

Aktiver Sitzkomfort

➤ **Gemeinschaftsprojekt innerhalb der DaimlerChrysler AG**

➤ **Aktive Schwingungsunterdrückung für Nutzfahrzeuge**

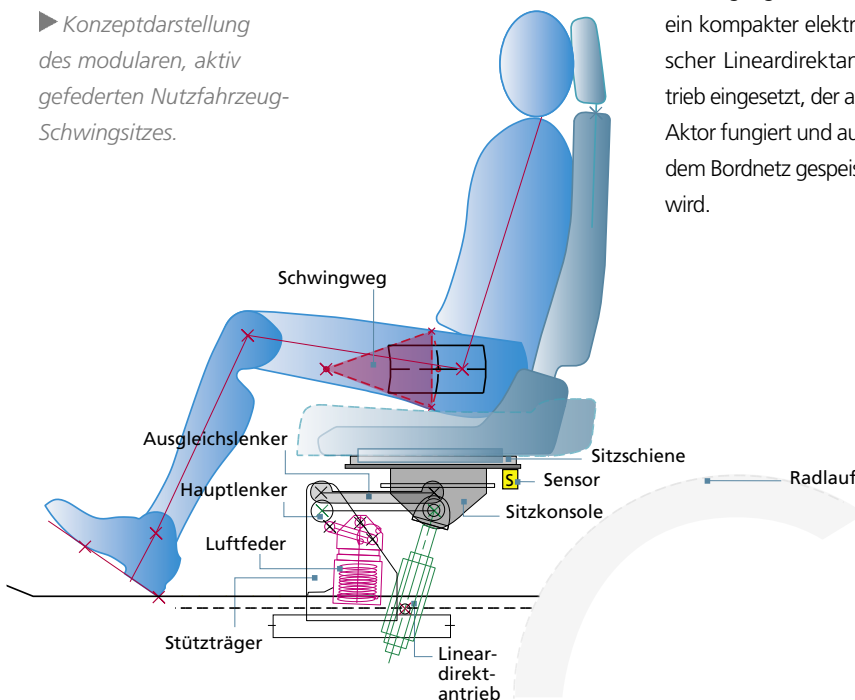
➤ **dSPACE-Prototyping-System beschleunigt Entwicklung der Reglerstruktur**

Die DaimlerChrysler Forschung und die Lkw-Vorentwicklung des Konzerns haben in einem Gemeinschaftsprojekt ein mechatronisches Lkw-Sitzsystem entwickelt. Es soll den Lkw-Fahrer von störenden Schwingungen befreien, denen er während der Fahrt ausgesetzt ist. Ein dSPACE-Prototyping-System auf Basis eines DS1005 PPC Boards verhalf zu schnellen Ergebnissen bei der prototypischen Entwicklung und Verifikation einer entsprechenden Reglerstruktur. Der modulare Aufbau des Sitzsystems erlaubt darüber hinaus eine vielfältige Verwendung des Basissitzmodells, wodurch die Teilvielfalt verringert werden konnte.

Mechatronische Konzeption

Die Sicherstellung einer guten physischen und psychischen Verfassung des Lkw-Fahrers ist ausschlaggebend für seine Leistung und Ausdauer am Steuer. Dem Fahrersitz kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. In herkömmlichen passiven Sitzsystemen für Nutzfahrzeuge kommen Federn und Dämpfer zur Schwingungsisolierung zum Einsatz. Weil sich der Sitzkomfort bei passiv gefederten Sitzen kaum noch verbessern lässt, wurde im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes eine aktive Sitzfederung für Nutzfahrzeuge entwickelt, bei der ergänzend zu den Feder-Dämpfer-Elementen Aktoren eingesetzt werden. Die passive Abstützung des Sitzes erfolgt über eine in das Schwinggestell integrierte Luftfeder, die einerseits Schwingungen kompensiert und andererseits die Sitzhöhenverstellung übernimmt. Parallel dazu wird zur aktiven Schwingungsisolierung ein kompakter elektrischer Lineardirektantrieb eingesetzt, der als Aktor fungiert und aus dem Bordnetz gespeist wird.

► *Konzeptdarstellung des modularen, aktiv gefederten Nutzfahrzeug-Schwingsitzes.*



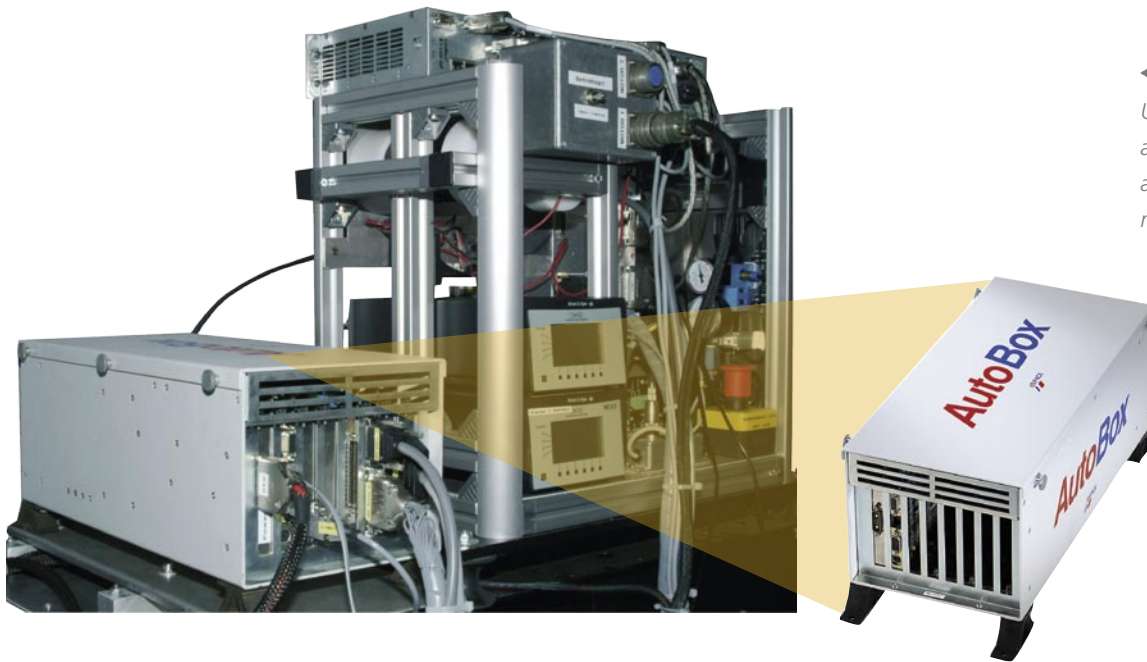
▲ *Der Prototyp der aktiven Sitzfederung integriert in eine Fahrerkabine.*

Modulare Bauweise

Neben einer guten Schwingungsisolierung war die modulare Bauweise eine maßgebliche Anforderung an die Konzeption des Sitzsystems. Danach sollte das Sitzgrundgestell sowohl den Einbau der neuen aktiven Sitzfederung als auch der herkömmlichen passiven Sitzfederung zulassen. Außerdem musste das modulare Sitzsystem in verschiedenen Lkw-Bauweisen mit unterschiedlichen Bodenstrukturen und Radläufen einsetzbar sein.

Modellbasierter Reglerentwurf

Der Entwurf einer geeigneten Sitzregelung, die die Schwingungsisolierung im Vergleich zu passiven Schwingsitzen deutlich verbessert, erfolgte vollständig modellbasiert. Bei



◀ Experimentelle Untersuchung des aktiven Sitzsystems auf dem Prüfstand mit dSPACE AutoBox.

der Optimierung der Regelung wurden wesentliche Anforderungen berücksichtigt, zum Beispiel die Minimierung der menschlichen Schwingungsbelastung bei akzeptabler Relativbewegung zwischen Sitz und Fahrerhausboden. Die Regelung benötigt als Messinformation lediglich die Beschleunigung und Relativbewegung des Sitzes und erweist sich gegen-

„Das dSPACE-System erlaubte uns, verschiedene Reglerkonzepte schnell und unkompliziert zu implementieren. Mit ControlDesk konnten wir während des Betriebs die Reglerparameter feinabstimmen und relevante Größen erfassen.“
Simon Kern

über Insassen unterschiedlichen Gewichts und veränderten Körperhaltungen als äußerst robust. Ein Beschleunigungssensor liefert die Informationen zum Bewegungszustand des Sitzes.

Schnelle Ergebnisse mit dSPACE

Die Reglerstruktur wurde mit MATLAB®/Simulink® grafisch entworfen und mit dem Streckenmodell zunächst offline simuliert. Danach wurde die Reglerstruktur durch dSPACE-Hardware ersetzt. Das DS1005 PPC Board hat die Rechenleistung für unser Echtzeitsystem geliefert und diente als Schnittstelle zum I/O-Board. Das DS2201 Multi-I/O Board hat die benötigten Ein- und Ausgabesignale gemessen bzw. den Sollwert des Aktorstellsignals vorgegeben. Das DS3002 fungierte schließlich als Encoder Interface Board für die Erfassung der Relativbewegung.

Validierung des Reglerentwurfs im Versuch

Um die Einhaltung der Entwurfsvorgaben zunächst ohne ein reales Fahrzeugumfeld untersuchen zu können, wurden die Entwurfsergebnisse dann auf dem Schwingungskomfort-Prüfstand der DaimlerChrysler AG in Sindelfingen mit einem echten Fahrersitz, der Sensorik und der Aktorik online validiert. Anhand von Messungen auf dem Prüfstand und im späteren Fahrversuch konnte nachgewiesen werden, dass die aktive Sitzfederung die körperliche Belastung für den Lkw-Fahrer deutlich verringert. Die verbesserte Schwingungsisolierung führt allerdings zu höheren Relativbewegungen zwischen Sitz und Fahrerhausboden, die ungewohnt sind und in einem ersten Eindruck den subjektiv empfundenen Komfort beeinträchtigen.

Prof. Dr. Jürgen Maas
(ehemals DaimlerChrysler Forschung)
Fachhochschule Lippe und Höxter

Simon Kern
(ehemals DaimlerChrysler Forschung)
Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Hans-Christian Pflug
DaimlerChrysler, Lkw-Vorentwicklung

Helmut Porod
DaimlerChrysler, Lkw-Vorentwicklung
Deutschland