

Ueber die Verbundwirkung von Betonplatten und Stahlträgern bei Brückenfahrbahnen, Messergebnisse

Autor(en): **Kolm, R.C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2732>

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.

Ueber die Verbundwirkung von Betonplatten und Stahlträgern bei Brückenfahrbahnen, Meßergebnisse.

De la collaboration des dalles en béton et des poutres en acier dans les tabliers de ponts, résultats des mesures.

The Compound Action of Concrete Slabs and Rolled Steel Girders for Bridge Decking, Test Results.

R. C. Kolm,

Direktor für Brückenbau in der Königl. Wege- und Wasserbauverwaltung Stockholm.

In der Absicht, zur Klärung der Spannungsverteilung in einem Brückenüberbau aus Stahlträgern mit Betonplatte beizutragen, sind während der letzten Jahre an einigen Straßenbrücken in Schweden, wo derlei Brückenbauten immer häufiger vorkommen, in Zusammenhang mit der Probelastung Spannungsmessungen vorgenommen worden. Die Belastung bestand hierbei aus stillstehenden Kraftwagen, deren Raddruck und Abmessungen bekannt waren. Die Spannungen der Stahlträger wurden an einer gewissen Anzahl von Meßpunkten unter Verwendung von Tensometern oder Deformetern, die von der Firma Huggenberger, Zürich, geliefert waren, gemessen. Als Meßlängen wurden verwendet 100 mm für das Tensometer und 250 mm für das Deformeter. Die Spannungen wurden jeweils sowohl am Oberflansch als auch am Unterflansch des Trägers an zwei Meßstellen gemessen.

Bezüglich der ausgeführten Spannungsmessungen ist bei Beurteilung der Meßergebnisse folgendes zu beachten.

Bei den Probelastungen sind laut Obenerwähntem meist Lastkraftwagen verwendet worden, wodurch die Zeit, die zur Durchführung der Probelastung nötig war und während welcher der Verkehr über die Brücke abgesperrt sein mußte, möglichst gekürzt werden konnte.

Mit den Kraftwagen, die an den jeweiligen Orten für die Probelastungen zur Verfügung standen, ist es im allgemeinen nicht möglich gewesen, eine Probelastung von solchem Ausmaß durchzuführen, die der für die Brücke berechneten Verkehrsbelastung entsprach. Die während der Probelastung entstandenen Spannungen sind infolgedessen verhältnismäßig gering, wodurch etwa vorhandene Fehlerquellen bedeutende prozentuelle Abweichungen verursachen können.

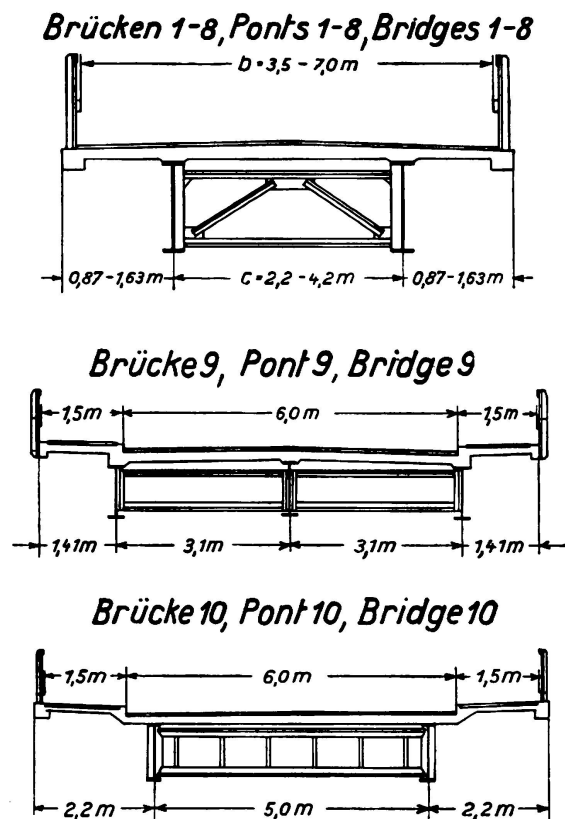
Die Tage für die Probelastung waren schon lange im Voraus festgesetzt gewesen, und es war mit Rücksicht auf die vorher bestellten Kraftwagen eine zeitliche Verschiebung nicht möglich. Die Probelastungen mußten deshalb in mehreren Fällen unter Wetterverhältnissen stattfinden, die nachteilig auf die Messungen und damit auch auf deren Ergebnisse einwirkten.

Um mit den verfügbaren Instrumenten und bei den an der Baustelle während der Probelastung herrschenden Verhältnissen möglichst zuverlässige Resultate zu erhalten, sind wiederholte Eichungen vorgenommen worden. Die unten angegebenen Meßresultate der Ober- bzw. Unterflansche enthalten das Mittel aus den solchermaßen gefundenen Werten.

Das Alter der Betonplatten zur Zeit der Probelastungen war bei den einzelnen Brücken sehr verschieden. Bei einigen ist die Probelastung nach verhältnismäßig kurzer Zeit nach Fertigstellung der Betonplatten durchgeführt worden, während bei anderen wegen verschiedener Umstände eine Probelastung erst mehrere Monate nach der Erhärtung des Betons stattfinden konnte. Die elastischen Eigenschaften des Betons zur Zeit der Probelastung waren deshalb von Fall zu Fall sehr verschieden.

Nach dem oben Gesagten und mit Rücksicht auf die sonstigen Schwierigkeiten, denen man stets beim Ausführen von Messungen auf der Baustelle begegnet, kann man nicht erwarten, daß die erhaltenen Meßergebnisse den gleichen Grad von Genauigkeit besitzen, wie Versuche, die in Versuchsanstalten erfolgt sind. Andererseits haben Messungen auf der Baustelle den Vorteil, daß man hier über Konstruktionen in natürlichem Maßstab verfügt, und daß man es mit Verhältnissen zu tun hat, wie sie in Wirklichkeit vorhanden sind, was in Versuchsanstalten selten der Fall ist. Die erhaltenen Meßergebnisse dürften deshalb zur Beurteilung der Frage von Interesse sein, auch wenn ihnen gewisse Fehler anhaften.

Querschnitte:
Coupes verticales:
Cross sections thro:



Von den Brücken, an welchen Spannungsmessungen vorgenommen wurden, sind, wie die Tabelle I zeigt, einige statisch bestimmt, andere wieder als durchlaufende Balkenbrücken ausgebildet. Die Querschnitte der Brücken gehen aus Fig. 1 hervor. Die Hauptträger bestehen entweder aus gewalzten Breitflanschträgern oder aus geschweißten Blechträgern. An einigen der Brücken sind zwischen Platte und Träger Verankerungseisen eingesetzt, während bei anderen keine Verankerungseisen vorhanden sind. Die Meßpunkte sind entweder über die Feldmitten oder über die Zwischenstützen verlegt worden.

In Tabelle I findet man ferner sowohl die abgelesenen Spannungen als auch die entsprechenden, unter folgenden zwei Annahmen berechneten Spannungen. In dem ersten Fall wird vorausgesetzt, daß keine Zusammenwirkung zwischen Betonplatte und Stahlträgern stattfindet, während im zweiten Fall eine vollständige Zusammenwirkung angenommen wird. Im letzterem Falle ist dabei die

ganze Plattenbreite als mitwirkend vorausgesetzt, und ist ferner in Übereinstimmung mit den in Schweden geltenden staatlichen Betonvorschriften für das Verhältnis n zwischen dem Elastizitätsmodul für Stahl und dem für Beton der Wert 10 angenommen worden.

Wie aus Tabelle I hervorgeht, sind die gemessenen Spannungen für die Brücken 1—7 im Allgemeinen geringer als die unter Voraussetzung völliger Zusammenwirkung berechneten. Danach scheint der Einfluß der Platte ein größerer zu sein, als berechnet war. Dies kann darauf zurückzuführen sein, daß der wirkliche Wert von n mit dem in der Berechnung angenommenen nicht übereinstimmt, sowie daß das Brückengeländer, besonders bei Brücken mit geringer Breite, auf die Spannungsverteilung möglicherweise eingewirkt haben kann. Man hat nämlich in den Berechnungen den Einfluß des Brückengeländers nicht berücksichtigt.

Bei Brücke 3 wurde an einem der Meßpunkte ein von Obigem abweichendes Ergebnis erhalten. Die abgelesenen Spannungen der Ober- bzw. Unterflansche sind hier nämlich größer als die unter Voraussetzung völliger Zusammenwirkung berechneten. Die Spannungen der Unterkante weichen weniger als 10 % ab, während die gemessene Spannung der Oberkante etwa in der Mitte zwischen den unter Voraussetzung von völliger bzw. keinerlei Zusammenwirkung berechneten Spannungen liegt. Das Ergebnis ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die zusammenhaltenden Kräfte zwischen Platte und Trägern teilweise überwunden worden waren und eine völlige Zusammenwirkung demnach nicht vorhanden war.

Die für die Brücken Nr. 8 und Nr. 10, die verhältnismäßig große Breiten haben, erhaltenen Resultate deuten darauf hin, daß die Betonplatte bei der Momentübertragung nicht in dem Maße mitgewirkt hat, wie bei den Berechnungen angenommen wurde. Bezüglich der Brücke Nr. 8 soll bemerkt werden, daß die Probelastung verhältnismäßig bald nach Fertigbetonieren der Platte erfolgte. Außerdem herrschte während der Zeit zwischen Betonieren und Probelastung eine niedrige Temperatur. In Berücksichtigung dessen mögen die elastischen Eigenschaften des Betons mit den gemachten Annahmen nicht übereingestimmt haben. In Bezug auf Brücke Nr. 10 hat die Betonplatte einschließlich deren Konsolen in der ganzen Breite möglicherweise nicht so mitgewirkt, als in den Berechnungen angenommen wurde. Dieser Umstand hat auch dazu beigetragen, daß die gemessenen Spannungen bei Brücke Nr. 8 größer als berechnet waren. Die genannten Verhältnisse müssen bei Berechnungen derartiger Konstruktionen unter Annahme von Zusammenwirkung berücksichtigt werden.

Bei Brücke Nr. 9 zeigen die gemessenen Spannungen hinsichtlich der negativen Momente die Neigung, die unter Voraussetzung von völligem Zusammenwirken zwischen Betonplatten und Trägern berechneten Spannungen zu übersteigen. Mit Rücksicht darauf, daß die Spannungen sehr gering sind und die Fehlerquellen infolgedessen einen großen prozentualen Einfluß haben können, dürfte die Vorsicht gebieten, keinen bestimmten Schluß hieraus zu ziehen. Die gemessenen Werte der durch positive Momente verursachten Spannungen sind geringer als die unter Annahme völligen Zusammenwirkens berechneten.

Die durchgeführten Messungen gaben keinen Aufschluß über die Größe der zusammenhaltenden Kräfte zwischen Platte und Trägern oder über den Einfluß der Verankerungseisen. Um diese Fragen zu klären, dürfte es sich als nötig

Tabelle I Tableau I Table I

Brücke Pont Bridge №	b m See	c m See	Alter der Betonplatte Age de la dalle de béton Age of concrete slab Monate Mois months	Belastungsfall Cas de charge Type of loading	Spannung in kg/cm ² Tension en kg/cm ² Tension in kg/cm ²												Bemerkungen Remarques Remarks								
					berechnet unter Voraussetzung, dass calculée en admettant: calculated under the assumption, that																				
					keine Zusammenwirkung zwischen Platte und Balken vorhanden ist aucune collaboration entre la dalle et les poutres no compound action exists between slab and beam						volle Zusammenwirkung zwischen Platte und Balken vorhanden ist, sowie dass n=10 ist une collaboration complète entre la dalle et les poutres ainsi qu'un n=10 both slab and beam are acting together, and for n=10							aufgemessen im Messpunkt relevée au point de mesurage measurement taken in point							
					im Messpunkt		au point				in point				1			2		3					
					0.k.	U.k.	0.k.	U.k.	0.k.	U.k.	0.k.	U.k.	0.k.	U.k.	0.k.	U.k.		0.k.	U.k.	0.k.	U.k.	0.k.	U.k.		
1	3.5	2.2	2		-289	+289	—	—	—	—	-47	+230	—	—	—	—	± 0	+209	—	—	—	—	Verankerungsseisen zwischen Platte und Balken		
2	5.0	3.3	4.5		-540	+540	—	—	—	—	-77	+421	—	—	—	—	-21	+313	—	—	—	—	Fers d'ancrage entre la dalle et les poutres		
3	6.0	3.6	2.5		+139	-139	-332	+332	—	—	+11	-107	-25	+255	—	—	+55	-98	-3	+217	—	—	Tie-bars for slab and beam		
					-434	+434	—	—	—	—	-35	+333	—	—	—	—	—	—	-229	+357	—	—		—	—
4	6.0	3.5	6.5		-549	+549	—	—	—	—	-60	+410	—	—	—	—	-14	+367	—	—	—	—	Desgl. Idem id.		
					-225	+225	—	—	—	—	-25	+172	—	—	—	—	—	—	-6	+178	—	—		—	—
					—	—	+484	-484	—	—	—	—	—	—	+117	-388	—	—	—	—	+92	-382		—	—

5	4.5	28	2		-507	+507	+217	-217				-63	+405	+52	-198			-26	+374	+52	-161		
					+131	-131	+216	-216				+16	-105	+52	-198			+16	-79	+52	-162		
6	4.5	2.5	5.5		-705	+705						-84	+570					-74	+566				
							-835	+895						-79	+697					-75	+640		
7	5.0	3.0	10.5		-945	+945						-112	+710					-23	+709				
							-996	+996						-118	+748					-48	+795		
8	7.0	4.2	1.5		-600	+600	+314	-314	+229	-229	-61	+490	+48	-261	+23	-187	-130	+516	+172	-287	+95	-221	
					-435	+435	+619	-619	-400	+400	-44	+356	+95	-518	-40	+326	-73	+382	+125	-505	-105	+331	
9	Siene Voir See	Fig.1	8.5		-219	+219	+55	-55	+29	-29	-15	+141	+7	-40	+2	-19	+5	+135	+2	-47	+2	-35	
					+39	-39	+59	-59	-254	+254	+3	-25	+7	-42	-18	+164	-1	-36	+5	-58	-5	+127	
10	Siene Voir See	Fig.1	7.5		-407	+407						+19	+270					-9	+231				
					-317	+317						+20	+212					-16	+165				

1,2,3 Messpunkt — point de mesurage — point of measurement
 Belastete Länge — Longueur chargée — loaded stretch

O.K. Oberkante — aile supérieure — upper extreme
 U.K. Unterkante — aile inférieure — lower extreme

Desgl. idem
id

Desgl. idem
id.

erweisen, die Konstruktionen stärker zu belasten, als dies bisher gemacht werden konnte. Ebenso hat man nicht klargelegt, in welchem Maß die zusammenhaltenden Kräfte von den durch die Verkehrslast entstehenden Formveränderungen und Schwingungen beeinflusst werden.

Für positive Momente treten Druckspannungen, für negative Momente Zugspannungen in der Betonplatte auf. Sobald die letzteren so groß werden, daß die Zugfestigkeit des Betons überschritten wird, ist das Bestehen der Betonplatte gefährdet, und dieselbe kann mit den Stahlträgern bei der Kräfteübertragung nicht weiter zusammenarbeiten. Eine notwendige Voraussetzung für ein Zusammenwirken von Betonplatte und Stahlträgern ist folglich, daß die Zugbeanspruchungen der Platte innerhalb zulässiger Grenzen gehalten werden und daß die für diesen Zweck erforderliche Eiseneinlage vorhanden ist.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Gefahr der Rissebildung in der Betonplatte von derartigen Konstruktionen an Stellen, die negativen Momenten ausgesetzt sind, vorliegt. Bei Brückenbauten mit durchlaufenden Hauptträgern sind nämlich in einzelnen Fällen in der Betonplatte über den Stützen Risse entstanden. Die Eiseneinlage ist nach in Schweden geltenden staatlichen Vorschriften ohne Berücksichtigung der Zusammenwirkung von Betonplatte und Stahlträgern berechnet gewesen. Dadurch, daß ein Zusammenwirken zwischen Platte und Trägern erfolgt ist, sind größere Zugspannungen in der Betonplatte entstanden, als berechnet war. Demzufolge hat die vorhandene Eiseneinlage das Entstehen von Rißbildungen nicht verhindern können. Nach ausgeführten Kontrollberechnungen ist oft eine wesentlich größere Eiseneinlage nötig, als die jetzt in Betonplatten über Stützen gebräuchliche, wenn die Eisen die Zugspannungen aufnehmen sollen, die bei der Zusammenwirkung zwischen Platte und Trägern entstehen.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der ausgeführten Spannungsmessungen beweisen, daß ein Zusammenwirken bei den untersuchten Brücken stattgefunden hat. Hingegen geht aus den Messungen nicht hervor, ob ein solches Zusammenwirken stets mit Sicherheit und diesfalls in welchem Ausmaß angenommen werden kann. Deshalb sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Bei Brückenbauten mit durchlaufenden Hauptträgern muß die Eiseneinlage über den Stützen mit Rücksicht auf das Zusammenwirken von Betonplatte und Stahlträgern berechnet werden.