

# DIE BAUTECHNIK

3. Jahrgang

BERLIN, 24. Juli 1925

Heft 32

## Maßgebende Gesichtspunkte bei der Planung von Stadt- und Vorortbahnen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Oberbaurat Nils Buer, Hamburg.

Auf der Eisenbahnausstellung in Seddin im Herbst 1924 konnte man feststellen, daß eine vielseitige, hochentwickelte Industrie darauf eingestellt ist, Verkehrsmittel zu schaffen, die den weitestgehenden Bedürfnissen des gesteigerten Verkehrs entsprechen. Die Entwicklung der Großstadt wird durch keinen Gradmesser so genau bestimmt wie durch ihren Verkehr. Der Verkehr in den größten Städten des Reiches hat seit Kriegsende einen Umfang angenommen, der wohl kaum vorausgeahnt werden konnte und zu Maßnahmen geführt hat, die teilweise erst nach eingehendem Studium in den Großstädten Englands und der Vereinigten Staaten von Nordamerika festgelegt werden konnten. Die beabsichtigte Erbauung neuer Hochbahnlinien in Berlin und Hamburg läßt es wegen des erheblichen, allgemeinen Interesses erwünscht erscheinen, die maßgebenden Gesichtspunkte darzulegen, die bei der Planung solcher Verkehrsmittel in erster Linie berücksichtigt werden müssen.

Die Entwicklung der zeitgemäßen Großstadt hat in verschiedenen Ländern, insbesondere in England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika, dazu geführt, daß sich allmählich eine räumliche Trennung zwischen Wohnstätten und Arbeitsstätten herausgebildet hat. Wenngleich diese Trennung in den deutschen Großstädten noch keine so ausgeprägte ist, wie in den genannten Ländern, so macht sich eine Neigung nach dieser Richtung hin doch schon deutlich bemerkbar. Die Zeit dürfte daher auch hier nahe sein, in der diese Trennung im wesentlichen durchgeführt sein wird. Im Wirtschaftsleben macht sich bei den verschiedenen Betrieben schon seit längerer Zeit das Bestreben bemerkbar, die innere Stadt für ihren Sitz zu bevorzugen. Dieses Bestreben wird hervorgerufen durch das Vorhandensein vermittelnder Institute, wie Börse, Banken, Maklergeschäfte usw. Es entsteht durch das enge Zusammenwohnen in der inneren Stadt eine leichte Anbahnung und Abwicklung der Geschäfte. Es sind also Zweckmäßigkeitsgründe, die dazu geführt haben, daß das Geschäftsleben sich immer mehr im Stadtkern abspielt. Infolge der großen Nachfrage sind daher die Preise für Grund und Boden hier so hoch, daß das Wohnen im Stadtkern nicht mehr wirtschaftlich ist.

Der Kern der Stadt, oder wie man ihn in England oder Amerika nennt, die City, wird im wesentlichen gebildet durch denjenigen Teil, in dem die Großhandlungen mit ihren Speichern, die staatlichen und städtischen Verwaltungsgebäude, die Banken, die Kontorgebäude, die Warenhäuser und die Ladengeschäfte, die Gasthäuser und die besseren Vergnügungsstätten ihren Sitz haben. Der Verkehr innerhalb der Stadt setzt sich im wesentlichen zusammen aus dem Berufsverkehr zwischen Wohnstätte und Arbeitstätte, dem Verkehr von und nach den Fernbahnhöfen, dem Ausflugsverkehr und dem Zufallverkehr. Zur Bewältigung dieses Gesamtverkehrs müssen in den Großstädten besonders leistungsfähige Verkehrsmittel bereitgestellt werden. Der Straßenbahn- und Omnibusverkehr genügt den Ansprüchen der Großstadt nur teilweise. Er ist fast ausschließlich darauf angewiesen, die Straßen mit ihren oft ungünstigen Krümmungen und Steigungsverhältnissen zu benutzen. Das rollende Material ist kleiner und leichter gebaut als die Fahrzeuge der Eisenbahnen. Es eignet sich daher auch weniger für größere Fahrgeschwindigkeiten sowie für lange Fahrten und bietet nicht die Bequemlichkeiten, die die Fahrgäste bei Fahrten von längerer Dauer so hoch schätzen. In der inneren Stadt, wo die Straßen durch den Wagen- und Fußgängerverkehr, der sich auf ihnen abwickelt, manchmal ohnehin bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen sind, ist der Straßenbahn- und Omnibusverkehr nur ungenügend imstande, den Verkehr zu bewältigen, weil er von dem übrigen Verkehr zu sehr gehemmt wird und daher eine große Zahl von Verkehrssuchenden in kurzer Zeit nicht befördern kann. In der Großstadt wird man daher einen großen Teil des Verkehrs auf Verkehrsmittel verweisen, die die Straßenzüge meiden und daher von dem Straßenverkehr nicht beeinträchtigt werden.

In den seltensten Fällen wird eine Großstadt durch eine einzige Stadtbahnlinie ausreichend bedient werden können. Es ist dies nur dann der Fall, wenn das Stadtgebilde langgestreckt und verhältnismäßig schmal ist, wie beispielsweise in Elberfeld-Barmen. In Großstädten, die sich ohne derartigen örtlichen Zwang entwickeln, wie die vorgenannten, wird die von der Stadt bedeckte Fläche eine mehr in sich abgerundete sein, sie wird sich also hinsichtlich ihrer Form mehr der Kreis- oder Vieleckfläche nähern. In solchen Städten bedarf es eines

Netzes von Strahlen- oder Durchmesserlinien, das das genannte Stadtgebiet möglichst gleichmäßig überzieht. Wie rasch sich der Verkehr einer Großstadt vermehrt, zeigt die Entwicklung in Hamburg. Während die Bevölkerungszahl in den letzten Jahren vor dem Kriege um etwa  $2\frac{1}{2}\%$  zunahm, wuchs die Verkehrszahl, d. h. die Zahl der jährlichen Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung, um etwa  $6\frac{1}{2}\%$  an. Es klingt widersinnig, aber es ist zutreffend: Je größer die vorhandene Verkehrsmöglichkeit ist, um so größer wird auch das Verkehrsbedürfnis.

Der größte Teil des Verkehrs einer Großstadt ist im allgemeinen strahlenförmig zwischen dem Stadtkern und den Außengebieten gerichtet. Eine Ausnahme hiervon bildet in Großstädten, die gleichzeitig bedeutende Hafenstädte sind, der Verkehr zwischen Wohnstätte und dem Hafen. Der Hafen kann aber im allgemeinen in solchen Fällen als Bestandteil des Stadtkerns angesehen werden, denn er wird sich an diesen anlehnen. Ringlinien können nur einen beschränkten Verkehr aufnehmen, denn sie entsprechen in den weitaus meisten Fällen hinsichtlich ihrer Trassierung nicht den tatsächlichen Verkehrsbedürfnissen. Die Hamburger Hochbahn ist nur äußerlich eine Ringlinie, sie besteht aus zwei Strahlenlinien zu beiden Seiten der Alster, die aus betrieblichen Gründen sowohl im Stadtkern als auch am Nordende miteinander verbunden sind, wodurch erst der Ring entstanden ist.

Wenn man den Ring als unzweckmäßig vermeiden will, dann entsteht die Frage, ob man Strahlenlinien, d. h. solche, die aus dem Stadtkern ausgehen und am Rande enden, oder Durchmesserlinien wählen soll. Liegt der Stadtkern ziemlich am Rande des Stadtgebildes, wie in Hamburg, dann wird man aus betrieblichen Gründen Strahlenlinien bevorzugen, die im Stadtkern miteinander verbunden sind. Je mehr sich das Stadtbild dem des Kreises nähert und je mehr der Stadtkern in die Mitte dieses Stadtbildes rückt, um so mehr nähern sich die Durchmesserlinien denen des Strahlennetzes. Vielfach wird man bei der Trassierung, bei der einmal Verkehrsbedürfnisse, zum anderen Betriebsrücksichten maßgeblich sind, eine Zwischenlösung zwischen Durchmesser- und Strahlenlinien wählen. Die Weiterführung der verschiedenen Linien durch den Stadtkern, der von alters her dicht bebaut ist und enge Straßen besitzt, bietet meistens große Schwierigkeiten und ist in vielen Fällen ohne Abbruch und Straßenregulierungen nicht möglich. Der Hauptgrundsatz bei der Planung neuer Linien ist, die Hauptverkehrsströme von der Oberfläche der Straßen auf die neuen unter- und oberirdischen Verkehrsmittel zu verweisen, zu welchem Zwecke an den Hauptverkehrspunkten bequeme Zugangsmöglichkeiten geschaffen werden müssen. Die verschiedenen Linien sind an geeigneten Punkten miteinander in Verbindung zu bringen, um Teile des Verkehrs von einer Bahnlinie auf die andere überzuleiten.

Die Knotenpunkte zweier Linien können in mannigfaltiger Art ausgeführt werden. Die einfachste Art ist die Kreuzung in verschiedener Höhenlage. Bei dieser Art der Zusammenführung ist ein Überleiten der Verkehrsmittel der einen Linie auf die andere nicht möglich. Die Fahrgäste, die umsteigen wollen, sind ohne Ausnahme gezwungen, Treppenanlagen zu benutzen. Der Höhenunterschied zwischen der Straßenoberfläche und dem Bahnsteig der tiefstliegenden Bahn ist günstigstenfalls etwa 8,80 m oder etwa 50 Treppenstufen. Diese Art der Verknötung von Stadtbahnen wählt man vorzugsweise dort, wo der Umsteigebedarf nur mäßig ist und die Örtlichkeit eine andere und bessere Verbindung zwischen den Linien nicht zuläßt.

Vollkommener und für den Betrieb vorteilhafter ist die Berührung zweier Linien nach Tangentenart. Hierbei liegen die Bahnen nebeneinander und wohl meistens in derselben Höhe, so daß die Bahnsteige auch nebeneinander angeordnet werden können. Der Betrieb jeder Linie geschieht aber für sich, ohne daß, wie bei der einfachen Kreuzung, die Verkehrsmittel der einen Linie auf die andere übergehen können. Es entsteht auf einer solchen Haltestelle der sogenannte Linienbetrieb. Dieser Betrieb hat den Nachteil, daß die Fahrgäste, die umsteigen wollen, in allen Fällen nur mit Hilfe von Treppenanlagen den Bahnsteig der anderen Linie erreichen können. Den Mängeln stehen keine Vorteile gegenüber, denn die Haltestellen an solchen Berührungspunkten nehmen fast ebensoviel Platz ein, wie die im nachfolgenden erwähnte Verschlingung der Linien für Richtungsbetrieb.

Die vollkommenste Art der Verbindung zweier Linien ist die Ausbildung der Station für Richtungsbetrieb, die Verschlingung. Bei zweckmäßiger Anordnung der Bahnsteige wird für eine der beiden Fahrtrichtungen das Umsteigen unmittelbar, also ohne Benutzung von Treppen, bewerkstelligt werden können. Die Züge der einen Linie können, allerdings nur für eine Richtung, beliebig auf die andere Linie übergeführt werden, wodurch erhebliche betriebliche Vorteile erlangt werden. Schließlich ist bei dieser Art der Verbindung zweier Linien noch zu erwähnen, daß die Übersichtlichkeit vergrößert wird und die Fahrgäste also leicht die gewünschte Linien- und Fahrtrichtung auswählen können.

Bei der Trassierung von Stadtbahnen kommt es darauf an, die auftretenden Verkehrsströme bestmöglich zu erfassen und sie ihrem Ziele zuzuführen. Da diese Verkehrsströme ihrer Art und ihrem Richtungsbestreben nach sehr verschieden sind, wird man häufig vermittelnde Linien wählen müssen, die den Bedürfnissen Rechnung tragen und im Belange der Wirtschaftlichkeit begründete Aussicht auf einen möglichst gleichmäßigen Verkehr bieten. Da der Verkehr nicht gleichmäßig über das gesamte Gebiet der einzelnen Stadtteile verteilt ist, sondern sich in einzelnen, besonders bevorzugten Verkehrsstraßen staut, so wird man bei der Trassierung darauf Bedacht nehmen müssen, den Verkehr in diesen Straßen durch die neu anzulegenden Bahnlinien aufzusaugen. Man ist oft geneigt, die neuen Bahnlinien zur Verringerung der Baukosten seitlich von den Hauptverkehrsstraßen zu führen; aber diesem Bestreben ist eine Grenze gesetzt, die schon bei einer Entfernung von etwa 100 m erreicht sein kann. Man muß immer mit der Eigenart der Fahrgäste rechnen, die bei einiger Entfernung bis zur nächsten Stadtbahnhaltestelle die Straßenbahn- und Omnibuslinien als vorteilhafter bevorzugen. Selbst in den Vorstädten muß man die Stadtbahn durch Hauptverkehrsstraßen führen; nur bei vorgeschobenen Siedlungen ländlicher Art wird man von diesen Grundsätzen etwas abweichen können.

Die Bemessung der Entfernung der Haltestellen ist eine wichtige Angelegenheit der Planung einer Stadtbahn. Einmal ist es

nötig, die Wege von und zur Bahn kurz zu halten; zum anderen ist aber auch erforderlich, eine möglichst hohe Reisegeschwindigkeit zu erzielen. Diese beiden Bedingungen, die zueinander in gewissem Widerstreit stehen, müssen bei der Planung durch Vermittlung ausgeglichen werden. In der inneren Stadt wird man Haltestellenentfernungen von durchschnittlich 500 m vorsehen müssen; am Stadtrande dagegen kann man die Entfernung erheblich vergrößern. Bei einer Haltestellenentfernung von 500 m erreicht man eine Reisegeschwindigkeit von 22 km/Std. In den äußeren Stadtteilen und in den Vorstädten wird man dagegen bei einer Haltestellenentfernung von 1500 bis 2500 m Reisegeschwindigkeiten von 37 bzw. 43 km/Std. erzielen können. Durch die Reisedauer unmittelbar und mittelbar durch die Zahl der Stationen ist der Ausdehnung von Vorortsiedlungen praktisch eine Grenze gesetzt, die nicht überschritten werden darf, wenn die Siedlungen gedeihen sollen.

Der Ausflugsverkehr ist ein Schmerzenskind der Vorortbahnen. Er tritt nur an einzelnen Tagen und dann auch nur zu gewissen Stunden stoßweise mit großer Stärke auf. Bahnhofsanlagen, rollendes Material und Fahrpersonal müssen dieser Spitzenbelastung entsprechend bemessen werden. Eine Ausnutzung des für die Bewältigung des Spitzenverkehrs bereitzustellenden Materials ist während der Werktagen meistens nicht möglich. Das Mehr an Personal kann auch schlecht ausgenutzt werden. Bislang war ein gewisser Ausgleich dadurch gegeben, daß der Stadtverkehr an Sonn- und Festtagen kleiner war als werktags, wodurch rollendes Material und Fahrpersonal für die Außenstrecken mit Ausflugsverkehr frei wurden. Der Stadtverkehr an Sonn- und Feiertagen hat sich aber in den letzten Jahren so vermehrt, daß ein erheblicher Unterschied kaum mehr vorhanden ist.

Die Zukunft wird auf dem Gebiete des städtischen Verkehrs wesentliche große Umwälzungen bringen, denen alte ehrwürdige Stadtteile in großem Umfange zum Opfer gebracht werden müssen, aber aus den Ruinen des Alten entstehen weitausschauende Anlagen, die dem Gemeinwesen zum Segen gereichen und eine feste Grundlage für die weitere Ausdehnung bilden werden.

## Einfaches Verfahren zur Berechnung mehrstieliger Rahmenträger.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. F. Kardos, Zivilingenieur, Budapest.

Die Berechnung der mehrstieligen Rahmenträger, besonders wenn der Aufbau des Tragwerkes und die Anordnung der Belastung unregelmäßig sind, ist bekanntlich mit der Auflösung von Gleichungen mit vielen Unbekannten, also mit beträchtlichen rechnerischen Schwierigkeiten verbunden. Das im folgenden auseinandergesetzte analytische Verfahren hat den Vorteil, daß die Gleichungen mit vielen Unbekannten erübrigt werden, obgleich das Verfahren sich auf den in Abb. 1 dargestellten ziemlich allgemeinen Fall bezieht. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, sind sämtliche Säulen und Balken geradlinig, aber von beliebiger Richtung. Es sei vorausgesetzt, daß die Trägheitsmomente von Stab zu Stab konstant sind und daß der Einfluß der Längenänderung der Stäbe vernachlässigt werden darf.

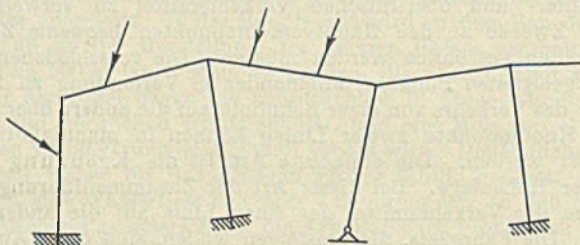


Abb. 1.

Das Verfahren beruht auf dem folgenden Zusammenhang: Auf einem Tragwerke, aufgebaut nach Abb. 1, kann jede Belastung durch in den Knotenpunkten angreifende Kräftepaare und Kräfte ersetzt werden. Betrachtet man nämlich jeden belasteten Stab als einen beiderseits eingespannten Balken und läßt dessen Einspannungsmomente und Reaktionskräfte mit veränderten Vorzeichen auf den entsprechenden Knotenpunkten angreifen, so werden diese Kräftepaare  $N$  und Kräfte  $S$  dieselben Reaktionen hervorrufen wie die ursprüngliche Belastung. Die Richtigkeit dieses Zusammenhanges zu ersehen, denken wir das Tragwerk nur auf einem einzelnen Stabe belastet und auf ein statisch bestimmtes Hauptsystem nach Abb. 2 zurückgeführt. Es ist ohne weiteres klar, daß die Kräftepaare  $N$  und Kräfte  $S$  — Belastung II — auf dem Hauptsystem dieselben Reaktionen verursachen wie die gegebenen Lasten — Belastung I —, denn als Kraftsysteme sind die beiden Belastungen statisch gleichwertig. Die Belastungen I und II weichen voneinander nur darin ab, daß die Momentenfläche  $F_0$  des Falles I im Falle II durch die Momentendreiecke  $F_1$  und  $F_2$  ersetzt wird (Abb. 3). Da  $F_1$  und  $F_2$ ,

Komponenten von  $F_0$  sind und da die elastischen Gleichungen, die die Bewegungsbedingungen von Säulenfüßen und anderen Knotenpunkten ausdrücken, aus Summen und Momentensummen der Momentenflächen des Hauptsystems gebildet werden können, ist der Inhalt dieser Gleichungen in den beiden Fällen identisch. Es war

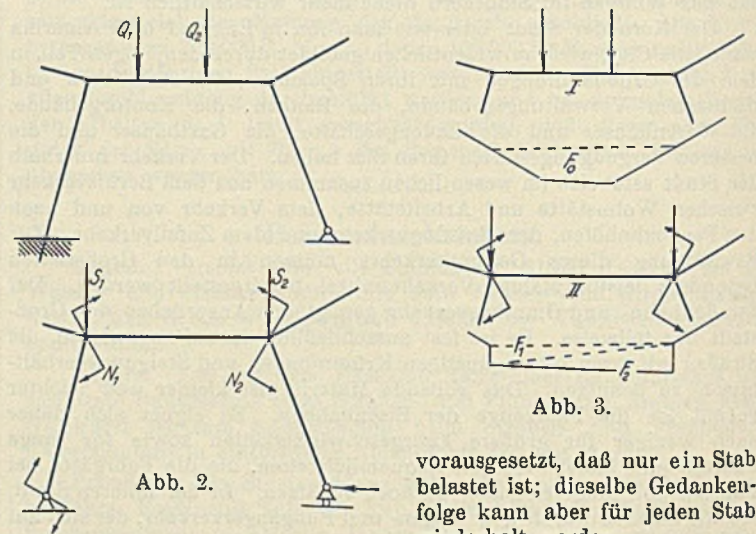


Abb. 3.

Abb. 2.

vorausgesetzt, daß nur ein Stab belastet ist; dieselbe Gedankenfolge kann aber für jeden Stab wiederholt werden.

Auf Grund des bewiesenen Satzes genügt es also, nur den Einfluß der Belastung der Knotenpunkte zu untersuchen. Ist irgend ein Knotenpunkt durch eine Kraft belastet, so werden in allgemeinem Falle die Knotenpunkte sich verschieben und dementsprechend die Stabachsen sich verdrehen. Das Verhältnis dieser Drehungswinkel ist konstant und unabhängig von der Belastung, die die Drehungen verursacht. Daraus folgt, daß auch das Verhältnis der Biegemomente konstant (und von der Belastung unabhängig) ist. Aus dem letzteren Zusammenhang ist ferner leicht zu ersehen, daß irgend eine Belastung, die aus auf Knotenpunkten angreifenden Kräften besteht, an einem beliebigen Knotenpunkte durch eine einzelne Kraft von beliebiger Richtung ersetzt werden darf.

In bezug auf die Belastung der Knotenpunkte durch Kräftepaare kann folgendes festgesetzt werden: Ist nur ein Knotenpunkt belastet und das Tragwerk durch eine Kraft an einem beliebigen Knoten-

punkte gegen Verschiebungen festgehalten, so ist innerhalb der beiden Teile, die durch die zu dem belasteten Knotenpunkte gehörige Säule getrennt werden, ferner auch innerhalb der Säule selbst das Verhältnis der Biegemomente konstant und durch die schon aus mehreren Berechnungsverfahren bekannten Festpunkte bestimmt.

Diese Eigenschaften des Tragwerkes können bei der Lösung des Problems in der folgenden Weise benutzt werden:

a) Man bestimmt die Kräftepaare  $N$  und Kräfte  $S$  — Belastung II —, die auf den Knotenpunkten angreifend die gegebene Belastung I ersetzen.

b) Anstatt der Kräfte  $S$  wird eine einzelne Kraft  $S_0$  von beliebiger Richtung eingeführt, die auf einem beliebigen oberen Knotenpunkt angreift und dieselben Biegemomente verursacht wie die Kräfte  $S$  zusammen.

c) Auf dem Tragwerke, das mit einer Kraft festgehalten ist, werden die Biegemomente, die die einzelnen Kräftepaare  $N$  in den Stabenden hervorrufen, der Reihe nach berechnet. Diese Werte der Momente sind  $M_{i0}$ .

d) Man denkt das Tragwerk in einem Knotenpunkte durch eine Kraft belastet; der entsprechende Drehungswinkel  $\phi_0$  der ersten Säulenachse wird als bekannt betrachtet, und die Werte der übrigen Drehungswinkel sowie die der Biegemomente werden als Funktionen von  $\phi_0$  berechnet. Die Biegemomente der Stabenden sind  $M_{i\phi}$ .

e) Die Werte der Biegemomente, die auf dem frei verschiebbaren Tragwerk unter dem Einflusse der Belastung II entstehen, können also mit den Summen  $M_{i0} + M_{i\phi}$  ausgedrückt werden. Der Wert von  $\phi_0$ , der in den Werten der Momente noch unbekannt ist, wird auf statischem Wege gefunden, und zwar aus folgender Gleichung

$$\sum X_i + S_0 = 0.$$

$X_i$  bedeuten die Reaktionskomponenten, die mit  $S_0$  (siehe b) parallel sind.

Diese fünf Schritte des Verfahrens müssen noch näher beleuchtet werden.

a) Sämtliche belasteten Stäbe sind als einzelne beiderseits eingespannte Balken zu betrachten; die Reaktionskräfte und Einspannungsmomente dieser Balken liefern die negativen Werte der Komponenten von den Kräftepaaren  $N$  und Kräften  $S$ .  $N$  bzw.  $S$  sind nämlich die Resultanten der Komponenten, die zu denselben Knotenpunkten gehören.  $N$  soll positiv gerechnet werden, wenn ihre Drehung mit der des Uhrzeigers übereinstimmt.

b) Die Kräfte  $S_i$  und  $S_k$  sind die Lasten von zwei benachbarten Knotenpunkten (Abb. 4). Werden die beiden Kräfte in je zwei Seitenkräfte zerlegt, von denen die eine mit der entsprechenden Säulenachse, die andere mit der Verbindungslinie der beiden Knotenpunkte (also mit der Balkenachse) zusammenfällt und sind die Komponenten in der Balkenachse gleich und gleichgerichtet, so rufen  $S_i$  und  $S_k$  dieselben Biegemomente hervor. Aus diesem Grunde darf die Last jedes Knotenpunktes mit einer Kraft auf einem benachbarten Knotenpunkte ersetzt und die Belastung  $S$  — Schritt für Schritt — zu der Kraft  $S_0$  reduziert werden.

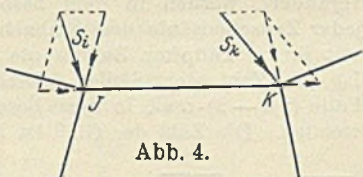


Abb. 4.

c) Um die Biegemomente  $M_{i0}$  ermitteln zu können, muß man zuerst die festen Verhältniszahlen der Biegemomente berechnen, die zu demselben Stabe bzw. zu demselben Knotenpunkte gehören. Zu einem Knotenpunkte gehören im allgemeinen Falle drei Biegemomente, die nach Abb. 5 mit

$$M_i', M_i'', M_i$$

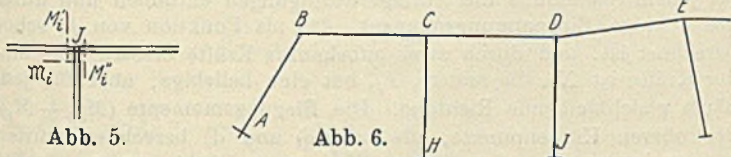


Abb. 5.

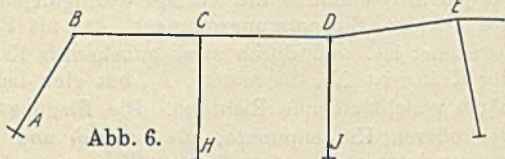


Abb. 6.

bezeichnet werden.  $M_i'$  und  $M_i''$  sind positiv, wenn die Druckzone oben ist,  $M_i$  ist positiv, wenn die Druckseite nach links fällt. Um die Momentenverhältnisse einfach berechnen zu können, werden wir den bekannten Begriff des Einspannungsgrades anwenden. Der Einspannungsgrad eines Stabendes kann durch das Verhältnis

$$\epsilon = \frac{\tau}{M}$$

dargestellt werden, wo  $M$  das Biegemoment im Endquerschnitt,  $\tau$  die Verdrehung des Endquerschnittes infolge dieses Biegemomentes

bedeutet.  $\tau$  wird positiv gerechnet, wenn ihr Drehungssinn dem des Uhrzeigers entgegengesetzt ist.

In einem Knotenpunkte treffen gewöhnlich drei Stäbe zusammen; neben jedem solchen Knotenpunkte können also drei Gelenke eingeschaltet werden. Bei jedem Gelenk entstehen zwei Endquerschnitte, von denen der eine durch einen Stab, der andere durch zwei Stäbe mit den übrigen Teilen des Tragwerkes verknüpft ist. Im allgemeinen Falle gehören also zu einem Knotenpunkte sechs Werte des Einspannungsgrades. Die sechs Werte, die zum Beispiel dem Knotenpunkte  $C$  entsprechen (Abb. 6), sollen in der folgenden Weise bezeichnet werden:

$$\epsilon_b^C, \epsilon_h^C, \epsilon_d^C, \epsilon_{bh}^C, \epsilon_{hd}^C, \epsilon_{bd}^C$$

Die Bedeutung dieser Werte wird aus Abb. 7 klar. Laut den Voraussetzungen über die Vorzeichen der Biegemomente und die Drehungen sind  $\epsilon_b^C, \epsilon_h^C, \epsilon_{bh}^C$  positiv,  $\epsilon_d^C, \epsilon_{hd}^C, \epsilon_{bd}^C$  aber negativ.

Ist in den Knotenpunkten  $F$  bzw.  $G$  (Abb. 8) der Einspannungsgrad  $\epsilon_{ek}^f$  bzw.  $\epsilon_{lh}^g$  bekannt, so sind auch die Verhältnisse der Biegemomente  $M_f''$  und  $M_g'$  bestimmt. Wenn der belastete Knotenpunkt links von  $G$  liegt, so kann folgende Gleichung aufgestellt werden:

$$\frac{l_{fg}}{6 E J_{fg}} (M_f'' + 2 M_g') = \epsilon_{lh}^g \cdot M_g' = \tau_g.$$

Liegt der belastete Knotenpunkt rechts von  $F$ , so gilt der vorigen Gleichung entsprechend

$$-\frac{l_{fg}}{6 E J_{fg}} (2 M_f'' + M_g') = \epsilon_{ek}^f \cdot M_f'' = \tau_f.$$

Aus diesen Gleichungen sind

$$(1) \begin{cases} \frac{M_f''}{M_g'} = \mu_{fg} = -2 + 6 \frac{E J_{fg}}{l_{fg}} \epsilon_{lh}^g & \text{(Belastung links von G),} \\ \frac{M_g'}{M_f''} = \mu_{gf} = -2 - 6 \frac{E J_{fg}}{l_{fg}} \epsilon_{ek}^f & \text{(Belastung rechts von F).} \end{cases}$$

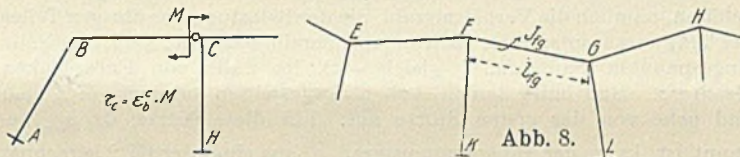


Abb. 8.

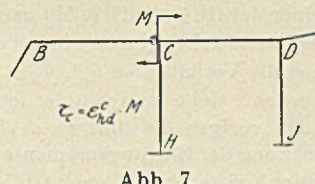


Abb. 7.

Wenn dagegen auf den Stäben, die zu demselben Knotenpunkte gehören (Punkt  $C$ , Abb. 6), die Verhältnisse der Endmomente bekannt sind, so gelten für die entsprechenden Einspannungsgrade folgende Gleichungen:

$$(2) \begin{cases} \epsilon_b^C = \frac{1}{6 E} \frac{l_{bc}}{J_{bc}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cb}} \right) \\ \epsilon_h^C = \frac{1}{6 E} \frac{l_{ch}}{J_{ch}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{ch}} \right) \\ \epsilon_d^C = -\frac{1}{6 E} \frac{l_{cd}}{J_{cd}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cd}} \right) \end{cases}$$

$$(3) \begin{cases} \epsilon_{bh}^C = \frac{1}{6 E} \frac{\left( 2 + \frac{1}{\mu_{ch}} \right) \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cb}} \right)}{\frac{l_{bc}}{J_{bc}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{ch}} \right) + \frac{l_{ch}}{J_{ch}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cb}} \right)} \\ \epsilon_{hd}^C = -\frac{1}{6 E} \frac{\left( 2 + \frac{1}{\mu_{cd}} \right) \left( 2 + \frac{1}{\mu_{ch}} \right)}{\frac{l_{ch}}{J_{ch}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cd}} \right) + \frac{l_{cd}}{J_{cd}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{ch}} \right)} \\ \epsilon_{bd}^C = -\frac{1}{6 E} \frac{\left( 2 + \frac{1}{\mu_{cd}} \right) \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cb}} \right)}{\frac{l_{bc}}{J_{bc}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cd}} \right) + \frac{l_{cd}}{J_{cd}} \left( 2 + \frac{1}{\mu_{cb}} \right)} \end{cases}$$

Die Verhältnisse der Biegemomente, die in den Endquerschnitten links bzw. rechts von dem Knotenpunkte  $C$  auftreten (Abb. 6), sind

$$(4) \begin{cases} \frac{M_c'}{M_c''} = \mu_c' = \frac{\epsilon_d^c}{\epsilon_{hd}^c} & \text{(Belastung links von C),} \\ \frac{M_c''}{M_c'} = \mu_c'' = \frac{\epsilon_b^c}{\epsilon_{bh}^c} & \text{(Belastung rechts von C),} \\ \frac{M_c'}{M_c''} = \bar{\mu}_c = \frac{\epsilon_d^c}{\epsilon_b^c} & \text{(Belastung auf der Stütze CH).} \end{cases}$$

Ein Kräftepaar  $N$ , das in dem Knotenpunkte  $C$  angreift, verursacht neben dem Knotenpunkte folgende Biegemomente:

$$(5) \begin{cases} M_c' = \frac{\epsilon_{hd}^c}{\epsilon_b^c - \epsilon_{hd}^c} N \\ M_c'' = \frac{-\epsilon_{bh}^c}{\epsilon_d^c - \epsilon_{bh}^c} N \\ \mathfrak{M}_c = \frac{\epsilon_{bd}^c}{\epsilon_h^c - \epsilon_{bd}^c} N. \end{cases}$$

Wirkt das Kräftepaar  $N$  in dem ersten oder letzten oberen Knotenpunkte, so sind in den entsprechenden zwei Stabenden die Biegemomente (Abb. 6, Punkt B)

$$(6) \begin{cases} M_b'' = -\frac{\epsilon_a^b}{\epsilon_c^b - \epsilon_a^b} N = \frac{\epsilon_{ac}^b}{\epsilon_c^b} N \\ \mathfrak{M}_b = -\frac{\epsilon_c^b}{\epsilon_b^c - \epsilon_a^b} N = \frac{\epsilon_{ac}^b}{\epsilon_b^c} N. \end{cases}$$

Für die drei Biegemomente eines Knotenpunktes, der durch Kräftepaare nicht belastet ist, gilt folgende Gleichung:

$$(7) \quad \mathfrak{M}_i = M_i'' - M_i'.$$

Diese Gleichung drückt eine Gleichgewichtsbedingung des Knotenpunktes aus.

Die eine der beiden Verhältniszahlen, die zu einer beliebigen Stütze gehören, nämlich die Verhältniszahl, die der Belastung des übrigen Teiles des Tragwerks entspricht, ist von vornherein bekannt; sie ist im Falle eingespannten Säulenfußes gleich  $-2$ , im Falle von Fußgelenken gleich  $\infty$ . Man halte den in Abb. 6 dargestellten Rahmen vor Augen und gebe von der ersten Stütze aus. Für diese Stütze, da  $\mu_{ba}$  bekannt ist, kann der Einspannungsgrad  $\epsilon_a^b$  aus einer der Gl. 2 berechnet werden. Nach Einsetzen von  $\epsilon_a^b$  in einer der Gl. 1 wird das Momentenverhältnis  $\mu_{cb}$  des ersten Balkenstabes ermittelt. Nach wiederholter Anwendung der Gl. 1, 2, 3 u. 4 können die Verhältnisse  $\mu_{cd}$ ,  $\mu_{dc}$ ,  $\mu_{ed}$ ,  $\mu_{de}$  . . . der Reihe nach bestimmt werden. Geht man von der letzten Stütze aus, so können entsprechend den vorigen die übrigen  $\mu$ -Werte berechnet werden. Damit ist die Berechnung der Biegemomente  $M_{i0}$  vorbereitet, denn nach dem Zerlegen der Kräftepaare  $N$  nach Gl. 5 u. 6 können mittels der  $\mu$ -Werte die durch  $N$  verursachten Biegemomente  $M_{i0}$  der Reihe nach bestimmt werden.

d) Infolge der Drehung der Stabachsen verändern sich die Winkel, die die Stützen- und Balkenachsen, ferner die Stützenachsen und die Verbindungslinien der Säulenfüße einschließen. Die Drehung  $\delta_0$  der ersten Stützenachse ist zugleich die Winkeländerung, die zu dem Säulenfuß gehört. Die beiden Winkeländerungen, die in der ersten Öffnung an den oberen Knotenpunkten verursacht werden, können als Funktionen von  $\delta_0$  aus zwei Gleichungen berechnet werden, die den Zusammenhang ausdrücken, daß die Säulenfüße sich nicht verschieben. Es ist zweckmäßig, diesen Zusammenhang durch zwei Momentengleichungen auszudrücken, die sich auf die zweite Säulenachse bzw. auf die Verbindungslinie der ersten und zweiten Säulenfüße beziehen. Betrachtet man nämlich die Winkeländerungen als in den Knotenpunkten angreifende parallele Kräfte, so ist die Summe ihrer statischen Momente für die erwähnten beiden Achsen (wie auch für jede Gerade, die durch den zweiten Säulenfuß geht) gleich Null. Es ist leicht zu ersehen, daß die Winkeländerung in dem zweiten Säulenfuß gleich der Summe von  $\delta_0$  und von den oben erwähnten zwei Winkeländerungen ist. Aus dieser Gleichung kann die Winkeländerung in dem zweiten Säulenfuß und aus Gleichungen, die dieser Gleichung bzw. den vorigen Momentengleichungen entsprechen, können sämtliche Winkeländerungen als Funktionen von  $\delta_0$  ermittelt werden. Das Vorzeichen einer Winkeländerung soll positiv sein, wenn sie eine Zunahme des Winkels bedeutet; die Drehung einer Zwischensäule hat also zwei Vorzeichen, denn als Winkeländerung gehört sie einmal zu der der Säule vorhergehenden, außerdem aber der der Säule folgenden Öffnung.

Zur Berechnung der Biegemomente  $M_{i\delta}$  werden wir den Superpositionssatz anwenden. Es sei einstweilen vorausgesetzt, daß sämt-

liche Winkeländerungen gleich Null sind, ausgenommen die des Winkels  $BCH$  (Abb. 9), die gleich  $\delta_c'$  ist. Die letztere soll nach Einschalten eines Gelenkes links von  $C$  durch das relative Verdrehen der durch das Gelenk getrennten beiden Rahmenteile verursacht werden. Infolge dieser Drehung werden die durch das Gelenk verknüpften Endquerschnitte den Winkel  $\delta_c'$  einschließen. Werden die beiden Rahmenteile festgehalten und die Endquerschnitte bei dem

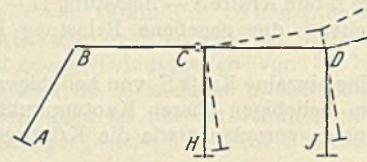


Abb. 9.

Gelenk durch ein passend gewähltes Doppel-Kräftepaar belastet, so kann die parallele Lage der Endquerschnitte wiederhergestellt werden, während die Änderung  $\delta_c'$  des Stabachsenwinkels  $BCH$  unverändert bleibt. Der entsprechende Wert des Kräftepaares ist

$$(8) \quad M_{c\delta} = \frac{\delta_c'}{\epsilon_b^c - \epsilon_{hd}^c} = \frac{\delta_c'}{|\epsilon_b^c| + |\epsilon_{hd}^c|}.$$

Aus ähnlichen Gleichungen kann zu jeder Winkeländerung ein Kräftepaar bestimmt werden.

Außer den relativen Verdrehungen der Stabachsen sind auch die Winkeländerungen zu berücksichtigen, die die Verdrehungen der Achsen der eingespannten Säulen von den Verbindungslinien der Säulenfüße darstellen. Für die entsprechenden Kräftepaare hat Gl. 8 eine einfachere Form:

$$(9) \quad M_{i\delta} = \frac{\delta_i}{|\epsilon_k^i|} \quad \text{(Abb. 10).}$$

Die durch Gl. 8 u. 9 bestimmten Kräftepaare rufen auf dem Tragwerk Biegemomente hervor, die ebenso zu berechnen sind wie die Momente  $M_{i0}$  unter c. Man kann also die Biegemomente, die den einzelnen Winkeländerungen entsprechen, der Reihe nach ermitteln; die Summen der Biegemomente, die zu denselben Querschnitten gehören, liefern (nach dem Superpositionssatz) die gesuchten Biegemomente  $M_{i\delta}$ .

Bedeutend einfacher ist die Berechnung in dem Falle paralleler Säulen. In diesem Falle sind die Drehungen der Balkenachsen gleich Null; die Drehungen der Säulenachsen aber, die zugleich auch die Winkeländerungen darstellen, verhalten sich wie die Reziproken der Säulenlängen. Wir werden die Gelenke in den Säulenköpfen aufnehmen (Abb. 11) und die Säulenachsen (natürlich auf einmal nur eine) verdrehen. Während in dem allgemeinen Falle jedes Verdrehen nur den Winkel von je zwei Stabachsen mit dem erwünschten Wert verändert, werden in dem besonderen Falle durch das Verdrehen jeder Zwischensäule drei Stabachsen, die Achsen der Säule und der mit ihr verknüpften Balken die erwünschte relative Lage erreichen. Ist die Zahl der Säulen gleich  $n$ , so ist Gl. 8 im allgemeinen Falle  $(2n-2)$ -mal, in dem besonderen Falle aber nur  $n$ -mal anzuwenden. Die Zahl der Gl. 9 ist in den beiden Fällen dieselbe.

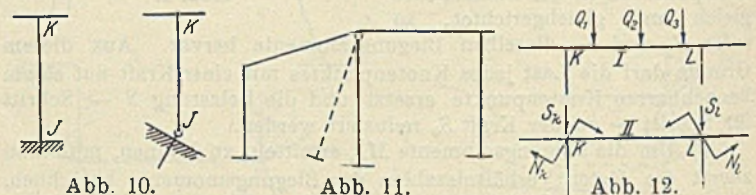


Abb. 10.

Abb. 11.

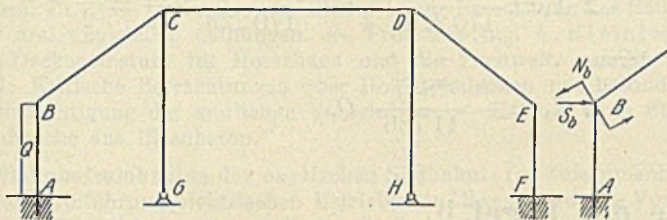
Abb. 12.

e) Um die Gleichung  $\sum X_i + S_0 = 0$ , die den Wert von  $\delta_0$  liefert, aufstellen zu können, müssen zuerst  $X_i$ , d. h. die Reaktionskomponenten, die mit  $S_0$  parallel sind, ermittelt werden. Zu diesem Zwecke werden bei jedem Säulenfuß die Auflagerbedingungen enthoben und durch das etwaige Einspannungsmoment, das als Funktion von  $\delta_0$  schon berechnet ist, und durch zwei unbekannte Kräfte ersetzt. Die eine der Kräfte ist  $X_i$ , die andere,  $T_i$ , hat eine beliebige, aber für jede Säule gleichbleibende Richtung. Die Biegemomente  $(M_{i0} + M_{i\delta})$  der oberen Knotenpunkte, die nach c) und d) berechnet wurden, können jetzt auch auf statischem Wege ausgedrückt werden, nämlich als Summen der Momente der äußeren Kräfte, die links (oder rechts) von dem betreffenden Querschnitte das Tragwerk angreifen. Setzt man diese Werte der Biegemomente mit den Werten  $(M_{i0} + M_{i\delta})$  gleich, so erhält man zu jeder Öffnung zwei Gleichungen, die (ausgehend von der ersten Öffnung) paarweise gelöst, die Werte von  $X_i$  und  $T_i$  als Funktionen von  $\delta_0$  liefern, ausgenommen die Werte  $X_n$  und  $T_n$ , die zu der letzten Stütze gehören. Betrachtet man aber die letzte Öffnung als erste, so können noch zwei Gleichungen aufgestellt werden, die dem ersten Gleichungspaare entsprechen und die Werte von  $X_n$  und  $T_n$  bestimmen. Sind die Säulenachsen parallel,

so ist es zweckmäßig, die Komponenten  $T_i$  in ihnen aufzunehmen. In diesem Falle kann das Biegemoment ( $\mathfrak{M}_{i0} + \mathfrak{M}_{id}$ ) jedes Säulenkopfes auch als Funktion von  $X_i$  ausgedrückt und dementsprechend jede Komponente  $X_i$  aus je einer Gleichung berechnet werden.

Nach dieser Vorbereitung wird die Gleichung  $\sum X_i + S_0 = 0$  aufgestellt und daraus der Wert von  $\delta_0$  ermittelt; nach Einsetzen dieses Wertes werden die Biegemomente und die Reaktionskräfte vollständig bestimmt. Es soll hier bemerkt werden, daß in den belasteten Feldern die so erhaltenen Eckmomente noch nicht die richtigen sind; um diese zu erhalten, müssen die Eckmomente und die entsprechenden Einspannungsmomente (die wir schon unter a ermittelt haben) summiert werden. Um das zu ersehen, fassen wir zum Beispiel das Eckmoment  $M_k''$  des allein belasteten Stabes  $KL$  ins Auge (Abb. 12). Die Belastung  $Q$  des Stabes ist gleichwertig mit der Belastung  $N_k, S_k, N_p, S_p$ ; die Reaktionskräfte sind in den beiden Fällen identisch. Drückt man aber in den beiden Fällen  $M_k''$  als Momentensumme der links von  $K$  angreifenden äußeren Kräfte aus, so stimmen die beiden Summen nicht überein; in der zweiten Summe kommt nämlich auch  $N_k$  vor.  $N_k$  muß also abgezogen werden,  $-N_k$  ist aber gleich mit dem Einspannungsmoment.

Zur besseren Erläuterung des Verfahrens diene das folgende Beispiel (Abb. 13):



$$l_{ab} = l_{ef} = 3, \quad l_{cg} = l_{dh} = 6, \quad l_{bc} = l_{de} = 5, \quad l_{cd} = 8, \\ J_{ab} = J_{cg} = J_{dh} = J_{ef} = 1, \quad J_{bc} = J_{de} = 2, \quad J_{cd} = 4.$$

Abb. 13.

a)  $N_b = -\frac{3}{12} \cdot Q = -\frac{1}{4} \cdot Q, \quad S_b = -\frac{1}{2} \cdot Q$

b)  $S_0 = S_b = -\frac{1}{2} \cdot Q$

c)  $\mu_{ef} = \mu_{ba} = -2, \quad \mu_{cg} = \mu_{dh} = \infty$

$$\varepsilon_f^e = -\varepsilon_a^b = -\frac{1}{6} \cdot \frac{3}{1} \left(2 - \frac{1}{2}\right) = -\frac{3}{4}$$

$$\mu_{de} = \mu_{cb} = -2 - 6 \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4} = -\frac{19}{5}$$

$$\varepsilon_e^d = -\varepsilon_b^c = -\frac{1}{6} \cdot \frac{5}{2} \left(2 - \frac{5}{19}\right) = -\frac{55}{76}$$

$$\varepsilon_h^d = -\varepsilon_g^c = -\frac{1}{6} \cdot \frac{6}{1} (2 - 0) = -2$$

$$\varepsilon_{he}^d = -\varepsilon_{gb}^c = -\frac{1}{6} \cdot \frac{\left(2 - \frac{5}{19}\right)(2 - 0)}{\frac{2}{5}(2 - 0) + \frac{1}{6}\left(2 - \frac{5}{19}\right)} = -\frac{110}{207}$$

$$\mu_{cd} = \mu_{dc} = -2 - 6 \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{110}{207} = -\frac{248}{69}$$

$$\varepsilon_d^c = -\varepsilon_c^d = -\frac{1}{6} \cdot \frac{8}{4} \left(2 - \frac{69}{248}\right) = -\frac{427}{744}$$

$$\varepsilon_{db}^c = -\varepsilon_{ce}^d = \frac{1}{6} \cdot \frac{\left(2 - \frac{5}{19}\right)\left(2 - \frac{69}{248}\right)}{\frac{1}{2}\left(2 - \frac{5}{19}\right) + \frac{2}{5}\left(2 - \frac{69}{248}\right)} = \frac{23485}{73372}$$

$$\varepsilon_{gd}^c = -\varepsilon_{hc}^d = -\frac{1}{6} \cdot \frac{(2 - 0)\left(2 - \frac{69}{248}\right)}{\frac{4}{8}(2 - 0) + \frac{1}{6}\left(2 - \frac{69}{248}\right)} = -\frac{854}{1915}$$

$$\mu_{bc} = \mu_{ed} = -2 - 6 \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{854}{1915} = -\frac{29398}{9575}$$

$$\mu_d' = \mu_c'' = \frac{55}{76} \cdot \frac{207}{110} = \frac{207}{152}$$

$$\mu_c' = \mu_d'' = \frac{427}{744} \cdot \frac{1915}{854} = \frac{1915}{1488}$$

$$\varepsilon_c^b = -\varepsilon_d^e = -\frac{1}{6} \cdot \frac{5}{2} \left(2 - \frac{9575}{29398}\right) = -\frac{82035}{117592}$$

$$\mu_{ab} = \mu_{fe} = -2 - 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{82035}{117592} = -\frac{199627}{58796}$$

$$\varepsilon_{ac}^b = -\varepsilon_{fd}^e = -\frac{1}{6} \cdot \frac{\left(2 - \frac{1}{2}\right)\left(2 - \frac{9575}{29398}\right)}{\frac{2}{5}\left(2 - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{3}\left(2 - \frac{9575}{29398}\right)} = -\frac{82035}{226972}$$

$$\varepsilon_b^a = -\varepsilon_e^f = -\frac{1}{6} \cdot \frac{3}{1} \left(2 - \frac{58796}{199627}\right) = -\frac{170229}{199627}$$

$$\mu_c = \frac{1}{\mu_d} = -\frac{427}{744} \cdot \frac{76}{55} = -\frac{8113}{10230}$$

$$\mathfrak{M}_{b0} = \frac{\varepsilon_{ac}^b}{\varepsilon_a^b} \cdot N_b = +\frac{27345}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{a0} = -\frac{1}{2} \cdot \mathfrak{M}_{b0} = -\frac{27345}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{b0}'' = \frac{\varepsilon_{ac}^b}{\varepsilon_c^b} \cdot N_b = -\frac{29398}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{c0}' = \frac{1}{\mu_{bc}} \cdot M_{b0}'' = +\frac{9575}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{c0}'' = \frac{1}{\mu_c'} \cdot M_{c0}' = +\frac{7440}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$\mathfrak{M}_{c0} = M_{c0}'' - M_{c0}' = -\frac{2135}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{d0}' = \frac{1}{\mu_{cd}} \cdot M_{c0}'' = -\frac{2070}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{d0}'' = \frac{1}{\mu_d'} \cdot M_{d0}' = -\frac{1520}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$\mathfrak{M}_{d0} = M_{d0}'' - M_{d0}' = +\frac{550}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{e0} = \frac{1}{\mu_{de}} \cdot M_{d0}'' = +\frac{400}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

$$M_{f0} = -\frac{1}{2} \cdot M_{e0} = -\frac{200}{56743} \cdot \frac{Q}{4}$$

d) Die Verdrehungen sind:

für die Stützen  $AB$  und  $FE$  gleich  $\delta_0$ ,

" " "  $GC$  "  $HD$  "  $\frac{3}{6} \cdot \delta_0 = \frac{1}{2} \cdot \delta_0$ .

α) Einfluß der Winkeländerung  $\delta_0$  des Winkels  $BAG$ :

$$M_a = \frac{\delta_0}{|\varepsilon_b^a|} = \frac{199627}{170229} \cdot \delta_0$$

$$M_b = \frac{1}{\mu_{ab}} \cdot M_a = -\frac{58796}{170229} \cdot \delta_0$$

$$M_c' = \frac{1}{\mu_{bc}} \cdot M_b = +\frac{19150}{170229} \cdot \delta_0 \text{ usw.}$$

β) Einfluß der Winkeländerung ( $-\delta_0$ ) des Winkels  $ABC$ :

$$M_b = \frac{-\delta_0}{|\varepsilon_a^b| + |\varepsilon_c^b|} = -\frac{117592}{170229} \cdot \delta_0$$

$$M_a = -\frac{1}{2} \cdot M_b, \quad M_c' = \frac{1}{\mu_{bc}} \cdot M_b = +\frac{38300}{170229} \cdot \delta_0 \text{ usw.}$$

$\gamma$ ) Einfluß der Winkeländerungen  $\frac{\delta_0}{2}$  bzw.  $-\frac{\delta_0}{2}$  der Winkel  $BCG$  bzw.  $BCD$ :

$$\mathfrak{M}_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{-\delta_0}{|\varepsilon_{g_i}^c| + |\varepsilon_{b_d}^c|} = -\frac{36\,686}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$M_{c'} = \frac{\mu_c}{1 - \mu_c} \cdot \mathfrak{M}_c = +\frac{16\,226}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$M_{c''} = \frac{1}{\mu_c} \cdot M_{c'} = -\frac{20\,460}{170\,229} \cdot \delta_0 \text{ usw.}$$

Die Biegemomente, die den Änderungen der Winkel  $CDH$ ,  $HDE$ ,  $DEF$  und  $EFH$  entsprechen, sind infolge des symmetrischen Aufbaues des Rahmens gleich den negativen Werten der unter  $\alpha$ ),  $\beta$ ) und  $\gamma$ ) berechneten Momente. Nach Summation der zu denselben Querschnitten gehörigen Momente sind

$$M_{a\delta} = -M_{f\delta} = +\frac{261\,208}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$M_{b\delta} = -M_{e\delta} = -\frac{181\,958}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$M_{c'\delta} = -M_{d'\delta} = +\frac{78\,616}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$M_{c''\delta} = -M_{d''\delta} = +\frac{61\,815}{170\,229} \cdot \frac{\delta_0}{2}$$

$$\mathfrak{M}_{r\delta} = \mathfrak{M}_{s\delta} = -\frac{95\,417}{170\,229} \cdot \frac{\delta_0}{2}$$

Alle Rechte vorbehalten.

## Beitrag zur Geschichte der Pegel.<sup>1)</sup>

Von Regierungsbaurat G. Jacoby, Wittenberg.

In zwei von dem Preuß. Bureau für die Hauptnivellements 1923 dem Verfasser freundlichst zur Verfügung gestellten älteren Aktenstücken finden sich Angaben, die es wert sind, als Beitrag zur Geschichte der Pegel bekanntgegeben zu werden. Nachstehend sei nur ein kurzer Auszug mitgeteilt.

Bereits in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts sind in Deutschland Pegel angewandt worden<sup>2)</sup>. Seit 1805, vielleicht schon früher, wird der Wasserstand in Dresden am „Elbmesser“ dauernd beobachtet, um Hochwassermeldungen für die Schifffahrt zu erhalten. Die Dresdener Wasserstandslisten zeigen eine der heutigen durchaus ähnliche Form. Das Jahr 1809 — zu welcher Zeit die zeichnerische Darstellung der Wasserstandsbeobachtung auf Linienpapier, wir würden es Millimeterpapier nennen, schon bekannt war — bringt eine entscheidende Wendung. Der Geheime Staatsrat Sack gibt eine Anregung „über einen bedeutenden Gegenstand der Strompolizei“, die Pegel. Für das Ministerium des Innern in Berlin, Sektion für Gewerbepolizei, stellt der Geheime Oberbaurat Eytelwein am 27. Juli 1809 ein Gutachten auf. Er hatte schon längst die Absicht gehabt, eine einheitliche Organisation der Wasserstandsbeobachtungen vorzuschlagen, da es an mehreren Flüssen Preußens „Wassermarqueure“ gab, die aber nicht gleichmäßig behandelt wurden. Am 12. August 1809 (vielleicht hat damals und später die Stein-Hardenbergsche Gesetzgebung und Verwaltungsreform 1807/11 mittelbar oder unmittelbar einen Einfluß auf die Verwaltung der bautechnischen Angelegenheiten ausgeübt) ergeht aus Königsberg im Auftrage des Königs eine Umfrage an alle Provinzen. Darauf berichtet z. B. Breslau, daß sich im Bezirk 5 allerdings nicht dauernd beobachtete Wassermarqueure befänden, und die Polizeideputation in Königsberg, daß in Pillau „schon seit langer Zeit Wasserstandsnachrichten aufbewahrt werden, an mehreren andern Orten seit 1801“. Aus einem Bericht der Regierung in Stargard geht hervor, daß schon längere Jahre vor 1771 an dem Wassermarqueur in Stettin häufig, im allgemeinen aber nur zu Hochwasserzeiten, Beobachtungen stattfanden. — Man unterschied damals wie noch heute zwischen höchsten, gewöhnlichen und niedrigsten Wasserständen.

In einem auch von Eytelwein unterzeichneten Schreiben der Technischen Oberbaudeputation vom 4. Februar 1810 findet sich das Wort „Pegel“, das fortan benutzt wird. Hier wird auch zwischen „Hauptpegeln“ und solchen „von nur örtlicher Bedeutung“ unterschieden. Besonders wichtig für die weitere Entwicklung ist die am 13. Februar 1810 erlassene „Instruktion, wie die Pegel auf den Strömen und Gewässern gesetzt, der Wasserstand beobachtet und die

<sup>1)</sup> Mit Genehmigung des Bureaus für die Hauptnivellements.

<sup>2)</sup> In dem Lehrbuch „Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst“ von Albert Brahm, 1756, wird eine Bauart beschrieben. Auf frühere Zeiten und das Altertum soll hier nicht eingegangen werden.

$$e) \quad \sum X_i - \frac{Q}{2} = 0.$$

$$3 X_a = \mathfrak{M}_{b_0} + M_{b\delta} - M_{a_0} - M_{a\delta}$$

$$X_a = \frac{27\,345}{56\,743} \cdot \frac{Q}{8} - \frac{147\,722}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$6 X_g = \mathfrak{M}_{c_0} + \mathfrak{M}_{c\delta}$$

$$X_g = -\frac{2135}{56\,743} \cdot \frac{Q}{24} - \frac{95\,417}{170\,229} \cdot \frac{\delta_0}{12}$$

$$6 X_h = \mathfrak{M}_{d_0} + \mathfrak{M}_{d\delta}$$

$$X_h = +\frac{550}{56\,743} \cdot \frac{Q}{24} - \frac{95\,417}{170\,229} \cdot \frac{\delta_0}{12}$$

$$3 X_f = -M_{e_0} - M_{e\delta} + M_{f_0} + M_{f\delta}$$

$$X_f = -\frac{400}{56\,743} \cdot \frac{Q}{8} - \frac{147\,722}{170\,229} \cdot \delta_0$$

$$\sum X_i = \frac{39\,625}{170\,229} \cdot \frac{Q}{4} - \frac{1\,868\,081}{170\,229} \cdot \frac{\delta_0}{6} = \frac{Q}{2}$$

und daraus:

$$\delta_0 = -\frac{2847}{11\,786} \cdot Q.$$

Nachrichten eingezogen und überreicht werden sollen“. Den acht Paragraphen war ein Verzeichnis von 73 Hauptpegeln beigelegt. In einem Schreiben der Oberbaudeputation vom 30. Mai 1810 werden die Pegel an den Nebenflüssen als „Nebenpegel“ bezeichnet und für sie eine Liste aufgestellt. Der Erfolg aller Bemühungen zeigte sich bald. 1845 konnte G. Hagen einen Aufsatz<sup>3)</sup> über Vergleichung der Wasserstände an der preußischen Ostseeküste mit den Worten beginnen: „Seit 1811 werden im Preußischen die Wasserstände der Ostsee sowie auch die der schiffbaren und selbst mancher kleineren Flüsse regelmäßig beobachtet und in Tabellen zusammengestellt.“

Im Mai 1816 — inzwischen war der Friede von Paris geschlossen und wieder Ruhe in Deutschland eingekehrt; um so höher ist der Fortschritt zu bewerten, der in den Jahren schwerster Kämpfe durchgesetzt war — wird das Setzen von Pegeln auf die restlichen Regierungsbezirke ausgedehnt.

Am 8. Februar 1817 stellt die Oberbaudeputation verschiedene Grundsätze für die Festlegung der Pegelnullpunkte und Vornahme von Stromgeschwindigkeitsmessungen auf. An Deichen und Kanälen sollen alle 50 m Nummernpfähle gesetzt werden, die zugleich als „Festpunkte“ bei Nivellements dienen. — Vielleicht schon vor 1820 wird die Angabe der Windrichtung in den Pegellisten angeordnet.

Weitere Vorschriften gibt das Handelsministerium, das inzwischen wohl die Pegel übernommen hat, am 27. September 1822 heraus. Unter anderem wird darin die Aufstellung von „Revisions-Protokollen der jährlichen Revisionen“, die in den Akten allerdings schon früher erwähnt werden, geregelt. Sodann bestimmt die Oberbaudeputation am 10. September 1824, daß bei sehr hohen Fluten und sehr niedrigem Wasser an Brücken und anderen festen Bauwerken durch die Ortsvorstände [warum durch diese und nicht durch die Beauftragten der bereits seit langem bestehenden „Wasserbauinspektionen“, geht aus dem Wortlaut nicht hervor] Wasserstandsmarken anzubringen sind. — Für wie bedeutsam die Beobachtung der Höhenlage der Pegel gehalten wurde, geht aus einer Anordnung der Oberbaudeputation vom 17. Oktober 1833 hervor, in der die Mitteilung jeglicher Veränderungen der Höhenlage verlangt wird.

Auf Grund von Mängeln, die sich im Laufe der Zeit herausgestellt hatten, erließ der Finanzminister eine neue, von der Oberbaudeputation<sup>4)</sup> verfaßte „Instruktion für die Beobachtung und Zusammenstellung der Wasserstände an den Hauptpegeln“ vom 23. August 1845, die von nun an die Grundlage bildete. Dazu gehörte ein „Auszug“ der Oberbaudeputation vom 12. Juli 1845, der die nötigen Ausführungsanweisungen enthielt.

<sup>3)</sup> Poggendorfs Annalen 1845, S. 543.

<sup>4)</sup> Deren Schriftstücke wurden seit um 1840 von Schinkel und G. Hagen unterzeichnet.

Von wesentlichem Einfluß wurde für die Zukunft die „Verordnung über die obere Verwaltung des Bauwesens“ vom 22. Dezember 1849, erlassen von dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. In diesem fand das Baufach nach langem Umherwandern in der Verwaltung zuerst eine bleibende Stätte, bis es später durch Abtrennung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten seine eigene Heimat erhielt. — Mit Gründung der Strombauverwaltungen übernahmen diese auch die Pegel. So bestimmt ein Erlaß des Handelsministers vom 27. März 1851, daß die Beaufsichtigung und Beobachtung der Pegel am Rhein, „nachdem die neue Rheinbauverwaltung nunmehr ins Leben getreten ist“, an diese Behörde übergeht.

Erwähnenswert ist ein Gesuch Hagens an das Handelsministerium vom 16. Februar 1857, in dem er unter näherer Begründung bittet, in der Ostsee Beobachtungen über Flut- und Ebbeströmungen anstellen zu lassen. Doch erst etwa ein Jahr später werden „stündliche Beobachtungen in der Ostsee“ angeordnet. — Auch eine technische Absonderlichkeit soll nicht übergangen werden: schwimmende Pegel. Genannt werden sie in einem Schreiben des Handelsministers

an den Chef der Landes-Triangulation vom 30. November 1869<sup>5)</sup>. — Von der weiteren Entwicklung des Pegelwesens sei nur noch wenig angeführt. Die Instruktion von 1845 wurde am 14. September 1871 durch die „Instruktion über die Beobachtung und Zusammenstellung der Wasserstände an den Hauptpegeln“ ersetzt. In demselben Jahre wurde das Metermaß in die Pegelbeobachtung eingeführt, und zwar mit der Teilung nach je 2 cm. Schwere Bedenken tauchten zuerst auf, ob die Pegelbeobachter und Schiffer sich an das neue Maß würden gewöhnen können, bis 1874 bestimmt wurde, daß die nach Fuß eingeteilten Pegel bis 1876 zu entfernen wären. — Das Geodätische Institut überreichte 1873 dem Minister den Entwurf zu einem selbstschreibenden Pegel des Zivilingenieurs Reitz<sup>6)</sup>; heute sind überwiegend die Pegel der Bauart Seibt-Fuß in Anwendung.

<sup>5)</sup> Es wäre sehr zu begrüßen, wenn hierüber technisch-geschichtliche Mitteilungen veröffentlicht würden.

<sup>6)</sup> Ein solcher Pegel wurde für die Weltausstellung in Wien 1873 angefertigt.

## Vermischtes.

**Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau** (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66). Das am 20. Juli erschienene Heft 14 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Dipl.-Ing. Slotnarin: Einiges über die Brücken der Chinesischen Tientsin-Pukow-Eisenbahn. — Prof. Dr.-Ing. E. Kammer: Hilfstafeln zur Berechnung des Balkens über drei ungleichen Öffnungen. — Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel: Der Deckeneinsturz im Mossehaus und die Fachwelt. — Dr.-Ing. Roll: Kritische Betrachtungen über Hohlsteindecken mit besonderer Berücksichtigung der amtlichen Vorschriften. — Hebung einer Eisenbahnbrücke aus Eisenbeton.

**Bahnhofsumbauten der englischen Südbahn.** Im Zusammenhang mit der Einführung elektrischer Betriebes auf ihren Londoner Vorortstrecken beabsichtigt die englische Südbahn, die Gleisanlagen ihrer Bahnhöfe Cannon Street, Charing Cross, Holborn Viaduct und Victoria umzubauen. Die umfangreichsten Arbeiten werden diejenigen in Cannon Street sein, wo die Zufahrtgleise und ihre Verbindungen, sowie die Signalanlagen vollständig durch neue ersetzt werden sollen. Man scheint dabei immer noch an dem alten Gebrauch festzuhalten, Weichen und Weichenverbindungen nicht zu berechnen, sondern die richtige Lösung durch Probieren zu finden; die sämtlichen Weichenverbindungen von Cannon Street sollen nämlich auf einem freien Platz zusammengebaut und dann wieder auseinandergenommen und eingebaut werden. Der Einbau, bei dem natürlich die Störungen des Verkehrs auf das mindestmögliche Maß beschränkt werden müssen, wird etwa sechs Wochen dauern und soll bis Ende März 1926 beendet sein. Für die neuen Signalanlagen sind Lichtsignale auch für den Betrieb bei Tage in Aussicht genommen. — Nicht ganz so umfangreich sind die Arbeiten in Holborn Viaduct und Charing Cross. Sie werden zusammen etwa ebensoviel, gegen 170 000 £, kosten wie die Bauten in Cannon Street. Sie sollen auf dem einen Bahnhof noch in diesem Jahr, auf dem anderen bis Juli 1926 beendet werden. — In Victoria soll eine neue Zufahrtstraße gebaut werden, so daß die Droschken auf einer Seite in den Bahnhof ein-, auf der anderen wieder ausfahren können. Auch die Bahnsteige für den Verkehr nach dem Festlande sollen umgebaut werden. Die Kosten sind mit 60 000 £ veranschlagt.

Alle Bahnhöfe der Südbahn, zunächst Victoria, sollen mit neuen Zuganzeigern ausgestattet werden, bei denen der jetzige Handantrieb durch elektrischen Antrieb ersetzt werden wird. In Victoria werden infolgedessen die jetzt aus zwei Gruppen zu je neun bestehenden Bahnsteige von 1 bis 18 durchnummeriert werden müssen. Die beiden Gruppen rühren noch aus der Zeit her, wo die Südost- und Chatham-Eisenbahn und die London-, Brighton- und Südküsten-Eisenbahn zwei getrennte Unternehmen waren, aber schon gemeinsam in den Bahnhof Victoria einmündeten. Die neuen Zuganzeiger werden auch Verspätungen, Vorläufer, Nachbringungszüge u. dergl. erkennen lassen. Wkk.

**Neues vom Bau der Saalealsperre.** Nach einer Ausschreibung des Vorsitzenden des Kreisverwaltungsgerichts beabsichtigt die Aktiengesellschaft „Obere Saale“, die Wasserkraft der Saale von Blankenstein bis zur thüringisch-preußischen Grenze oberhalb Walsburg zum Zwecke der Gewinnung von elektrischer Energie auf folgende Weise auszunutzen: 1. den Wasserspiegel der Saale durch eine oberhalb des kleinen Bleiloches zu errichtende Sperrmauer bis zur Höhe von +410 N. N. zu heben und durch Hemmung des Wasserlaufes eine dauernde Ansammlung von Wasser herbeizuführen; 2. das Wasser der Saale — mit Ausnahme des dem Mutterbett zwischen Sperrmauer und Ausgleichbecken dauernd zugeführten Wassers — oberhalb der unter 1 genannten Sperrmauer mittels Druckstollen abzuleiten und zum Be-

triebe eines oberhalb der Mündung des Budebaches zu errichtenden Kraftwerkes zu gebrauchen; 3. das zum Betriebe der Turbinen gebrauchte Wasser einem Ausgleichbecken zuzuführen, das bei der sogenannten Kreuzmark etwa 300 m oberhalb der Walsburger Mühle durch eine kleine Sperrmauer abgeschlossen wird und eine nochmalige Ausnutzung einer weiteren Gefällstufe gewährt. Die Aktiengesellschaft beantragt, ihr die endgültige wasserrechtliche Verleihung zu erteilen. Die Zeichnungen, Erläuterungen, Berechnungen und sonstigen Unterlagen können beim Thüringischen Bauamt in Schleiz eingesehen werden.

**Wiener Wasserleitungskraftwerke.** Es ist bekannt, daß Wien ein ausgezeichnetes Trinkwasser besitzt, das der Bundeshauptstadt in zwei Hochquellenleitungen aus dem Süden und dem Westen zugeführt wird. Weniger bekannt ist, daß dieses Trinkwasser auch nützliche Arbeit leistet. Tatsächlich werden schon, wie die D. A. Z. mitteilt, seit der Eröffnung der zweiten Hochquellenleitung in sechs, im Weichbilde Wiens gelegenen Kraftwerken rd. 9 Mill. kWh Strom jährlich erzeugt, die vor allem der Wiener Straßenbahn zugute kommen. An dieser Krafterzeugung sind 90 % des Trinkwassers der zweiten Hochquellenleitung beteiligt.

Der Erbauer dieser Wasserleitung, Dr.-Ing. Karl Kinzer, hatte schon 1900 den Vorschlag gemacht, die Energie des Leitungswassers in Kraftwerken zwischen Lunz und Gaming auszunutzen. Damals widersetzte sich die Gemeindeverwaltung mit ihrem Oberhaupte dem Plane, das Trinkwasser durch Turbinen laufen zu lassen. Ein Jahrzehnt später gelang es indessen Oberbaurat Eduard Bodenseher, die Gemeinde für den Plan zu gewinnen. Die erste Frucht waren die kleinen Kraftwerke in Wien selbst. Der Ausbau der österreichischen Wasserkrafts veranlaßte dann aber auch, der Errichtung der Wasserleitungskraftwerke näherzutreten. Nach dem Plane des Ingenieurs Bodenseher wird eine Gefällstufe der Wasserleitung zwischen den Flüssen Ybbs — bekannt geworden durch das vor kurzem eröffnete Ybbskraftwerk Opponitz — und Erlauf von 224 m in zwei Kraftwerken ausgenutzt, von denen zunächst das obere, das 188 m Nutzgefälle verwertet, in Ausführung ist. Es stehen hier ständig durch das ganze Jahr 2,3 m<sup>3</sup> Wasser sekundlich zur Verfügung, die rd. 4600 PS Leistung ergeben. Da die Stromerzeugung ohne Unterbrechung das ganze Jahr hindurch stattfinden kann, ist mit einer Jahresarbeit von 28 Mill. kWh zu rechnen, die sich nach dem Ausbau des unteren Werkes bei Gaming auf rd. 32 Mill. kWh erhöhen wird. Im oberen Kraftwerke werden zwei Francis-Doppelspiralturbinen von je 4900 PS Leistung aufgestellt werden, so daß auch ein Maschinensatz die ganze Arbeit leisten kann. Für den unwahrscheinlichen Fall, daß beide Maschinensätze dienstuntauglich würden, ist für eine Umleitung des Trinkwassers in den alten Leitungsstollen vorgesorgt, so daß in der Trinkwasserförderung keinerlei Unterbrechung eintreten kann. Das kleinere Kraftwerk wird mit 25,8 m Nutzgefälle 640 PS leisten. Der Anschluß an die 110-Kilovolt-Fernleitung Partenstein—Opponitz—Wien geschieht bei Gresten.

**Verbindung Birminghams mit der See.** Der größte Plan eines künstlichen Wasserweges, der bisher in England ausgearbeitet worden ist, soll nach der Köln. Volksztg. jetzt verwirklicht werden. Es handelt sich darum, Birmingham und seine Umgebung mit dem Meere zu verbinden, und zwar über den Merseyfluß durch ein weitverzweigtes Kanalsystem. Man hatte bisher eine Verbindung Birminghams mit dem Meer durch den Severnfluß in Aussicht genommen, deren Kosten sich nur auf 60 bis 80 Mill. Mark belaufen würden. Man hat aber jetzt dem Merseyplan den Vorzug gegeben, da Liverpool als Hafen große Vorteile vor Bristol besitzt. Die Kosten für den Plan Birmingham—

Mersey werden auf 200 Mill. Mark geschätzt, wovon 130 Mill. Mark auf den Bau entfallen. Der anzulegende Wasserweg mißt gegen 130 km, und es sollen hier Schiffe von 100 t Inhalt befördert werden, die bis zu den Docks fahren, die nur 200 m von der Stadthalle von Birmingham entfernt sein werden.

Zum Bau der Sydneybrücke, der entsprechend seiner Bedeutung für den gesamten Eisenbrückenbau eine ungewöhnlich rege, in einer Reihe von Aufsätzen auch zum Ausdruck gebrachte Aufmerksamkeit erweckt,<sup>1)</sup> bringt B. M. Gratama in „De Ingenieur“ 1925, Heft 13,

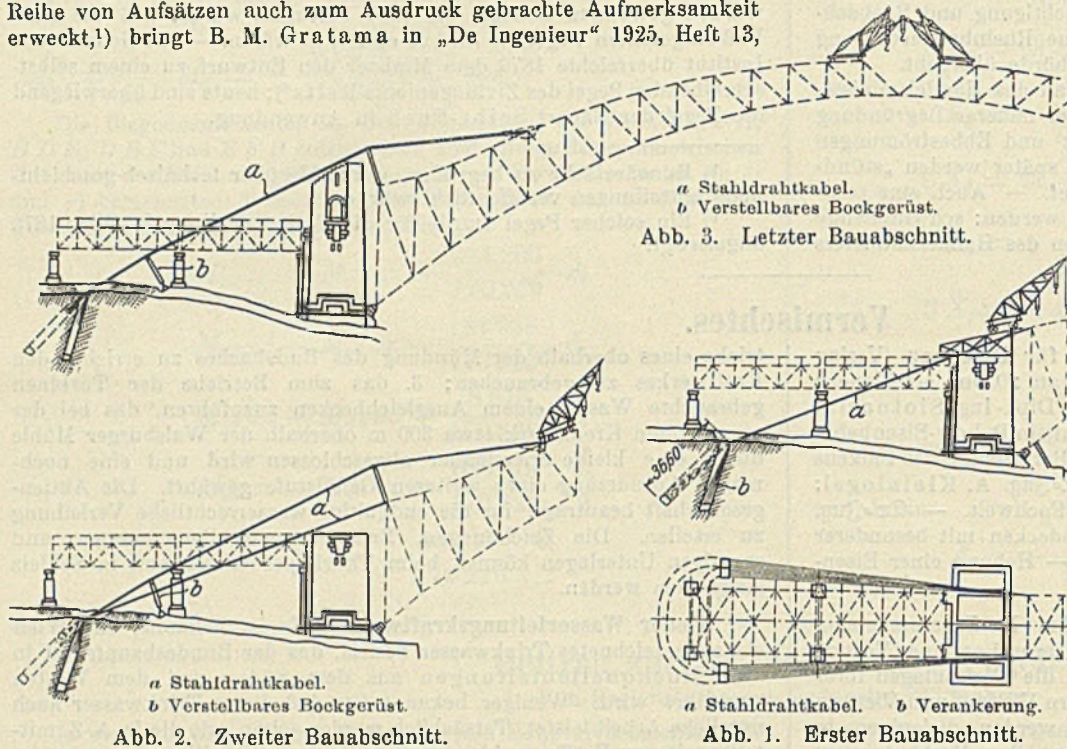


Abb. 2. Zweiter Bauabschnitt.

Abb. 3. Letzter Bauabschnitt.

Abb. 1. Erster Bauabschnitt.

einen ausführlichen Bericht. Er behandelt darin im wesentlichen die von der Firma Dorman Long & Co. eingereichten beiden Entwürfe und bespricht besonders eingehend die Möglichkeiten eines wirtschaftlichen und schnellen Zusammenbaues: Nachdem an beiden Ufern die Gründung der Landpfeiler vollendet und diese so hochgeführt sind, daß die an die Hauptöffnung anschließenden Landträger aufgelagert werden können, werden (Abb. 1) diese montiert und wird auf ihnen und dem vorhandenen Pfeilermauerwerk ein Hilfsgerüst aufgestellt, von dem aus die für eine größte Last von 160 t berechneten Krane arbeiten können und dessen Oberkante genau mit derjenigen des Hauptträgerobergurtes bündig liegt. Alsdann werden die Teile des ersten Bogenfeldes zusammengebaut und dieses mit Hilfe der Stahldrahtkabel *a* im festen Boden der Ufer (bei *b*) gehörig verankert.

Alsdann werden nach und nach die weiteren Felder des Fachwerkes zusammengebaut in derselben Art, wie dies bei Kragbrücken geschieht, indem die Krane auf dem Obergurt des Bogens stetig vorrücken. Eine zweite Kabelgruppe *a* wird nach Vollendung des ersten Bogenfeldes eingezogen (Abb. 2), zu dessen Unterstützung über dem Endständer ein Hilfsportal vorgesehen wird. Vor der Verankerungsstelle befindet sich ein auf Druckwinden gelagertes und somit verstellbares Bockgerüst *b*, über das die Kabel laufen, die nach Erfordernis durch entsprechende Betätigung der Druckwinden angespannt und nachgelassen werden können. Sobald die gesamte Verankerung voll in Wirksamkeit getreten ist, können die beiden Bogenhälften fertig zusammengebaut werden, wobei für die letzten Felder infolge des geringen Gewichts der einzelnen Teile erheblich leichtere Krane verwendbar sind. Nachdem (Abb. 3) alsdann beide Hälften genau eingerichtet sind, wozu die vorgenannten Druckwinden dienen, wird der Bogen geschlossen und werden die leichteren Krane für das Einbauen der Hängestangen und des Fahrbahnträgers verwendet. Ki.

Unsicherheit des französischen Oberbaues. Zwei Unfälle der letzten Zeit auf der Orléansbahn werden auf Mängel des Oberbaues zurückgeführt und haben in Frankreich zu erheblicher Beunruhigung Anlaß gegeben. Bei dem einen Unfall soll eine Schiene unter einem ganz langsam fahrenden Zug gebrochen sein, und es wird daraufhin bemerkt, daß die Orléansbahn noch Doppelkopfschienen von 38 bis 42,5 kg/m Gewicht in ihren Gleisen liegen habe und daß diese Schienen, die schon reichlich alt sind, den Anforderungen, die ein heutiger schwerer und schnell fahrender Zug an das Gleis stelle, nicht mehr

gewachsen sind. Bei den anderen französischen Eisenbahnen werden dagegen Breitfußschienen von 46 bis 55 kg/m Gewicht verwendet. Ein Händler mit Altschienen berichtet, er habe einem englischen Walzwerk einen größeren Posten abgenutzter Schienen der Orléansbahn geliefert, die durch Umwalzen auf einen kleineren Querschnitt zur Verwendung in weniger stark belasteten Gleisen wieder verwendbar gemacht werden sollten, ein Verfahren, das, von Amerika ausgehend, neuerdings auch in Europa versuchsweise angewendet zu werden scheint; das Walzwerk hat aber die Abnahme weiterer derartiger Schienen abgelehnt, weil Stücke der ersten Lieferung entweder beim Umwalzen oder schon beim Verladen brachen.

Von seiten der französischen Hüttenwerke wird darauf hingewiesen, daß die Schienen und der Stahl, aus dem sie bestehen, von einwandfreier Beschaffenheit seien; man habe sie aber über das zulässige Maß belastet.

Die Orléansbahn ist auf Grund der vorstehend angedeuteten Vorgänge angewiesen worden, ihre Schnellzugstrecken auf die Tragfähigkeit des Oberbaues zu untersuchen, und der Minister der öffentlichen Arbeiten hat angeordnet, daß die zugelassene Fahrgeschwindigkeit für alle Schnellzüge in ganz Frankreich herabgesetzt wird. Es scheint, als ob die französischen Eisenbahnen zugäben, daß ihr Oberbau verstärkungs- und erneuerungsbedürftig ist, es fehlt ihnen aber an Mitteln, um die erforderlichen Erneuerungsarbeiten auszuführen, die die Tragfähigkeit des Oberbaues auf das heute notwendige Maß bringen würden. Wkk.

Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt sind: die Reichsbahnoberräte Rintelen, Trier, als Abteilungsleiter zur R. B. D. Königsberg (Pr.) und Linack, Breslau, als Mitglied zur R. B. D. Trier; die Reichsbahnräte Rammelsberg, Guben, als Vorstand zum Maschinenamt Glogau, Sondergeld, Recklinghausen, zum Ausbesserungswerk Leinhausen, Friedrich Müller, Oels, als Werkdirektor zum Ausbesserungswerk Stendal, Melcher, Breslau, zum Ausbesserungswerk Oels, Guth, Breslau, nach Braunschweig als Leiter der maschinentechnischen Bauabteilung, Grimm, Halle (Saale), zum Ausbesserungswerk Weiden (Opf.), Mühlhausen, Brandenburg West, zum Ausbesserungswerk Stendal, Bohlig, München, als Werkdirektor zum Ausbesserungswerk Ludwigshafen (Rhein), Dr.-Ing. Heinrich Meyer, Altona, zur R. B. D. Trier, Dobmaier, Ludwigshafen (Rhein), zum Baukonstruktionsamt in München, Künlen, Stuttgart, als Vorstand zur Bausektion Böblingen, Körner, Olbernhau, zur Betriebsdirektion Leipzig I und Dr. jur. Sperber, Hannover, zur Hauptverwaltung in Berlin; die Reichsbahnbaumeister Hans Günther, Stendal, zum Eisenbahnwerk Brandenburg West und Stroebe, Königsberg (Pr.), zum E. Z. A. in Berlin.

Überwiesen sind: der Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Skutsch von der R. B. D. Berlin zum E. Z. A. in Berlin als Mitglied; die Reichsbahnräte Dr.-Ing. Hartwig vom Oberbaubureau zum Bauamt Dresden-Neustadt, Dr.-Ing. Halank, vom Brückenbaubureau zum Oberbaubureau in Dresden und Siegert vom Bauamt Dresden-Neustadt zum Neubauamt Dresden-Altstadt.

Der Reichsbahnrat Haeseler, Flensburg, ist zum Vorstand der neuerrichteten Bauabteilung 2 Flensburg bestellt worden.

Der Reichsbahnoberrat Herrmann beim E. Z. A. in Berlin ist in den Ruhestand getreten.

Gestorben sind: die Reichsbahnoberräte Martin Mayer, Stuttgart, und v. Forster in Augsburg.

INHALT: Maßgebende Gesichtspunkte bei der Planung von Stadt- und Vorortbahnen. — Einfaches Verfahren zur Berechnung mehrstieliger Rahmenträger. — Beitrag zur Geschichte der Pegel. — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau — Bahnhofsumbauten der englischen Südbahn. — Neues vom Bau der Saalealsperre. — Wiener Wasserleitungskraftwerke. — Verbindung Birminghams mit der See. — Bau der Sydneybrücke. — Unsicherheit des französischen Oberbaues. — Personalmeldungen.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.

<sup>1)</sup> Vergl. u. a. „Die Bautechnik“ 1924, S. 86, 218 und 330, sowie 1925, S. 25 und 125.