

Versteifte Balkenbrücken

Autor(en): **Kihm, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 1

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38108>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

INHALT: Versteifte Balkenbrücken. — Die kirchlichen Baudenkmäler Graubündens. — Die exakte Ermittlung von Arbeitszeiten auf Grund von Zeitbeobachtungen. — Parallelflanschtige Breitflansch-Träger. — Miscellanea: Die Wasserkräfte des schottischen Hochlandes. Ausfuhr elektrischer Energie. Schweizerisches Luftverkehrswesen. Schmal-

spurbahn Mesocco - San Bernardino - Thusis. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. Eidgenössische Technische Hochschule. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Maschineningenieur-Gruppe Zürich der G. E. P. Stellenvermittlung. — Tafeln 1 bis 4: Die kirchlichen Baudenkmäler Graubündens.

Band 80.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 1.

Versteifte Balkenbrücken.

Von Ing. K. Kihm, Luzern.

Die gegenwärtigen hohen Arbeitslöhne und geringen Arbeitsleistungen zwingen dazu, Mittel und Wege zu suchen, um durch zweckentsprechende Disposition die Arbeit so viel wie möglich zu vereinfachen. Dies kann allerdings nur dadurch erreicht werden, dass man mit alten Anschau-

seien es Breitflanschträger¹⁾ oder für grössere Stützweiten Blechträger in Verbindung mit Versteifungsbogen, so tritt infolge der Möglichkeit einer kompakteren Querschnitt-Anordnung eine wesentliche Vereinfachung der Arbeit und gleichzeitig eine bedeutende Gewichtseinsparung ein. Ausserdem sind die Nebenspannungen in einem solchen Versteifungsträger bedeutend kleiner als bei einem Fachwerkträger. Im nachstehenden soll als Beispiel hierfür eine

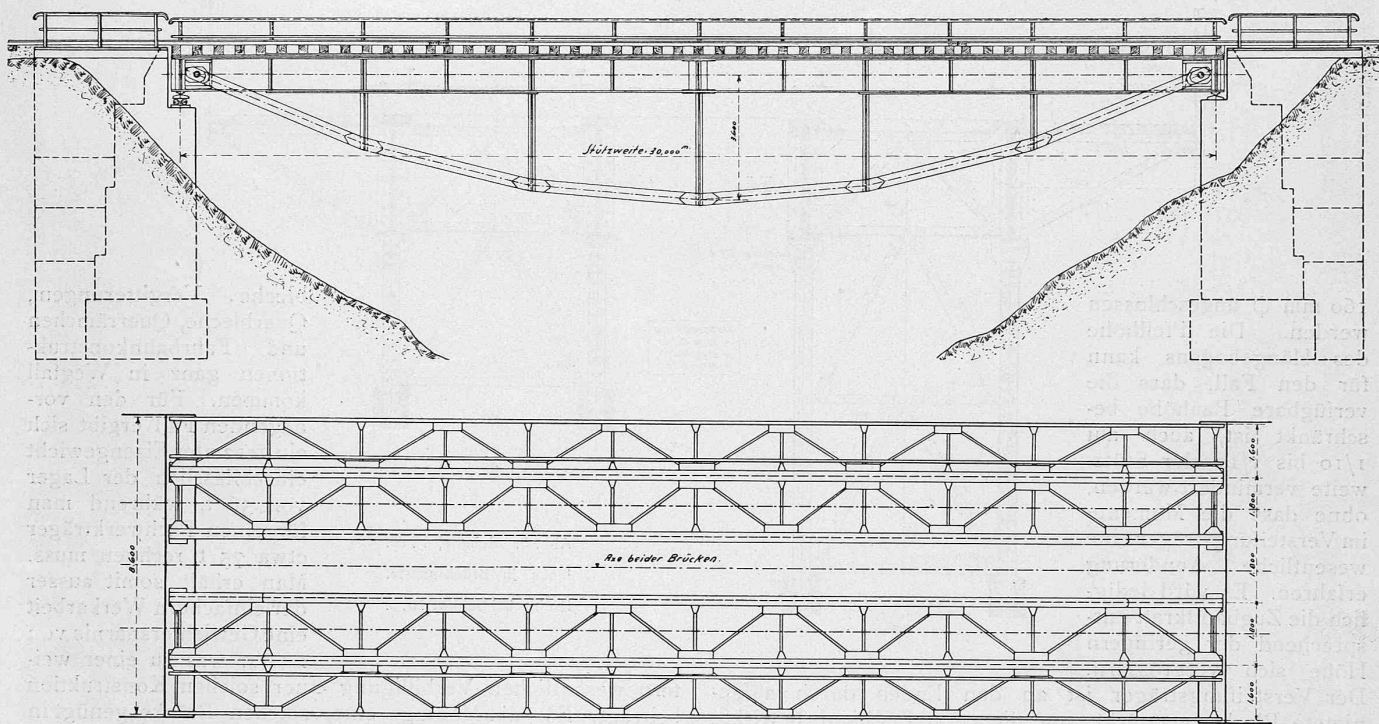


Abb. 1 und 2. Ansicht und Draufsicht für Doppelspur in der Geraden. — Masstab 1:200.

ungen bricht und nicht ängstlich an althergebrachten Methoden und Konstruktionen festhält.

Im Brückenbau ist ein Fortschritt schon darin zu erblicken, dass man von den frühern engmaschigen bereits zu den einfachen Systemen übergegangen ist und für kleinere Stützweiten Vollwandträger verwendet. Durch die Einführung der Differingerträger und insbesondere der parallelflanschtigen Breitflanschträger, ist ein weiteres Hilfsmittel für eine grosse Vereinfachung der Werkarbeit gegeben. Sie lassen sich mit Vorteil auch als Hauptträger für Brücken grösserer Stützweite verwenden, indem diese entweder durch einen Hänge- oder durch einen Druckbogen versteift werden. Das auf diese Weise entstehende unter dem Namen „Langer'scher Balken“ bekannte System bietet allerdings nichts Neues, da bereits im Jahre 1881 in Graz eine Brücke über die Mur erstellt wurde, bei der ein Parallelträger durch einen Druckbogen versteift, und ferner bei zahlreichen Brücken nachträglich Hänge- oder Druckbogen als Verstärkung eingebaut wurden. Das Fachwerk erfordert jedoch infolge der vielen Nieten und Anschlüsse hohe Werk- und Aufstellungskosten. Verwendet man nun an Stelle der Fachwerkträger vollwandige Träger,

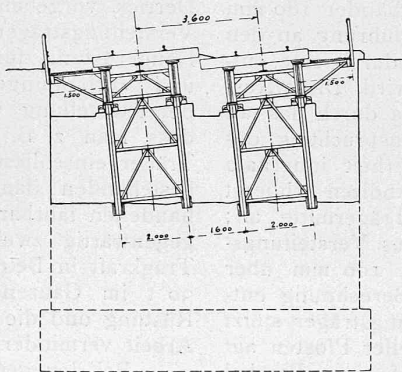


Abb. 7. Schnitt in Minimal-Kurve, mit vergrössertem Trägerabstand.

Eisenbahnbrücke von 30 m Stützweite, Fahrbahn oben, die aus einem durch einen Hängebogen versteiften Balken besteht, näher beschrieben werden (siehe Abb. 1 und 2); sie ist für den neusten Lastenzug der schweiz. Brückenverordnung vom Jahre 1913 berechnet.

Die Hauptträger erhalten einen Abstand von nur 1,80 m, wobei die Schwellen direkt aufgelagert werden können, sodass jegliche Fahrbahnkonstruktion vermieden wird. Zur Erzielung der nötigen Seitensteifigkeit wird mit Vorteil der seitliche Fussweg, der bei Brücken mit oberliegender Fahrbahn fast stets vorhanden ist, verwendet, indem der Geländerträger als Windgurt ausgebildet und zwischen

diesen und die beiden Hauptträger der horizontale Verband eingebaut wird. Man erreicht dadurch bei einseitigem Fussweg eine Trägerhöhe des Windträgers von 3,40 m, sodass die Konstruktion in horizontaler Richtung genügend steif ist. Bei einer beidseitigen Ausbildung des Fussweges liesse sich die Trägerhöhe des Horizontalträgers sogar auf 5 m vergrössern. Bei Anordnung von zwei nebeneinanderliegenden eingelegten Brücken kann durch eine gelenkartige Verbindung in Brücken-Mitte die Seitensteifigkeit

¹⁾ Bezüglich Parallelflansch-Träger vergl. auch Seite 8 dieser Nr. Red.

weiter erhöht werden. So wird es möglich sein, ein Brückensystem mit Fahrbahn oben bis zu 80 m Stützweite auszuführen. Als Höhe für den Versteifungsträger wählt man zweckmässig $1/25$ bis $1/50$ der Stützweite.

Der Versteifungsträger besteht in obigem Falle aus einem Differdinger Parallelflansch-Träger von 1 m Höhe mit aufgenieteten Lamellen, wobei auf dem oberen Flansch bis zu drei Lamellen, unten auf eine kurze Strecke nur eine nötig sind (Abb. 3 bis 5). Der Träger erhält nur in der Mitte einen Montagesstoss, da solche Träger bis 15 m Länge ohne weiteres erhältlich sind. Der Hängegurt besitzt eine Sprengung von 3,60 m, d. h. etwa $1/8$ der Stützweite und besteht aus zwei Universalflacheisen 360×36 , die an den Versteifungsträger mittels eines Gelenkbolzens von

Ausdruck gebracht werden. Die Pfosten sind knicksicher ausgebildet und erhalten in der Querrichtung eine Querverbindung, um die auf den Hängegurt treffenden Windkräfte auf den oberen Windverband auszuleiten. Die Standsicherheit einer solchen Brücke ist trotz der geringen Träger-Entfernung infolge der kleinen Höhe vom Auflager bis S.-Oberkante reichlich, in obigem Falle mehr als dreifach.

Was nun das Gewicht eines solchen versteiften Balkenträgers betrifft, so liegt es erheblich unter dem eines Fachwerkträgers gleicher Stützweite, indem infolge der kompakteren Querschnitt-Anordnung das Material vollständig ausgenützt werden kann, ferner, weil die bei Druckstäben sonst unvermeidlichen Querschnitt-Vergrößerungen (wegen Knicken) entfallen und ausserdem sämtliche Knoten-

160 mm Φ angeschlossen werden. Die Pfeilhöhe des Hängebogens kann für den Fall, dass die verfügbare Bauhöhe beschränkt ist, auch auf $1/10$ bis $1/12$ der Stützweite vermindert werden, ohne dass die Momente im Versteifungsträger eine wesentliche Änderung erfahren. Es wird lediglich die Zugbandkraft entsprechend der geringeren Höhe sich vergrössern.

Der Versteifungsträger ist an den Enden durch aufgenietete Bleche verstärkt, um die vom Zugband bewirkte Druckkraft in einwandfreier Weise in den Träger auszu-leiten. Durch die an der Anschlussstelle des Gelenkbolzens vorgesehene Verstärkung kommen die Zugbänder 180 mm auseinander zu liegen, wobei deren Durchführung an den untern Flanschen des Versteifungsträgers durch eine entsprechende Ausklinkung derselben erzielt wird. Diese Ausklinkung des Trägers ist unbedenklich, da durch das an dieser Stelle auftretende Moment die Beanspruchung des untern Flansches, sowie dessen Knicksicherheit innerhalb der zulässigen Grenzen liegen. Der Gelenkbolzen schliesst in 450 mm Abstand vom Auflager in Trägermitte an; infolge der unsymmetrischen Ausbildung des Versteifungsträgers rückt seine Schwerpunktaxe etwa 100 mm über den Gelenkpunkt, was in der statischen Berechnung entsprechend berücksichtigt ist. Der Versteifungsträger stützt sich in je 4,85 m Abstand mittels drucksteifer Pfosten auf den Hängegurt, dessen Knotenpunkte auf einer Parabel liegen. Die einzelnen Zugbänder sind geradlinig und werden an den Pfostenanschlüssen miteinander verlascht; diese Verlaschung kann entweder durch Vernietung, oder, falls man auf eine leichtere Montage besonders Wert legt, auch durch Gelenkbolzen bewirkt werden.¹⁾ An Stelle der Flach-eisenbänder kann man auch einen zusammengesetzten Querschnitt verwenden; dieser erfordert jedoch eine grössere Nietarbeit und ist, da im Zugband stets nur Zugkräfte auftreten, nicht gerechtfertigt, insofern man mit vom Walzwerk erhältlichen Abmessungen auskommt. Die dem Zugband zukommende Kettenwirkung sollte vielmehr auch in einer entsprechenden Querschnitt-Ausbildung zum

bleche, Vergitterungen, Querbleche, Querrämen und Fahrbahnkonstruktionen ganz in Wegfall kommen. Für den vorliegenden Fall ergibt sich ein gesamtes Eisengewicht einschliesslich der Lager von 56 t, während man für einen Fachwerkträger etwa 75 t rechnen muss. Man erhält somit ausser der einfacheren Werkarbeit eine Gewichtersparnis von 25 %, was zu einer wei-

tern wesentlichen Verbilligung einer solchen Konstruktion beiträgt. Für die Montage einer solchen Brücke genügt in Brückenmitte ein einfaches Unterstützungsjoche, auf dem die 15 m langen Trägerstücke vom Widerlager aus mittels Derrick vorgebaut und aufgelagert werden können. Die Versteifungsträger selbst können zur Aufhängung einer Hängerüstung für die Montage der Zugbänder, Pfosten und Verbindungen dienen. Eine weitere Vereinfachung der Aufstellung wäre allerdings noch dadurch möglich, dass man z. B. bei zweispurigen Bahnen einen ganzen Träger einschliesslich Hängebogen und Pfosten von einer bestehenden danebenliegenden Brücke aus mittels vorhandenen fahrbaren Kranen einbaut. Bei den S. B. B. sind gegenwärtig zwei solcher fahrbarer Krane von je 15 t Tragkraft in Betrieb, mit denen man somit Träger bis zu 30 t im Ganzen einbauen kann. Durch die einfachere Rüstung und die auf der Baustelle auszuführende geringe Arbeit vermindern sich auch die Kosten der Aufstellung.

Bei den gegenwärtigen Materialpreisen und Löhnen dürften sich die Kosten für eine 30 m-Eisenbahnbrücke nach dem beschriebenen System auf etwa $56 \times 850 \text{ Fr.} = 47600 \text{ Fr.}$ stellen, während eine Fachwerkbrücke etwa $75 \times 1100 = 82500 \text{ Fr.}$ kosten dürfte, d. h. etwa 75 % teurer zu stehen käme.

Anstelle einer Fachwerkbrücke könnte man allerdings bei Stützweiten bis zu 30 m auch Blechträger mit direkter Schwellenlagerung verwenden, wobei man den seitlichen Fussweg ebenfalls zur Unterbringung der Verspannung heranzieht und zur Erzielung der nötigen Standsicherheit die Untergurten an den Enden hochzieht. Das Gewicht eines solchen Blechträgers stellt sich ebenfalls günstiger als eine Fachwerkbrücke, aber immer noch um etwa 10

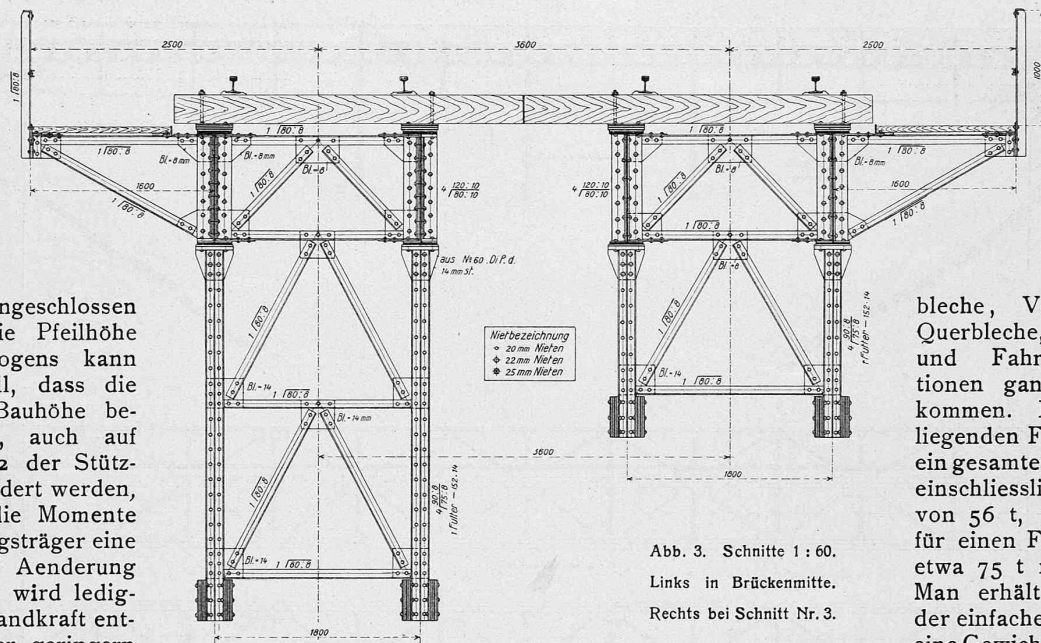


Abb. 3. Schnitte 1:60.
Links in Brückenmitte.
Rechts bei Schnitt Nr. 3.

¹⁾ Vergl. Tafel 15 bei Seite 73 in Band LXVIII (12. August 1916). Red.

bis 15 % höher als das eines versteiften Balkenträgers. Ausserdem sind die Material- und Bearbeitungskosten so hoher Blechträger grösser als bei dem versteiften Balkenträger, sodass die Kosten für eine Blechträgerbrücke von 30 m Stützweite sich auf etwa $63 \times 1000 = 63\,000$ Fr. stellen, d. h. rund 30 % mehr betragen würden.

Die Ersparnis an Kosten tritt namentlich bei grösseren Stützweiten besonders hervor. So ermittelt sich bei einer Brücke von 60 m Stützweite, deren Hauptträger-Abstand ebenfalls zu 1,8 m angenommen werden kann, und deren Windverband bei Anordnung eines beidseitigen Fussweges eine Trägerhöhe von 5 m besitzt, ein Eisengewicht von 245 t; für den Versteifungsträger wurde hierbei ein Blechträger von 1,60 m Höhe gewählt. Für eine Fachwerk-

Zug zu 22,0 mm oder $1/1350$ der Stützweite, woraus ersehen werden kann, dass auch in dieser Richtung das System trotz des wesentlich geringern Eisengewichtes als durchaus günstig bezeichnet werden kann. Die Verwendung der Breitflanschträger dürfte je nach der Grösse der Belastung bei den gegenwärtig erhältlichen Profilen bis zu 40 m Stützweite möglich sein. Darüber hinaus wird man Blechträger verwenden.

Liegt nun das Geleise in einer Kurve, so wird man nicht umhin können, ein oder zwei Längsträger je nach der Grösse des Radius und der Stützweite unter entsprechender Vergrösserung der Tragwandentfernung einzubauen (siehe Abb. 7, S. 1). Um jedoch die Konstruktion im übrigen normal ausführen zu können, wird man die ganze Brücke entsprechend der Ueberhöhung quer geneigt anordnen; besondere Nachteile bietet diese Schrägstellung der Brücke nicht. Es ergeben sich die gleichen Vorteile sowohl bezüglich der billigen Herstellung als auch des geringern Gewichtes und es stellt sich beispielsweise für eine Stützweite von 30 m und einem Radius von 300 m, wobei die Tragwandentfernung auf 2 m vergrössert und ein Schwellen-Längsträger eingebaut wird, das Gewicht auf 65 t, während für eine Parallelträgerbrücke 90 t gerechnet werden muss.

An Stelle des Hängebogens kann nun bei Brücken mit Fahrbahn unten, bei denen keine genügende Bauhöhe zur Verfügung steht, ein Druckbogen nach oben angeordnet werden, unter gleichzeitiger Verwendung von Blech- oder Differdinger-Trägern für den Versteifungsträger, wobei der Druckbogen natürlich knicksicher ausgebildet werden muss. Der Anschluss an den Versteifungsträger bietet auch in diesem Falle keine besondern Schwierigkeiten (die nähere Beschreibung einer solchen Konstruktion behalte ich einer spätern Veröffentlichung vor). Die Anordnung kann auch für Strassenbrücken ebenfalls mit Vorteil in der gleichen Weise verwendet werden. Selbst für ganz grosse Stützweiten sind solche versteifte Balkenträger bereits in Vorschlag gebracht worden, die der seinerzeitige Wettbewerb um die Kölner Brücke und neuerdings der internationale Wettbewerb für den Ersatz der Pontonbrücke in Aalborg zeigten. Auch in ästhetischer Hinsicht dürfte das System infolge der ruhigen Flächenwirkung überaus günstig wirken.

Eine solche Konstruktion erfordert ferner wesentlich geringere Unterhaltungskosten, da infolge der wenigen Verbindungsstellen gegenüber den Fach-

werkträgern die Gefahr des Auftretens von losen Nieten nur gering ist, ausserdem der Anstrich infolge der kompakten Querschnitt-Anordnung von grösserer Dauerhaftigkeit ist und leichter erneuert werden kann.

Die kirchlichen Baudenkmäler Graubündens.

Mit Illustrationsproben im Text (Abb. 1 bis 5) und auf Tafeln 1 bis 4.

Graubünden, das uralte, tälerrdurchfurchte Transitland zwischen Nord und Süd, um dessen zahlreiche Passübergänge so viel gekämpft worden ist und dessen Bewohner trotz allen über sie hingegangenen Stürmen an der rauhen heimatlichen Scholle festgehalten und sich zum

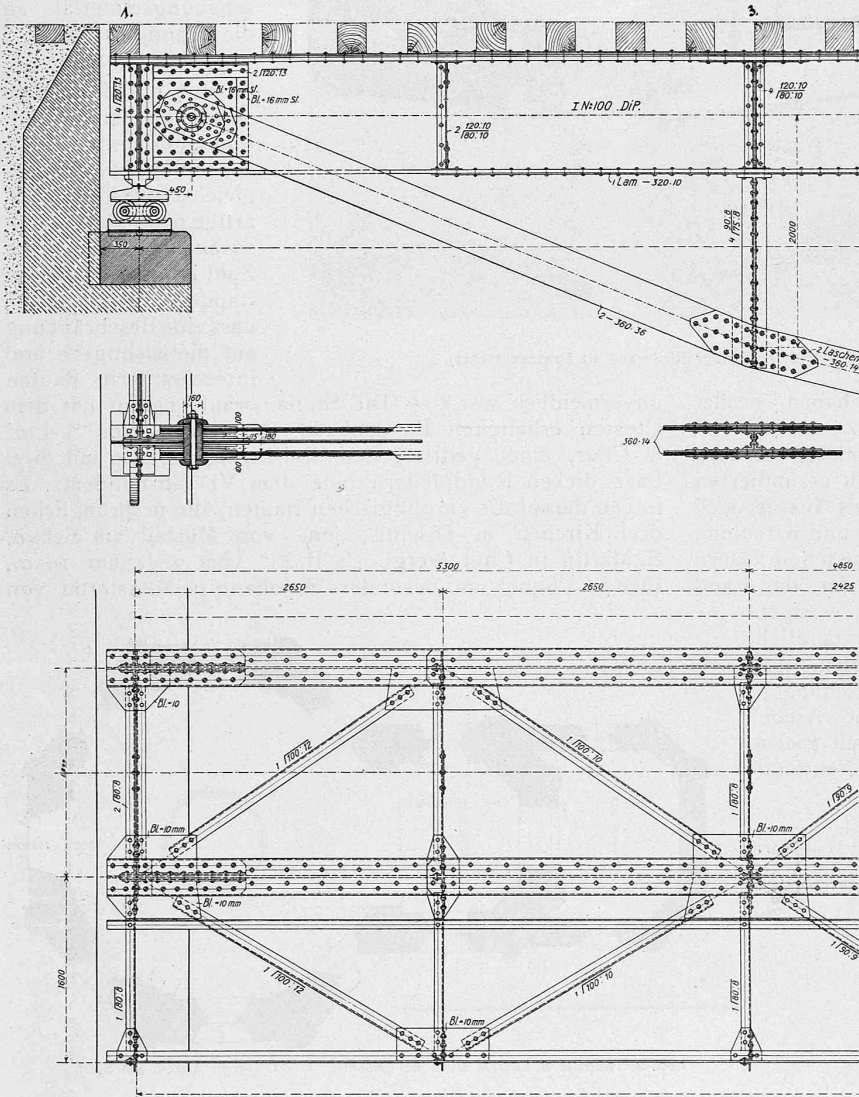


Abb. 4 bis 6. Ansicht, Schnitte und Draufsicht. — Masstab 1 : 60.

Brücke mit der normalen Fahrbahnkonstruktion ist mit einem Eisengewicht von mindestens 280 t zu rechnen. Die Kosten der versteiften Balkenbrücke stellen sich auf etwa $245 \times 1000 = 245\,000$ Fr. und die der Fachwerkbrücke auf etwa $280 \times 1200 = 336\,000$ Fr., die Kostenersparnis beträgt somit 91 000 Fr.

Was dem vorliegenden System vielleicht als Nachteil vorgeworfen werden könnte, ist die infolge ihrer einfach statischen Unbestimmtheit bedingte, etwas kompliziertere Berechnung. Dem Ingenieur dürfte jedoch bei den heutigen Fortschritten in der Statik und bei einiger Übung diese Aufgabe keine besondere Schwierigkeit bereiten.

Auf Grund der statischen Berechnung ergibt sich die elastische Einsenkung in Brückenmitte für den Lokomotiv-