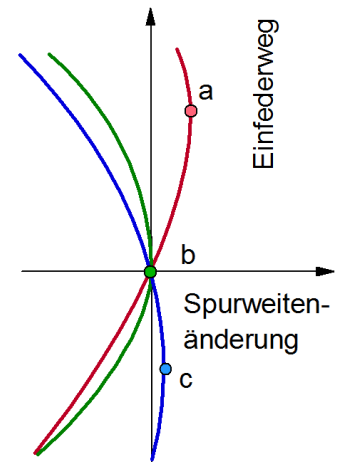


Prüfstand zum Messen der Radhub- und Elastokinematik an Fahrzeugen

Situation

Für die Entwicklung von Radaufhängungen für Straßenfahrzeuge sind sehr komplexe Anforderungen bezüglich Fahrverhalten, Bauraumangebot und Fertigungskosten zu beachten. Dadurch ergeben sich besonders für Einzelradaufhängungen recht komplizierte Wechselwirkungen zwischen den Radstellungsgrößen und den an den Rädern wirkenden Kräften, welche durch die Radhub- und Elastokinematik bestimmt werden. Diese kinematischen Zusammenhänge werden meist durch Diagramme dargestellt, welche berechnete oder experimentell ermittelte Daten zusammenfassen. So zeigen zum Beispiel die in der ersten Abbildung gezeigten Verläufe der Spurweitenänderung über dem Einfederweg für Einzelradaufhängungen charakteristische Verläufe. Die Auslegung der Radhubkinematik für einen Personenkraftwagen erfolgt meist so, dass das eingefederte kurvenäußere Rad im Punkt a nur kleine seitliche Bewegungen aufweist und somit nur kleine Seitenkraftschwankungen zulässt. Nutzfahrzeuge und Kraftomnibusse benötigen diese Auslegung nicht, da sie wegen der hohen Schwerpunktlage nur kleine Querbeschleunigungen bei Kurvenfahrt aufweisen. Die Minimierung der Spurweitenänderung erfolgt bei diesen Fahrzeugen in der sogenannten Nulllage im Punkt b, um bei Geradeausfahrt und Fahrt mit großen Kurvenradien Kraftstoffverbrauch und Reifenverschleiß zu minimieren. Die Nulllage ist die statische Einfederung des Fahrzeugs, welche durch die Niveauregelung unabhängig von der Beladung konstant gehalten wird. Eine fehlerhafte Auslegung liegt vor, wenn am Rad im ausgefederten Zustand im Punkt c die Spurweitenänderungen minimal sind. Dies kann durch eine sogenannte Tieferlegung des Fahrzeugs verursacht werden.



Aufgabe

Für die Lehre und Forschung ist es sinnvoll, vorhandene Fahrzeuge bezüglich ihrer Radhub- und Elastokinematik experimentell zu untersuchen, möglichst im Rahmen einer üblichen Achsmessung ohne wesentliche Veränderungen am Fahrzeug. Bisher bekannte Verfahren sind zum Erreichen dieses Zieles kaum geeignet. Kinematic & Compliance-Prüfstände sind zu teuer und benötigen einen sehr großen Vorbereitungsaufwand. Die Messungen der Radstellungen mit Seilzugpotentiometern benötigen ebenfalls einen großen Vorbereitungsaufwand. Die Anwendungen von schnellen 3-D-Kamerasystemen, welche auf der Radscheibe angebrachte Marker optisch erfassen, sind nicht nur teuer, sondern erfordern einen großen zusätzlichen Aufwand bezüglich der Ermittlung von Symmetrie- und Fahrachse sowie Felgenschlag. Somit ist es naheliegend, zu untersuchen, ob sich mit einem handelsüblichen Fahrwerk-Analysesystem die Lagen der Radmittelpunkte ermitteln lassen, da diese Systeme ohne wesentlichen Aufwand die Zuordnung des Messsystems zum Fahrzeug ermöglichen.

Ergebnis

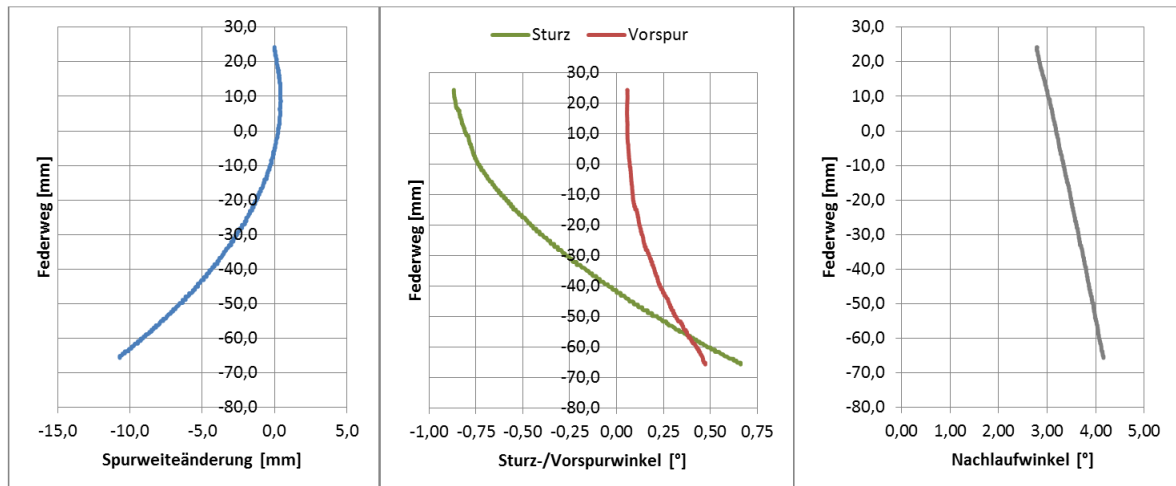
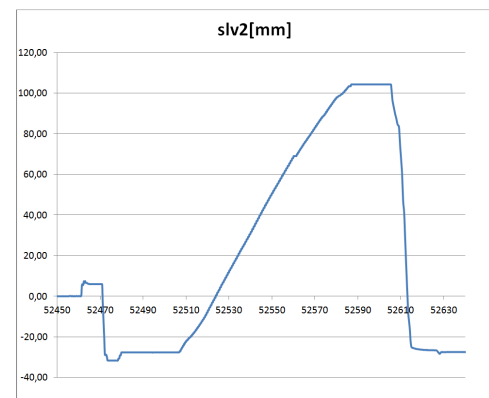
Im Rahmen der Modernisierung des Laborbereiches Achsmessung wurde ein Achsmessgerät BOSCH FWA 4630 beschafft. Dieses System besteht aus zwei Messgrößenaufnehmern (1), die gemäß der zweiten Abbildung beiderseits des Fahrzeuges im Bereich der B-Säule vorpositioniert werden. Über jeweils drei 2D-Kameras erfolgen die Feinpositionierung und die Zuordnung des Bezugssystems. Außerdem sind an jedem



Messgrößenaufnehmer zwei 3D-Kamera-paare angebracht, welche jeweils die reflektierenden Marken der vorderen oder hinteren am Rad befestigten Messtafeln (2) aufnehmen. Die erfassten Bilder werden über vier Ethernet-Kabel an den Computer (3) übertragen und verarbeitet. Zur Ermittlung der Höhen werden sechs über dem Fahrzeug an einem Messrahmen angebrachte potentiometrische Wegsensoren (4) durch Stahlseile an den vier Radausschnitten des Fahrzeuges und den Messtafelhaltern an den untersuchten Rädern gekoppelt. Die Messwerte werden auf ein Messwerterfassungssystem (5) übertragen. Zur Realisierung der Radhübe wurde der vorhandene manuelle hydraulische Grubenwagenheber gemäß der dritten Abbildung modifiziert. Beide Tragteller wurden durch Neuanfertigungen mit integrierten Kraftsensoren (6) ersetzt. Zum Erreichen der Einfederungen werden zwei Druckluftzylinder (7) angeordnet, welche über Gurtbänder das Fahrzeug nach unten ziehen. Zylinderdrücke und Tragtellerkräfte werden ebenfalls vom Messwerterfassungssystem (5) erfasst. Außerdem werden derzeit Vorrichtungen zur gezielten Einleitung von Seiten- und Längskräften in die beiden Räder erprobt.



Einrichten und Grundmessung benötigen mit dem Achsmessgerät FWA 4630 weniger als 10 min. Zur Ermittlung der Verschiebungen und Verdrehungen des Radmittelpunktes ist vor dem Start des Programmes ein Schalter zur Aktivierung der Protokollfunktion zu setzen. Damit werden alle ermittelten Radstellungswerte in Zeitintervallen von ca. 0,2 s in eine html-Datei geschrieben. Zur Durchführung der Messung der Radhubkinematik ist die Achseinstelloption für die betreffende Achse zu nutzen. Bevor die Gurte der Druckluftzylinder angebracht werden und anschließend Druckluftzylinder und Wagenheber betätigt werden, ist die Speicherfunktion des Messwerterfassungssystems (5) zu starten. Die Messwerte der Weg-, Kraft- und Drucksensoren werden simultan in einem Zeitintervall von ca. 0,01 s in eine txt-Datei geschrieben. Um eine einheitliche Zeitbasis zu bekommen werden vor den Messungen die Computerzeiten über ein Ethernetkabel synchronisiert. Das Messwerterfassungssystem (5) dient dabei als Server, der FFA 4630-Computer (3) als Client. Nach Beendigung der Messung an einer Ach-



se können eine etwa 10 MB große html-Datei und eine etwa 2 MB große txt-Datei von den Computern übernommen werden. Diese werden durch zwei EXCEL-VBA-Programme in einheitliche ASCII-Dateien mit festem Zeitintervall von 0,1 s konvertiert. Über ein weiteres EXCEL-VBA-Programm erfolgt dann die Zuordnung und Auswertung der Daten. Beispielsweise wird in der vierten Abbildung die Höhenkurve des vorderen linken Radausschnittes eines Kompakt-Pkw in den Abschnitten unbelastet, Absenken mit Druckluftzylinder, Ausheben durch hydraulischen Wagenheber und Absenken durch Lösen des Wagenhebers dargestellt. Die beiden Höhenänderungen an den Radausschnitten dienen als Bezug für die Kennlinien der Radhubkinematik. In der fünften Abbildung sind beispielsweise ermittelte Radstellungsverläufe für die Vorderachse des untersuchten Pkw dargestellt. Fehler welche durch die Neigung des Fahrzeuges um die Querachse des Fahrzeuges entstehen, werden auf Grundlage der gemessenen Höhen der Radausschnitte korrigiert. Damit ist ein kostengünstiger Prüfstand für die Ermittlung der Radhub- und Achskinematik verfügbar.

Stichworte/Deskriptoren

Fahrzeug, Radaufhängungen, Achsmessung, Kinematik,

Projektleitung und -durchführung

Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Müller, Henri Heinlein, Telefon 0375 536 3382,