

Genaueres Messen mit mobilen Radlastwaagen

Kurzfassung des Berichtes P 1196. Gilt für alle Produkte!

1. Allgemeines

Dieser Bericht behandelt die allgemeinen Probleme bei der Verwendung von tragbaren Radlastwaagen. Er gilt als ergänzende Information zu den jeweiligen Bedienungsanleitungen.

2. Messanordnung

2.1 Mess-Modi

1. Wägen in einem Vorgang, d.h. so viele Waagen wie Räder (nur statisch)
2. Wägen Achse um Achse mit zwei Waagen (statisch und dynamisch)
3. Kombination

2.2 Höhenausgleich

Nahe beieinander liegende Achsen müssen während der Wägung auf dem gleichen Niveau sein, um erhebliche Messfehler zu verhindern. Zwei verschiedenen Ausgleichsmatten sind verfügbar:

- klein: Grösse wie Plattform der Waage (nur statisch)
- gross: 2.8 m lang. 0.87 m breit

2.3. Konfiguration entsprechend dem Kundenbedürfnis

- Hohe Genauigkeit (nur statisch): Wägen in einem Vorgang, d.h. so viele Waagen wie Räder oder zumindest wägen von Achsgruppen in einem Vorgang. Verbesserung der Genauigkeit durch kleinere Teilung der Waagen.
- Grosse Anzahl Fahrzeuge in kurzer Zeit: Achse um Achse mit zwei Waagen und 4 grossen Ausgleichsmatten, zwei vor und zwei nach den Waagen. Ev. mit Auswertegerät, um einen Protokollsreifen auszudrucken. Keine Verbesserung der Genauigkeit, wenn Waagen mit kleinerer Teilung verwendet werden!
- Stichproben mit minimalem Materialaufwand (nur statisch): Zwei Waagen und 4 kleine Ausgleichsmatten. Keine Verbesserung der Genauigkeit, wenn Waagen mit kleinerer Teilung verwendet werden!

3. Messfehler

3.1. Allgemeines

Der Messfehler einer Wägung hat zwei Ursachen: Die Radlastwaage selbst und die externen Einflüsse.

Der Fehler der Waage ist bekannter Weise der Unterschied zwischen dem angezeigten Gewicht und der wirklichen Last. Die Bestimmung des Fehlers der Waage erfolgt auf einem Prüfstand oder durch einen Feldtest auf einer geeichten Brückenwaage und einer geeigneten Prozedur.

Externe Einflüsse sind definiert als Einflüsse, welche die Last eines Rades oder einer Achse gegenüber Idealbedingungen vergrössern oder verkleinern. Idealbedingungen herrschen, wenn der Messplatz perfekt eben ist (Eisfeld), alle Federungselemente des Fahrzeuges sich in der reibungsfreien mittleren Stellung befinden, kein Bremsen, keine Fahrzeugschwingungen.

Merksatz: Auch die beste Waage kann nur messen was sie "fühlt".

Je nach Konfiguration sind die externen Einflüsse vernachlässigbar (Gesamtgewicht in einem Wägevorgang bestimmt) oder im schlechtesten Fall erheblich d.h. deutlich grösser als der Fehler der Waage (schlecht gewartetes Fahrzeug auf schlechtem Messplatz Achse um Achse gewogen).

Merksatz: Je mehr Waagen, desto genauer das Resultat!

Merksatz: Treten unerwartet hohe Messfehler auf muss unbedingt zuerst festgestellt werden, ob die Waage oder die externen Einflüsse verantwortlich sind!

3.2 Prüfen der Waage

Eine genaue Kontrolle der spezifizierten Genauigkeit ist nur auf dem Prüfstand möglich. Vergl. P 1133 für mehr Details. Es gibt aber auch gute Testmöglichkeiten im Einsatz.

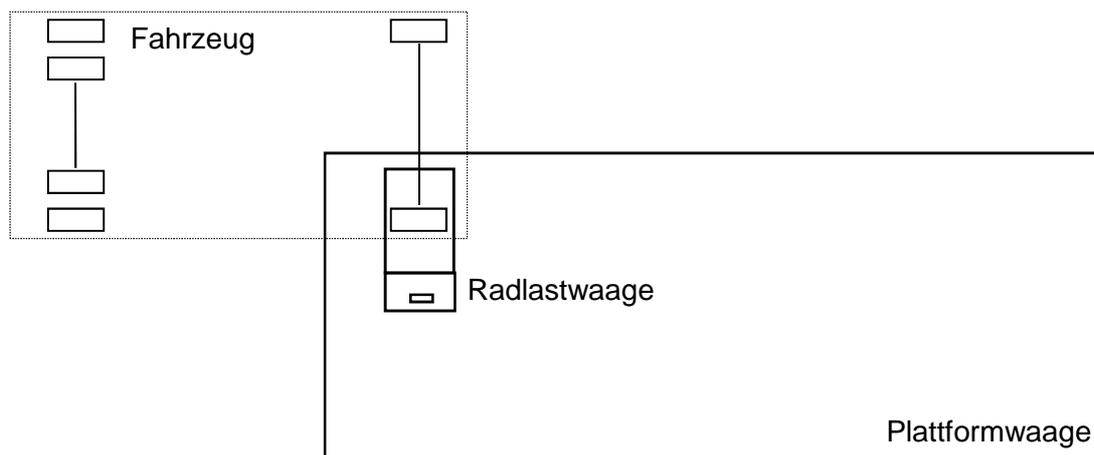
Vertauschen der Waagen:

Wenn zwei Radlastwaagen zu Verfügung stehen, kann die Anzeigegenauigkeit auf einfache Weise grob überprüft werden, indem eine Achse eines Fahrzeuges zweimal unter gleichen Bedingungen, jedoch mit vertauschten Waagen gemessen wird. Die Betriebsvorschriften müssen dabei genau eingehalten werden.

Kontrolle auf einer Brückenwaage (nur statisch):

Prinzip: Vergleichen der Anzeige der Radlastwaage mit jener einer geeichten Brückenwaage.

Merksatz: Diese Methode schliesst alle externen Einflüsse aus!



Fahrzeug mit bekanntem Gewicht (primär für dynamische Waagen):

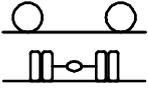
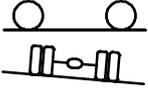
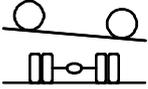
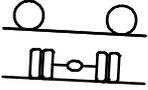
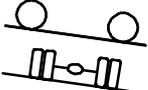
Prinzip: Ein Fahrzeug, welches so wenig wie möglich auf externe Einflüsse reagiert (2-Achser) wird auf einer geeichten Plattformwaage und anschliessend mit den Radlastwaagen gewogen.

3.3 Externe Einflüsse

3.3.1 Schrägstellung

Zwei Effekte:

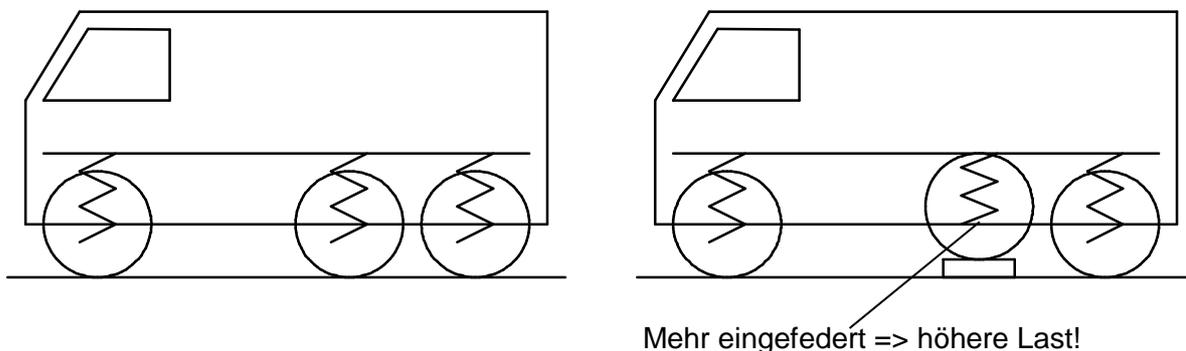
- Schwerpunktverschiebung zu den tiefer liegenden Rädern
- Die Gewichtskraft auf die Waage reduziert sich ganz geringfügig (-0.12% bei 5% Neigung)

Neigung \ Wägung		Gesamtgewicht	Achslast	Radlast
	längs 0% quer 0%	korrekt	korrekt	korrekt
	längs 0% quer 5%	korrekt	korrekt	fehlerhaft
	längs 5% quer 0%	korrekt	fehlerhaft	fehlerhaft
	total = 5%	korrekt	fehlerhaft	fehlerhaft
	total > 5%	fehlerhaft	fehlerhaft	fehlerhaft

Mehr Details unter P1094

3.3.2. Die Fahrzeugfederung

Die Last auf einer Achse hängt direkt von der Einfederung ab! Dies kann zu erheblichen Fehlern bei Fahrzeugen mit 3 oder mehr Achsen führen!



Fehler bis 1000 kg pro Achse sind im schlechtesten Fall möglich!

Merksatz: Bei Mehrfachachsen immer Höhenausgleichsmatten verwenden!

3.3.3 Reibung in der Federung

Die Höhe der Reibungskräfte hängen von der Konstruktion und vom Zustand des Fahrzeuges ab. Moderne und neue Fahrzeuge sind annähernd reibungsfrei, alte und schlecht unterhaltene Fahrzeuge mit verrosteten Federn können ohne weiteres 500 kg Reibung pro Achse erzeugen!

Merksatz: Schlecht gewartete Fahrzeuge erzeugen Messfehler!

3.3.4 Bremskräfte (nur statisch)

Bremskräfte verändern die Achslast! Nach dem lösen können Reibungskräfte zurückbleiben!

Merksatz: Im Moment der Wägung müssen die Bremsen gelöst sein!

3.3.5 Fahrzeugschwingungen (nur dynamisch)

Ein fahrendes Fahrzeug schwingt praktisch immer! Entsprechend variieren der Achslasten während der Fahrt!

3.3.6 Messplatz

Unebenheiten des Messplatzes erzeugen Schrägstellung, Federkompression/Expansion, Reibung und Schwingungen. Effekte siehe oben!

Merksatz: der Messplatz muss in Fahrtrichtung eben und ohne Neigung sein!

4. Wägen in der Praxis

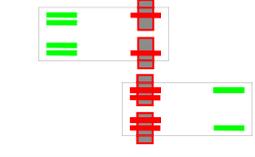
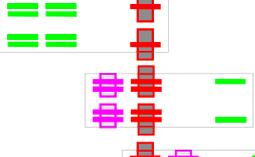
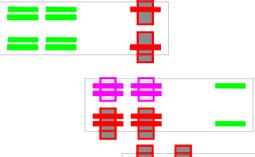
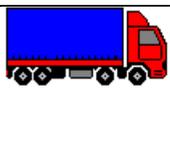
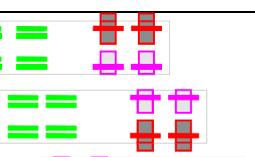
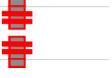
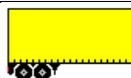
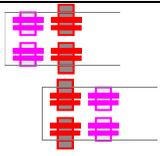
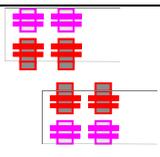
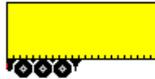
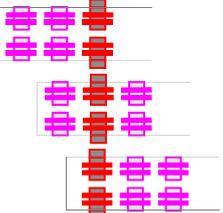
Die nächsten Seiten zeigen, wie mit 2, 4, 6, oder 8 Waagen gemessen wird und wie dadurch die Genauigkeit und die Bequemlichkeit beeinflusst werden. Die verwendeten Symbole bedeuten:

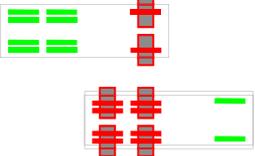
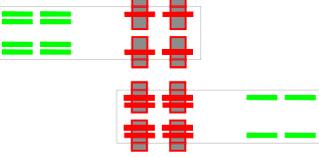
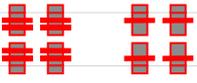
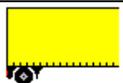
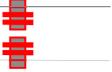
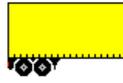
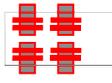
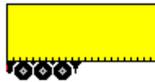
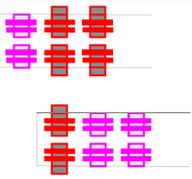
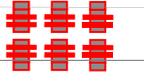
 : Rad auf Waage  : Rad auf Höhenausgleich  : Rad auf Strassenniveau

Nur die gängigsten Möglichkeiten sind aufgelistet.

Allgemeine Hinweise:

- Für die dynamische Wägung kann nur der Achs um Achs Modus verwendet werden.
- Für Anhänger gilt das gleiche, wie für Zugfahrzeuge mit gleicher Achskonfiguration.
- Sattelzüge werden als zwei separate Fahrzeuge behandelt, weil normalerweise nicht genügend Waagen für eine Messung in einem Vorgang vorhanden sind.
- Am bequemsten ist die Wägung mit 2 Waagen und 4 langen Ausgleichsmatten, weil diese während der Wägung nicht versetzt werden müssen, und weil das Fahrzeug jeweils nur mit einer Achse auf das Niveau der Waagen aufgefahren werden muss. Mit 4 oder mehr Waagen und mit kleinen Ausgleichsmatten wird es immer unbequemer, weil die einzelnen Elemente laufend umplatziert werden müssen und weil das Fahrzeug gleichzeitig mit mehreren Achsen auf das Niveau der Waagen aufgefahren werden muss.

Anz. Waagen / Fahrzeugtyp	Wägeprozedur	Bemerkungen
2 		<u>Modus:</u> Achse um Achse <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut
		<u>Modus:</u> Achse um Achse <u>Genauigkeit:</u> beeinflusst durch die Qualität des Fahrzeuges und des Platzes ^{2),3)} <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut ¹⁾
		<u>Modus:</u> Vordertachse, dann Hinterachsen rechts / links (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> gut <u>Bequemlichkeit:</u> unbequem
		<u>Modus:</u> Achse um Achse <u>Genauigkeit:</u> beeinflusst durch die Qualität des Fahrzeuges und des Platzes ^{2),3)} <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut ¹⁾
		<u>Modus:</u> Vorderachsen links / rechts, dann Hinterachsen rechts / links, (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> gut <u>Bequemlichkeit:</u> unbequem
		<u>Modus:</u> Achse <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut
		<u>Modus:</u> Achse um Achse <u>Genauigkeit:</u> beeinfl. d. die Qualität des Fz. und des Platzes ²⁾³⁾ <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut ¹⁾
		<u>Modus:</u> rechte / linke Seite ((nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> gut <u>Bequemlichkeit:</u> unbequem
		<u>Modus:</u> Achse um Achse <u>Genauigkeit:</u> beeinflusst durch die Qualität des Fahrzeuges und des Platzes ²⁾³⁾ <u>Bequemlichkeit:</u> sehr gut ¹⁾

Anz. Waagen / Fahrzeugtyp	Wägeprozedur	Bemerkungen
4 (6) (8) 		<u>Modus:</u> Ein Schritt (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> gut
4 		<u>Modus:</u> Vorderachse, Achsgruppe (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> gut ³⁾ <u>Bequemlichkeit:</u> gut
6 (8)		<u>Modus:</u> Ein Schritt (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> ziemlich gut
4 (6) 		<u>Modus:</u> Achsgruppe um Achsgruppe (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> gut ³⁾ <u>Bequemlichkeit:</u> gut
8		<u>Modus:</u> Ein Schritt (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> mittel
4 (6) (8) 		<u>Modus:</u> Achse <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> gut
		<u>Modus:</u> Achsgruppe (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> gut
4 		<u>Modus:</u> Achsgruppe, Achse (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> beeinfl. d. die Qualität des Fz. und des Platzes ²⁾ <u>Bequemlichkeit:</u> ziemlich gut
6 (8)		<u>Modus:</u> Achsgruppe (nur statisch) <u>Genauigkeit:</u> sehr gut <u>Bequemlichkeit:</u> ziemlich gut

1) Bei Verwendung von 4 langen Ausgleichsmatten

2) Der Einfluss der Messplatzunebenheit kann reduziert werden, indem die Waagen versetzt werden statt das Fahrzeug zu bewegen (vorwärts auf die Waage, rückwärts runter, dann Waagen versetzen. Gilt nur für statische Waagen)

3) Kurze Fahrzeuge (Abstand zur nächsten Achsgruppe weniger als 200 mal die Höhe der Waage): Die nicht gewogenen Räder sollten zur Verbesserung der Genauigkeit auch unterlegt werden