

# Feinfühligere Kabinenfederung

**Mehr Fahrkomfort und Variabilität durch  
hydropneumatisches Kabinenfederungs-System**

**AGRI  
TECHNICA**  
The World's No.1  
Halle 25 Stand L22



Stefan Thönes

*Variabel einstellbare hydropneumatische Federungssysteme erhöhen den Fahrkomfort spürbar. Zudem schützen sie den Fahrzeugführer vor gesundheitsschädlichen Stößen und Schwingungen.*

Hartes Abbremsen, raues Gelände und wechselnder Untergrund erzeugen in Land- und Baumaschinen harte Stöße und Schwingungen, die für Mensch und Maschine auf Dauer eine erhebliche Belastung darstellen. Um einen höheren Fahrkomfort für die Fahrzeugführer zu erreichen und sie vor unangenehmen Schwingungen zu schützen, wurden in der Vergangenheit verschiedene Systeme zur Federung der Fahrzeugkabine entwickelt. Zudem hat der Gesetzgeber im Jahr 2005 eine EU-Richtlinie erlassen, die seit diesem Jahr für alle Hersteller rechtsverbindlich ist. In dieser EU-Richtlinie (2002/44/EC) werden Grenzwerte für die Belastung der Fahrzeugführer durch Schwingungen festgelegt. Für Hersteller von Landmaschinen, Baumaschinen und Sonderfahrzeugen bedeutet dies, dass sie dem Thema Kabinenfederung besondere Aufmerksamkeit widmen müssen. Ein wichtiger Faktor ist bei diesem Thema ebenfalls, dass der Maschinenführer dank individuell gefederter Fahrzeugkabinen länger konzentriert arbeiten kann und somit die Produktivität deutlich steigt. Die Entwicklungen auf diesem Gebiet schreiten stetig voran. Hydropneumatische Federungssysteme bieten einen nahezu unerreichten

Komfort für Fahrzeugführer mobiler Arbeitsmaschinen. Außerdem sind kompakt gebaute Federungssysteme gegenüber äußeren Einflüssen weniger anfällig und können platzsparend angebracht werden. Diese hydropneumatischen Federungssysteme sind eine clevere Kombination aus Hydraulikzylinder, Membranspeicher, elektronischer Dämpfungsdrösel, Sensorik sowie Steuereinheit. In der Praxis befinden sich an jeder Ecke der Kabine Kabinenfederungselemente, wie beispielsweise das HYDAC Kabinenfederungselement FDE 2. Bei diesem hydropneumatischen System spielt die Sensorik eine besondere Rolle. Statt eines externen Sensors arbeitet im Hydraulikzylinder ein integrierter Wegemess-Sensor, der dem Steuergerät kontinuierlich die genaue Ausfahrhöhe der jeweiligen Kolbenstange meldet. Außerdem werden Funktionswerte wie beispielsweise Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigungs- und Bremskraftwerte sowie Fahrtrichtungswerte gemeldet. Diese Werte liefern die Basisdaten, damit das Steuergerät mithilfe eines hydraulischen Steuerblocks die Kolbenstangen simultan stets in der Mittelstellung halten kann. Dadurch wird auch bei Änderung des Beladungszustands, wechselndem Untergrund oder Kurvenfahrten ein kontinuierlich hoher Fahrkomfort erreicht.

## Die Dämpfung wird dem Einsatzprofil angepasst

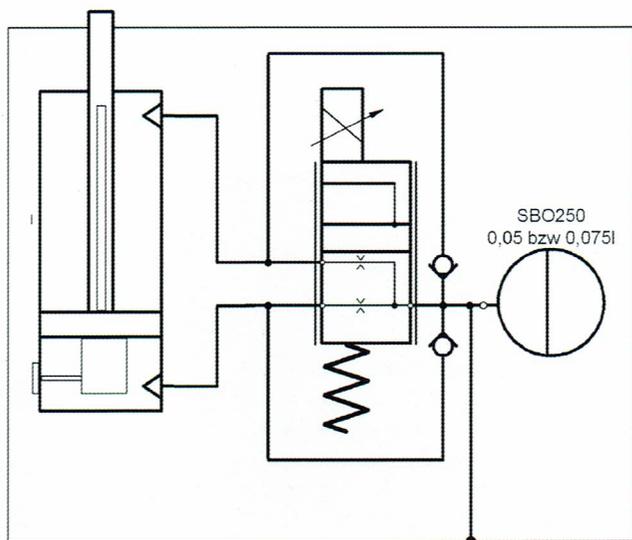
Das System von HYDAC ermöglicht zudem einen individuell einstellbaren Federungskomfort. Bisher mussten sich Fahrzeughersteller auf eine Einstellung für Feder und



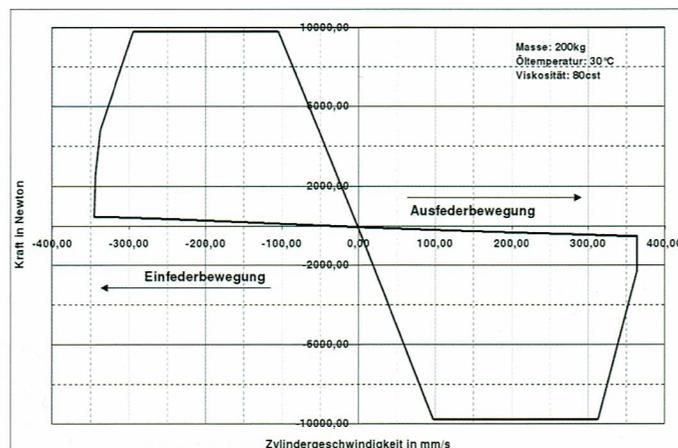
## Summary

One solution to eliminate stress on the driver is the HYDAC hydropneumatic cab suspension system. It offers a very comfortable suspension and above all a free adjustable damping rate. The system consists of a hydraulic cylinder, the hydraulic accumulator, the proportional needle valve, the linear position system and the console unit. Four Cab Suspension units are located at each corner of the cab. The linear position measuring system and other sensors play an important part in this hydropneumatic system. It is integrated in the hydraulic cylinder and controls the vertical position of each cylinder. In combination with speed-up data, brake force, driving direction information and the help of a hydropneumatic control block, the control unit keeps the hydraulic cylinders in the middle position.

Stefan Thönes, Marketing Services,  
HYDAC Service GmbH, Saarbrücken



Aufbau der semi-aktiven Ausführung



Beispiel eines Dämpfungskennfeldes für semi-aktive Ausführung

Dämpfer ab Werk festlegen. Dieser Kompromiss wird mit dem auf dem FDE Kabinenfederungselement von HYDAC basierendem System überflüssig, da der Maschinenführer die Dämpfungsrate je nach Einsatzprofil des Fahrzeugs variabel anpassen kann (Semi-aktive Ausführung). So kann das Fahrzeug im Feld ebenso effektiv arbeiten wie auf der Straße oder im Wald. Im täglichen Fahrbetrieb werden Reduzierungen der vertikalen Beschleunigungswerte von bis zu 40 % erreicht. Das daraus resultierende sehr ruhige Fahrverhalten und der hohe Komfort entlasten den Fahrzeugführer. Er kann sich so besser auf seine eigentliche Arbeit mit der mobilen Maschine konzentrieren. Dies ermöglicht konzentriertes Arbeiten auch über längere Zeiträume und damit eine höhere Produktivität. Das eigentliche Herzstück der Kabinenfederung von HYDAC ist das Kabinenfederungselement FDE 2. Das Besondere an diesem System ist die Verschmelzung von Feder und Dämpfer im Kabinenfederungselement. Mit dem speziell für diese Anwendung entwickelten reibungsarmen Federungszyylinder wird ein optimales Ansprechverhalten der Federung erzielt. Dank des integrierten Wegmesssystems mit den HYDAC Wegmesssensoren HLT 1000 und der Niveauregulierung stehen immer die vollen Federwege zur Verfügung. Das Federdämpfungssystem wird zusätzlich auf die jeweilige Eigenfrequenz des Trägerfahrzeugs eingestellt. Mit der Abstimmung der Federkennlinie und der Dämpfung wird die bestmögliche, auf

das Fahrzeug angepasste Federung abgebildet. Die niederfrequente Federauslegung sorgt dabei für höchsten Fahrkomfort. Der Traglastbereich pro Dämpfer liegt zwischen 150 und 300 kg. Dadurch können Kabinen mit einem Gewicht von bis zu 1 200 kg problemlos mit dem neuen Federungssystem ausgestattet werden. Bei der Konstruktion legt HYDAC großen Wert auf die Verwendung von Gleichteilen aus der Großserie. Dadurch kann das Kabinenfederungssystem zu marktgerechten Preisen angeboten werden. Wer das Kabinenfederungselement FDE2 erst einmal in Natura zu sehen bekommt, dürfte zunächst von seiner sehr kompakten Bauweise begeistert sein. Trotz seiner kompakten und dabei schlanken sowie verhältnismäßig langen Bauform erreicht das Kabinenfederungselement einen Federweg von 100 mm bei gerade einmal 377 mm Einbauhöhe.

Bis Kunden das Bauteil zu sehen bekommen, durchläuft es eine aufwendige Prozedur auf von HYDAC entwickelten Prüfständen. Nur Bauteile, die den hohen Herstelleranforderungen voll gerecht werden, kommen bis zur Endmontage. Bereits in der Entwicklungsphase arbeitet HYDAC mit Simulationsprogrammen (MATLAB Simulink) um bestmögliche Bauteileigenschaften zu erreichen. Diese Ergebnisse fließen unmittelbar in die CAD-Konstruktion ein. In Serie gehen nur Bauteile, die auf für das jeweilige Anwendungsprofil entwickelten Prüfständen ihre Praxistauglichkeit bewiesen haben. Letztendlich entscheiden sich



Kabinenfederungssystem mit integrierter Wegmessung und proportionaler Dämpfung

aber die meisten Hersteller für das hydro-pneumatische Steuerungssystem von HYDAC, da es neben dem hohen Komfort eine sehr geringe Schmutzanfälligkeit aufweist und der Zylinder sehr robust ist. Außerdem steht HYDAC seinen Kunden als starker Partner zur Seite: angefangen bei der Lieferung einzelner Komponenten bis zum Bau anwendungsspezifischer Einzelsysteme. HYDAC ist Entwicklungspartner. Das schließt Engineering-Support bereits in der Entwicklungsphase eines neuen Fahrzeugs auf Wunsch ausdrücklich mit ein.

HYDAC