte in ihnen bis die Anfangspunkte in den Schnittpunkten liegen (zur Vorstellung kann man in Abbildung 3 einfach annehmen AB sei nicht mehr der kürzeste Abstand der zwei Wirkungslinien, sondern liege in der gegebenen Ebene); hierauf denke man sich die Kraft AP in zwei Komponenten zerlegt, von denen die eine zu einer beliebigen Richtung (z. B. zu R) parallel ist und die andere in die Ebene fällt, und das gleiche denke man sich mit der Kraft BQ ausgeführt. Die Resultierende der beiden parallelen Komponenten muss durch den gesuchten Nullpunkt U gehen, weil diese Komponenten für jede durch U gehende Gerade der Ebene gleiches und entgegengesetztes Moment haben. Der Punkt U teilt daher AB im umgekehrten und entgegengesetzten Verhältnis der beiden parallelen Komponenten; in welcher Richtung dieselben auch genommen sein mögen so verhalten sie sich wie $PP' : QQ'$ oder wie $PS : QS$,

wenn S den Schnittpunkt von QP mit der Ebene bezeichnet, d. h.

$$\frac{AU}{UB} = - \frac{QS}{SP},$$

wodurch U leicht zu finden ist. Ist umgekehrt der Punkt U gegeben und soll die zugehörige Nullebene gefunden werden, so sucht man durch

U die Transversale zu den beiden Wirkungslinien, wählt die Schnittpunkte als Anfangspunkte A, B der Kräfte und teilt die Verbindungs- linie der Endpunkte P und Q im umgekehrten und entgegengesetzten Verhältnis von $AU : UB$, d. h.

$$\frac{PS}{SQ} = - \frac{BU}{UA},$$

der Teilpunkt S bestimmt mit der Transversalen durch U die gesuchte Nullebene. Die konjugierte Wirkungslinie einer gegebenen ist die Verbindungs- linie der Nullpunkte von zwei Ebenen durch die letztere, oder die Schnittlinie der Nullebenen von zwei Punkten auf der letztern. Die Größen der zugehörigen Kräfte werden, wie schon gesehen, gefunden, indem man AP und BQ durch Parallelverschiebung zu R vereinigt und dann R nach den Richtungen der zwei konjugierten Wirkungslinien zerlegt.

Anstatt ein Kräftesystem durch zwei konjugierte Kräfte zu geben, kann man bekanntlich zwei Gruppen von konjugierten Wirkungslinien wählen; dabei muss aber jede Transversale von dreien auch die vierte schneiden, damit für beide Gruppen die Momentensumme Null ist. Verbindet man die unendlich fernen Punkte der Wirkungslinien jeder Gruppe, so schneiden sich die Verbindungs- linien in einem Punkt, der die



Abb. 9. Kaminecke im Wohnzimmer.

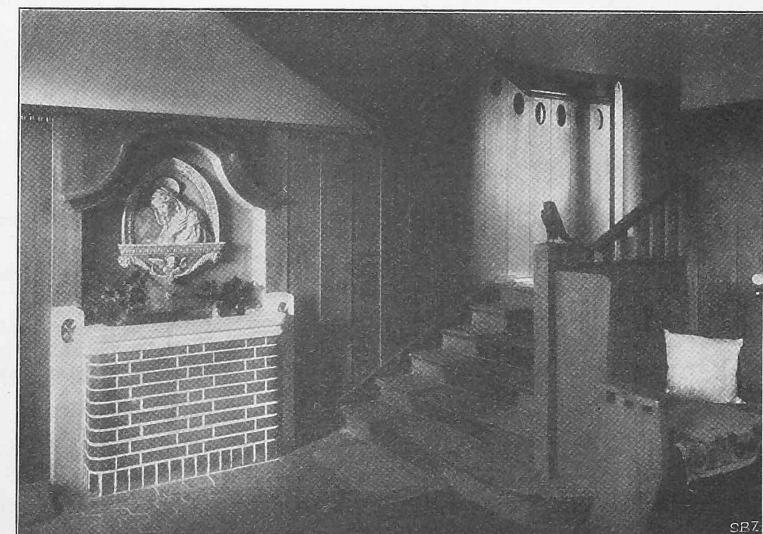


Abb. 8. Wandbrunnen in der Halle.

Richtung der Zentralachse bestimmt; dadurch sind, abgesehen von einem Faktor, die Größen der Kräfte bestimmt, die auf die Wirkungslinie fallen, indem R der Grösse nach beliebig gewählt und je nach jenen Richtungen zerlegt werden kann.

Wendet man die frühere Proportion

$$\frac{AU}{UB} = - \frac{QS}{SP}$$

auf den Fall an, wo die beiden Kräfte AP , BQ in einer Ebene liegen, so steht folgender Satz:

Die Resultierende von zwei Kräften AP und BQ in einer Ebene teilt die Verbindungsline der Anfangspunkte A , B in dem umgekehrten und entgegengesetzten Verhältnis, in dem AB die Verbindungsline der beiden Endpunkte P und Q teilt, und die Resultierende teilt die Verbindungsline PQ der Endpunkte der zwei

Kräfte umgekehrt und entgegengesetzt gleich wie die Verbindungsline der Endpunkte die Verbindungsline der Anfangspunkte teilt.

(Der Satz ist auch leicht direkt zu beweisen.)

und 20 Perioden abgegeben. Die Zentrale enthält, wie bereits erwähnt, für den Bahnbetrieb zwei Generatoren zu normal 380 K.V.A. bei $\cos \varphi 0,8$, die während zwei Stunden bis 450 und vorübergehend bis 550 K.V.A. leisten können.

Anlässlich der Vergrösserung der Zentrale für den Einbau der Bahn-Generatoren wurde die bestehende ältere *Schaltanlage* umgebaut und durch eine ganz moderne Schaltanlage nach dem Zellen-System ersetzt, die für die beiden Bahn-Generatoren, für die beiden bestehenden und für den später aufzustellenden Licht- und Kraft-Drehstrom-Generator eingerichtet ist. Der erzeugte Strom geht von den Generatoren durch die Schaltanlage direkt nach der Kontaktleitung ohne Zwischenschaltung irgend welcher anderer Organe.

Die *Kontaktleitung* ist nach dem System

der *Maschinenfabrik Oerlikon* als Seiten-Kontaktleitung mit Rutenstromabnehmern gebaut. Die Maste befinden sich in normalem Abstande vom Wagenprofil (Abb. 8), der Kontakt draht in einem variablen Abstand von den Masten von 15 cm bis 1 m, je nach den Kurvenradien. Auf den Bahnhöfen, in den Tunnels (Abb. 9) und bei allen Weichen be-

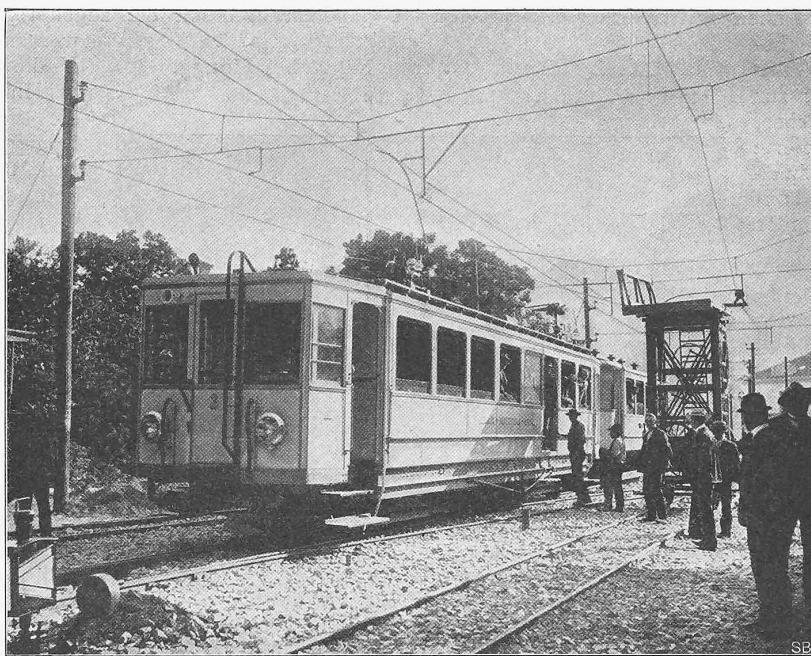


Abb. 13. Ansicht des Motorwagens und der Fahrdrahtaufhängung.

Die Valle Maggia-Bahn.

(Schluss.)

Die Energie für den Betrieb der Bahn wird aus der Zentrale der Società Elettrica Locarnese in Pontebrolla in Form von Einphasen-Wechselstrom mit 5000 Volt Spannung

Abb. 8: Stellung des Rutenstromabnehmers bei verschiedenen Lagen des Fahrdrähtes.

Masstab 1:50.

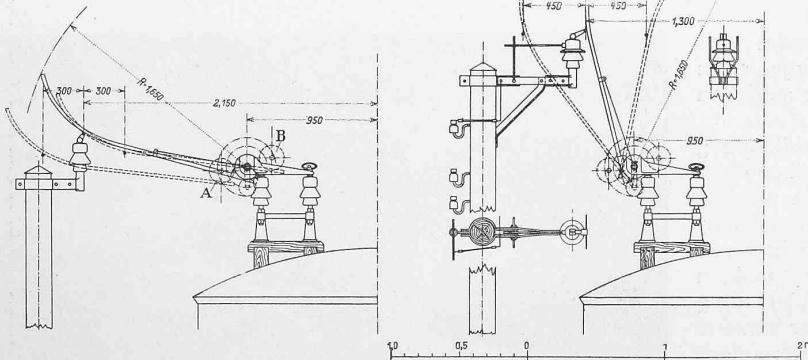


Abb. 10. Details der Fahrdrahtaufhängung an den Mästen (links) und im Tunnel. — 1:5.

