

Positions- und Winkelmessung im Automobil am Beispiel Cabrio

In Automobilen werden, für die Insassen nicht sichtbar, an vielen Stellen Positionen, Wege und Winkel erfasst. Die dafür benötigten Schalter und Sensoren befinden sich zum Beispiel im Motor, Getriebe, Fahrwerk, Türen, Spiegeln, Sitzen und Lenkung. Ihre seit Jahren kontinuierliche Zunahme wird im Wesentlichen getrieben durch die steigenden Anforderungen zur Reduktion von Benzinverbrauch und Emissionen, zur Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit und zur Verbesserung des Komforts für die Passagiere. Gemäß verschiedenen Studien beträgt heute der durchschnittliche Wert der Elektronik und Sensorik an den Gestehungskosten eines Automobils 25 – 30 % und wird auf ca. 45 % in 2012 wachsen.

Auch bei Cabriodächern fanden in den letzten Jahren große technologische Veränderungen statt. Bis vor etwa 10 Jahren waren Cabrios fast ausschließlich mit Stoffverdecken ausgerüstet, die von Hand entriegelt und geöffnet wurden. Auch das Verstauen des Verdeckes erfolgte manuell unter Klappen oder einer Persennig. Mit dem Mercedes SLK und dem Peugeot 206cc kam dann vor etwa 10 Jahren der Durchbruch von automatisch betriebenen Klappdächern.

Durch Betätigung eines Bedienschalters werden sie vollautomatisch entriegelt, bewegt und verstaut. Je nach Dachkonstruktion wird dabei eine Vielzahl von Bauteilen elektrohydraulisch und elektromotorisch bewegt. Durch-

schnittlich 10 Schalter und Sensoren pro Cabrio werden eingesetzt, um die Positionen der Einzelelemente in Dach und Karosserie zu erkennen und an die Steuerungselektronik zu melden.

Diese Elektronik steuert den Hydraulikpumpenantrieb, Ventile, Betätigungszylinder und Elektromotore. Beispielsweise darf die Betätigung des Dachs erst erfolgen, wenn Schalter oder Sensoren die elektromotorische Entriegelung am Frontscheibenrahmen gemeldet haben, im Heckbereich Abdeckklappen die gewünschte geöffnete Position einnehmen und bei bestimmten Dachkonstruktionen Sensoren melden, dass im Kofferraum kein Ladegut mit dem zurückklappenden Dach kollidieren kann.

Als Schalter in Cabrios werden speziell für den Automobileinsatz entwickelte und qualifizierte Mikroschalter eingesetzt. Sie schalten mechanisch betätigt und wegabhängig einen Stromkreis.

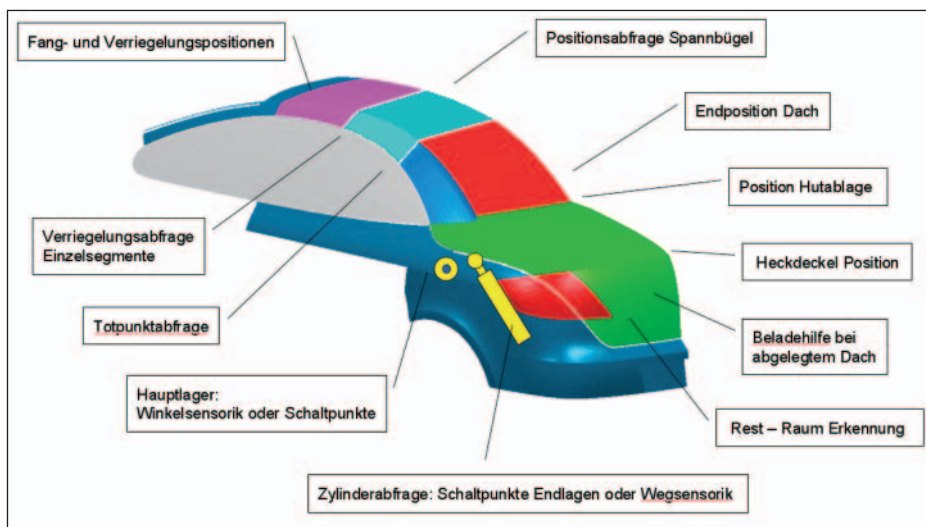
Sensoren basieren üblicherweise auf der Hall-Technologie. Als Näherungsschalter werden sie zum elektronischen berührungslosen Schalten und als kontinuierlich arbeitende Sensoren zum stufenlosen Erfassen von Wegen und Winkeln eingesetzt.

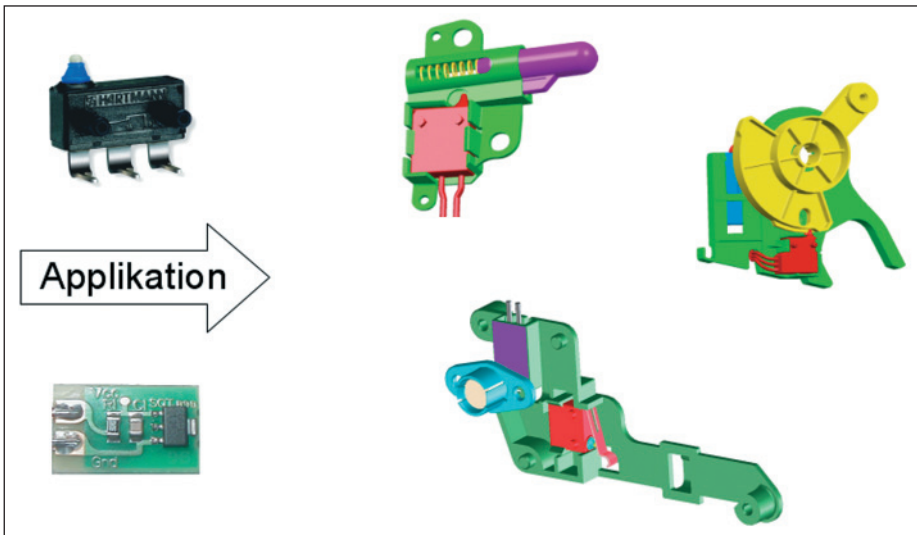
Mit einem Schalter oder einem Hall-Element allein kann ein Dachhersteller in der Regel wenig anfangen. Er benötigt sogenannte Applikationen. Das sind für ein spezielles Fahrzeug und für jede einzelne Bewegungsstelle individuell entwickelte Funktionseinheiten. Sie bestehen in der Regel aus einem Grundkörper, dem Schalter oder Sensor, einem Betätiger und dem Anschlusskabel mit Stecker. Derartige Applikationen werden von spezialisierten Automobilzulieferern entwickelt und geliefert.

Die Entscheidung, ob ein Schalter oder ein Sensor eingesetzt wird, ist abhängig von den Anforderungen an der Einsatzstelle. So sind Mikroschalter kostengünstig und sehr präzise. Mit wenigen Millimetern Baugröße können sie aber die mechanischen Toleranzen und die hohen Kräfte der Dachmechanik nicht ausgleichen und benötigen eine ausgleichende und schützende Applikation. Eine elektrische Überwachung der Kabel und Stecker zwischen Applikation und Steuergerät ist möglich, wenn am Mikroschalter ein Parallel- und Längswiderstand integriert wird, der dem Steuergerät das Erkennen von Kabelunterbrechung und Kurzschluss ermöglicht.

Hall-Sensorik ist mechanisch robuster, da das Schalten normalerweise berührungslos ohne mechanische Kräfte

▼ Schalter und Sensoren im Cabriolet





▲ Applikations-Varianten für Schalter und Sensoren

erfolgt. Auch die elektrische Überwachung der Hall-Elemente und der Verkabelung ist an Hand der typischen Ruhe- und Schaltströme möglich.

In den letzten Jahren werden in Cabrios verstärkt sogenannte vorgespannte Hall-Elemente als Näherungsschalter eingesetzt. In einem kompakten Gehäuse von ca. 10 mm Würfellänge liegt ein Hall-Element direkt auf einem Spezialmagneten auf und wird von dessen Magnetfeld beaufschlagt. Nähert sich ein metallisches Teil der Dachmechanik, so ändert sich das Magnetfeld in der Umgebung und damit die Durchflutung des Hall-Elements und es schaltet. Derartige vorgespannte Hall-Elemente können so ausgelegt werden, dass sie bei relativ exakt definierbaren Abständen schalten.

Die individuelle Anpassung an die Anforderungen eines Einsatzortes erfolgt durch einen Baukasten an unterschiedlichen Gehäusen. Weiterhin kann durch spezielle Verfahren des Herstellers auch der Schaltabstand angepasst werden.

Dieses Prinzip wird ebenfalls eingesetzt zur Positionserkennung der Kolbenstange der Hydraulikzylinder, die Dach und Klappen der Karosserie betätigen. Die Zylinder bestehen aus Aluminium und vorgespannte Hall-Elemente können durch die Zylinderwandung hindurch die Position des Kolbens aus Stahl erkennen. Somit können Standardzylinder ohne Magnete in

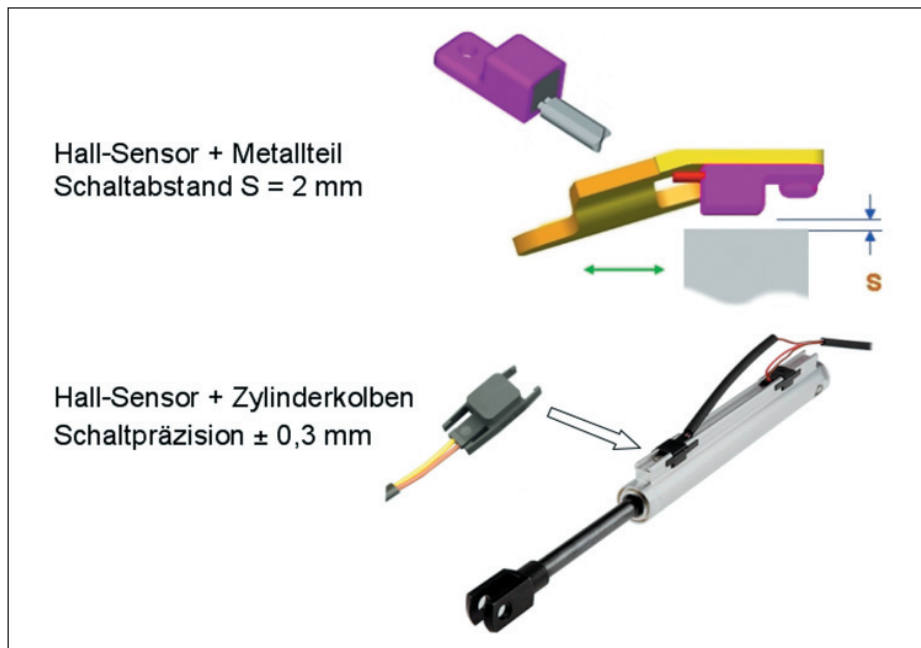
ihrem Inneren verwendet werden. Die vorgespannten Halls müssen nur an der richtigen Stelle auf den Zylinder aufgeklopft werden.

Der Kundenwunsch nach schnellem Öffnen/Schließen des Cabriodachs und die zunehmende technische Komplexität der Segment-Klappverdecke erfordert vermehrt, dass der gesamte Betätigungsweg des Dachs stufenlos erfasst wird. Die Steuerungselektronik kann somit jederzeit erkennen, an welcher Stelle des Bewegungsablaufs sich das Dach befindet. So kann zum Bei-

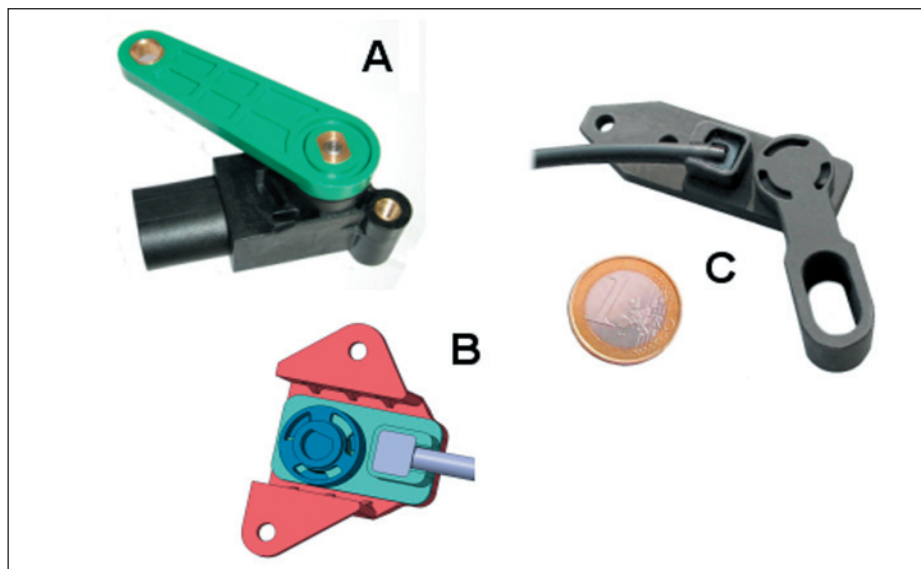
spiel eine hohe Betätigungsgeschwindigkeit im unkritischen Bereich der Dachbewegung realisiert werden und vor Erreichen der kritischen Endposition diese reduziert werden.

Weiterhin erfordert die steigende Anzahl der bewegten Dach- und Karosserie-Elemente eine höhere Zahl von Positionssignalen. Wird über den ganzen Betätigungsbereich des Verdeckes ein stufenloses präzises Wegsignal geliefert, so können daraus beliebig viele Positionen im Verdeckablauf vom Steuergerät elektronisch definiert (programmiert) werden.

Da es bei der Betätigung des Cabriodaches und der Karosseriekappen primär Drehbewegungen gibt, bieten sich Drehwinkelsensoren an. Mit ihnen kann zum Beispiel im drehenden Hauptlager der Dachmechanik dessen Drehwinkel und damit indirekt verschiedene Positionen des Dachs erfasst werden. Voraussetzung ist, dass sehr präzise Signale geliefert werden, da aufgrund der mechanischen Übersetzung kleine Drehwinkel mit großen Dachbewegungen verbunden sind. Die Übertragung des Sensorsignals erfolgt analog oder pulsweitenmoduliert, um den Einfluss von elektrischen Störgrö-



▲ Hall-Sensoren als Näherungsschalter (oben) und zur Positionserkennung im Hydraulikzylinder (unten)



▲ Beispiele von Drehwinkelsensoren

ßen zu minimieren. Der Einsatz derartiger Sensorik kann in einer Gesamtbeurteilung zu Kostenvorteilen führen, da weniger Applikationen im Dach benötigt werden.

Der Drehwinkelsensor A liefert ein 360° Signal mit $< 0,1^\circ$ Auflösung bei hoher Linearität. Er ist absolut messend – auch nach Stromausfall. Die Messwertverarbeitung innerhalb des Sensors erfolgt digital in einem μC . Seine Kennlinie ist in weiten Bereichen programmierbar und kann softwaremäßig an den Bewegungsablauf einer Dachkonstruktion angepasst

werden. Selbst eine Programmierung nach Herstellung eines individuellen Fahrzeugs – z. B. das Festlegen bestimmter Referenzpunkte im Verdeckablauf – lässt sich realisieren.

Die Neuentwicklung und automobilgerechte Qualifizierung derartiger Sensoren allein für Cabrioanwendungen verbietet sich aus Kostengründen, da die Stückzahlen nicht groß genug sind. Es bietet sich das in der Automobilindustrie übliche »carry-over« bestehender Bauteile in neue Fahrzeuge und in neue Anwendungen an. Der gezeigte Drehwinkelsensor wird in großen

Stückzahlen im Fahrwerk im Unterbodenbereich von Autos zur Niveausensierung eingesetzt.

Er erfüllt somit härteste Anforderungen bei Umwelt-, Klima- und mechanischen Belastungen. Das elektronische Innenleben der Drehwinkelsensoren B und C ist ebenfalls »carry-over« und Gehäuse und Betätigungselement wurden an spezielle Cabrioapplikationen angepasst.

Cabrios sind typische Anwendungsgebiete für Schalter, Näherungsschalter und Drehwinkelsensoren im Automobil. Pro Fahrzeug werden durchschnittlich ca. 10 Schalter und/oder Sensoren benötigt, die innerhalb des Daches, in der Karosserie und an den Betätigungszylindern völlig unterschiedliche Wirkprinzipien und Applikationen haben können. In der Regel werden sie individuell für jedes Dach und für jede Einsatzstelle unter Rückgriff auf bestehende Techniken und Produkte entwickelt.

Damit können die Hersteller bei Seriengrößen von einigen 1.000 bis einigen 10.000 Stück niedrige Produktkosten realisieren, die hohen Entwicklungs- und Qualifizierungskosten für Automotiv-Anwendungen amortisieren und die Qualitätsansprüche der Kunden erfüllen.

Der Trend der letzten Jahre zu immer komplexeren und funktional aufwendigen Dächern wird sich fortsetzen. Die Automobilzulieferer, die über umfassendes Know-how zu unterschiedlicher Sensorik und ein breit angelegtes Produktportfolio verfügen, werden davon profitieren. Die Übernahme derartiger robuster Großserienprodukte in Nicht-Automotiv-Anwendungen, z. B. im Maschinenbau, könnte interessante Kostenvorteile bieten.

Autor:
Dipl.-Ing. Klaus Wilczek
Mitglied der Geschäftsleitung der
Hartmann-exact GmbH
Vogtswiesen 69
73614 Schorndorf
Tel.: 07181 70 03 0
Fax: 07181 70 03 45
E-Mail: info@hartmann-exact.de
www.hartmann-exact.de