

## ■ Druck unter Kontrolle

Seit kurzem sind in der EU Reifendrucksensoren bei Neuwagen Pflicht. Die Fahrzeughersteller nutzen zwei unterschiedliche Systeme.

Die Überprüfung des Reifendrucks gehört zu den ungeliebten Tätigkeiten des Autofahrers. Meist muss man dazu nach dem Tanken an eine andere Servicebucht fahren und holt sich dann beim Hantieren mit Ventilkappen und Reifenfüllmessgerät auch noch schmutzige Finger. Bequem geht anders. Da verwundert es nicht, dass jeder vierte Autofahrer – so eine aktuelle Umfrage der Dekra – den Reifendruck nur einmal im Halbjahr kontrolliert. Dabei gehören Reifenschäden zu den drei häufigsten Pannursachen, wegen denen der ADAC ausrücken muss. Drei Viertel dieser Reifenpannen sind laut dem Automobilclub Folge eines schleichenden Druckabfalls. Dass die EU beim Reifendruck regulatorisch eingegriffen hat, liegt aber primär am Ziel der Europäer, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Denn 0,5 bar zu wenig Reifendruck bedeuten einen Mehrverbrauch von 0,4 Liter pro 100 Kilometer – und damit einen höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

Laut der EU-Regelung müssen Neuwagen seit vergangenem November mit einem Reifendruckkontrollsystem (RDKS) ausgerüstet sein, das einen Druckabfall erfassen kann. Konkret: Innerhalb von zehn



Daimler

Seit November 2014 müssen Neuwagen in der EU den Reifendruck kontrollieren

können. Dafür kommen zwei verschiedene Systeme zum Einsatz.

Minuten muss das System eine Leckage eines warmen Reifens erkennen, innerhalb von 60 Minuten einen Druckverlust durch Diffusion. Abhängig von Fahrweise und Beladung erwärmt sich ein Reifen während der Fahrt um 20 bis 30 Kelvin; zehn Kelvin Erwärmung entsprechen einer Druckänderung von etwa 0,1 bar. Falls das RDKS nicht temperaturkompensiert arbeitet, misst es am warmen Reifen.

Auf dem Markt gibt es direkt und indirekt messende RDKS. Welche Technologie zum Einsatz kommt, entscheidet der Automobilhersteller. Die hierzulande auf die Modellreihen bezogen weniger verbreiteten indirekt messenden RDKS schließen aus den relativen Änderungen in der Drehzahl der Räder auf einen Druckverlust.

Da die Drehzahl beispielsweise für das Antiblockiersystem ohnehin gemessen wird, benötigen indirekte Systeme keine zusätzliche Hardware, sondern nur eine erweiterte Software in den Steuergeräten. Um aus der Drehzahländerung auf den Druck zu schließen, bedient sich die Elektronik zweier Effekte. Sinkt der Druck in einem Reifen, verringert sich sein Umfang. Ein sinkender Umfang bedeutet aber eine höhere

Drehzahl beim Abrollen, weil das betroffene Rad ja dieselbe Strecke wie alle anderen Räder zurücklegen muss. Die Elektronik vergleicht regelmäßig die Drehzahlunterschiede zwischen den vier Rädern. Steigt an einem Rad die Drehzahl gegenüber den anderen, interpretiert die Elektronik dies als Druckabfall und warnt den Fahrer. Ein gleichzeitiger Druckabfall in allen vier Reifen lässt sich aufgrund der Relativmessung jedoch nicht erkennen.

Daher kommt ein zweites Messverfahren zum Einsatz. Jedes Rad lässt sich während der Fahrt als schwingendes System aus Felge und Reifen auffassen, das beispielsweise aufgrund der Bodenunebenheiten auf und ab schwingt. Dieses System besitzt eine bestimmte Eigenfrequenz von rund 40 bis 50 Hertz. Verliert ein Reifen durch Diffusion Luft, ändert sich das Schwingungsverhalten des betroffenen Rads und damit dessen Eigenfrequenz. Die Elektronik muss laut Gesetzgeber so genau arbeiten, dass sie einen Abfall von 20 Prozent unter den Sollwert im warmen Reifen zuverlässig erkennt. In Absolutwerten entspricht das einer Änderung des Reifendrucks um 0,3 bis 0,4 bar bzw. einer Änderung der Eigenfrequenz um zwei bis drei Hertz.



Die Sensoren der direkt messenden Systeme sind häufig am Ventil angebracht. Die kapazitive Messung erfolgt mit einem chipbasierten winzigen Hohlraum, dessen parallel stehende Membranen als Kondensatorplatten dienen. Ändert sich der Druck, verändert sich der Abstand der Membranen und damit die Spannung des Kondensators.

Vorteil eines indirekten RDKS: Weil die Räder keine für die Druckmessung spezifische Elektronik enthalten, entstehen beim Wechsel der Räder keine zusätzlichen Kosten. Allerdings ist es erforderlich, die RDKS-Elektronik neu zu initialisieren, damit sie den Sollzustand kennt. Meist funktioniert dies mit einem einfachen Knopfdruck. Indirekt arbeitende Systeme benötigen oft etwas länger für die Messung als direkt arbeitende Systeme.

### Direkt vermessen

Direkte Reifendruckkontrollsysteme nutzen eine dedizierte Sensorik, die in das Rad integriert ist. Weit verbreitet ist die Variante, bei der die Sensorik auf der Innenseite des Ventils sozusagen auf der Felge sitzt. In jüngerer Zeit ist auch Sensorik auf den Markt gekommen, die auf die Innenseite der Reifenlauffläche geklebt wird. Hier zeigt sich bereits der Nachteil dieser Systeme: Sie müssen an Sommer- und Winterrädern sowie am Ersatzrad vorhanden sein, was die Anschaffung der Reifen sehr teuer macht.

Bei beiden Varianten eines direkt messenden RDKS besteht die Sensoreinheit aus einem Mikrocontroller mit integriertem Druck-, Temperatur- und Beschleunigungssensor. Druck- und Beschleunigungssensor arbeiten häufig kapazitiv. Die Sensoreinheit befindet sich zusammen mit einer Knopfzelle

und einer Funkantenne und deren Steuerung auf einer kleinen Leiterplatte. Alles zusammen hat etwa die Größe einer 1-Euro-Münze und steckt in einem Gehäuse, um die Elektronik vor Umwelteinflüssen zu schützen. Ein direkt messendes RDKS besitzt einen Temperatursensor und liefert daher bereits beim stehenden Fahrzeug und bei der Fahrt mit kalten Reifen zuverlässige Messwerte. Die absolute Genauigkeit der Messung beträgt beim Pkw in der Regel 0,1 bar.

Ist die Drucksensorik an die Innenseite der Reifenlauffläche geklebt, lässt sie sich für zusätzliche Funktionen nutzen. Viele sind allerdings noch in der Entwicklung. Im einfachsten Fall ist es möglich, die Angaben zum Reifentyp im Sensor zu hinterlegen. Dann kann die Bordelektronik gleich überprüfen, ob die montierten Reifen für das Fahrzeug zugelassen sind oder ob bei einem Winterreifen eine Höchstgeschwindigkeit zu beachten ist. Künftig soll für die Bordelektronik anhand der Sensordaten auch die Profiltiefe des Reifens oder der Beladungszustand des Pkw erkennbar sein. Um etwa den Beladungszustand zu erkennen, detektiert der Beschleunigungssensor den jeweils vorderen und hinteren Bodenkontakt des Reifens beim Abrollen. Hieraus lässt sich der Bereich des Reifens ermitteln, der während der Fahrt Kontakt zur Straße hat. Diese



Continental

Sensoren direkt messender Systeme, die an der Innenseite der Lauffläche befestigt sind, lassen sich auch nutzen, um den Beladungszustand des Fahrzeugs zu erkennen oder die Reifenspezifikation durch die Bordelektronik abrufbar zu machen.

„Aufstandsfläche“ dient als Maß für die Beladung des Fahrzeugs.

Bei korrektem Reifendruck verringert sich nicht nur der Spritverbrauch, sondern auch der Bremsweg, weil die Kraftübertragung zwischen Reifen und Fahrbahn ideal ist: Reifen sind so konstruiert, dass die Aufstandsfläche nur beim richtigen Innendruck optimal belastet wird. Ist der Innendruck zu niedrig, findet der Kraftschluss eher an den Randbereichen der Reifen statt und nicht mehr in der Mitte. So profitiert der Fahrer gleich doppelt vom Reifendruckkontrollsystem – durch weniger Spritkosten und mehr Sicherheit.

Michael Vogel