

DER STAHLBAU

Schriftleitung:
Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing. A. Hertwig, Berlin-Wilmersdorf, Sächsische Str. 43
Fernsprecher: 87 7421
Professor W. Rein, Breslau, Technische Hochschule. — Fernsprecher: Breslau 421 61

Beilage
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

11. Jahrgang

BERLIN, 4. Februar 1938

Heft 3

Dauerversuche mit Nietverbindungen, welche an den Gleitflächen statt mit einem Anstrich aus Leinöl und Mennige mit einem aufgespritzten Belag aus Leichtmetall versehen waren.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Otto Graf.

Durch die Versuche, die in Heft 5 der Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, S. 24 u. f., erörtert sind, ist gezeigt worden, daß die Reibung in den Nietverbindungen von erheblichem Einfluß auf den Widerstand der Nietverbindungen gegen oftmals wiederkehrende Lasten ist, wenn die Verbindungen aus St 52 bestehen und wenn diese Verbindungen nach den zur Zeit geltenden Bestimmungen gebaut sind. In der Folge ist für die Brücken der Deutschen Reichsbahn angeordnet worden, daß Nietverbindungen aus St 52 ohne Innenanstrich bleiben.

Berührungsflächen im Metallisator-Betrieb Robert Hopfeld in Altona¹⁾ mit einem Spritzüberzug aus Silumin versehen, nachdem die in Betracht kommenden Flächen mit dem Sandstrahl abgeblasen waren. Die Dicke der Siluminschicht ist zu 0,04 bis 0,18 mm gemessen worden. Bild 3 zeigt den Zustand der Bleche nach der Anlieferung aus dem Spritzwerk.

Das Nieten geschah in der Materialprüfanstalt. Dabei ist folgendes beachtet worden:

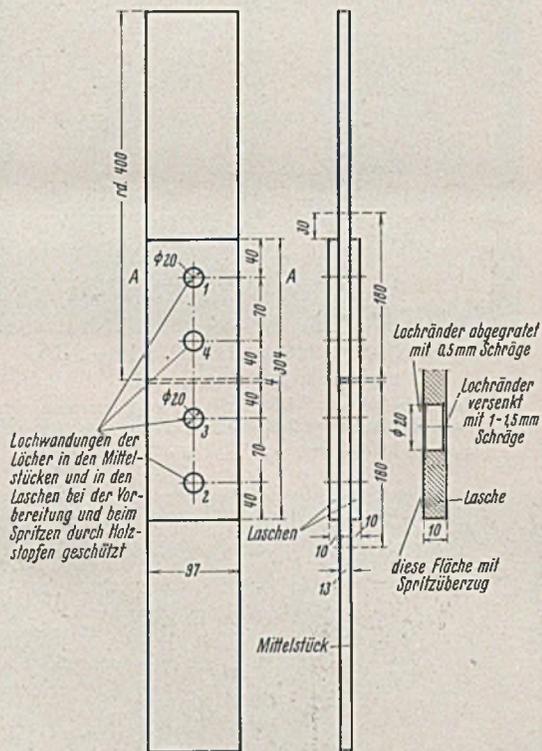


Bild 1 u. 2.

Diese Bestimmung enthält die Voraussetzung, daß ein besonderer Rostschutz im Innern einer Nietverbindung entbehrt werden kann. Ob diese Voraussetzung ausreichend zutreffend ist, kann nur aus dem Verhalten der Bauwerke im Laufe der Zeit erkannt werden.

Vorläufig bleibt daneben die Aufgabe, zu untersuchen, ob der Rostschutz im Innern von Nietverbindungen aus St 52 oder anderem Stahl hoher Festigkeit durch andere Maßnahmen, als bisher üblich, verbürgt werden kann, ohne daß die Reibung gegenüber den jetzigen Gepflogenheiten vermindert wird. Es liegt nahe, hierbei an den Oberflächenschutz durch aufgespritztes Metall zu denken.

Solche Versuche hat der Bericht im Jahre 1936 aufgenommen. Die Versuchsarbeiten besorgte Herr Ingenieur Munzinger im Institut für die Materialprüfungen des Bauwesens. Es wurden Nietverbindungen nach Bild 1 u. 2 hergestellt. Die Bleche bestanden aus St 52, die Nieten aus St 44. An drei Probekörpern sind die Berührungsflächen sorgfältig mit Benzin gereinigt worden. An drei weiteren Probekörpern wurden die

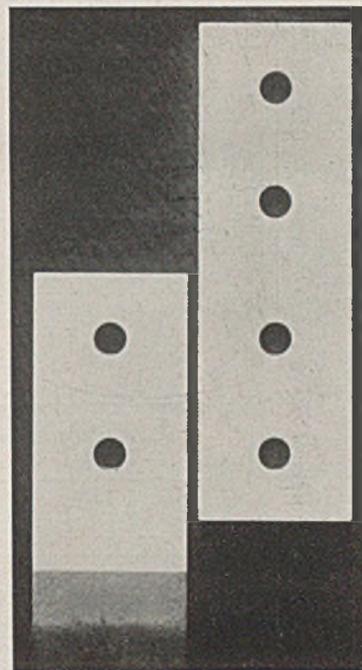


Bild 3. Siluminüberzug an den Berührungsflächen der Körper nach Bild 1 u. 2 vor dem Vernieten.

- Schaftlänge der Nieten gemäß DIN 124, Blatt 2;
- Reihenfolge beim Nieten gemäß den Zahlen 1 bis 4 im Bild 1;
- Preßluft-Niethammer von der Maschinenfabrik Eßlingen; Fabrikat Frankfurter Maschinenbau A.-G. vorm. Pokorny & Wittekind, Type N 80; Hammergewicht (ohne Döpper) 13,3 kg; Schlagdöppergewicht 1,3 kg;
- Gegenhalter der MPA, Stahlklotz auf Eichenholzklötzchen; Nietstöckchen 0,88 kg schwer;
- Nieterwärmung im Schmiedekohlenfeuer; Glühfarbe der Nieten
 - wenn eben aus dem Feuer genommen, am Setzkopf gelbbrot bis gelbweiß, am Schaftende gelbbrot bis hellgelb; am Setzkopf in der Regel heller als am Schaftende;
 - bei Beginn des Nietens (überstehendes Schaftende) gelbbrot bis hellgelb;

¹⁾ Die Herstellung erfolgte kostenlos, wofür auch an dieser Stelle gedankt wird.

Zusammenstellung 1.
Ergebnisse der Dauerzugversuche mit den Nietverbindungen nach Bild 1 u. 2.

Normenzugprüfung (DIN 1605) der 13 mm dicken Bleche im Einfieferungszustand: $\sigma_{zFo} = 33,5 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_{zFu} = 50,4 \text{ kg/mm}^2$; $\delta_{10} = 26\%$; $\varphi = 66\%$.
 Prüfung der 10 mm dicken Laschen im Einfieferungszustand (lange Normalstäbe mit $13 \times 23,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt) durch Kugeldruckversuche nach DIN 1605: Zugfestigkeit $\sigma_{zB} = 56 \text{ kg/mm}^2$.
 Prüfung der Niete, 19 mm Durchmesser, normalgeglüht, durch Kugeldruckversuche nach DIN 1605: Zugfestigkeit $\sigma_{zB} = 48$ bis 51 kg/mm^2 , im Mittel 49 kg/mm^2 .

Reihe	Behandlung der Berührungsfächen	Bezeichnung der Nietverbindungen	Rechnungsmäßige Anstrengungen						Verhältnis $d : d_1 : \tau$	Schwingweite $\sigma_{oz} - \sigma_{uz}$ kg/mm ²	Zahl der Lastspiele bis zum Bruch bzw. bis zum Ende des Versuchs N	Bemerkungen über den Bruch
			an der unteren Belastungsgrenze		an der oberen Belastungsgrenze							
			Zugspannung der Mittelstücke im Querschnitt A-A σ_{uz} kg/mm ²	Lochleibungsdruck σ_{lu} kg/mm ²	Scher-span-nung der Niete τ_n kg/mm ²	Zugspannung der Mittelstücke im Querschnitt A-A σ_{oz} kg/mm ²	Lochleibungsdruck σ_{lo} kg/mm ²	Scher-span-nung der Niete τ_o kg/mm ²				
1	Sorgfältig mit Benzin entfettet	Ho 52.1.9—3.9	0,5	1,0	0,4	21,5	41,3	17,2	1,00:1,92:0,80	21,0	222 100	Mittelstück 3.9 im Nietlochquerschnitt 2 gebrochen
		Ho 52.2.5—2.8	0,5	0,9	0,4	17,5	32,9	14,0	1,00:1,88:0,80	17,0	1 856 400	Mittelstück 2.8 im Nietlochquerschnitt 2 gebrochen
2	Gemäß Angabe mit dem Sandstrahl gereinigt, dann mit „Silumin“ bespritzt	Ho 52.1.1—3.1	0,5	0,9	0,4	16,5	31,4	13,2	1,00:1,90:0,80	16,0	1 361 600	Mittelstück 1.1 im Nietlochquerschnitt 1 gebrochen
		Ho 52. S 2.1—S 2.4	0,5	0,9	0,4	21,5	40,1	17,0	1,00:1,87:0,80	21,0	567 200	Mittelstück S 2.1 im Nietlochquerschnitt 1 gebrochen
		Ho 52. S 2.6—S 2.7	0,5	0,9	0,4	19,5	36,6	15,6	1,00:1,88:0,80	19,0	1 485 200	Mittelstück S 2.7 im Nietlochquerschnitt 2 gebrochen
		Ho 52. S 1.8—S 3.8	0,5	0,9	0,4	18,5	35,2	14,8	1,00:1,90:0,80	18,0	2 028 000	Probekörper nicht gebrochen

- f) Glühzunder durch Bürsten und Abklopfen entfernt;
- g) Nietzeit 13 bis 15 sek;
- h) Überdruck der Preßluft am Windkessel des Kompressors: 6,9 bis 6,6 kg/cm²; zwischen Windkessel und Niethammer rd. 24 m lange Rohrleitung sowie 4 m lange Schlauchleitung mit rd. 16 mm lichtem Durchmesser.

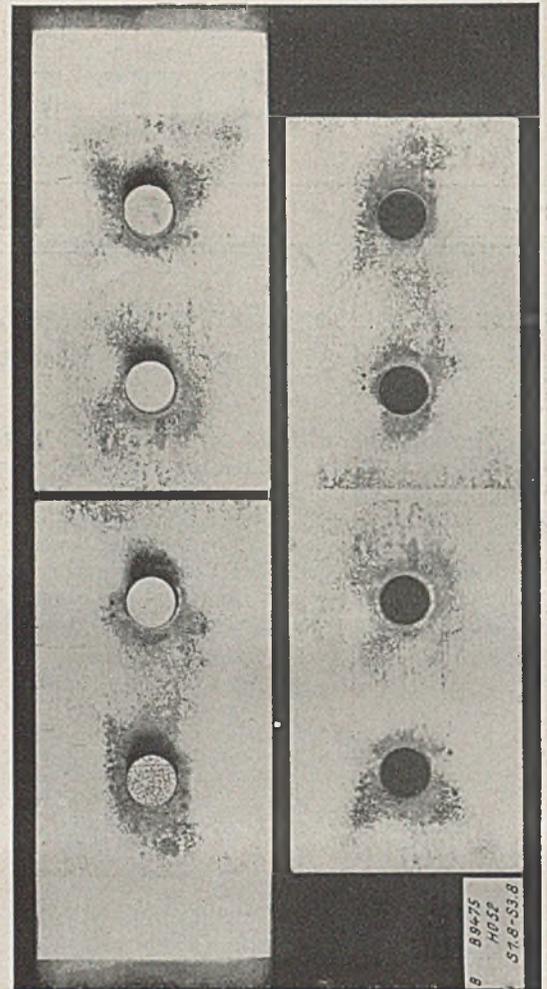


Bild 4. Nietverbindung HO 52, S 1.8—S 3.8 nach dem Schwingversuch.

Die Lasche auf der Setzkopfseite ist weggenommen. Die Verbindung war 2 028 000 Lastspielen zwischen $\sigma_{uz} = 0,5 \text{ kg/mm}^2$ und $\sigma_{oz} = 18,5 \text{ kg/mm}^2$ ausgesetzt.



Bild 5. Fläche von einem Mittelstück der Nietverbindung HO 52, S 1.8—S 3.8; Setzkopfseite.

Die Prüfung der Verbindungen geschah wie früher durch oftmals wiederholte Zugbelastungen gemäß den Angaben in Zusammenstellung 1. Hiernach fand sich durch zeichnerisches Ausmitteln die Dauerzugfestigkeit σ_{oz} für zwei Millionen Lastspiele mit $\sigma_{uz} = 0,5 \text{ kg/cm}^2$

bei Reihe 1 (Walzhaut mit Benzln entfettet) zu $16,0 \text{ kg/mm}^2$,

bei Reihe 2 (Walzhaut mit dem Sandstrahl abgeblasen, dann mit Silumin gespritzt) zu $18,5 \text{ kg/cm}^2$.

Hiernach ist die Dauerzugfestigkeit der Nietverbindungen, welche an den Berührungsf lächen einen Siluminüberzug

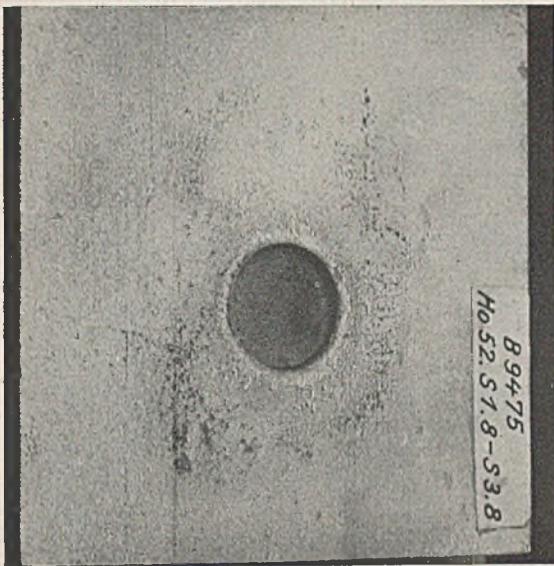


Bild 6.

Wie Bild 5, jedoch mit anderer Beleuchtung des Gegenstandes aufgenommen.

besaßen, größer ausgefallen als bei Nietverbindungen ohne Anstrich.

Der Siluminüberzug hat demnach den Reibungswiderstand erhöht.

Die Bilder 4 bis 7 zeigen den Zustand der Flächen mit Siluminüberzug nach dem Dauerversuch. Es sind örtlich dunkle Stellen erkennbar, an denen wahrscheinlich beim Nieten hohe Pressungen herrschten. Der Siluminüberzug ist nirgends verloren-

²⁾ Diese Feststellung steht im Einklang mit früheren Beobachtungen. Vgl. Heft B 5 des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, S. 38 u. f.

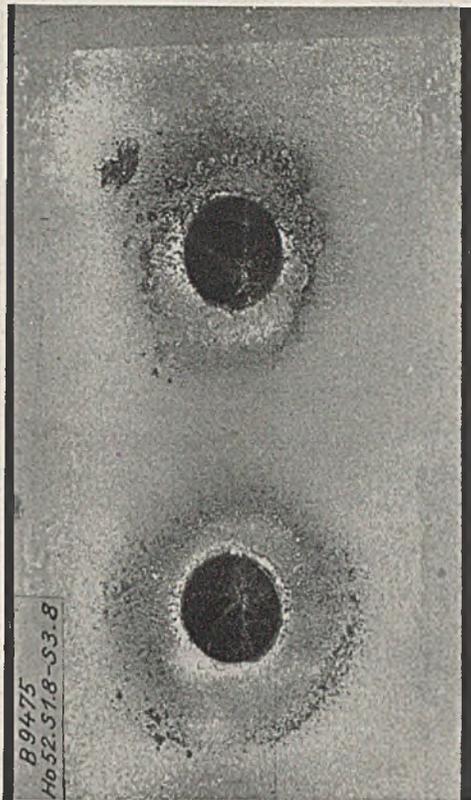


Bild 7. Beschaffenheit

des Spritzüberzuges auf der Schließkopfsseite eines 13 mm dicken Mittelstückes der Nietverbindung HO 52. S 1.8—3.8 nach dem Dauerzugversuch (Rückseite zu Bild 4 bis 6).

Die Verbindung trug 2 028 000 Lastspiele zwischen $\sigma_{uz} = 0,5 \text{ kg/mm}^2$ und $\sigma_{oz} = 18,5 \text{ kg/mm}^2$.

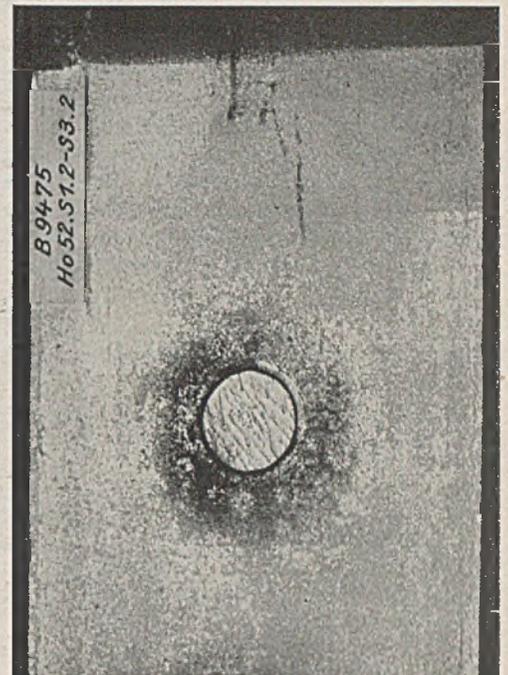


Bild 8. Beschaffenheit des Spritzüberzuges auf der Setzkopfsseite eines 13 mm dicken Mittelstückes der Nietverbindung HO 52. S 1.2—S 3.2.

Die Verbindung war nicht dem Dauerzugversuch unterworfen.

gegangen, wie durch nachträgliches Bearbeiten mit feiner Schmirgelleinwand festgestellt worden ist.

Bild 8 zeigt den Zustand der Berührungsf lächen einer Verbindung, die nicht dem Dauerversuch unterworfen war. Auch hier waren im Gebiet der Klemmkräfte Veränderungen der Siluminschicht aufgetreten.

Die Kosten für das Aufbringen der Metallbeläge sind zur Zeit noch so hoch, daß eine allgemeine Anwendung an Stelle des Leinölanstrichs nicht in Betracht kommt. Jedoch ist die Anwendung für Sonderfälle denkbar.

Fehler bei der Benutzung der Kernpunktmomente zur Darstellung der Einflußlinien von Bogenträgern.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Krabbe, München.

Zur Darstellung der Einflußlinien zur Ermittlung der Randspannungen σ_o und σ_u in Bogenträgern werden fast allgemein die Einflußlinien für die Momente der beiden Kernpunkte K_o und K_u verwendet, welche die Spannungen σ_o und σ_u unmittelbar ergeben. Dagegen wäre nichts einzuwenden, wenn die Aufzeichnung dieser Einflußlinien richtig erfolgte. Das ist jedoch leider im allgemeinen nicht der Fall, da hierbei, wie wir sehen werden, mannigfache Schwierigkeiten auftreten, über welche man sich auf verschiedene Weise, meist jedoch fehlerhaft, hinwegzusetzen sucht.

Am klarsten wird die richtige Darstellung durch das kinematische Verfahren (Bild 1a), wobei es grundsätzlich gleichgültig ist, ob es sich um einen Dreigelenkbogen, Zweigelenkbogen oder eingespannten Bogen handelt. Um die Einflußlinie für M_{K_o} zu erhalten, verdrehen wir die beiden

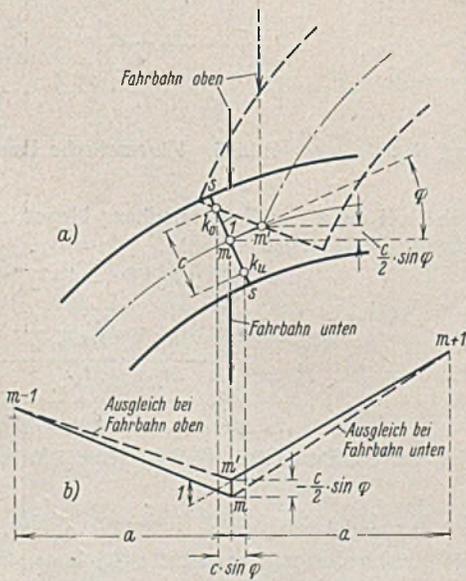


Bild 1a u. b. Einflußlinien für M_{K_o} .

durch den Schnitt $s-s$ getrennt gedachten Bogenteile um K_o als Drehpunkt um den Drehwinkel 1. Dabei zeigt sich ohne weiteres, daß der Punkt m im Schnitt der Bogenachse, welcher nach m' gelangt, mit der ausgeführten Drehung um die Strecke $\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$ steigt, während im linken, ruhend gedachten Bogenteil der Punkt m in seiner Lage verbleibt. Dadurch entsteht, bezogen auf die durch den Schwerpunkt gelegte Lotrechte, als Einflußlinie die Biegelinie $m-1, m, m', m+1$ (Bild 1b), welche in m den Absatz

$-\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$ hat, während die Geraden $m-1, m$ und $m', m+1$ um den Drehwinkel 1 gegeneinander geneigt sind, wobei ihr Schnittpunkt in die Lotrechte durch den Drehpunkt K_o fallen muß. Bei punktwiser Lastübertragung ist diese Einflußlinie bei angehängter Fahrbahn durch die Gerade $m, m+1$ abzugleichen, denn der Querträger m hängt am linken Teil des Bogens. Bei aufgeständerter Fahrbahn steht der Querträger m auf dem rechten Teil des Bogens, daher hat der Ausgleich durch die Gerade $m-1, m'$ zu erfolgen. In beiden Fällen ist der bei m entstehende Drehwinkel der Fahrbahnträger nicht

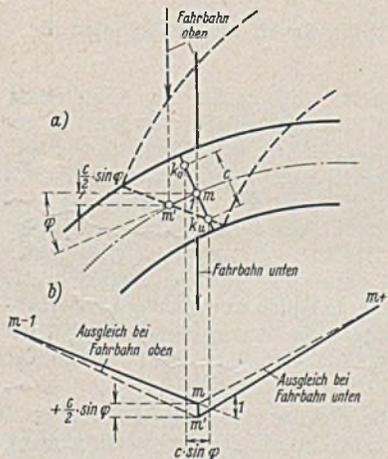


Bild 2a u. b. Einflußlinien für M_{K_u} .

mehr 1, sondern bei angehängter Fahrbahn $1 + \frac{c \cdot \sin \varphi}{2a}$, bei aufgeständerter Fahrbahn $1 - \frac{c \cdot \sin \varphi}{2a}$. Bei Gewölben mit lastverteiler Überschüttung gilt die Einflußlinie mit dem Absatz bei m . Die Einflußlinie für M_{K_u} wird unter Benutzung des Kernpunktes K_u nach Bild 2 gefunden.

Hier senkt sich der nach m' gelangende Punkt m um den Wert $\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$, woraus die Einflußlinie $m-1, m, m', m+1$ folgt. Sie gilt für Gewölbe mit lastverteiler Überschüttung, während bei angehängter Fahrbahn durch die Linie $m, m+1$, bei aufgeständerter Fahrbahn durch $m-1, m'$ abzugleichen ist.

Die richtigen Einflußlinien, beispielsweise für einen Dreigelenkbogen (Bild 3a), haben also die in Bild 3b und 3c wiedergegebene Gestalt. Sie sind durch die Drehwinkel 1 in den Lotrechten durch K_o bzw. K_u sowie durch die Drehwinkel $-\frac{y_o}{f}$ bzw. $-\frac{y_u}{f}$ im Scheitelpunkt eindeutig bestimmt.

Praktisch werden sie jedoch meist abweichend davon nach verschiedenen Verfahren dargestellt, nämlich entweder nach Bild 4a—b unter Benutzung der Lotrechten durch m oder nach Bild 4c—d unter Benutzung der beiden Lotrechten durch K_o und K_u , nötigenfalls wird bei angehängter oder aufgeständerter Fahrbahn abgeglichen, wie punktiert angedeutet. Alle diese Darstellungen sind grundsätzlich falsch. Die Darstellung nach Bild 4a—b ist natürlich überhaupt nicht haltbar, sie ist, wie ein Vergleich mit Bild 3b—c zeigt, auf die ganze Länge falsch, sie kann höchstens als Näherungsverfahren bei sehr kleinem Winkel φ gelten und ist erst bei $\varphi = 0$ genau richtig.

Die Darstellung der M_{K_o} -Linie nach Bild 4c ist zwar hinsichtlich der Drehwinkel und daher auch in ihrem allgemeinen Verlauf richtig; fehlerhaft ist aber die Behandlung in den Feldern $m-1, m, m+1$.

Es wird nämlich übersehen, daß der Einflußlinienteil für den Bogenteil links vom Schnitt bis zur Lotrechten durch den Schwerpunkt m reicht und der rechte Einflußlinienteil nur bis zur Lotrechten durch m . Es würde also bei richtiger Darstellung bei m der Absatz $-\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$ entstehen und die Einflußlinie mit dem Bild 3c übereinstimmen. Ganz entsprechend ist der Fehler bei der M_{K_u} -Linie nach Bild 4d. Der falschen Darstellung entsprechend werden die bei angehängter oder aufgeständerter Fahrbahn erforderlichen Abgleichungen erst recht falsch. Richtig ist die Abgleichung nach Bild 4c nur bei aufgeständerter Fahrbahn, falsch dagegen bei angehängter Fahrbahn, während die Abgleichung nach Bild 4d nur bei angehängter Fahrbahn richtig, bei aufgeständerter Fahrbahn dagegen falsch ist. Die Fehler erkennt man sofort durch Vergleich mit den Bildern 3b—c, wobei sich leider ergibt, daß die positiven Teile der Einflußflächen infolge des Fehlers stets zu klein werden. Der Fehler ist zwar im allgemeinen nicht groß und bewegt sich bei Stahlbogen an ungünstigen Stellen in der Größenordnung um etwa 3%; in besonderen Fällen kann er aber ganz erheblich größer werden, z. B. bei Stahlbogen mit sehr großer Pfeilhöhe, bei vollwandigen Bogenzwickelträgern und bei Gewölben in der Nähe der Kämpfer.

Ganz abgesehen hiervon geht es aber nicht an, daß häufig vorkommende Einflußlinien gewohnheitsmäßig falsch in einer Weise dargestellt werden, die ein richtiges Verständnis für das Wesen dieser Einflußlinien überhaupt nicht aufkommen läßt. Hier handelt es sich nicht um kleine Ungenauig-

keiten, sondern um grundsätzliche Fehler in der Form der M_K -Linien, welche eben gar keine reinen Momenten-Einflußlinien sind, sondern in schwer verständlicher Weise auch Einflüsse der Achskraft enthalten, welche die Absätze natürlich herbeiführen müssen.

Um solchen Unklarheiten vorzubeugen, möchte ich daher empfehlen, von der Benutzung der Einflußlinien für die Kernpunktmomente überhaupt abzusehen und die Einflußlinien für σ_o und σ_u in natürlichster Weise zusammensetzen aus

1. der Einflußlinie für das Schwerpunktmoment M_m (Bild 5b),
2. der Einflußlinie für die Achskraft S_m (Bild 5c).

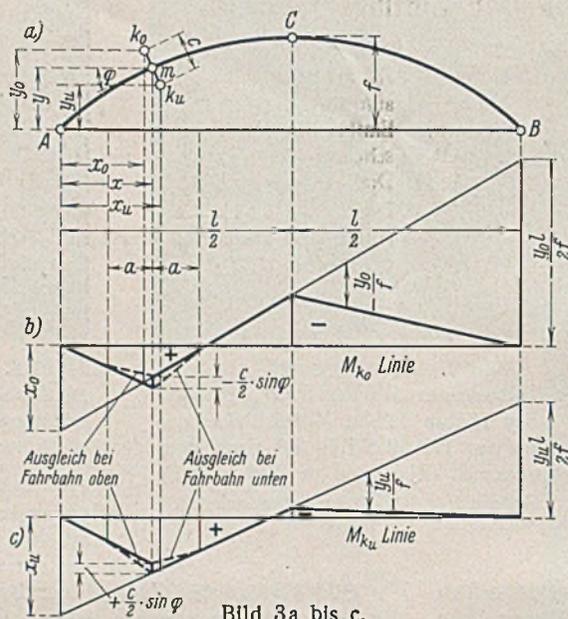


Bild 3a bis c. Genaue Darstellung der vollständigen Einflußlinien.

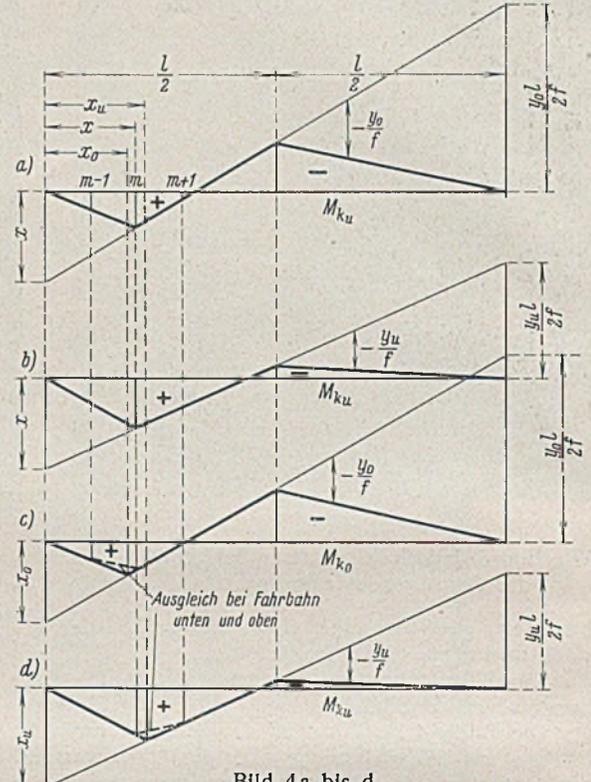


Bild 4a bis d. Gebräuchliche, ungenaue Darstellung der Einflußlinien.

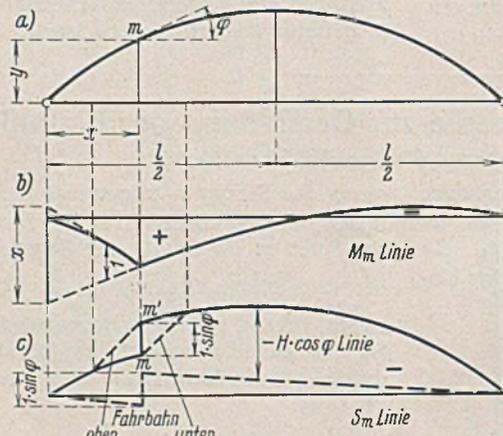


Bild 5a bis c. Einflußlinien für M_m und S_m .

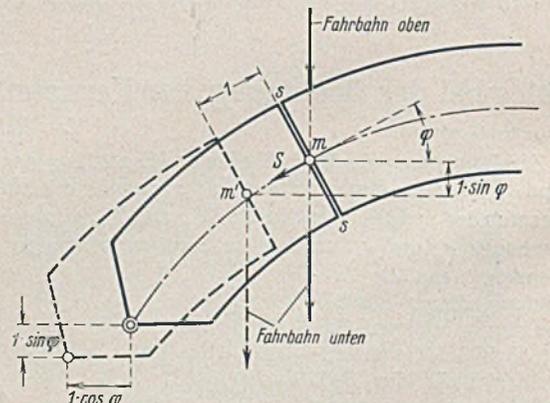


Bild 6. Kinematische Herleitung der S_m -Linien.

Dabei sei auf einen Zusammenhang hingewiesen. Es bestehen bekanntlich die Beziehungen

$$M_{K_o} = M_m + \frac{c}{2} \cdot S$$

$$M_{K_u} = M_m - \frac{c}{2} \cdot S$$

$$\frac{M_{K_o} - M_{K_u}}{c} = S$$

Nun hat die Einflußlinie für M_{K_o} (Bild 3b) in m den Absatz $-\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$,

die M_{K_u} -Linie den Absatz $+\frac{c}{2} \cdot \sin \varphi$; also hat die $\frac{M_{K_o} - M_{K_u}}{c}$ -Linie, die gleichbedeutend ist mit der S_m -Linie, in m den Absatz $-1 \cdot \sin \varphi$, genau wie die in Bild 5c dargestellte Einflußlinie der Achskraft. Dieser Absatz sowie die sonstige sehr einfache Form der S_m -Linie ist in ein-

fachster Weise dadurch erklärt, daß sie durch Verschiebung des Bogenteils links vom Schnitt $s-s$ (Bild 6) in der Tangentenrichtung um den Wert 1 entsteht, was eine lotrechte Verschiebung von m' gegen m um $1 \cdot \sin \varphi$ bedingt. Die dadurch weiterhin bedingte Verschiebung des Auflagergelenkes in der Lotrechten um $1 \cdot \sin \varphi$, in der Waagerechten um $1 \cdot \cos \varphi$ verlangt zur Wiederherstellung der gestörten Auflagerbedingung

1. die Zurückdrehung des Bogens um das rechte Auflagergelenk um $\frac{1 \cdot \sin \varphi}{b}$, wonach die in Bild 5 punktiert gezeichnete Verformung entsteht, ohne daß ein Arbeitsaufwand erforderlich ist, so daß eine Verbiegung nicht eintritt,
2. die Zurückverschiebung des linken Auflagergelenkes um $1 \cdot \cos \varphi$ in der Waagerechten unter Arbeitsaufwand, wodurch eine Verbiegung von der Form der $-1 \cdot \cos \varphi$ -fachen H -Linie entsteht, deren Ordinaten von der punktierten Verformung aus aufzutragen sind.

Bild 6 gibt auch ohne weiteres Aufschluß darüber, daß in Bild 5c bei angehängter Fahrbahn durch die Linie $m, m+1$, bei aufgeständerter Fahrbahn dagegen durch $m-1, m'$ abzugleichen ist, da der Querträger m im ersten Falle an dem Bogenteil links vom Schnitt hängt, im letzteren Fall dagegen auf dem Bogenteil rechts vom Schnitt steht.

Das hier empfohlene Verfahren ist keineswegs umständlicher oder zeitraubender als das Kernpunktverfahren. In beiden Fällen werden für jeden Querschnitt zwei Einflußlinien benötigt, die aber beim Kernpunktverfahren, wie wir gesehen haben, wesentlich verwickelter sind als die beiden einfachen Einflußlinien für Schwerpunktmoment und Achskraft. Insbesondere ist bei den Einflußlinien der Kernpunktmente die Notwendigkeit des Rechnens mit ganz unregelmäßigen Abszissen x_0 und x_n eine lästige Beigabe, und die Überlegung, wie bei angehängter und wie bei aufgeständerter Fahrbahn abzugleichen ist, ist erst recht nicht einfach.

Alle Rechte vorbehalten.

Kinematische Ermittlung der Einflußlinien gekrümmter Brücken.

Von Dr.-Ing. Gustav A. Fuchs, zur Zeit München.

In Heft 14/15 (1937) dieser Zeitschrift wurde ein graphisches Verfahren zur Ermittlung der Einflußlinien gekrümmter Brücken mit ganz unregelmäßiger Feldteilung entwickelt. Dies an Hand von Beispielen zu erläutern, sei, wie bereits in obigem Aufsatz angekündigt, der Zweck dieser Arbeit. Zur Kontrolle der Genauigkeit dieses graphischen Verfahrens werden zuerst die Einflußlinien für ein Tragwerk bestimmt, das Dr.-Ing. Erich Kühl im Bauing. 1937, Heft 13/14, rechnerisch behandelt hat. Bild 1 zeigt den Grundriß des Tragwerkes. Seine Systemabmessungen sind folgende:

Systemabmessungen.

m	$\varphi_{m,m-1}$	$\varphi_{m,m+1}$	φ_m	a	b	c
0	—	101° 18' 35,8"	0	4,00	—	—
1	78° 41' 24,2"	106° 41' 57,3"	5° 23' 21,5"	4,80	4,079	4,000
2	73° 18' 02,7"	116° 33' 54,2"	9° 51' 56,9"	6,00	4,176	4,000
3	63° 26' 05,8"	135° 0' 0"	18° 26' 05,8"	8,00	4,472	4,000
4	45° 0' 0"	—	0	12,00	5,657	4,000

Vorerst wird die Einflußlinie des Stützdruckes B_4' ermittelt. Hierzu wird für eine beliebige Verformung des von den Stützen abgehobenen Tragwerkes der gedrehte Verschiebungsplan (Bild 2b) gezeichnet. Die Einflußfläche des Stützdruckes B_4' ist die Verformungsfläche der Lastscheiben — Bodenscheiben —, wenn das Tragwerk an der Stelle B_4' um den Betrag $a_{i,k} = 1$ in senkrechter Richtung verschoben wird. Wird das Tragwerk an der Querscheibe a_0 an drei Punkten festgehalten und dann verformt, so wird sich nicht nur die Ecke B_4' , sondern auch B_4 von ihrem Lager um einen gewissen Betrag abheben. Um dies rückgängig zu machen, wird das Tragwerk um $A_0 A_0'$ so lange gedreht, bis es wieder auf dem Lager B_4 aufruhet. Um die Größe dieses zusätzlichen Drehvektors zu bestimmen, wird zuerst im gedrehten Verschiebungsplan ein Vektor beliebiger Größe zugezählt und hierfür im Grundriß (Bild 2a) die Lage der resultierenden Drehvektoren, die Nulllinien der Verschiebungen, im Bereich der zugehörigen Grunddreiecke eingezeichnet. Wenn das Tragwerk in B_4 aufrühen soll, muß der Vektor $v_{r,4}$ durch B_4 gehen. Da dies nicht zutrifft, wird seine Richtung bis $A_0 A_0'$ verlängert und dort ein neuer zusätzlicher Vektor, von der Größe $c_0 c$, zugezählt. Im gedrehten Verschiebungsplan verschiebt sich hiermit der Pol von c_0 nach c . Nach Eintragung der neuen resultierenden Drehvektoren $v_{r,1} - v_{r,4}$ werden die Neigungen der Querscheiben eingetragen. Diese werden erhalten, indem man die Komponenten der resultierenden Drehvektoren senkrecht zur Querscheibe, als Maß der Verdrehung der Querscheiben in ihrer Ebene, im Abstand s_0 vom Nullpunkt aufträgt.

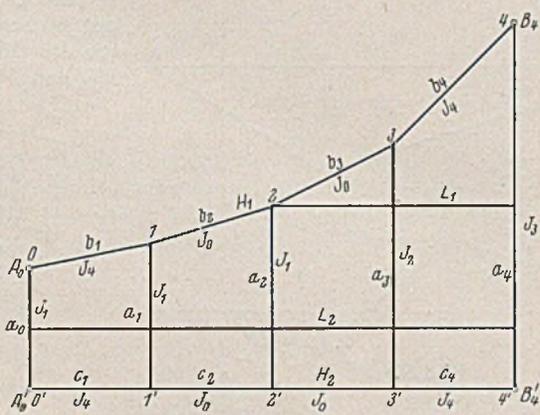


Bild 1.

Bei der vorangegangenen Verformung des Tragwerkes führt der gerade Hauptträger keine Verformungen in seiner Ebene aus, weshalb der resultierende Vektor $v_{r,4}$ des Grunddreiecks $3'-4-4'$ sowohl durch

A_0 als auch durch B_4 gehen muß, da das Tragwerk nur auf A_0, A_0' und B_4 aufruhet. Aus dem gleichen Grunde müssen bei der Bestimmung der Einflußlinie des Stützdruckes B_4 (Bild 3) sämtliche Nullpunkte der Querscheiben im geraden Hauptträger $0'-4'$ liegen. Da die resultierenden Drehvektoren $v_{r,1}$ und $v_{r,3}$ ebenfalls in die Gerade $0'4'$ fallen, ist die Lage des Poles c bereits bestimmt. Man sieht, daß bei diesen Sonderfällen, und diese sind meist vorhanden, durch einige Überlegung bereits ein Polygonzug die Größe der endgültigen Drehvektoren und die Lage

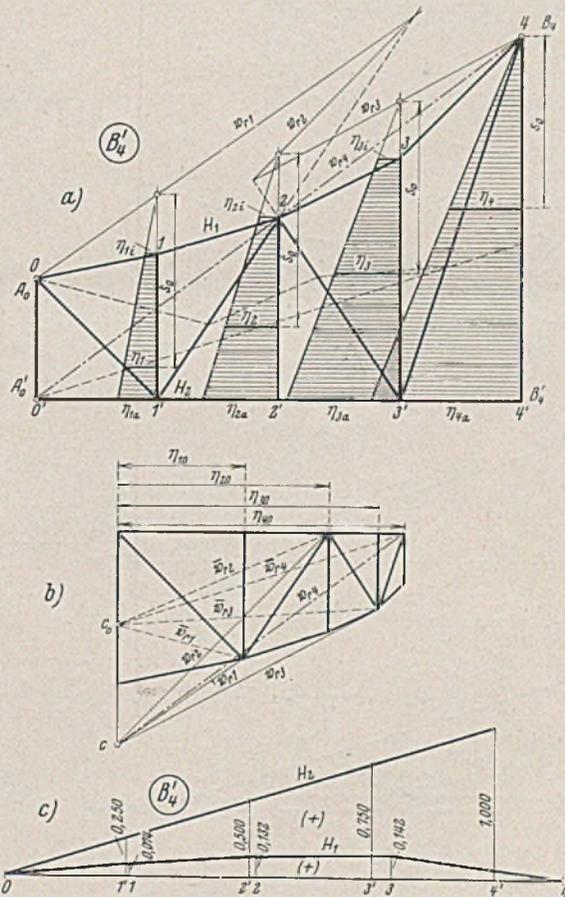


Bild 2.

der Nullpunkte, die absoluten Drehpole der Querscheiben, angibt. Bemerkenswert sei, daß bei Tragwerken mit einem geraden Hauptträger Lasten nur dann im gesamten Tragwerk Beanspruchungen hervorrufen, wenn sie nicht auf dem geraden Träger aufrühen. Dies deshalb, weil sich der gerade Träger nicht auf dem anderen Träger abstützt. Folglich sind die Ordinaten der Einflußlinie des Stützdruckes B_4 für den ganzen Hauptträger $H_2 \eta_{0a}$ bis η_{4a} gleich Null. Die Einflußlinien des Stützdruckes B_4' und B_4 sind in Bild 2c und 3c gestreckt aufgetragen.

Mit dem gleichen gedrehten Verschiebungsplan werden bei Wahl eines zusätzlichen Drehvektors in der Richtung $4-4'$ die Einflußlinien des Stützdruckes A_0 und A_0' ermittelt. Sie sind in Bild 4 und 5 gestreckt aufgetragen. Der Maßstab der Ordinaten der Einflußlinien des Stützdruckes wird so gewählt, daß die Ordinate über der Stütze der betreffenden Einflußlinie gleich Eins wird.

Die Einflußlinien für das Moment werden in vielen Fällen bei geeigneter Wahl des Grundsystems ebenfalls sehr leicht erhalten. Zur Bestimmung des Momentes M_{2b} wird die Grundzelle links in der Zelle 0—0'—1—1' angenommen (Bild 6a) und hierzu die Lager 4 und 4' mit 1 und 1' vertauscht. Die Scheibe 2—3 wird knapp neben der Kante 2 durchschnitten und anschließend das Tragwerk so verformt, daß die durch die Hebung des rechten Tragwerkteils entstandene Verdrehung der

lagern, daß die Ordinate der Momenteneinflußlinie des Ausgangssystems an dieser Stelle Null wird.

Es gilt: $M_{2b} = M_{2b,0} - \alpha_1 A_4$
und hiermit wird

$$\eta_{2b} = \eta_{2b,0} - \alpha_1 \xi_4$$

wobei $\alpha_1 = \eta_{2b,0,4}$.

In diesem Fall ist $\alpha_1 = -10,033$.

Die mit α_1 vervielfachte Einflußlinie des Stützdruckes B_4 ist in Bild 6c gestrichelt eingetragen, während die endgültige Einflußlinie in Bild 6d dargestellt ist.

Die Einflußlinie für das Moment M_{3b} wird genau so ermittelt (Bild 7 a, b). Sollen nun die Momente der Anschlußscheiben bestimmt werden, so brauchen die Momente, beziehungsweise die Ordinaten der Einflußlinien, nur mit den entsprechenden Beiwerten multipliziert zu werden.

$$M_{mc} = \frac{1}{c_{m1}} \cdot M_{mb}$$

$$M_{ma} = \frac{c_m}{c_{m1}} \cdot M_{mb}$$

wobei

$$c_m = \frac{\sin \varphi_{m,m+1}}{\sin \varphi_m}$$

und $c_{m1} = \frac{\sin \varphi_{m,m-1}}{\sin \varphi_m}$ ist.

Dann wird

$$M_{3a} = +0,79057 M_{3b}$$

und

$$M_{3c} = +0,3543 M_{3b}$$

Zur Bestimmung des Vorzeichens der Momente denkt man sich die Scheibe an ihrem rechten Ende festgehalten. Weist die Spitze des zu ihr senkrecht stehenden Drehvektors zum Beschauer, erzeugt das Moment an der Scheibenunterkante Zug (Bild 8).

Die Einflußlinien der Querkraft der Scheibe 2—3 ergeben sich aus der Differenz der Momente M_{2b} und M_{3a} . Es wird:

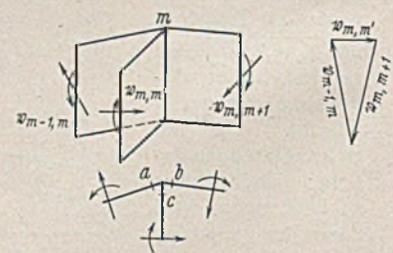


Bild 8.

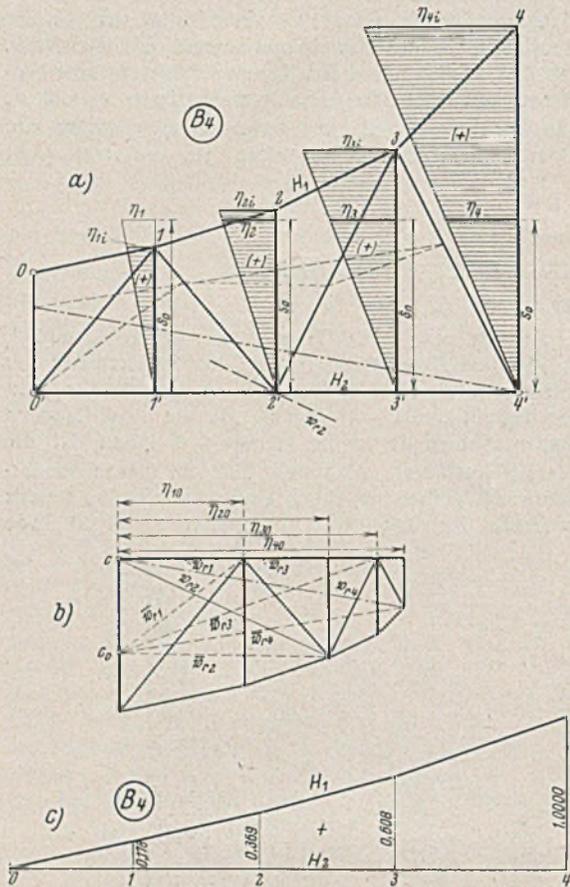


Bild 3.

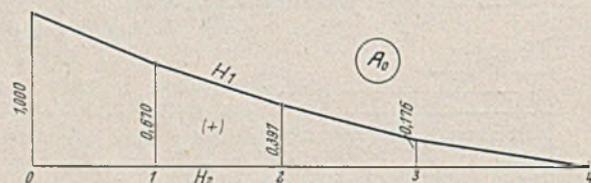


Bild 4.

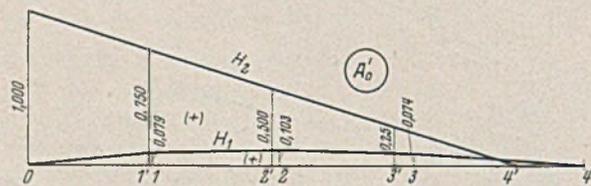


Bild 5.

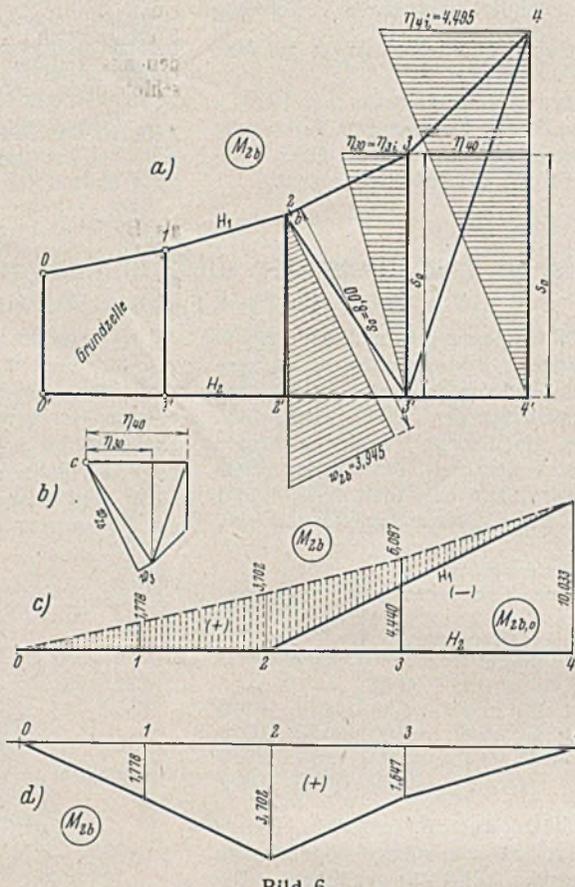


Bild 6.

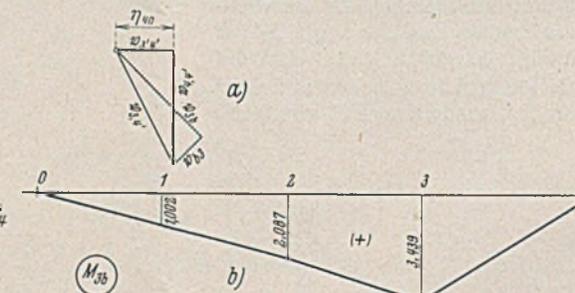


Bild 7.

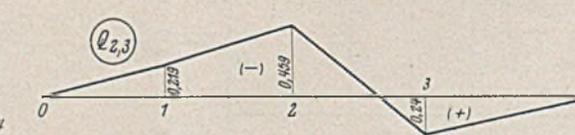


Bild 9.

Scheibe 2—3 an der Schnittstelle gleich „Eins“ wird. Den gedrehten Verschiebungsplan hierzu zeigt Bild 6b. In der bekannten Art werden die Drehungen der Querscheiben in den Grundriß eingetragen. Die Einflußlinie für das Moment M_{2b} des Grundsystems ist in Bild 6c aufgetragen. Es ist nur noch der Maßstab der Einflußlinie zu ermitteln. v_{2b} sei die Verschiebung der Oberkante der Scheibe 2—3, die in der Höhe s_0 über der Bodenscheibe liege. Da die Verdrehung „Eins“ sein soll, sind die Ordinaten der Einflußlinie noch mit $\frac{s_0}{v_{2b}} \cdot n$ zu multiplizieren, wobei n den Maßstab der Grundrißzeichnung des Tragwerkes bedeutet. Es ergibt sich $4,495 \cdot \frac{8,000}{3,945} \cdot 100 = 10,033$ m, da die Ordinaten als Maßstab die Maßeinheit 1 m haben.

Durch entsprechende Überlagerung der Einflußlinien des Stützdruckes werden die Einflußlinien des Ausgangssystems erhalten. Da sich bei der Verformung des Tragwerkes nur die Ecke „4“ von ihrem Lager abhebt, ist in diesem Fall bloß die Einflußlinie des Stützdruckes B_4 so zu über-

$$Q_{2,3} = \frac{\Delta M_i}{s_i} = \frac{M_{3a} - M_{2b}}{s_{23}} \quad \text{und} \quad \xi_{2,3} = \frac{\eta_{3a} - \eta_{2b}}{s_{23}}$$

wobei $s_{23} = 4,472$ m.

Die Werte der Einflußlinien der Querkraft werden am besten tabellarisch ermittelt (Tafel I). Die Einflußlinie zeigt Bild 9. Die Ordinaten des anderen Astes der Einflußlinie (H_2) sind auch hier Null.

Tafel I.

	0	1	2	3	4
η_{3b}	0	+ 1,011	+ 2,087	+ 3,441	0
η_{3a}	0	+ 0,799	+ 1,650	+ 2,721	0
η_{2b}	0	+ 1,778	+ 3,702	+ 1,647	0
$\eta_{3a} - \eta_{2b}$	0	- 0,979	- 2,052	+ 1,074	0
$\xi_{2,3}$	0	- 0,219	- 0,459	+ 0,240	0

Für die folgenden Untersuchungen wird angenommen, daß bei der Ecke „2“ des Tragwerkes ein weiteres Auflager vorhanden sei. Das Scheibenwerk stellt hiermit ein einfach statisch unbestimmtes System dar. Es sollen die Einflußlinien auch hierfür ermittelt werden, wobei als statisch unbestimmte Größe der Stützdruck X_2 eingeführt wird. Die Elastizitätsgleichung hierfür lautet:

$$X_i \delta_{ii} + \delta_{ik} = 0$$

woraus sich ergibt:

$$X_2 = - \frac{\delta_{2k}}{\delta_{22}}$$

Die Durchbiegungen der Ecken 1–3 und 1'–3' des statisch bestimmten Systems werden mit der Formel

$$\delta_{ik} = \int \frac{M_i M_k}{EJ} \cdot ds$$

bestimmt, wobei die Integration über alle Haupt- und Querträgerscheiben erfolgt und M_i und M_k durch $P_i = 1$ beziehungsweise $P_k = 1$ hervorgerufen werden. Die Auswertung erfolgt einfachst mit der Trapezformel und wird hier nicht weiter ausgeführt. In Tafel II sind die bei den einzelnen Laststellungen der Einheitslast $P_k = 1$ auftretenden Momente zusammengestellt. Das Verhältnis der Trägheitsmomente (Bild 1) wurde der Berechnung wie folgt zugrunde gelegt:

$$J_1 : J_2 : J_3 : J_4 : J_0 = 1,0 : 1,25 : 1,5 : 10 : 15.$$

Tafel II.

Last in Punkt	1	2	3	1'	2'	3'
M_0	0	0	0	0	0	0
M_{1a}	2,735	1,619	0,719	0	0	0
M_{1b}	2,801	1,658	0,736	0	0	0
M_{1c}	0,272	0,162	0,062	0	0	0
M_{2a}	1,658	3,454	1,535	0	0	0
M_{2b}	1,778	3,702	1,647	0	0	0
M_{2c}	0,320	0,664	0,295	0	0	0
M_{3a}	0,789	1,643	2,710	0	0	0
M_{3b}	1,011	2,087	3,441	0	0	0
M_{3c}	0,350	0,745	1,218	0	0	0
M_4	0	0	0	0	0	0
M_0'	0	0	0	0	0	0
$M'_{1a} = M'_{1b}$	0,318	0,412	0,294	3,000	2,000	1,000
M'_{1c}	0	0	0	0	0	0
$M'_{2a} = M'_{2b}$	0,413	0,692	0,529	2,000	4,000	2,000
M'_{2c}	0	0	0	0	0	0
$M'_{3a} = M'_{3b}$	0,297	0,532	0,569	1,000	2,000	3,000
M'_{3c}	0	0	0	0	0	0
M_4'	0	0	0	0	0	0

In Tafel III sind die so erhaltenen Werte für X_2 zusammengestellt. Nach Sätzen von Betti und Maxwell ist auch bei räumlichen statisch bestimmten Systemen $\delta_{ik} = \delta_{ki}$, womit die Werte δ_{ki} bereits die Ordinaten der Biegelinie unter den Ecken des Systems für $X_2 = 1$ t darstellen.

Tafel III.

Laststellung in Punkt	hierzu X_2
0	0
1	0,636
2	1,000
3	0,881
4	0
0'	0
1'	0,112
2'	0,159
3'	0,119
4'	0

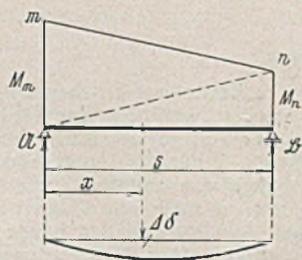


Bild 10.

Die Seiten der Biegelinie werden jedoch nur bei facherwerkartiger Ausbildung der Scheiben Gerade. Die Verformung der Scheiben bei Vollwandträgern soll daher jetzt unter Anwendung des Mohrschen Satzes ermittelt werden. Dieser besagt ganz allgemein: Die Biegelinie ist gleich der Momentenlinie des mit $\frac{M_k}{EJ}$ belasteten Trägers, woraus folgt, daß die Durchbiegung an einer beliebigen Stelle des Trägers dem Moment \mathfrak{M} des wie oben belasteten Trägers gleich ist. Auf Grund dieses Satzes

werden die Verformungen des Tragwerkes in Verformungen des Systems — die Hauptverformungen — und solche der einzelnen Scheiben — die Sekundärverformungen — zerlegt, wobei diese den ersteren überlagert werden, ähnlich wie beim Gerberträger, bei welchem der Verlauf der Momentenlinie von der Wahl der Gelenke unabhängig bleibt. Es ändert sich bloß die Lage der Schlußlinie, wobei der Einhängträger einen Balken auf zwei Stützen darstellt. Infolge des unveränderten Verlaufes der Gesamtmomentenlinie weist diese bei den Gelenken keine Unstetigkeit auf. Es überlagert sich also beim Gerberträger die Durchbiegung des Einhängträgers den aus den Hebungen oder Senkungen der Gelenke herrührenden Verschiebungen. Infolge der Einfachheit der Überlegungen dürfte sich bei

Auffassung der Biegelinie als Momentenlinie mit der Belastung $\frac{M_k}{EJ}$ eine weitere Beweisführung erübrigen.

Es kann hiermit jeder Teil einer Biegelinie zwischen zwei Punkten als Biegelinie eines Balkens auf zwei Stützen aufgefaßt werden, wobei die Verschiebungen der beiden Punkte die Auflagerverschiebungen darstellen. Die Sekundärverformungen, oder Verformungen zweiten Grades, werden nun für einzelne Zwischenpunkte bestimmt. Allgemein gilt (Bild 10):

$$\mathfrak{X} = \frac{s}{6} (2 M_m + M_n)$$

$$\mathfrak{Y} = \frac{s}{6} (M_m + 2 M_n)$$

$$\mathfrak{M}_x = \frac{s}{6} (2 M_m + M_n) x - M_m \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6s} \right) - M_n \cdot \frac{x^3}{6s} = \frac{s x}{6} \cdot M_m \left(2 - \frac{3x}{s} + \frac{x^2}{s^2} \right) + \frac{s x}{6} \cdot M_n \left(1 - \frac{x^2}{s^2} \right)$$

und

$$\Delta \delta_x = \frac{1}{EJ} \cdot \mathfrak{M}_x$$

Daraus folgt:

$$\Delta X_i = - \frac{\Delta \delta_x}{\delta_{ii}} = - \frac{6 \cdot \frac{J_0}{J} \cdot \mathfrak{M}_x}{6 E J_0 \delta_{ii}}$$

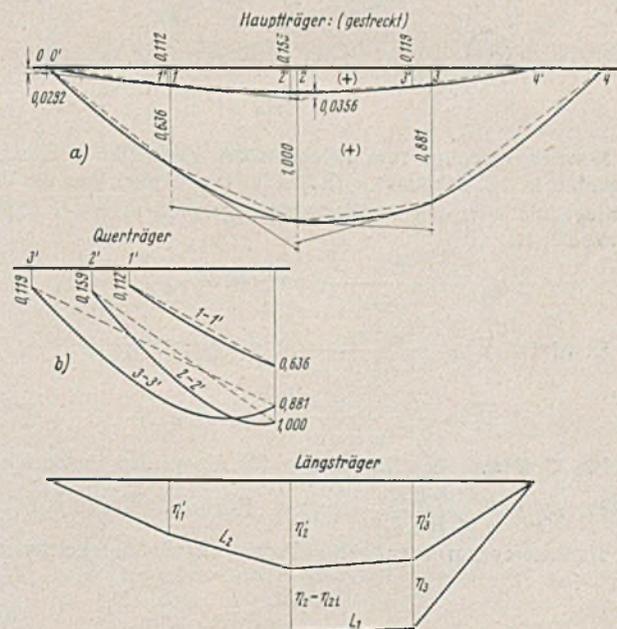


Bild 11.

Bei der Ermittlung der Einflußwerte der Eckpunkte ergab sich $6 E J_0 \delta_{ii} = 678$. Die Werte ΔX_i werden unter den zugehörigen Punkten unter den geradlinig verbundenen Ordinaten der Eckpunkte der Einflußlinie aufgetragen. Die so erhaltenen Kurven stellen die endgültigen Einflußlinien der Haupt- und Querträger des Stützdruckes X_2 dar (Bild 11 a, b). Ebenso können die Einflußlinien für die beiden beliebig angenommenen Längsträger aufgetragen werden (Bild 11 c). Bemerkt sei noch, daß bloß die Biegelinie des geraden Hauptträgers H_2 eine flüssige Kurve darstellt, während die des Hauptträgers H_1

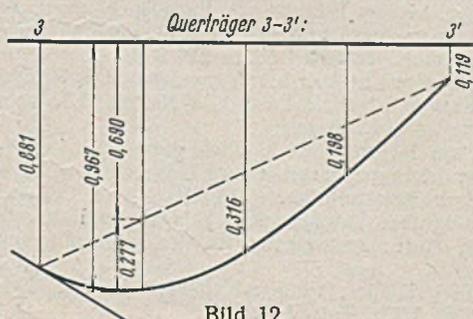


Bild 12.

infolge der Ablenkung zweier benachbarter Scheiben unter den senkrechten Kanten Ecken aufweist. Die Biegelinie des geraden Hauptträgers H_2 ließe sich auch auf graphischem Wege direkt ermitteln.

Für den Auflagerpunkt c des Längsträgers L_1 auf der Scheibe 33' wird nun die Ordinate $X_2 = \angle X_{1c} + \angle X_{2c}$ bestimmt (Bild 12).

$$M_m = M_{3c} = 0,745 \text{ tm} \quad M_n = M'_{3c} = 0$$

$$s = 8,0 \text{ m} \quad x = 2,0 \text{ m} \quad \frac{J_0}{J_2} = 12.$$

$$\mathfrak{M}_x = \frac{8 \cdot 2}{6} \cdot 0,745 \left(2 - \frac{3 \cdot 2}{8} + \frac{2^2}{8} \right) = 2,61 \text{ tm}^3,$$

$$\angle X_{2c} = \frac{6 \cdot 12 \cdot 2,61}{678} = 0,277,$$

$$X_3 = 0,881, \quad X'_3 = 0,119,$$

$$\angle X_{1c} = (0,881 - 0,119) \frac{6}{8} + 0,119 = 0,690,$$

hiermit $X_{2c} = 0,690 + 0,277 = 0,967.$

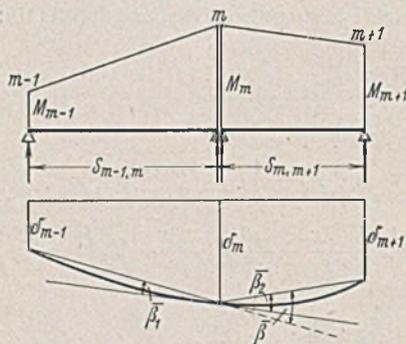


Bild 13.

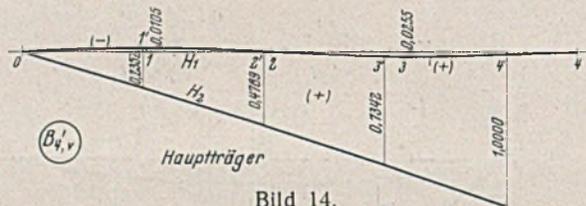


Bild 14.

Manchmal genügt zum Zeichnen der Einflußlinien die Angabe der Tangenten in den Eckpunkten (Bild 13). Der Winkel, den die Tangente an die Biegelinie in m mit der Verbindungsgeraden $m, m+1$ und $m, m-1$ einschließt, ist

$$\bar{\beta}_1 = \frac{\mathfrak{M}_m}{EJ_{m,m+1}} \quad \text{und} \quad \bar{\beta}_2 = \frac{\mathfrak{M}_m}{EJ_{m-1,m}}.$$

Es wird $\bar{\beta}_1 = \frac{s_{m-1,m}}{6EJ_{m-1,m}} (M_{m-1} + 2M_m),$

$$\bar{\beta}_2 = \frac{s_{m,m+1}}{6EJ_{m,m+1}} (2M_m + M_{m+1}).$$

Die Ordinaten der Einflußlinie für X_i werden durch Multiplikation der Werte δ_{ik} mit $\frac{6EJ_0}{6EJ_0\delta_{ii}}$ erhalten. Ebenso ist $\bar{\beta}_1$ und $\bar{\beta}_2$ mit $\frac{6EJ_0}{6EJ_0\delta_{ii}}$ zu multiplizieren, um die endgültige Form der Einflußlinie zeichnen zu können.

Folglich ist

$$\beta_1 = \frac{6EJ_0\bar{\beta}_1}{6EJ_0\delta_{ii}} = \frac{J_0 \cdot s_{m-1,m}}{6EJ_0\delta_{ii}} (M_{m-1} + 2M_m),$$

$$\beta_2 = \frac{6EJ_0\bar{\beta}_2}{6EJ_0\delta_{ii}} = \frac{J_0 \cdot s_{m,m+1}}{6EJ_0\delta_{ii}} (2M_m + M_{m+1}).$$

Beim Hauptträger H_2 ergibt sich für die Ecke 1':

$$M'_0 = 0,000 \text{ tm}, \quad M'_1 = 0,412 \text{ tm} \quad \text{und} \quad M'_2 = 0,692 \text{ tm},$$

$$s_{0'1'} = s_{1'2'} = 4,00 \text{ m}, \quad \frac{J_0}{J_4} = 1,5,$$

hiermit $\beta_1 = \frac{1,5 \cdot 4,0}{678} \cdot 2 \cdot 0,412 = 0,0073,$

$$\beta_2 = \frac{4,0}{678} (2 \cdot 0,412 + 0,692) = 0,0089.$$

Tafel IV.

	0	1	2	3	4	0'	1'	2'	3'	4'
$B'_{4,0}$	0	0,0739	0,1325	0,1424	0	0	0,250	0,500	0,750	1,000
$X_2 B_2$	0	0,0844	0,1325	0,1169	0	0	0,0148	0,0211	0,0158	0
$B'_{4,v}$	0	-0,0105	0	+0,0255	0	0	+0,2352	+0,4789	+0,7343	+1,000

Tafel V.

	0	1	2	3	4	0'	1'	2'	3'	4'
$M_{3b,0}$	0	+1,011	+2,087	+3,441	0	0	0	0	0	0
$X_2 M_2$	0	-1,328	-2,087	-1,840	0	0	-0,234	-0,332	-0,248	0
$M_{3b,v}$	0	-0,317	0	+1,601	0	0	-0,234	-0,332	-0,248	0

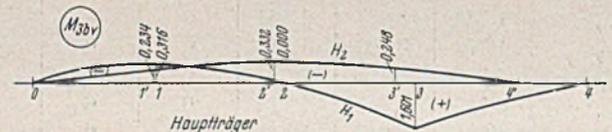


Bild 15.

Aufgetragen werden die Werte $s_{0'1'}\beta_1 = 0,0292$ und $s_{1'2'}\beta_2 = 0,0356$ unter den Ordinaten der Einflußlinie in 0' und 2'. Beim geraden Träger wird $\bar{\beta} = \bar{\beta}_1 + \bar{\beta}_2$, folglich auch

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 = 0,0073 + 0,0089 = 0,0162 \quad \text{und}$$

$$\beta = \frac{X_{21'} - X_{20'}}{s_{0'1'}} + \frac{X_{21'} - X_{22'}}{s_{1'2'}} = \frac{0,112}{4,00} + \frac{0,112 - 0,159}{4,00} = 0,0162.$$

Die Einflußlinien der einzelnen statischen Größen des statisch bestimmten Systems werden nun nach den bekannten Regeln ermittelt,

$$B'_{4,v} = B'_{4,0} + X_2 B_2,$$

wobei B_2 den Auflagerdruck B'_v infolge $X_2 = 1 \text{ t}$ darstellt (Bild 14). Auf dieselbe Art wird die Momenteneinflußlinie $M_{3b,v}$ erhalten (Bild 15, Tafel IV, V). (Schluß folgt.)

Verschiedenes.

Unfallverhütung an Laufkränen¹⁾. In einer Sitzung der Arbeitsgemeinschaft für Unfallverhütung wurde besonders auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der Durchführung des § 58 Abs. 1 der Unfallverhütungsvorschriften für Hebezeuge, der eine lichte Höhe zwischen der Kranträgerlaufbühne und dem Dachbinder oder einem darüber laufenden Kran von mindestens 1800 mm vorschreibt, dadurch entgegenstehen, daß beim Bau der Halle und der Kranbahn diese Vorschrift nicht beachtet wird. In der Sitzung wurde daher angeregt, bei der Prüfung von Baugesuchen auf die Einhaltung der Hallenmaße hinzuweisen und das Reichs- und Preußische Arbeitsministerium zu bitten, einen entsprechenden Erlaß an die für die Prüfung der Baugesuche zuständigen Stellen herauszugeben. Das Reichs- und Preußische Arbeitsministerium ist durch Erlaß III a Nr. 20610/37 vom 29. Oktober 1937 dieser Bitte nachgekommen:

„Nach § 58 Abs. 1 der am 1. April 1934 in Kraft getretenen berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften für Hebezeuge soll die lichte Höhe zwischen der Kranträgerlaufbühne (§ 64 Abs. 1 a. a. O.) und dem Dachbinder oder einem darüber laufenden Kran mindestens 1800 mm betragen. Die Durchführung dieser Bestimmung ist, wie Verhandlungen

mit den Kranherstellern ergeben haben, vielfach deswegen auf Schwierigkeiten gestoßen, weil beim Bau der Halle, in welcher der Kran laufen soll, oder bei der Anlage der Kranbahn nicht schon auf die Bestimmungen des § 58 Abs. 1 Rücksicht genommen worden ist. In der Regel werden diese Arbeiten von anderen Firmen als den Kranherstellern ausgeführt.

Ich bitte deshalb, die Gewerbeaufsichtsbeamten anzuweisen, dieser Frage bei der Prüfung der Baugesuche besondere Aufmerksamkeit zu schenken und in allen Fällen, in denen die Bauzeichnungen über die Anlage von Laufkränen nichts enthalten, nach Lage des Einzelfalles aber mit dem Einbau einer Krananlage gerechnet werden kann, eine entsprechende Vervollständigung der Bauzeichnungen zu veranlassen, damit die Beachtung der Bestimmungen des § 58 Abs. 1 nachgeprüft werden kann.“ (Berufsgenossenschaft 1937, S. 313).

INHALT: Dauerversuche mit Nietverbindungen, welche an den Gleitflächen statt mit einem Anstrich aus Leinöl und Mennige mit einem aufgespritzten Belag aus Leichtmetall versehen waren. — Fehler bei der Benutzung der Kernpunkte zur Darstellung der Einflußlinien von Bogenträgern. — Kinematische Ermittlung der Einflußlinien gekrümmter Brücken. — Verschiedenes: Unfallverhütung an Laufkränen.

Verantwortlich für den Inhalt: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 9.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.

¹⁾ Vgl. auch Stahlbau 1936, S. 84; „Stahlbau-Kalender“ 1937, S. 495; dsgl. 1938, S. 514, Berlin 1938, Wilh. Ernst & Sohn.