



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND
WIRTSCHAFT DRESDEN

Fakultät
Bauingenieurwesen/Architektur

Studiengang:
Bauingenieurwesen

Lehrgebiet:
Stahlbau

DIPLOMARBEIT

Biegedrillknicksicherheit von Rahmenriegeln

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. C. Wolf

Prof. Dipl.-Ing. O. Kempe

Bearbeitungszeitraum: Wintersemester 2010/2011

Verfasser

Manuel Kronberg

10.12.1980 Dresden

Bildungsweg

1987 - 1988 Karl-Marx-Oberschule

1988 - 1991 Otto-Stein-Schule 138

1991 - 1995 Gymnasium Dresden Gorbitz 133/134

1995 - 1997 137. Mittelschule

1997 - 1998 Mittelschule Schönfeld (Realschulabs.)

1998 - 2002 Lehre als Metallbauer

2003 - 2004 Zivildienst

2004 - 2005 Studium Fahrzeugtechnik HTW

2005 - 2011 Studium Bauingenieurwesen HTW



Aufgabenstellung

Stahlkonstruktionen bieten viele Gestaltungsmöglichkeiten und ermöglichen große Spannweiten, womit eine hohe Flexibilität und Raumeffizienz gewährleistet werden kann. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, bezüglich der Gründungsmaßnahmen, werden im Stahlhallenbau am häufigsten Zweigelenrahmen als Haupttragelemente eingesetzt. Dieser ist für die Abtragung des Eigenwichts der Stahlhallenkonstruktion sowie der Abtragung von Schneelasten zu bemessen. In Hallenquerrichtung dient er außerdem der Aussteifung gegen Windlasten. Durch die Verwendung von stabartigen, dünnwandigen, offenen Profilen für Rahmenstützen und Rahmenriegel sind, bedingt durch deren Schlankheit, Stabilitätsnachweise, zur sicheren Ermittlung der Tragfähigkeit, von großer Bedeutung. Auf Grund der überwiegenden Biegebeanspruchung von Rahmenriegeln ist der Nachweis der Biegedrillknicksicherheit meist maßgebend für deren Dimensionierung. Daher ist es für eine wirtschaftliche Bemessung unerlässlich die Aussteifung der Riegel durch angrenzende Bauteile rechnerisch zu erfassen und

zu berücksichtigen. Im Rahmen der Arbeit sollen daher Verbände zur Aussteifung der Rahmenriegel betrachtet und systematisch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Biegedrillknicksicherheit untersucht werden. Insbesondere soll der Einfluss der Vorverformung, der rechnerischen Berücksichtigung des Verbandes, sowie die konstruktive Ausbildung des Verbandes auf die Grenzlast geklärt werden. Der Verband wird beim Ermitteln der Grenzlasten ausgewählter Rahmenriegelprofile wie folgt berücksichtigt:

1. Ansatz von festen Lagern in den Verbandsknotenpunkten
2. Ansatz von Einzelfedern in den Verbandsknotenpunkten
3. Ansatz der Schubsteifigkeit des Verbandes

Desweiteren wird zwischen der Vorverformung als Sinushalbwellen sowie der skalierten Eigenform als Ersatzimperfektion unterschieden.

Prinzip des Biegedrillknickens von Rahmenriegeln

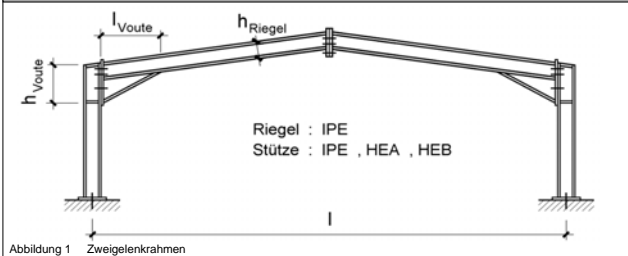


Abbildung 1 Zweigelenrahmen

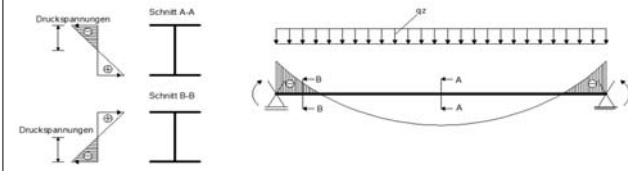


Abbildung 2 Ersatzsystem des Rahmenriegels mit dargestellten Spannungsverlauf

Als Haupttragelement dient der in Abb. 1 dargestellte Zweigelenrahmen. Der Rahmenriegel wird durch den in Abb. 2 dargestellten gabelgelagerten Einfeldträger idealisiert. Dieser wird ersatzweise durch eine Gleichstreckenlast sowie durch zwei Randmomente belastet, welche die Eckmomente des Zweigelenrahmens simulieren sollen, wobei der ebenfalls dargestellte Momentenverlauf entsteht.

Durch die Biegebeanspruchungen entstehen sowohl Druck- als auch Zugkräfte im Rahmenriegel. Der Druckgurt neigt auf Grund der vorhandenen Spannungen zum Ausweichen in Richtung v. Gleichzeitig wird dieser durch den Zuggurt zurückgehalten, wobei eine zusätzliche Verdrehung ϑ entsteht. Diese beiden Verschiebungsgrößen signalisieren, dass es sich um das Stabilitätsproblem Biegedrillknicken handelt.

Der Verband ist am oberen Gurt angeschlossen, so dass dieser in Feldmitte das Ausweichen des „gedrückten“ Obergurtes wirksam reduzieren, bzw. vollständig verhindern kann. Auf Grund der negativen Randmomente erfährt der Untergurt Druckspannungen in den Randbereichen.

Der Verband kann an diesen Stellen seine Wirksamkeit nicht entfalten, so dass der Rahmenriegel den entstehenden Verformungen nur seine Eigensteifigkeit entgegenstellen kann. In folge dessen ist der Rahmenriegel permanent biegedrillknickgefährdet, so dass der Nachweis der ausreichenden Biegedrillknicksicherheit unerlässlich ist.

Darstellung der Grenzlasten

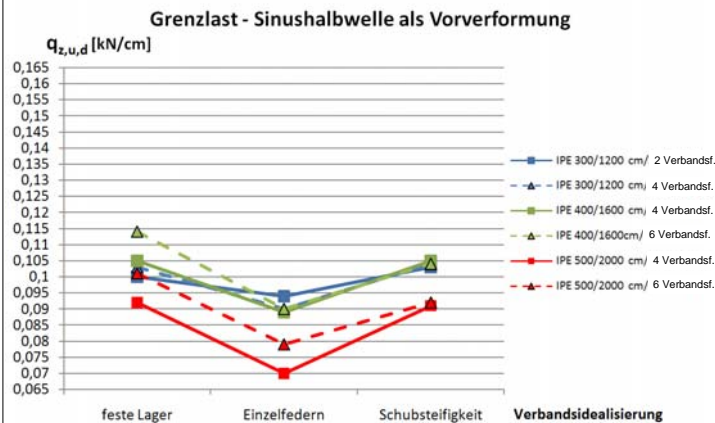


Abbildung 3 Einfluss der Vorverformung (Sinushalbwellen) und Verbandsidealisierung auf die Grenzlast

Wird der Verband mittels Ansatz von Einzelfedern berücksichtigt, so ergeben sich nach Abb. 3 im Vergleich mit den anderen Verbandsidealisationen, für alle untersuchten Rahmenriegel die geringsten Grenzlasten. Die größte Grenzlast wird beim Ansatz von festen Lagern erreicht.

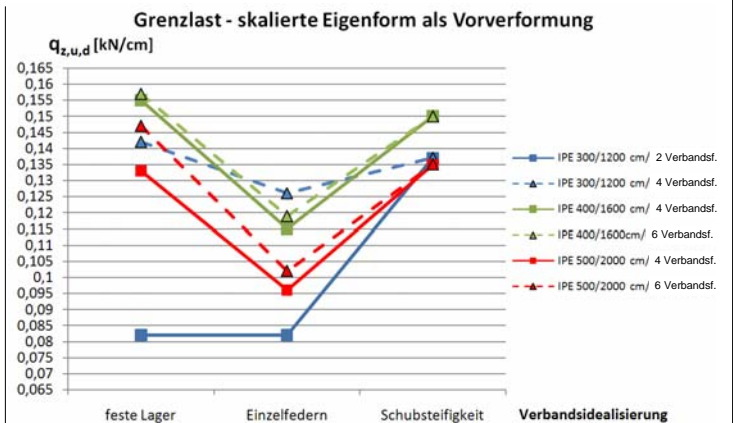


Abbildung 4 Einfluss der Vorverformung (skalierte Eigenform) und Verbandsidealisierung auf die Grenzlast

Tendenziell liefert der Ansatz von Einzelfedern, bei Anwendung der skalierten Eigenform als Vorverformung im Vergleich ebenso die niedrigsten Grenzlasten. Bei der Berechnung des Systems [IPE300/1200cm/2V/.../skal.E] ergeben sich beim Ansatz von festen Lagern bzw. Einzelfedern die gleichen Grenzlasten.

Zusammenfassung

Bei Verwendung der Sinushalbwellen werden, bis auf zwei Ausnahmen, geringere Grenzlasten erreicht als beim Ansatz der skalierten Eigenform als Vorverformung. Die Unterschiede zwischen den Grenzlasten, bei Verwendung von festen Lagern und bei Berücksichtigung der Schubfeldsteifigkeit, sind nicht so hoch wie erwartet. Die Grenzlasten der federgestützten Systeme dagegen erreichen im ungünstigsten Fall nur 69,39 Prozent der Grenzlasten der starr gelagerten Systeme. Bei dem System [IPE300/1200cm/2V/.../skal.E] ist beim Ansatz des festen Lagers bzw. der Einzelfedern, in Riegelmitte, die gleiche Grenzlast ermittelt worden. Grund dafür, ist das Erreichen der Mindestfedersteifigkeit der Einzelfeder, so dass diese den Rahmenriegel wie ein festes Lager an sich bindet. Die Erhöhung der Verbandsfeldanzahl bzw. die engere Abstützung der Rahmenriegel bewirkt bei den meisten Systemen nicht die erwartete Grenzlaststeigerung.