

Zur Torsion von Stäben mit offenem dünnwandigem Querschnitt

Autor(en): **Kollbrunner, C.F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83 (1965)**

Heft 5

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68083>

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.

kleiner, die Sichtflächen werden schöner und die Entmischungsgefahr ist auch bei den kurzen Transporten und Manipulationen auf der Baustelle viel kleiner. Das Vibrieren ergibt eine gute Verdichtung und keine Entmischung wie beim weichplastischen Beton.

Es ist selbstverständlich, dass die Schalungen die nötige Steifheit aufweisen und Vibratoren von guter Leistungsfähigkeit vorhanden sein müssen. Für feingliedrige, stark armierte Konstruktionen sind heute Vibratoren bis zu 25 mm \varnothing und über 20000 Schwingungen pro Minute vorhanden, und diese dünnen Vibratoren sollen auch für die Spezialarbeiten eingesetzt werden. Es ist viel besser, bei einer dichten Armierung einen steifplastischen Beton vom Grösstkorn 15 mm zu verwenden als eine «Suppe» von 30 mm Grösstkorn. Ein Kieskorn von 30 mm \varnothing geht auch mit viel Wasser nicht durch einen 20 mm breiten Spalt zwischen den Armierungseisen hindurch. Im Gegensatz dazu sollen da, wo es mit Rücksicht auf die Abmessungen und weit auseinanderliegende Armierung möglich ist, Korngrößen bis 60 oder 70 mm verwendet werden. Dadurch wird die Qualität des Betons verbessert.

Eine Transportbetonanlage kann heute voll automatisiert mit

einem Bedienungsmann betrieben werden. Man kann wohl sagen, dass sie narrensicher funktioniert. Die Einsparung an Investition und Personal ist offensichtlich. Ganz wesentlich ist die Gleichmässigkeit und die sichere Qualität des Betons. Daraus ergibt sich die Gewissheit für den Unternehmer und die Bauleitung, dass die geforderten Betonfestigkeiten unter allen Umständen erreicht werden. Wenn wir offen sind, müssen wir zugeben, dass jeder aus unseren Kreisen schon sorgenvolle Stunden gehabt hat, weil entgegen unseren Weisungen «Suppe» verarbeitet und daher unzureichende Festigkeit erreicht wurde. Beim Transportbeton überlassen wir die Betonherstellung wenigen zuverlässigen Maschinisten und entgehen mit dem Transport durch Lastwagen auch der Gefahr, dass irgend ein Fahrer beim Transportmischer den Wasserhahn zuviel öffnet.

Wenn, wie ich anfangs erklärt habe, in der Schweiz der Transportbeton spät eingeführt wurde, so haben wir das heute nicht zu bedauern, sondern wir sind durch die Beobachtungen im Ausland und durch die fortgeschrittenen Erkenntnisse vor Fehlinvestitionen bewahrt worden. Es ist das dem schweizerischen Qualitätsprinzip entsprechende System eingeführt worden.

Zur Torsion von Stäben mit offenem dünnwandigem Querschnitt

DK 624.07:539.385

Die kürzlich erschienene Schrift von C. F. Kollbrunner und K. Basler über die Torsion von Stäben mit offenem dünnwandigem Querschnitt¹⁾ enthält einen grundsätzlichen Fehler, der korrigiert werden muss. Auf Seite 17 steht: «Ferner hat die Dünnwandigkeit zur Folge, dass der St.-Venantsche Torsionsanteil bei der Bestimmung der Torsionsmomente und Stabverdrehungen vernachlässigt werden kann. (Die St.-Venantsche Torsionskonstante K ist proportional der dritten Potenz der Wandstärke)».

Vor etwas über 50 Jahren hat S. Timoshenko erstmals das Pro-

blem der gemischten Torsion für Stäbe mit symmetrischem I-Querschnitt gelöst. Diese gemischte Torsion wird denn auch häufig als Timoshenko-Torsion bezeichnet. Ihre Grundform lässt sich in der Form schreiben

$$T = G \cdot J_d \cdot \varphi' - E \cdot C_w \cdot \varphi''',$$

wobei T das Torsionsmoment, $G \cdot J_d$ den Torsionswiderstand nach de St.-Venant, $E \cdot C_w$ den Verwölbungswiderstand und φ den Verdrehungswinkel bedeuten. Wohl ist der Torsionswiderstand an sich klein gegenüber dem Verwölbungswiderstand; da diese beiden Werte aber in der Grundgleichung auf zwei verschiedenen Differentiationsstufen vorkommen, darf der Torsionswiderstand nach de St.-Venant nicht vernachlässigt werden. Die Nichtbeachtung dieses wesentlichen Umstandes ist die Ursache für den Trugschluss Kollbrunner-Basler.

In Bild 1 sind die Normalspannungen aus Biegung und Verdrehung für das in der Schrift Kollbrunner-Basler untersuchte Beispiel (Abb. 6.1 und 6.2) dargestellt²⁾, für eine angenommene Länge des Stabes von $l = 8b$ und für den aus der Zeichnung Abb. 6.1 herausgelesenen Wert $F_0 = 0,40 \cdot a^2$. Bei diesem durchaus normalen Beispiel werden somit die Grösstspannungen nach Kollbrunner-Basler um rund 95% zu gross erhalten. Eine Methode, die in normalen Anwendungsfällen auf derartig grosse Fehler führt, ist abzulehnen und damit erübrigt es sich auch, auf weitere Einzelheiten der vorliegenden Schrift einzutreten.

F. Stüssi

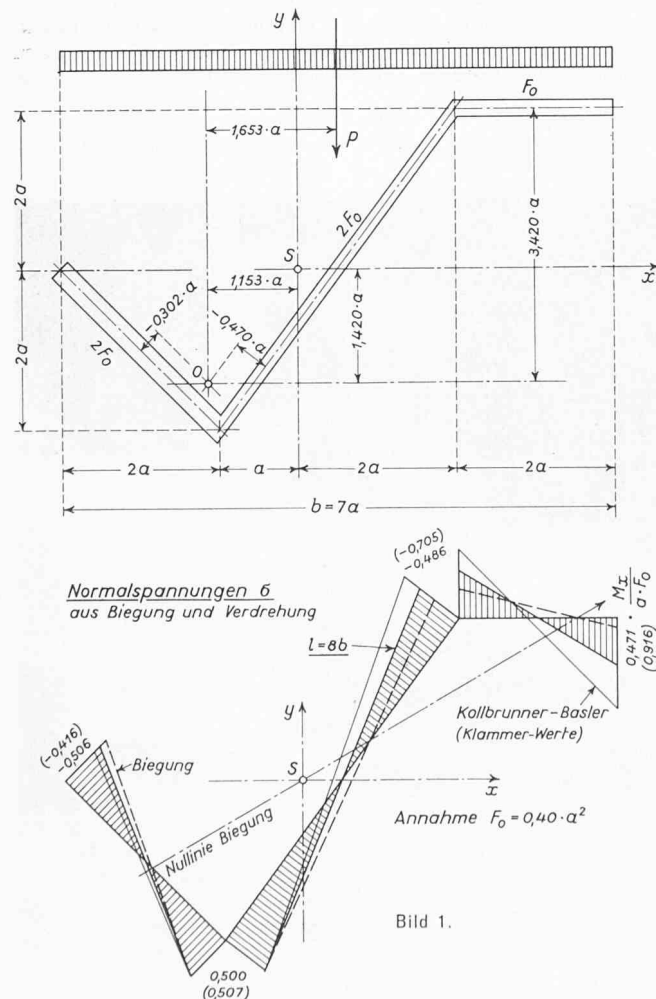


Bild 1.

Replik

a) Die Mitteilungen der Technischen Kommission der Schweizer Stahlbau-Vereinigung

Die Schweizer Stahlbau-Vereinigung hat seit 1962 jährlich ein Heft über Torsionsprobleme von C. F. Kollbrunner und K. Basler herausgegeben (Hefte Nr. 23, 27 und 28). Ein viertes Heft ist in Vorbereitung. Diese vier Publikationen werden eine Einheit bilden. Ihre Gliederung in vier Hefte erklärt sich wie folgt:

Es gibt zwei Torsionsanteile, die hier mit St.-Venantscher Torsion (T_s) und Wölbkrafttorsion (T_w) bezeichnet werden. Der erste Anteil am Torsionsmoment ist proportional der ersten Ableitung des Stabdrehwinkels φ nach der Koordinate in Stablängsrichtung, $T_s = GK\varphi'$, der zweite ist proportional der dritten Ableitung, $T_w = -EI_{\omega}\varphi'''$. Zusammen halten sie dem angreifenden Drehmoment m_D das Gleichgewicht, was zu nachstehender Differentialgleichung führt:

$$GK\varphi'' - EI_{\omega}\varphi'''' = -m_D$$

Im Heft Nr. 23 ist die Bestimmung der St.-Venantschen Torsionskonstanten K , sowie die Schubspannungsverteilung über den Stabquerschnitt behandelt. Diese Arbeit besteht aus zwei Teilen. Der eine befasst sich mit Vollquerschnitten, der andere mit ein- und mehrzelligen Hohlquerschnitten.

²⁾ Ich erlaube mir nach wie vor und im Gegensatz zur Bezeichnungweise Kollbrunner-Basler, beispielsweise ein um die x -Axe drehendes Moment mit M_x zu bezeichnen und nicht mit M_y . Die Durchrechnung des Beispiels brauche ich wohl nicht weiter darzustellen, da ich die Torsionsberechnung für Stäbe mit offenem Querschnitt seit rund einem Vierteljahrhundert in einer Vorlesung an der Abteilung für Bauingenieurwesen an der Eidg. Technischen Hochschule behandle.

Im Heft Nr. 27 wird unter bewusster Vernachlässigung des Wölbwiderstandes (St.-Venantsche Torsion) die Integration der Differentialgleichung vorgenommen, das heisst, es werden die Torsionsmomente bei verschiedenen Stablagerungsarten bestimmt. Für elastisch gelagerte durchlaufende Stäbe, sowie für schief gelagerte Durchlaufträger ergeben sich hier interessante Lösungen.

Das Heft Nr. 28 hat zur zentralen Aufgabe, die sektoriellen Grössen, sowie die Normal- und Schubspannungs-Verteilung über den Querschnitt für Wölbkrafttorsion zu ermitteln. Insgesamt erscheinen neun Querschnittswerte, die nur dann noch übersichtlich geordnet werden können, wenn eine konsequente Bezeichnungsweise eingeführt wird.

In einem vierten Heft wird im ersten Teil die Lösung des Randwertproblems für jene Fälle durchgeführt werden, bei denen der St.-Venantsche Torsionsanteil vernachlässigbar klein ist. Im zweiten Teil dieser vorgesehenen Arbeit wird die Lösung der vollständigen Differentialgleichung behandelt, und abschliessend werden Kriterien aufgestellt, unter welchen Voraussetzungen nur der eine der beiden Torsionsanteile berücksichtigt werden darf.

b) Zum Einwand von Professor Stüssi

Zur Illustration der Spannungsverteilung über den Querschnitt ist im Heft Nr. 28 die Berechnung eines einfach gelagerten Stabes unter gleichmässig verteilter Belastung durchgeführt worden (Abb. 6.2).

Die Normalspannungen aus dem Biegeanteil geben zu keiner Bemerkung Anlass. Diejenigen aus Torsion sind, dem Aufbau dieser vier Arbeiten entsprechend, unter der Annahme vernachlässigbar kleiner St.-Venantscher Torsion durchgeführt worden. Damit diese Voraussetzung nicht verletzt wird, und um die Abgrenzung dieses Bereiches im vierten Heft nicht vorwegzunehmen, ist absichtlich *kein* numerischer Wert für die Wandstärke (bzw. die Flächeneinheit F_0) und die Stablänge verwendet worden, sondern das Resultat noch in offenen Parametern angegeben.

Professor Stüssi misst nun aus einer vorangehenden Figur (Abb. 6.1) eine Scheibenstärke (bzw. die Flächeneinheit F_0) heraus, wählt eine Stablänge und erhält dadurch Proportionen, die etwa gleiche Einflüsse von St.-Venantscher- und Wölbkrafttorsion ergeben, trotzdem im Vorwort zu diesem Heft Nr. 28 folgendes steht: «Oft überwiegt der eine Torsionsanteil den anderen derart, dass nicht beide simultan betrachtet werden müssen. Es ist vorgesehen, in einer ab-

schliessenden Arbeit Kriterien zur Beurteilung der Frage aufzustellen wann die Vernachlässigung des einen Anteiles gegenüber dem anderen möglich ist und wie bei gemischter Torsion vorgegangen werden kann.»

Die von Professor Stüssi für seine Rechnung gewählten Abmessungen führen also zu einer Aufgabe, die zum Problemkreis des vierten Heftes gehört. Hätte Professor Stüssi die oben erwähnten Bemerkungen im Vorwort des Heftes Nr. 28 beachtet, so wäre er wohl nicht dazu gekommen, von einem «Trugschluss Kollbrunner-Basler» zu sprechen.

C. F. Kollbrunner und K. Basler

Duplik

Die Replik von C. F. Kollbrunner und K. Basler auf meine Stellungnahme zur «Torsion von Stäben mit offenem Querschnitt» bestätigt die Berechtigung meines Einwandes. Sie führt nämlich zur Feststellung folgender Sachlage:

Wenn ein Leser der Torsionsschriften Kollbrunner-Basler eine einfache Verdrehungsaufgabe der normalen Konstruktionspraxis, wie z. B. die Verdrehung eines Stabes mit I-Querschnitt zu lösen hat, so kann er diese Aufgabe auf zwei verschiedene Arten durchführen, nämlich gestützt auf Heft 23 unter Vernachlässigung der Wölbkrafttorsion und gestützt auf Heft 28 unter Vernachlässigung der de St.-Venantschen Torsion. Er wird dabei zwei verschiedene Ergebnisse erhalten, die beide falsch sind. Wenn er richtig rechnen will, so hat er entweder auf das in Aussicht gestellte weitere Heft dieser Schriftenreihe zu warten oder sich auf vorhandene richtige Darstellungen des Torsionsproblems zu stützen.

F. Stüssi

Triplik

Sowohl in der Replik wie auch in den Mitteilungen der Technischen Kommission der Schweizer Stahlbau-Vereinigung (Hefte 23, 27, 28) ist die Sachlage deutlich erklärt. Aus Prof. Stüssis Duplik ist ersichtlich, dass sich eine weitere Diskussion erübrigt.

C. F. Kollbrunner und K. Basler

Schlusswort

Persönlich und im Einverständnis mit Prof. Stüssi soll hier festgehalten werden, dass wir keinen Streit miteinander suchen. Wenn auch hier die Klängen gekreuzt wurden, kann doch durch gegenteilige Auffassungen in Sachfragen eine über dreissigjährige Freundschaft nicht getrübt werden. Die heutige Generation hat darüber zu entscheiden, welchem Weg sie folgen will.

C. F. Kollbrunner

Städtebauliches zum Schauspielhaus-Wettbewerb in Zürich

DK 725.822:711.4

Von Hanspeter Rebsamen, Zürich

«Die Zusammenhänge zwischen Wirtschaft, Wohlfahrt und Kunst aufzudecken, sie auszubreiten und dem Volke zu erklären, wäre eigentlich Aufgabe einer Akademie, die leider weder bei uns noch in anderen Staaten anzutreffen ist. Diese müsste die Konzeption für unsere Städte liefern, nicht die Stadtplanungsideen, die in der Rangordnung der Aufgaben auf niedrigerer Stufe stehen, selbst dann, wenn einzelne Architekten sie an allen Anfang stellen möchten.»

Hans Marti in «Städtebau als staatsbürgerliche Aufgabe der Demokratie» («Werk» Nr. 1/1958).

Für das Gebiet der Stadt Zürich wird im Vollausbau mit 500000 Einwohnern gerechnet. In der Region, ausserhalb der Stadtgrenzen, wird eine weitere Million Menschen wohnen. Da, wie man weiss, die Stadtbevölkerung die Halbmillionengrenze in absehbarer Zeit erreichen wird und das verfügbare Stadtgebiet schon heute praktisch vollständig überbaut ist, richtet sich die Aufmerksamkeit des Zürchers auf die Region, das heisst, er versucht, sich über diesen Begriff und die dringenden Aufgaben, die sich in diesem Zusammenhang stellen, klar zu werden. Wir haben in neuester Zeit ja erfahren, dass jedes öffentliche grössere Bauvorhaben in Zürich sofort politische, finanzielle und kulturelle Probleme aufwirft, die nicht mehr die Stadt allein betreffen.

Nach dem Erreichen der Stadtgrenzen wird nun der Expansionsdrang durch die Besinnung auf das Wesen der Stadt abgelöst werden müssen. Hans Martis Akademie-Idee sollte deshalb in diesem Zeitpunkt gründlich untersucht werden. Zu den Grundlagen jeder Betätigung gehört die Beschäftigung mit dem schon Bestehenden. Als Grundlage für Städtebau, der diesen Namen verdient, müsste für jede Stadt eine Analyse ihrer Struktur vorliegen, damit durch die Erhellung ihrer

Vergangenheit sich auch ihre Zukunft klarer darstellen liesse. Eine Analyse des baulichen Gesichtes von Zürich wäre sicher eine der Aufgaben der erwähnten Akademie. Wenn man die städtebaulichen Voraussetzungen für den Schauspielhaus-Wettbewerb betrachtet, zeigt sich das Fehlen einer solchen Untersuchung wieder einmal an vielen ungelösten Fragen. Auf diese soll zuerst eingegangen werden. Die positiven Aspekte der verschiedenen Projekte werden sich vor diesem Hintergrund um so deutlicher abheben.

Die Bedürfnisfrage

Es hiesse den Begriff «Städtebau» sehr eng fassen, wollte man Gestalt und Wirkung eines Bauwerks nur im «realen» Raum betrachten. Vielmehr ist es auch beim Zürcher Wettbewerb angezeigt, zuerst den geistigen Ort zu bestimmen, den das zu erneuernde Objekt einnimmt. Im kulturellen Bewusstsein des Zürchers hat das Schauspielhaus eine ziemlich klar umrissene Gestalt, die geprägt ist von der Rolle, die diese Bühne während des letzten Krieges im deutschen Sprachraum spielte und von der Aufgabe, die sie für die ganze Welt als eine der wenigen Bewahrerinnen der Integrität deutschen Geistes übernommen hatte. Was jene Epoche für Zürich bedeutet, kam in den Nachrufen für den kürzlich verstorbenen Direktor des Schauspielhauses, Kurt Hirschfeld, und für den Schauspieler Ernst Ginsberg wieder besonders stark zum Ausdruck. Auch mit der Verleihung des städtischen Kunstpreises für 1964 an den Bühnenbildner Theo Otto wird indirekt das Schauspielhaus geehrt. Die Berufung Leopold Lindtbergs zum neuen Direktor zeigt ebenfalls die Kontinuität einer lebendigen Tradition an.

Es sei in diesem Zusammenhang auf das 1963 erschienene Buch über die Geschichte des Schauspielhauses hingewiesen. («Sein oder