



Schräglaufrkräfte an Schienenfahrwerken von Containerbrücken

Bericht B 22

Ausschuss für Hafenumschlagtechnik

AHU

Hafentechnische Gesellschaft e. V.

HTG



Verfasser aus dem HTG-Fachausschuss für Hafenumschlagtechnik (AHU) :

Dr.-Ing. Jürgen Grießhaber (Projektleiter)

Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel (Gast)

Weitere Mitglieder des HTG-Fachausschusses für Hafenumschlagtechnik (AHU)
zum Zeitpunkt der Berichtfertigstellung

Dipl.-Ing. Reiner Arndt
Dipl.-Ing. Jens Fahrbach
Dipl.-Ing. Volker Johannssen
Dipl.-Ing. Jörg Lange
Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Mehrkens
Dipl.-Ing. Bernd Nowoczyn
Dipl.-Ing. Uwe Pietryga
Dipl.-Ing. Horst Richter
Dipl.-Ing. Frank Rupp
Dipl.-Ing. Antonio Schmidt
Dipl.-Ing. Martin Schubring
Dipl.-Ing. Siebelt Siuts
Dipl.-Ing. Holger Strohbach
Dipl.-Ing. Michael Ziethen

Herausgegeben 26.April 2013
Neues Layout im April 2017

Ansprechpartner HTG-Fachausschuss für Hafenumschlagtechnik (AHU) unter:
<https://www.htg-online.de/fachausschuesse/hafenumschlagtechnik/mitglieder-kontakt/>

Der Bericht ist online abrufbar unter:
<https://www.htg-online.de/fachausschuesse/hafenumschlagtechnik/veroeffentlichungen/das-blaue-buch/>



Veröffentlichung:

- Binnenschifffahrt
Schiffstechnik – Wasserstraßen – Häfen – Logistik
Juli 2013 Nr. 7
- HANSA
International Maritime Journal
November 2013 Nr.11



Schräglaufräfte an Schienenfahrwerken von Containerbrücken

Die Schräglaufräfte und die sich aus den Fahrbewegungen der Containerbrücke und Katze sowie infolge Betriebswind ergebenden Horizontalkräfte quer zu den Kranschiene waren nach den langjährigen Erfahrungen mit etwa 10% der vertikalen Radlasten abgedeckt.

In den Empfehlungen der EAU 2004 des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ für die Bemessungen von Kaikonstruktionen wird ebenfalls auf diesen charakteristischen Wert für Planungszwecke verwiesen.

Die formale Berechnung der Schräglaufräfte nach den einschlägigen Normen führt dagegen bei großen Containerbrücken mit hohen Radlasten und mit Schienenfahrwerken bis zu 12 Rädern pro Ecke, zu extrem hohen rechnerischen Horizontalbelastungen an Fahrwerken und Kranschiene. Die tatsächlichen kraft- und formschlüssigen Verhältnisse an den langen und hochbelasteten Fahrwerken weichen von den theoretischen Voraussetzungen stark ab, die den Normen zugrunde liegen. Es wird deshalb eine praxisnahe Obergrenze für die Ermittlung der Schräglaufräfte vorgeschlagen.

Die Schräglaufräfte nach DIN 15018 und neuerer Vorschriften wie EN 13001 und EN 15011 werden aus auftretenden Querschleupfräften, die sich beim Fahren unter einem Schräglaufwinkel zwischen den Laufrädern und dem Schienenkopf ergeben, ermittelt. Der Schräglaufwinkel ergibt sich neben Verschleiß und Toleranzen hauptsächlich aus der Differenz der Laufradbreite zwischen den Spurkränzen und der geringeren Schienenkopfbreite. Der Zusammenhang des Reibwertes aus Querschleupf und des Schräglaufwinkels basiert auf umfangreichen Untersuchungen zwischen Rad und Schiene und liegt einheitlich allen neueren Vorschriften zugrunde. Die Containerbrücke als starrer Körper dreht sich dabei mit dem Schräglaufwinkel um den momentanen Gleit-Pol, der abhängig von der Schwerpunktlage zwischen den in Fahrtrichtung letzten Spurkranzrädern liegt. An den in Fahrtrichtung vorderen Laufradgruppen resultiert aus den Querschleupfräften eine formschlüssige Führungskraft. Sie hängt neben dem konstruktiven Aufbau des Schienenfahrwerkes, der Anzahl der Räder, der statischen Gestaltung des Tragwerkes hauptsächlich von der Größe der Radlasten ab.

Unter Berücksichtigung der am Fahrwerk auftretenden horizontalen elastischen Verformungen infolge der Spurführungskraft und Querschubkräfte an den Rädern, lässt sich eine praxisnahe Verteilung der Schräglaufräfte auf mehrere vorlaufende Radgruppen der Eckfahrwerke ermitteln. Ein Berechnungsmodell



zur Berücksichtigung der Verdrehsteifigkeiten der Fahrwerksgelenke wurde von Prof. Dr.-Ing. M. Krahwinkel für die Ermittlung der Schräglaufkräfte an großen Containerbrücken der neueren Generation entwickelt. Die Berechnung der Verdrehsteifigkeiten und die Verteilung horizontaler Fahrwerks- und Schienenbelastung setzt die Kenntnis von Konstruktionszeichnungen der Fahrwerke und der Kranfahrbahn voraus und ist relativ aufwendig. Die Steifigkeit des Tragwerkes der Containerbrücke oberhalb der Fahrwerke wird dabei nicht betrachtet.

Unterschiedliches Fahrverhalten resultierend aus einseitigem Anliegen der Laufräder, diagonalem Anliegen (Spießgang) der Laufräder, Einfluss von ungleichmäßigen Verschleißzuständen an Laufrädern und Schienen, Verschmutzung der Kranschienen und damit ungleichen Reibverhältnissen, Toleranzen in der Fahrwerksausrichtung und der Kranschienenverlegung bleiben in der Berechnung unberücksichtigt. Diese Einflussfaktoren die insbesondere an Containerbrücken mit längerer Betriebszeit auftreten können, sind in einer rechnerischen Ermittlung schwer zu erfassen.

Aus Vergleichsrechnungen nach EN 15011 an einer Anzahl unterschiedlicher Containerbrücken mit starren Fahrwerken hat sich eine Obergrenze der Schräglaufkräfte bei gleichmäßiger Verteilung der Spurführungs- und Radseitenkräfte auf **die vorlaufende Radgruppe bis zum Hauptanschlussbolzen des Eckfahrwerkes** von etwa 10% der vertikalen Radlasten ergeben.

Reicht die Genauigkeit der so ermittelten Schräglaufkräfte für eine wirtschaftliche Bemessung der Schienenfahrwerke und der wasserseitigen Kai sowie des landseitigen Kranbahnbalkens nicht aus, müssen die tatsächlichen Steifigkeiten der Fahrwerksschwingen berücksichtigt werden. In der Zeitschrift „Stahlbau“ 75 (2006), Heft 4 ist dazu von M. Krahwinkel ein entsprechendes Rechenverfahren mit Beispielrechnung veröffentlicht worden.