



HOCHSCHULE FÜR TECHNİK UND WIRTSCHAFT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur

Studiengang: Bauingenieurwesen

Lehrgebiet: Stahlbau

DIPLOMARBEIT

Zur Biegedrillknicksicherheit von Rahmenriegeln unter Berücksichtigung einer Trapezblecheindeckung

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. C. Wolf

Prof. Dr.-Ing. C. Barth

Bearbeitungszeitraum: Wintersemester 2010/2011

Verfasser

Andreas Donert

04.10.1984 Merseburg

Bildungsweg

1991 - 1995 Grundschule Röhrsdorf

1995 - 2001 Mittelschule Röhrsdorf

2001 - 2004 Lehre als Rollladen- und Jalousiebauer

2004 - 2005 BSZ für Bau und Technik

2005 - 2011 Studium Bauingenieurwesen an der

HTW - Dresden



Aufgabenstellung

Sicheres und kostengünstiges Bauen sind in unserer heutigen Gesellschaft die obersten Prämissen. Dies gilt für alle Bereiche der Tragwerkskonstruktion, was auch den Stahlbau mit einbezieht. In vielen Fällen wird an dem Baustoff selber gespart. „So wenig wie möglich Stahlverbrauch“, ist das Argument der Auftraggeber. Der Tragwerksplaner muss daher einen Scheideweg zwischen Kosten und Tragsicherheit gehen, was in vielen Fällen schwierig umzusetzen ist.

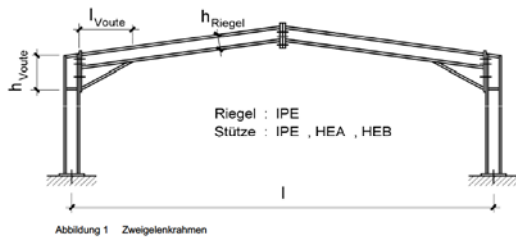
Aus dieser Notwendigkeit, kostengünstig und tragsicher zu bauen, entstanden im Laufe der Zeit viele verschiedene Varianten. Eine der Varianten ist der Stahlleichtbau, welcher sich im Laufe der zwanziger Jahre des 20. Jahrhundert aus dem Flugzeugbau entwickelte. Stahltrapezprofile sind die Ergebnisse, welche die Forschung des Stahlleichtbaus hervorbrachte. Diese stabilen, kostengünstigen und auch leichten Elemente werden vorzugsweise im Hallenbau eingesetzt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll ein kleiner Teil der vielfältigen Anwendbarkeit der Trapezprofile rechnerisch erfasst und interpretiert werden. Es sollte untersucht werden, inwieweit es rechnerische Unterschiede der Grenzbelastung in Abhängigkeit der Aussteifungsmöglichkeiten durch eine Trapezblecheindeckung gibt. Daher sind die folgenden drei näher untersucht wurden:

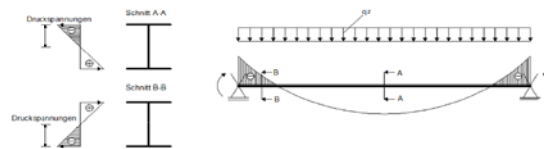
1. Ansatz der Drehbettung
2. Ansatz der Schubfeldsteifigkeit
3. Ansatz der Drehbettung + Schubfeldsteifigkeit

Einleitung in die Problematik Biegedrillknicken von Rahmenriegeln

Der in Abbildung 1 dargestellte Zweigelenrahmen stellt eine typische Variante für die Ausbildung einer Stahlhalle dar. Hierbei ist der Riegel besonders biegedrillknickgefährdet, in Abbildung 2 ist der Grund dafür dargestellt.



Dieser idealisierte Träger erfährt aufgrund seiner vertikalen Beanspruchungen sowie den Randmomenten, die dargestellten Spannungsverläufe. Diese linearen Spannungsverläufe beinhalten Druckspannungen, welche in den Randbereichen im unteren Teil des Trägers auftreten und im Feldbereich im oberen. Ebenso treten Zugspannungen auf, welche dementsprechend im Randbereich im oberen Querschnittteil wirken und im Feldbereich im unteren Teil. Diese Druckspannungen verursachen ein Ausweichen in Richtung $v(x)$ sowie eine Verdrehung $\varphi(x)$. Aufgrund dieser wechselnden Spannungsverteilung ist der Träger besonders biegedrillknickgefährdet. Ein aussteifendes Element kann nur den Feldbereich stabilisieren, da es dort am Obergurt befestigt ist und die Randbereiche nur ihre Eigensteifigkeit zur Verfügung haben um das Biegedrillknicken zu behindern.



Auswertung der Grenzlastuntersuchung

	T135.1		T160.1	
	Sinuswelle	Eigenform	Sinuswelle	Eigenform
Unstabilisierter Träger 100%	($q_{Ed} = 3,053 \text{ KN/m}$)	($q_{Ed} = 2,995 \text{ KN/m}$)	($q_{Ed} = 3,053 \text{ KN/m}$)	($q_{Ed} = 2,995 \text{ KN/m}$)
Drehbettung 0,75 mm	390,16	391,05	391,09	391,09
Drehbettung 1,25 mm	455,50	457,67	455,93	458,18
Schubfeld (1) 0,75 mm	264,39	304,69	252,99	257,14
Schubfeld (1) 1,25 mm	325,77	458,33	318,47	460,39
Schubfeld (2) 0,75 mm	175,57	153,98	166,51	151,05
Schubfeld (2) 1,25 mm	246,71	230,42	235,24	182,76
Dreh. + Schub. (1) 0,75 mm	478,94	475,66	478,95	475,09
Dreh. + Schub. (1) 1,25 mm	479,47	470,65	479,47	469,50
Dreh. + Schub. (2) 0,75 mm	467,43	464,98	464,06	463,46
Dreh. + Schub. (2) 1,25 mm	479,49	475,77	479,49	475,76

Tabelle 1 Prozentuale Erhöhung der Grenzlast bezogen auf den unstabilisierten Träger mit 12 m Spannweite und einem Querschnittsprofil IPE 300

Die durchgeführte Untersuchung beschränkte sich auf zwei Trapezprofile und deren Möglichkeiten zur Aussteifung des Rahmenriegels. Unterschieden wurde hauptsächlich im Ansatz der Vorverformung. Eine Betrachtung galt dem Ansatz der Sinushalbwellen mit einem Stich von $L/250$ sowie der Anpassung der Vorverformung an die Eigenform.

Ein weiterer Untersuchungsansatz war die Wirksamkeit des Trapezprofils als verdrehungsbehindert oder verschiebungsbehindertes Element, bzw. die Kombination aus beiden. Hierbei steht (1) bzw. (2) für die Befestigung des Trapezbleches in jeder Rippe bzw. in jeder zweiten. Mittels diesen Ansätzen und Unterscheidung von zwei Blechdicken des Trapezprofils wurden die Ergebnisse für ein IPE 300 mit 12 m Spannweite erzielt (dargestellt in Tabelle 1).

Die Ergebnisse sollen die Effektivität von Trapezprofilen und deren Aussteifungsmöglichkeiten widerspiegeln. Auffällig sind besonders die geringen Grenzlasten beim Ansatz der Schubfeldsteifigkeit als aussteifendes Element. Diese sind auf das Erreichen der maximalen Verdrehung von 0,3 rad zurückzuführen, da aufgrund von fehlender Drehsteifigkeit diese eher erreicht sind, als bei alleiniger Wirkung der Drehbettung. Ebenso, wie die fast identischen Grenzlasten bei dem Ansatz der Drehbettung + Schubfeld. Dies liegt der Überstabilisierung des Trägers zugrunde. Die Wirksamkeit des Trapezprofils liegt nur im Stabilisieren von Druckbeanspruchten Querschnitten. Da aber die Verlegung des Profils über die gesamte Länge des Trägers geführt wird, sind die gedrückten Untergurtbereiche im Randbereich auf ihre Eigensteifigkeit angewiesen. Daher steigt die Beanspruchung mit zunehmender Erhöhung der Steifigkeit in Feldmitte, wobei die Aufnahme der Belastung im Randbereich gleich bleibt. Somit versagt der Randbereich (Auflagerbereich), sobald die plastischen Grenzschnittgrößen des Querschnittes erreicht sind.

Zusammenfassung

Die wirtschaftlichste Variante der Aussteifung im Verhältnis Konstruktionsaufwand zu Grenzlasthöhe, ist der Ansatz der Drehbettung. Es reichen schon geringe Drehsteifigkeiten aus, um einen Anstieg der Grenzlasten zu erreichen. Die höchsten Absolutwerte der Traglasten liegen bei dem Ansatz Drehbettung + Schubfeld vor. Wird jedoch die Komplexität der Herstellung dazu betrachtet, ist der Aufwand ein Schubfeld zu konstruieren wesentlich höher, obwohl im Verhältnis dazu nur geringfügig höhere Grenzlasten angesetzt werden können.