Luftfederung

Die Luftfederung ersetzt in modernen Fahrzeugen die klassische Schraubenfeder aus Stahl durch ein System aus Luftbälgen, Kompressoren, Ventilen und Sensoren. Sie ermöglicht es, die Fahrzeughöhe und Federhärte stufenlos an unterschiedliche Fahrbedingungen anzupassen. Das Ergebnis ist eine Kombination aus hohem Komfort, präziser Fahrdynamik und bedarfsgerechter Bodenfreiheit – unabhängig von Beladung oder Straßenbeschaffenheit.

Funktion

Eine Pkw-Luftfederung ersetzt die herkömmlichen Stahlfedern durch flexible Luftbälge, deren Innendruck den Abstand zwischen Karosserie und Achse bestimmt. Wird mehr Luft in den Balg gepumpt, hebt sich das Fahrzeug; wird Luft abgelassen, senkt es sich ab. Der Luftdruck wird dabei über einen Kompressor und ein elektronisches Regelventilsystem gesteuert. Sensoren überwachen permanent das Fahrzeugniveau und die Belastung. Auf diese Weise kann die Federung den Aufbau des Fahrzeugs stabilisieren und die Höhe automatisch oder manuell anpassen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Luftfedersystemen.

Bei offenen Systemen saugt der Kompressor Umgebungsluft an, verdichtet sie und leitet sie direkt in die Luftfedern. Beim Absenken wird überschüssige Luft an die Umgebung abgegeben. Diese Bauweise ist technisch einfacher und kostengünstiger, der Kompressor muss jedoch häufiger arbeiten, was zu höherem Energieverbrauch und größerem Verschleiß führt.

Geschlossene Systeme halten die Druckluft dagegen intern im System. Sie arbeiten mit einem geschlossenen Kreislauf und verfügen häufig über einen Vorratsbehälter, der als Druckspeicher dient. Dadurch kann die Luft zwischen den Federbälgen und dem Speicher umverteilt werden, ohne dass Außenluft ein- oder austritt. Das ermöglicht schnellere Reaktionszeiten, leiseren Betrieb und geringeren Energiebedarf.

In beiden Varianten bilden die Luftfedern aus hochfestem Elastomer das zentrale Element. Sie übernehmen die Funktion der Stahlfedern, während Ventilblock, Sensorik und elektronische Steuerung den Druck und damit die Fahrzeughöhe regulieren. Höhen- und Beschleunigungssensoren messen kontinuierlich Fahrzustand, Beladung und Geschwindigkeit. Eine zentrale Steuereinheit passt den Luftdruck in Millisekunden an die jeweiligen Bedingungen an.

Je nach Ausführung kann die Luftfederung die Fahrzeughöhe automatisch konstant halten (Niveauregulierung) oder sie gezielt variieren: Bei hohen Geschwindigkeiten wird das Fahrzeug zur Verbesserung der Aerodynamik abgesenkt, im Gelände oder bei hoher Beladung angehoben. Damit ist die Bodenfreiheit kein fixer Wert, sondern ein steuerbarer Parameter, der sich den Fahrbedingungen anpasst.

Bei vielen Modellen ist die Luftfederung zusätzlich mit einem adaptiven Dämpfersystem gekoppelt. Das Zusammenspiel von variabler Federhärte und elektronisch geregelter Dämpfung sorgt für eine optimale Balance zwischen Komfort und Fahrstabilität.

Sicherheit

Luftfederungen tragen in vielerlei Hinsicht zur Fahrstabilität und Sicherheit bei. Systeme mit automatischer Niveauregulierung halten das Fahrzeug unabhängig von Beladung stets auf optimaler Höhenlage und sorgen damit für konstante Achslasten und ausgewogene Balance. Das verbessert die Fahrstabilität und die Reproduzierbarkeit des Bremsverhaltens. In Kurven reduziert die Luftfederung die Seitenneigung, bei hohen Geschwindigkeiten senkt sie die Karosserie ab, um den Luftwiderstand zu verringern.

Einfachere Varianten ohne automatische Regelung ermöglichen zumindest eine manuelle Anpassung des Fahrzeugniveaus – etwa zur Stabilisierung bei Anhängerbetrieb oder ungleichmäßiger Beladung. Bei Geländefahrzeugen kann das System das Fahrzeug zudem anheben, um die Bodenfreiheit zu erhöhen und den Unterboden zu schützen.

Umweltschutz

Eine abgesenkte Fahrzeughöhe auf der Autobahn senkt den Luftwiderstand und damit den Energieverbrauch – sowohl bei Verbrennern als auch bei Elektrofahrzeugen. Der gleichmäßige Fahrkomfort schont Reifen und Fahrwerksteile, was den Materialverschleiß reduziert und Ressourcen spart. Geschlossene Systeme mit Vorratsbehälter arbeiten zudem besonders energieeffizient, da der Kompressor seltener anspringen muss.

Werterhalt

Da die Luftfederung für gleichmäßige Belastung aller Achsen sorgt, reduziert sie langfristig den Verschleiß an Fahrwerks- und Karosseriekomponenten. Fahrzeuge mit Luftfederung gelten als besonders komfortabel und wertstabil. Regelmäßige Wartung ist jedoch entscheidend: Druckverluste, undichte Leitungen oder gealterte Luftbälge können zu Fehlfunktionen führen und den Komfort mindern. Aufgrund der komplexeren Bauweise sind Reparaturen teurer als bei konventionellen Federungen, was insbesondere bei älteren Fahrzeugen zu berücksichtigen ist.





ZF Group

Continental

Quelle: https://www.mein-autolexikon.de/lexikon/fahrwerk/luftfederung