

Vereinfachte Methoden zur Bestimmung der Festpunkte

Autor(en): **Schneider, Karl**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 12

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49794>

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.

INHALT: Vereinfachte Methoden zur Bestimmung der Festpunkte. — Alters- und Fürsorgeheim Ruttigerhof bei Olten. — Wettbewerb Kantons-
spital Schaffhausen. — Das Haus als Teil des Ganzen, am Beispiel von
Münsterhof und Paradeplatz. — Die erste Einphasenlokomotive der MFO
von 1905 im elektrischen Betrieb auf der Sensetalbahn. — Mitteilungen:
Eiserzeugung durch Teilverdampfung im Vakuum. Umbau einer englischen

Schnellzug-Lokomotive. Schwimmbalken aus Eisenbeton. Das magnetische
Drehfeld. Neue Pariser Auto-Ausfallstrasse. Eidg. Techn. Hochschule. —
Nekrologe: Hans Philipp. Rob. E. Schmidt. Paul Weingart. — Wett-
bewerbe: Kirchengemeindehaus in Burgdorf. — Literatur. — Schweizer Ver-
band für die Materialprüfungen der Technik. — Sitzungs- und Vortrags-
Kalender.

Band 111

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 12

Vereinfachte Methoden zur Bestimmung der Festpunkte

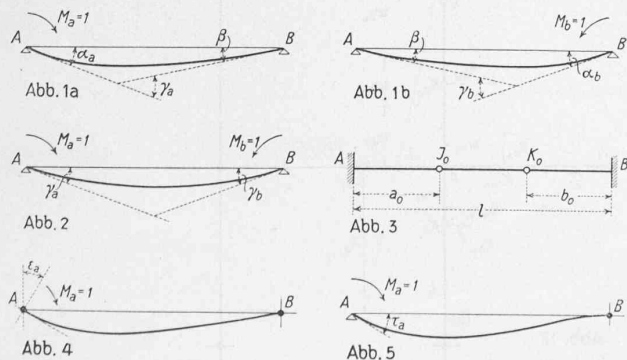
Von Dipl. Ing. E. T. H. KARL SCHNEIDER, Sao Paulo, Brasilien.

I. Einleitung.

Allgemeines. Die Vorteile der graphischen Berechnungs-
Methoden sind wohl jedem in der Praxis stehenden Ingenieur
bekannt; sie geben ein anschauliches Bild des Kräfteverlaufs,
sind leicht kontrollierbar und führen meist rascher zum Ziel,
als analytische Berechnungen. Ausserdem wirken sie weniger
ermüdend und bieten daher auch nach stundenlanger Arbeit grö-
ssere Gewähr für fehlerfreie Ergebnisse. Da zudem die Grenzwerte
der Momente, Querkräfte usw. doch in den meisten Fällen graphisch
aufgetragen werden, ist nicht einzusehen, weshalb die
dazu nötigen Berechnungen nicht auch auf graphischem Wege
gemacht werden dürfen.

Eines der wichtigsten Hilfsmittel der graphischen Statik
bilden die Festpunkte. Wie weit ihre Anwendung reicht, geht
aus dem Buch von Suter: «Die Methode der Festpunkte» hervor.
Unsere Untersuchung soll sich auf eine von dem hier tätigen
deutsch-russischen Ingenieur *Waldemar Tietz* gefundene Kon-
struktion, sowie auf eine Näherungsformel zur Bestimmung der
Festpunktabstände beschränken. Die hier mit Ermächtigung von
Ing. Tietz zum ersten Mal veröffentlichte Festpunkt-konstruktion
ist bedeutend rascher als die bisher bekannten und kann auch
bei den kompliziertesten Systemen in gleich einfacher Weise
angewandt werden. Die bei andern Konstruktionen vom bekann-
ten Festpunkt bis zur «Verschobenen Auflagerenkrechten» be-
liebig gezogene Gerade wird hier unter einem festen Winkel bis
zur Auflagerenkrechten geführt. Dadurch fällt die Bestimmung
der «Verschobenen Auflagerenkrechten» weg, und die Konstruk-
tion wird auch dort unverändert anwendbar, wo in einem Knoten-
punkt mehrere Stäbe mit verschiedenen Trägheitsmomenten
zusammentreffen.

Da wir in den meisten Fällen einen oder mehrere Festpunkte
vorerst schätzungsweise annehmen müssen, um durch Konstruk-
tion oder Rechnung die andern bestimmen zu können, bildet die
in Abschnitt III behandelte Näherungsformel eine bequeme Er-
gänzung zum Tietzschen Verfahren. Wir können mit ihr die Fest-
punkte, von denen aus wir mit der Konstruktion beginnen wol-
len, so genau berechnen, dass schon für die nächsten Felder der
richtige Festpunktstand erhalten wird und wir die Rechnung
nie, wie bei zu ungenauer Schätzung, zweimal machen müssen.
Sie darf aber auch, wie die Genauigkeitsuntersuchung zeigen
wird, in den meisten Fällen zur endgültigen Bestimmung aller
Festpunkte benützt werden. Ganz besonders eignet sie sich dort,
wo wir nur einzelne Stäbe eines Rahmensystems zur Unter-
suchung herausgreifen möchten, ohne die Rechnung über alle
Stäbe machen zu müssen. Wir werden in Abschnitt III näher
darauf eintreten. Sowohl Konstruktion wie Näherungsformel
haben sich beim Gebrauch als bequem erwiesen, da sie durch
Einfachheit und Zeitersparnis den Bedürfnissen der Praxis ent-
sprechen, aus denen sie entstanden sind. Ich möchte mit ihrer
Veröffentlichung den Anhängern der Festpunkt-methode einige
neue Anregungen bieten, vielleicht sogar den einen oder andern
zu deren vermehrter Anwendung bewegen.



Bezeichnungen. Für den *einfachen Balken* ergeben sie sich
aus Abb. 1 a, 1 b und 2. Ferner führen wir ein:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\alpha_{a_1} + \beta_1} &= \frac{1}{\gamma_{a_1}} = R_{a_1} \\ \frac{1}{\alpha_{b_1} + \beta_1} &= \frac{1}{\gamma_{b_1}} = R_{b_1} \end{aligned} \right\} = \text{Steifigkeitswerte des Stabes 1}$$

Am *vollständig eingespannten* Balken ergeben sich die Bezeich-
nungen aus Abb. 3, am *elastisch eingespannten* Balken aus Ab-
bildungen 4 und 5 (τ_{a_1} = Drehwinkel des gelenkig gedachten
Auflagers auf Seite des Festpunktes J_1 infolge der Belastung
 $M_{a_1} = 1$). Ferner seien:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\tau_{a_1}} &= w_{a_1} \\ \frac{1}{\tau_{b_1}} &= w_{b_1} \end{aligned} \right\} = \text{Drehwiderstände des Stabes 1} \\ \text{an den betreffenden Auflagern.}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\epsilon_{a_1}} &= W_{a_1} \\ \frac{1}{\epsilon_{b_1}} &= W_{b_1} \end{aligned} \right\} = \text{Drehwiderstände der betreffen-} \\ \text{den Auflagern.}$$

Elementare Konstruktionen. Wie wir sehen werden, brauchen
wir für die Konstruktion von Tietz (wie auch für alle andern
bekannten Verfahren) die Festpunkte der vollständigen Einspan-
nung (Drittelllinien). Ihre Abstände können für die gebräuch-
lichsten Fälle aus von uns eigens aufgestellten Tabellen sofort
erhalten werden, sodass sich ihre Konstruktion erübrigt. Hin-
gegen ist es zur Erläuterung des Späteren doch notwendig, auf
einige bekannte Beziehungen hinzuweisen.

Konstruktion der Festpunkte bei vollständiger Einspannung.
Tragen wir die reziproken Werte der Auflagerdrehwinkel α_a und
 β des einfachen Balkens in den entsprechenden Auflagern senk-
recht zur Stabaxe in entgegengesetzter Richtung ab und verbin-
den die Endpunkte der abgetragenen Strecken miteinander,
so erhalten wir den Festpunkt J_0 als Schnittpunkt dieser Ver-
bindungsgeraden mit der Stabaxe (Abb. 6).

Beweis:

$$\frac{1}{\frac{a_0}{\alpha_a}} = \frac{a_0}{l - a_0} \quad a_0 = \frac{\beta}{\alpha_a + \beta} l$$

Auf die gleiche Art erhalten wir:

$$b_0 = \frac{\beta}{\alpha_b + \beta} l$$

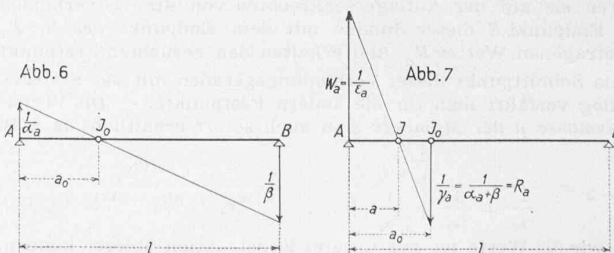
Konstruktion der Festpunkte bei elastischer Einspannung.
Tragen wir den Drehwiderstand W_a in seinem Auflager, die
Steifigkeit R_a im Festpunkt J_0 der vollständigen Einspannung
senkrecht zur Stabaxe in entgegengesetzten Richtungen ab, und
verbinden die Endpunkte dieser Strecken miteinander, so schneidet
die Verbindungsgerade die Stabaxe im Festpunkt J der elasti-
schen Einspannung (Abb. 7).

Beweis:

$$\frac{1}{\frac{\epsilon_a}{\alpha_a + \beta}} = \frac{a}{a_0 - a} = \frac{a}{\frac{\beta}{\alpha_a + \beta} l - a}; \quad a = \frac{\beta}{\alpha_a + \beta + \epsilon_a} l$$

Analog erhalten wir:

$$b = \frac{\beta}{\alpha_b + \beta + \epsilon_b} l$$



II. Die Tietz'sche Festpunkt-konstruktion.

Konstruktion der Drehwiderstände w und W .

Für den Drehwiderstand W des Auflagers oder Knotenpunktes, der in der vorigen Konstruktion gebraucht wurde, besteht die bekannte Relation (Abb. 8):

$$W_{a_1} = \frac{1}{\epsilon_{a_1}} = \frac{1}{\tau_{b_2}} + \frac{1}{\tau_{b_3}} + \frac{1}{\tau_{b_4}} + \dots = w_{b_2} + w_{b_3} + w_{b_4} + \dots$$

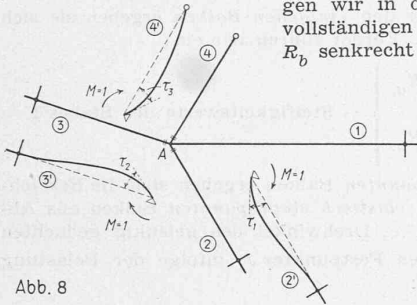


Abb. 8

Zur Bestimmung der Werte w_b tragen wir in den Festpunkten K_0 der vollständigen Einspannung die Werte R_b senkrecht zur Stabaxe ab, projiz-

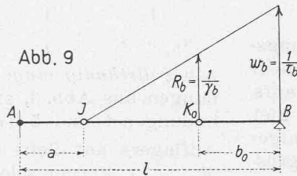


Abb. 9

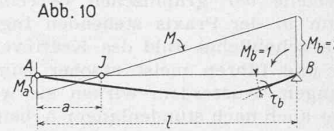


Abb. 10

zieren diese Strecken vom Festpunkt J aus auf die Auflagersenkrechten durch das K_0 zugelegene Auflager und erhalten dort den Wert $w_b = \frac{1}{\tau_b}$

Beweis: Nach (Abb. 9) ist:

$$\frac{w_b}{R_b} = \frac{1}{\frac{1}{a_b + \beta}} = \frac{l - a}{l - a - b_0}$$

also

$$w_b = \frac{1}{\alpha_b - \beta \frac{a}{l - a}}$$

Berechnen wir τ_b auf die bekannte Weise (Abb. 10):

$$\tau_b = M_a \beta + 1 \alpha_b; \quad \frac{1}{M_a} = -\frac{l - a}{l} \quad \tau_b = \alpha_b - \beta \frac{a}{l - a}$$

so sehen wir, dass unsere Behauptung stimmt, da $w_b = \frac{1}{\tau_b}$.

Durch Summieren dieser Drehwiderstände w_b erhalten wir den Auflagerwiderstand W_{a_1} , tragen diesen Wert auf der Auflagersenkrechten ab und können durch die Konstruktion des vorigen Abschnittes den Festpunkt J_1 sofort bestimmen.

Gang der Festpunkt-konstruktion.

Beim kontinuierlichen Träger auf frei drehbaren Stützen. Vorerst berechnen wir, am einfachsten mit Hilfe der Tabellen, für alle Felder die Steifigkeitswerte R_a und R_b , sowie die Festpunkte für vollständige Einspannung. Dabei kann für die Konstruktion der über alle Felder konstante Faktor $2E$ in den Ausdrücken für R_a und R_b weggelassen werden. Sodann tragen wir von J_0 senkrecht zur Stabaxe die Werte R_a , von K_0 aus in entgegengesetzter Richtung R_b ab (Abb. 11). Zur Konstruktion der linken Festpunkte J ziehen wir vom bekannten Festpunkt J_1 des linken Endfeldes eine Gerade durch den Endpunkt der in K_{01} abgetragenen Grösse R_{b1} , bis sie die nächste Auflagersenkrechte schneidet (Punkt S_1), verbinden S_1 mit dem Endpunkt des in J_{02} abgetragenen Wertes R_{a2} und erhalten J_2 als Schnittpunkt dieser Verbindungsgeraden mit der Stabaxe. Diese Konstruktion führen wir weiter bis zum rechten Endfeld. Analog finden wir die Festpunkte K , indem wir im Festpunkt K des rechten Endfeldes beginnen und mit der Konstruktion nach links fortschreiten.

Beim kontinuierlichen Träger auf elastisch drehbaren Stützen. Wiederum benötigen wir für alle Stäbe die Werte R_a und R_b , sowie die Festpunkte J_0 und K_0 für vollständige Einspannung. Suchen wir den Festpunkt J_1 des Stabes 1 (Abb. 12), so konstruieren wir die Drehwiderstände w_b für alle in A an Träger 1 angeschlossenen Stäbe auf die oben beschriebene Weise, summieren sie auf der Auflagersenkrechten von Stab 1, verbinden den Endpunkt S dieser Summe mit dem Endpunkt des in J_{01} abgetragenen Wertes R_{a1} und erhalten den gesuchten Festpunkt J_1 als Schnittpunkt dieser Verbindungsgeraden mit der Stabaxe. Analog verfährt man für die andern Festpunkte. — Die Verteilungsmasse μ der Momente sind auch sofort erhältlich, da z. B.

$$\mu_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{\tau_{b_2}} + \frac{1}{\tau_{b_3}} + \frac{1}{\tau_{b_4}} + \dots} = \frac{w_{b_2}}{w_{b_2} + w_{b_3} + w_{b_4} + \dots}$$

und wir die Werte w_b aus unserer Konstruktion ablesen können.

Bei über die einzelnen Stäbe konstantem Trägheitsmoment (was im Hochbau ja oft der Fall sein wird) gestaltet sich die Konstruktion besonders einfach.

Es ist dann:
$$R_a = R_b = \frac{1}{\frac{l}{3EJ} + \frac{l}{6EJ}} = \frac{2EJ}{l}$$

wofür, da wir bei jedem Stab mit $2E$ kürzen können, $R = \frac{J}{l}$ gesetzt werden darf. Es empfiehlt sich, J in dm^4 , die Stablänge in m einzusetzen. Die Festpunkte J_0 und K_0 sind ohne weiteres bekannt, sie liegen in den Stabmitteln. Der Gang der Konstruktion bleibt wie oben.

Zusammenfassung.

Die Tietz'sche Konstruktion besitzt nach meiner Ansicht folgende Vorzüge: Sie ist, da die «Verschobene Auflagersenkrechte» wegfällt und weniger Linien gezogen werden müssen, übersichtlicher und

rascher. Sie vermittelt ein sehr anschauliches Bild vom Einfluss der an einen Träger angeschlossenen Stäbe auf den Festpunkt-abstand. Sie gilt auch für die kompliziertesten Fälle in genau gleicher Weise, ist also überall anwendbar und dabei leicht zu behalten. Häufig kommt es vor, dass in einem mehrstöckigen Rahmen die Riegel über verschiedene Stockwerke gleich ausgebildet werden. Sind auch die Belastungen gleich, so erhalten wir in ein und derselben Figur durch Abtragen der Säulendrehwiderstände des untersten und obersten gleich dimensionierten Riegels die extremen Lagen der Festpunkte und damit der Schlusslinien der Momentenflächen. Damit sehen wir sofort, ob auch die Armierung der Riegel in den verschiedenen Stockwerken gleich sein darf. Ist das nicht angängig, so lassen sich doch sehr oft die Festpunkte der dazwischenliegenden Riegel durch Interpolation bestimmen.

III. Näherungsformel.

Ableitung. Wir greifen aus einem Rahmensystem (s. Abb. 12) oder einem kontinuierlichen Träger den Stab 1 heraus, dessen Festpunkt J_1 wir bestimmen wollen. Die in dem zu J_1 gehörigen Knotenpunkt A mit Träger 1 verbundenen Stäbe seien mit den Ziffern $2 \dots n$ bezeichnet. (In Abb. 12 ist $n = 4$). Für alle Stäbe gilt die allgemeine Beziehung (s. Abb. 9)

$$w_b = R_b \frac{l - a}{l - a - b_0}$$

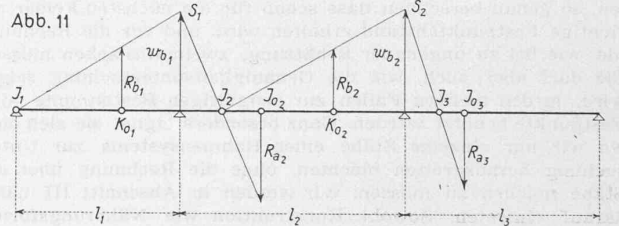


Abb. 11

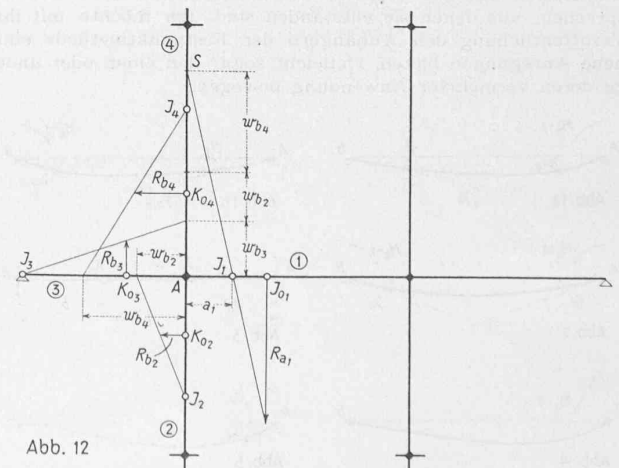


Abb. 12

Da, wie bekannt,

$$W_{a_1} = \frac{1}{\varepsilon_{a_1}} = w_{b_2} + w_{b_3} + w_{b_4} + \dots = \sum_2^n w_b$$

erhalten wir aus Abb. 7 die Relation:

$$\frac{W_{a_1}}{R_{a_1}} = \frac{a}{a_0 - a} = \frac{\sum_2^n w_b}{R_{a_1}}$$

Nach a aufgelöst und den Wert für w_b eingesetzt, ergibt uns die allgemeine Formel für den Festpunktabstand a des Stabes 1 bei beliebig veränderlichen Trägheitsmomenten:

$$a_1 = \frac{\sum_2^n \left(R_b \frac{l-a}{l-a-b_0} \right)}{\sum_2^n \left(R_b \frac{l-a}{l-a-b_0} \right) + R_{a_1}} a_0$$

Daraus erhalten wir die *allgemeine Formel für über die einzelnen Stäbe konstantes Trägheitsmoment*, indem wir setzen:

$$a_0 = b_0 = \frac{l}{3} \text{ und } R_a = R_b = \frac{2EJ}{l} = 2ER; R = \frac{J}{l}$$

$$a_1 = \frac{\sum_2^n \left(R 3 \frac{l-a}{2l-3a} \right)}{\sum_2^n \left(R 3 \frac{l-a}{2l-3a} \right) + R_1} \frac{l_1}{3}$$

Sind die in A mit Träger 1 biegungsfest verbundenen Stäbe 2, 3, 4, n an ihren andern Enden fest eingespannt, so setzen wir für $a = \frac{l}{3}$ in die obige Formel ein und erhalten die Formel (1) für vollständige Einspannung:

$$a_1^{(1)} = \frac{\sum_2^n (R)}{\sum_2^n (R) + \frac{1}{2} R_1} \frac{l_1}{3} \dots \dots \dots (1)$$

Sind die Stäbe 2 bis n gelenkig gelagert, so setzen wir für $a = 0$ und erhalten:

$$a_1^{(2)} = \frac{\sum_2^n (R)}{\sum_2^n (R) + \frac{2}{3} R_1} \frac{l_1}{3} \dots \dots \dots (2)$$

Sobald wir über den Einspannungsgrad der an Träger 1 angeschlossenen Stäbe genau Bescheid wissen, werden wir entweder Formel (1) (bei vollständiger Einspannung) oder Formel (2) (bei gelenkiger Auflagerung) anwenden und erhalten damit die für diese extremen Fälle genauen Festpunktabstände.

Zur Ableitung einer allgemeingültigen Näherungsformel setzen wir nun voraus, alle in A an Träger 1 angeschlossenen Stäbe besäßen den gleichen mittleren Einspannungsgrad. Wie uns die Rechnung an vielen Beispielen gezeigt hat, schwankt dieser mittlere Einspannungsgrad um den Wert $k = \frac{a}{a_0} = \frac{2}{3}$.

Setzen wir also für $a = \frac{2}{3} a_0 = \frac{2l}{g}$ in die allgemeine Formel ein, so erhalten wir

$$a_1^{(3)} = \frac{\sum_2^n (R)}{\sum_2^n (R) + 0,57 R_1} \frac{l_1}{3} \dots \dots \dots (3)$$

Wir sehen, dass in diesem Fall der Koeffizient 0,57 von R_1 ziemlich genau das Mittel der Koeffizienten 0,5 aus Formel (1) und 0,667 aus Formel (2) ist. Formel (3) wird in allen Fällen, wo die Einspannungen der mit Träger 1 verbundenen Stäbe unsicher und voneinander verschieden sind, angewendet.

Genauigkeitsuntersuchung.

Wie leicht einzusehen ist, muss der tatsächliche Festpunktabstand zwischen den extremen Werten $a^{(1)}$ für vollständige Einspannung und $a^{(2)}$ für gelenkiges Auflager liegen. Wir erhalten also den grösstmöglichen Fehler Δ , indem wir die Differenzen zwischen dem mit Formel (3) errechneten Festpunktabstand $a^{(3)}$ und den extremen Werten $a^{(1)}$ und $a^{(2)}$ bestimmen.

Es sei

$$\frac{\sum_2^n (R)}{R_1} = n$$

Dann lautet Formel (1): $a_1^{(1)} = \frac{n}{n + \frac{1}{2}} \frac{l_1}{3}$

Formel (2): $a_1^{(2)} = \frac{n}{n + \frac{2}{3}} \frac{l_1}{3}$

Formel (3): $a_1^{(3)} = \frac{n}{n + 0,57} \frac{l_1}{3}$

Die Fehler sind

$$\Delta_1 = a_1^{(3)} - a_1^{(1)} \quad \Delta_2 = a_1^{(3)} - a_1^{(2)}$$

Allgemein:

$$\Delta = \frac{l_1}{3} \left(\frac{n}{n + c_1} - \frac{n}{n + c_2} \right)$$

Durch Differenzieren erhalten wir das Maximum für Δ , wenn $n^2 = c_1 c_2$. Die entsprechenden Zahlen für c_1 und c_2 eingesetzt, ergibt die maximalen Fehler:

$$\Delta_{1max} = -0,011 l_1 = 1,1\% \text{ der Stablänge bei } n = 0,534$$

$$\Delta_{2max} = +0,013 l_1 = 1,3\% \text{ der Stablänge bei } n = 0,617$$

Schon diese grosse Genauigkeit genügt für alle graphischen Berechnungen, zu denen die Festpunkte ja gebraucht werden. Bedenken wir aber, dass bei Vorkommen der Extrema vollständiger Einspannung oder gelenkiger Auflagerung (z. B. bei einfachen Rahmen) Formel (1) oder (2) angewendet werden, so wird sich der grösstmögliche Fehler in allen praktischen Fällen auf rd. die Hälfte vermindern, sodass mit $\Delta_{max} = 0,65\%$ der Stablänge gerechnet werden darf. Für die Praxis kann diese Genauigkeit als vollkommen genügend angesehen werden, da auch das Moment einen Fehler gleicher Grössenordnung aufweisen wird.

Verteilungsmasse μ der Momente.

Es ist

$$\mu_{1-2} = \frac{w_{b_2}}{\sum_2^n (w_b)}$$

und

$$w_b = 3R_b \frac{l-a}{2l-3a} = R 6E \frac{l-a}{2l-3a}$$

Setzen wir für

$$a = k a_0 = k \frac{l}{3}$$

so erhalten wir

$$w_b = R \left(\frac{6E}{6-3k} \right) = cR$$

Nach unserer Annahme ist k (und natürlich auch E) für jeden Stab gleich, also wird auch der Koeffizient c für alle Stäbe gleich gross sein, und wir erhalten die in der Praxis schon längst verwendete Beziehung:

$$\mu_{1-2} = \frac{cR_2}{cR_2 + cR_3 + cR_4 + \dots} = \frac{R_2}{\sum_2^n (R)}$$

Anwendung.

Die Näherungsformel darf bei normalen Verhältnissen, besonders im Hochbau, zur endgültigen Bestimmung der Festpunkte verwendet werden, liegt doch ein maximaler Fehler von rd. 1% der Stablänge bei Aufzeichnen des Trägers im Masstab 1:50 nicht wesentlich über der Zeichengenauigkeit. Wir können mit Hilfe dieser Formel beliebige Festpunkte eines Rahmensystems berechnen, ohne von schon bekannten Festpunkten ausgehen zu müssen, und ersparen damit den zeitraubenden Rechnungsgang über oft zahlreiche Stäbe. Ganz besonders aber eignet sich das Verfahren zur Ermittlung von Festpunkten, die andernfalls zur Konstruktion der übrigen Festpunkte geschätzt werden müssten (siehe Beispiel) und bildet damit eine Ergänzung zur Tietzschen Konstruktion.

IV. Beispiel.

Es sollen die Festpunkte des in Suters «Die Methode der Festpunkte» auf Seite 102, II. Band, behandelten Erzsilos ermittelt werden. Der zweistöckige Rahmenbinder, dessen Ausmasse aus Abb. 13a ersichtlich sind, hat über die einzelnen Stäbe konstantes Trägheitsmoment.

Vorerst berechnen wir die Steifigkeitswerte $R = \frac{J}{l}$ für sämtliche Stäbe: $R_1 = 34,5 = R_3$; $R_2 = 51,0$; $R_4 = 61,75 = R_6$; $R_5 = 29,9$; $R_7 = 204,5 = R_8$; $R_9 = 14,6 = R_{10}$.

Dann bestimmen wir mit Näherungsformel (3) die von Suter geschätzten Festpunktabstände b_4 und b_5 :

Punkt G: $b_4 = \frac{R_9}{R_9 + 0,57 R_4} \frac{l_1}{3} = 0,49 \text{ m}$

(Genauer Wert nach Suter: $b_4 = 0,51 \text{ m}$).

Punkt H: $b_5 = \frac{29,2}{29,2 + 17,03} \frac{5,02}{3} = 1,06 \text{ m}$

(Genauer Wert nach Suter: $b_5 = 1,09 \text{ m}$).

Vereinfachte Methode zur Bestimmung der Festpunkte

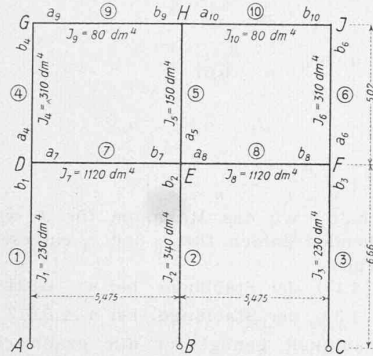


Abb. 13 a

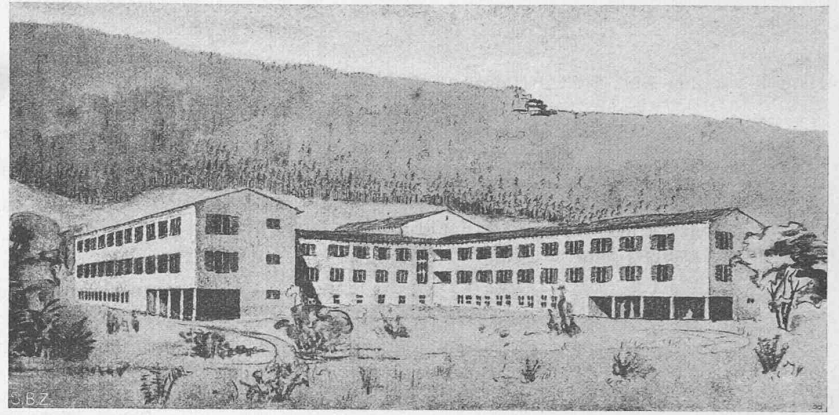


Abb. 4. Gesamtbild des Altersheims Ruttigerhof, aus Südosten

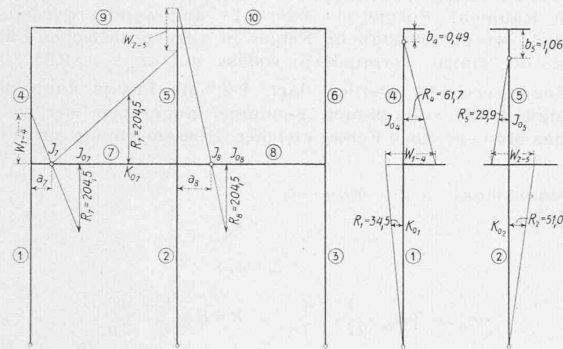


Abb. 13 b

Von diesen Festpunkten und den in A, B und C angenommenen Gelenken aus lassen sich nun die andern Festpunkte mit der Tietzschens Konstruktion bestimmen, was in Abb. 13 b für die Festpunkte J_7 und J_8 durchgeführt ist. Bei Aufzeichnung im Masstabe 1 : 50 erhielten wir die genauen Werte: $a_7 = 0,77$ m; $a_8 = 1,26$ m. Dabei sind die Säulendrehwiderstände nur der Deutlichkeit halber in besonderen Figuren konstruiert worden. Durch Fortführen der Konstruktion liessen sich alle andern Festpunkte bestimmen.

Zur Kontrolle und zum Vergleich berechnen wir die Festpunktabstände noch mit unserem Näherungsverfahren: a_7 : Wir wissen, dass Säule 1 unten gelenkig gelagert, Säule 2 oben sehr schwach

$$\left(k = \frac{a}{a_3} = \frac{0,49}{\frac{5,02}{3}} = 0,29 \right)$$

eingespannt ist, werden also mit Formel (2) für gelenkige Auflagerung rechnen und erhalten:

$$R_1 + R_4 = 96,25; 0,667 R_7 = 136,34;$$

$$a_7 = \frac{96,25}{232,59} \cdot \frac{5,475}{3} = 0,76 \text{ m}$$

a_8 : Hier sind wir über den mittleren Einspannungsgrad der an Träger 8 angeschlossenen Stäbe im Unklaren und wählen deshalb Formel (3):

$$R_2 + R_5 + R_7 = 285,4; 0,57 R_8 = 116,5;$$

$$a_8 = \frac{285,4}{401,9} \cdot \frac{5,475}{3} = 1,29 \text{ m}$$

V. Tabellen.

Um die für die Konstruktion benötigten Festpunktabstände vollständiger Einspannung und die Steifigkeitswerte ohne grosse Rechnung zu erhalten, haben wir für die meistvorkommenden Fälle gerader und parabolischer Vouten entsprechende Tabellen aufgestellt¹⁾. Zu ihrer Berechnung sind die Strassnerschen Tabellen benützt worden.

¹⁾ Auf Wunsch vermittelt die Redaktion der «SBZ» den Bezug dieser Tabellen vom Verfasser.

Alters- und Fürsorgeheim Ruttigerhof bei Olten

Von Arch. ADOLF SPRING, Olten

Allgemeines. Das Heim dient zur Aufnahme älterer und fürsorgebedürftiger Personen. Demgemäss lag der Projektierung von Anfang an zu Grunde, ein sonniges, wohlliches Heim zu schaffen, bei dem alles Anstaltmässige auf ein Minimum beschränkt würde. Die Ausführung erfolgte auf Grund eines Wettbewerbsergebnisses. Bestimmende Programmpunkte waren: Vorläufiger Ausbau für 70 bis 90 Insassen, alle in Einer- und Zweierzimmern; Erweiterungsmöglichkeit durch Anbau auf 120 bis 140 Personen; Geschlechtertrennung; zwei Wohngeschosse. Der schmale, aber sehr tiefe Bauplatz führte zu einer Gebäudegruppierung, die den erwähnten Forderungen in idealer Weise entsprechen konnte; die innere Aufteilung geht aus den Plänen hervor. Grosse Rasenflächen, bepflanzt mit Obstbäumen und wenigen Ziersträuchern, freigeführte Plattenwege, die an bunten Blumenbeeten vorbeiführen, fügen das Gebäude unaufdringlich in die ruhige Landschaft ein (Abb. 1 bis 6).

Konstruktives. Der Bau wurde mit möglichst einfachen, schlichten Mitteln erstellt. Umfassungsmauern: Keller Beton, übrige innen Backstein, aussen Kalksandstein 39 cm stark. Decken: über Keller und sämtlichen Korridoren Massivplatten; über den Insassenzimmern Holzgebälk mit Schlackenauffüllung; über Speisesaal und Küche Tonhohlkörperdecken. Bodenbeläge: Insassenzimmer Eichen-Langriemen, Gänge und Speisesaal Marbelem; Aufenthaltsräume, Bureau, Krankenabteilung Jaspe; Arbeitsräume

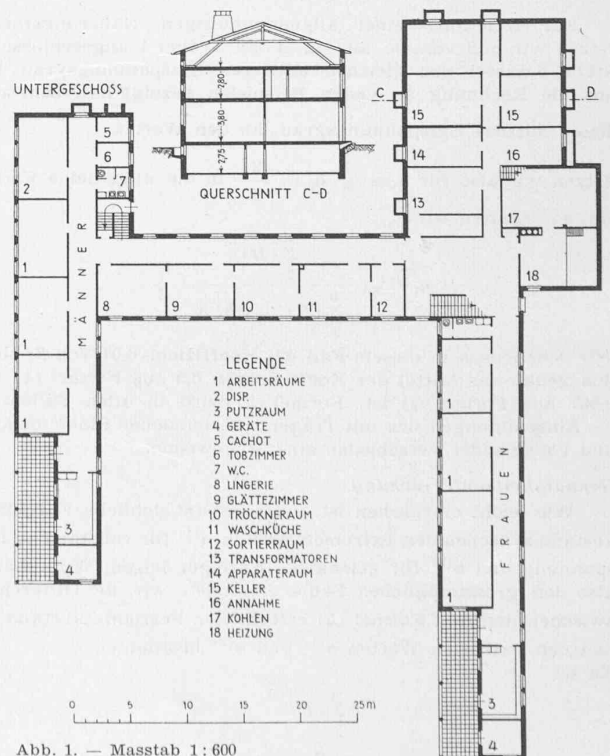


Abb. 1. — Masstab 1 : 600