

**Hinweise zu Messungen von
vertikalen Eck- und Radkräften
an schienengebundenen
Hafenumschlaggeräten**

Bericht B 6

Ausschuß für Hafenumschlagtechnik

AHU

Hafenbautechnische Gesellschaft e. V.

HTG

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Vorbemerkung	5
2	Einführung	5
3	Planung der Messungen	6
	3.1 Meßmethoden	6
	3.1.1 Elektrische Kraftmessung	6
	3.1.2 Hydraulische Druckmessung mit Manometer	6
	3.2 Meßort	8
	3.3 Wahl der Unterstützungspunkte	8
	3.4 Störeinflüsse	10
	3.4.1 Einfluß elastischer Verformung	10
	3.4.2 Einfluß geometrischer Ungenauigkeiten	10
	3.4.3 Windeinfluß	10
	3.5 Meßaufbau	10
4	Durchführung der Messungen	12
	4.1 Vorgehensweise	12
	4.2 Allgemeine Hinweise	12

1 Vorbemerkung

Diese Hinweise sind keine vollständige Beschreibung oder Anleitung zur Durchführung der genannten Messungen. Sie verfolgen vielmehr die Absicht - falls solche Messungen erforderlich werden - den Beteiligten die wichtigsten Aspekte der Messungen aufzuzeigen, um sie in die Lage zu versetzen, die für den jeweils gegebenen Fall sinnvollen Messungen zu planen.

2 Einführung

Im Normalfall werden die von den Herstellern der Geräte theoretisch ermittelten vertikalen Stützkkräfte des Fahrwerkes der Bemessung der Kranfahrbahnen als Eck- und Radkräfte zugrunde gelegt. Dieses Vorgehen ist allgemein üblich und anerkannt.

Abweichungen der realen Stützkkräfte von den rechnerisch ermittelten Werten können sich ergeben aus

- Abweichungen des Eigengewichtes und der Schwerpunktlage
- Abweichungen der Verkehrslasten und ihrer Angriffspunkte
- nicht zutreffenden Windlastannahmen
- geometrischen Ungenauigkeiten von Gerät und/oder Kranfahrbahn im Zusammenhang mit deren Elastizitäten.

Eine Überprüfung der vertikalen Stützkkräfte des Fahrwerkes durch Messung nach der Aufstellung des Gerätes auf der Kranfahrbahn wird normalerweise nicht durchgeführt.

In Sonderfällen kann es erforderlich sein, die vertikalen Stützkkräfte vorhandener Geräte nachträglich durch Messung zu ermitteln:

- Bei fehlenden Angaben der vertikalen Stützkkräfte
- Bei baulichen Veränderungen an dem Gerät
- Bei Veränderungen an der Kranfahrbahn
- Zur Überprüfung der Ergebnisse der theoretischen Berechnung
- Zur meßtechnischen Ermittlung der Auswirkung der Vertikalelastizität von Gerät und Kranfahrbahn.

In den meisten Fällen sind die maximal auftretenden vertikalen Stützkkräfte von Interesse.

Diese sind dann unter Berücksichtigung aller im jeweiligen Fall möglichen Einflußgrößen zu ermitteln, wie Betriebsbelastung, geometrische Ungenauigkeiten, elastisches Verhalten, Wind, Massenkräfte.

3 Planung der Messungen

Für die Durchführung der Messungen sind folgende Punkte zu beachten:

3.1 Meßmethoden

Bei den Messungen wird zwischen der Erfassung von statischen und dynamischen Kräften unterschieden.

Nur in Sonderfällen wird man die dynamischen Stützkkräfte aus der Fahrbewegung des Gerätes messen müssen.

Es sind dann besondere Meßaufnehmer an den Radachsen zu installieren.

Für die Messung der statischen und der dynamischen Kräfte aus den übrigen Bewegungen können nachstehende Methoden angewendet werden.

3.1.1 Elektrische Kraftmessung

Die Messung über elektrische Kraftmeßdosen (z.B. mit Dehnungsmeßstreifen ausgerüstet) ist relativ genau.

Für den Geber kann mit einem maximalen Fehler von $\pm 0,5\%$ und für die Gesamtmessung mit einem Fehler von max. $\pm 2\%$ gerechnet werden.

Diese Meßmethode ist für statische und dynamische Messungen geeignet.

3.1.2 Hydraulische Druckmessung mit Manometer

Die Messung über Hydraulikdrücke ist mit relativ geringem Aufwand möglich. Sie beinhaltet jedoch Meßfehler infolge der Dichtungs- bzw. Manschettenreibung des Hubzylinders. Hinzu kommt die Instrumentenungenauigkeit des Manometers. Als Gesamtfehler muß bei Einsatz geeicher Meßeinrichtungen $\pm 5\%$ des Meßwertes erwartet werden.

Wegen der Trägheit des Anzeigerätes eignet sich dieses Verfahren nur für statische Messungen.

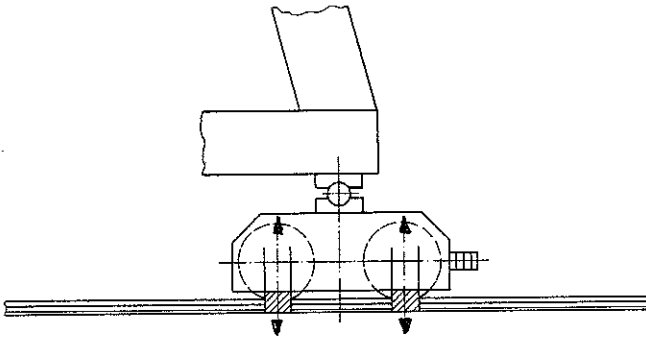


Bild 1: Unterstützung einer Schwinge

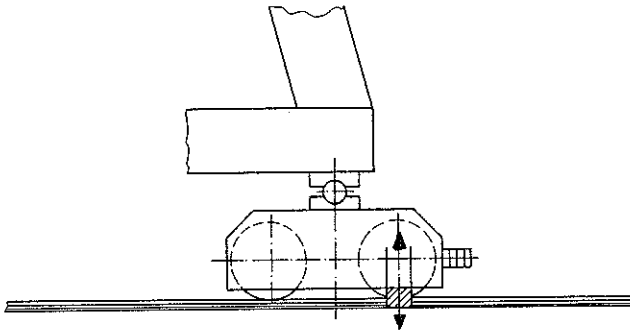


Bild 2: Unterstützung des Rades einer Schwinge

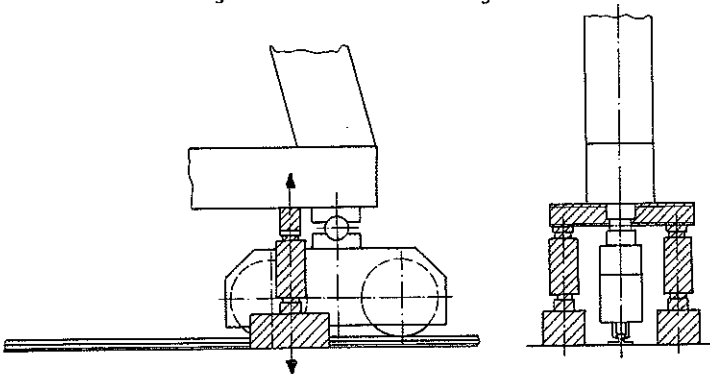


Bild 3: Unterstützung einer Ecke

3.2 Meßort

Es empfiehlt sich, für alle Messungen einen Meßort mit einer unter Belastung horizontalen ebenen Aufstandsfläche vorzusehen, da sonst aufwendige Umrechnungen der Meßergebnisse erforderlich werden.

Die üblichen Berechnungsverfahren zur Erfassung der vertikalen Stützkkräfte beinhalten u.a. als vereinfachende Annahme eine vereinfachte Massen- und Flächenverteilung (Schwerpunktlage).

Soll der Einfluß dieser Annahme auf das Berechnungsergebnis überprüft werden, muß auf jeden Fall ein Meßort mit einer unter Belastung horizontalen ebenen Aufstandsfläche gewählt werden.

3.3 Wahl der Unterstützungspunkte

In vielen Fällen wird es nicht möglich sein, den Berührungspunkt Rad/Schiene als Unterstützungspunkt für die Messung zu benutzen. Die dann gewählten Unterstützungspunkte sowohl am Gerät als auch auf bzw. neben der Kranfahrbahn sind hinsichtlich ihrer Eignung für die Aufnahme der Kräfte festigkeitsmäßig zu überprüfen. Es ist z.B. davon abzuraten, ohne vorherige Untersuchung bei einer Zweiradschwinge je eine Unterstützung am vorderen und hinteren Ende der Schwinge anzusetzen, da hierbei die Schwinge einer zu hohen Beanspruchung ausgesetzt werden könnte.

Es sollten möglichst die Stützkkräfte aller Räder einer Ecke gleichzeitig gemessen werden (Bild 1).

Bei Messungen an nur einem Rad einer Schwinge entsteht ein Fehler infolge der Lagerreibung der Räder und Schwingen.

In manchen Fällen kann ein solcher Fehler in Kauf genommen werden (Bild 2).

Als Unterstützungspunkte kommen z.B. die Radachsen oder die Radlagerungen in Frage.

Falls die Messung der einzelnen Radkräfte nicht möglich ist, wird die Stützkraft einer Ecke gemessen. Dabei sollte der Unterstützungspunkt am Gerät möglichst direkt oberhalb des Fahrwerkes liegen (Bild 3).

Wenn die Wirkungslinien der gemessenen Kräfte nicht mit denen der zu ermittelnden Rad- bzw. Stützkkräfte übereinstimmen, so sind entsprechende Umrechnungen durchzuführen.

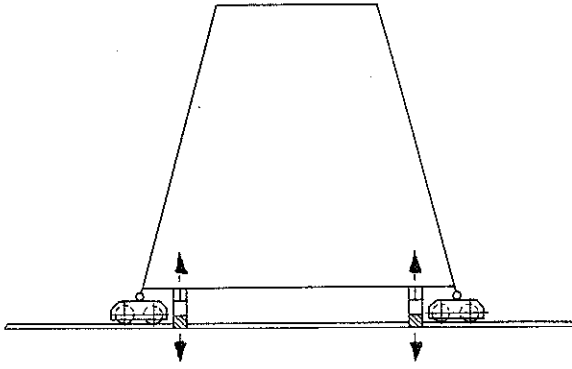


Bild 4: Unterstützung zweier nebeneinander liegender Ecken

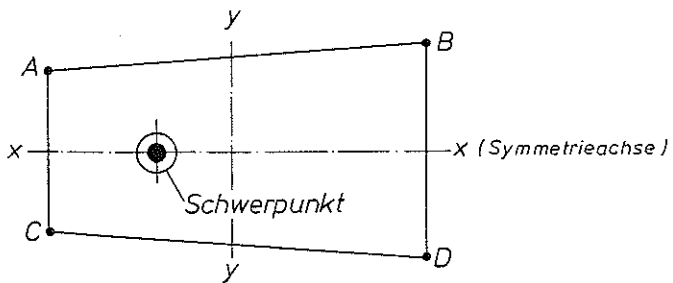


Bild 5: Symmetrieachse eines Kranes

3.4 Störeinflüsse

3.4.1 Einfluß elastischer Verformung

Um Meßfehler aus dem Einfluß elastischer Verformungen, insbesondere bei starren Konstruktionen, gering zu halten, ist die gleichzeitige Messung an zwei nebeneinanderliegenden Ecken anzustreben (Bild 4). Ist dies nicht möglich, sondern kann nur die vertikale Stützkraft einer Ecke gemessen werden, so sollte diese Ecke so wenig wie möglich angehoben werden.

3.4.2 Einfluß geometrischer Ungenauigkeiten

Der Einfluß von geometrischen Ungenauigkeiten im Tragwerk kann bei Geräten, die mindestens eine Symmetrieachse im Grundriß besitzen, ausgeschaltet werden. Dazu muß je eine Messung an den spiegelbildlich zur Symmetrieachse gelegenen Ecken durchgeführt werden. Der Gesamtschwerpunkt des Gerätes muß bei den Messungen auf der Symmetrieachse liegen (Bild 5).

3.4.3 Windeinfluß

Wenn der Wind keinen Einfluß auf die Messung der vertikalen Stützkräfte haben soll, müssen die Messungen bei Windstille durchgeführt werden.

Da dies meist nicht möglich ist, kann der Windeinfluß dadurch erfaßt und rechnerisch eliminiert werden, daß die Stützkraftmessung bei unterschiedlicher Windstärke und annähernd gleicher Windrichtung durchgeführt wird.

Windstärke und -richtung sind dabei zu messen.

Messungen bei umlaufenden Winden verschiedener Stärke sollten vermieden werden, da die Auswertung der Meßergebnisse schwierig und aufwendig ist.

3.5 Meßaufbau

Der Meßaufbau ist so einzurichten, daß nur die vertikalen Kräfte erfaßt werden. Bei Geräten mit Pendelstütze ist bei den Messungen auf eine sichere, die Messung nicht beeinflussende, seitliche Abstützung der angehobenen Stützen während der Messung zu achten (Bild 6).

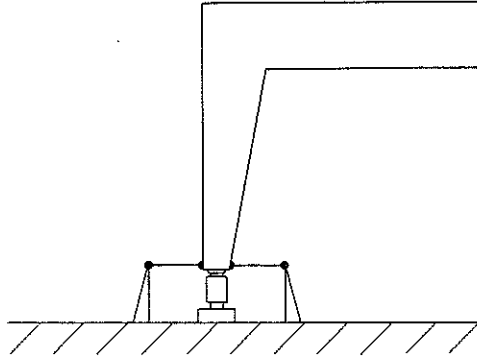


Bild 6: Seitliche Abstützung einer angehobenen Ecke

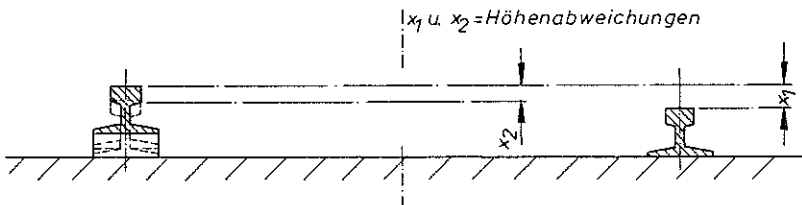


Bild 7: Höhenabweichung einer Schiene von der Soll-Lage

4 Durchführung der Messungen

4.1 Vorgehensweise

Für die Durchführung der Messung empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

- Festlegung des Meßortes entsprechend 3.2 und Festlegung der Unterstützungspunkte entsprechend 3.3.
- Durchführung von Messungen (Basismessungen) ohne Windeinfluß auf horizontaler ebener Aufstandsfläche. Hierbei werden die Radaufstandskräfte allein aus Eigengewichten und Verkehrslasten erfaßt. Evtl. vorhandene geometrische Ungenauigkeiten des Tragwerkes können nach 3.4.2 eliminiert werden.
- Ermittlung der max. auftretenden Stützkkräfte aus geometrischen Ungenauigkeiten (Höhenfehler). Hierbei ist die vorher festzustellende größte Höhenabweichung der Schiene von der Sollage zugrunde zu legen (Bild 7).
- Ermittlung der Auswirkung der Vertikal-Elastizität des Tragwerkes. Hierzu wird eine Ecke des Gerätes angehoben (hochgedrückt) und dabei die Stützkrafterhöhung in Abhängigkeit des Hubweges aufgenommen. Wenn die Elastizität der Kranfahrbahn nicht vernachlässigbar ist, muß die Absenkung der Kranfahrbahn gleichzeitig gemessen und entsprechend berücksichtigt werden.
- Erfassung des Windeinflusses auf die Größe der vertikalen Stützkkräfte durch verschiedene Meßzeiten bei unterschiedlicher Windrichtung. Windstärken und -richtungen sind zu messen.

4.2 Allgemeine Hinweise

- Es empfiehlt sich, statische und dynamische Messungen voneinander zu trennen.
- Die durchzuführenden Meßreihen sollten zwischen den beteiligten Fachleuten für Kran, Kranfahrbahn und Meßtechnik sorgfältig geplant und vorbereitet werden.

- Es ist eine eindeutige Aufgabenzuordnung vorzunehmen.
- Um die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse überprüfen zu können, ist eine ausreichende Anzahl gleicher Messungen durchzuführen.
- Die gewählte Meßanordnung muß vor Beginn der Messungen geeicht werden.

Herausgegeben am 01.08.1979

Neuaufgabe Dezember 1989