

3. Airbagsensor: real

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs-niveau	Durchführungs-niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI, SII	Mechanik Elektrik	Trägheit inelastischer Stoß Piezoeffekt	••	■■	Wochen ca. 15 min. ca. 10 min.

Mit Hilfe eines einfachen Versuchsaufbaus soll ein realer Airbagsensor untersucht werden.

Materialien

- Airbagsensor (Bosch 123 29770¹)
- Wägelchen (selbstgebaut aus Märklinbaukasten)
- Umlenkrolle mit Halterung
- Netzgerät 0 ... 12 V –
- Massestücke
- Schnur (1 m)
- Metermaß
- Klebeband
- Experimentierkabel
- diverse Klemmen
- Stativstangen
- CASSY-Interface o. ä.
- Computer

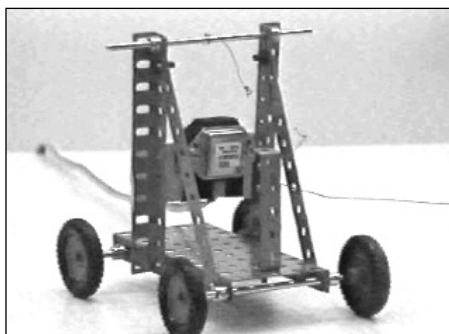


Abb. 1: Wägelchen mit Airbagsensor

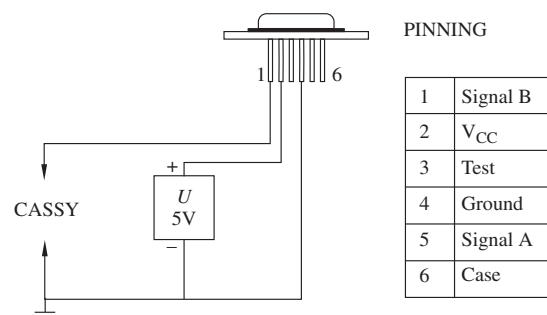


Abb. 2: Schaltskizze

Vorbereitung

Zunächst werden die Anschlußpins des Airbagsensors mit dünnen Kabeln verlötet, die nicht kürzer als 50 cm sein sollten. Es bietet sich an, die anderen Enden dieser Kabel mit Buchsen zu versehen, in die Experimentierkabel eingesteckt werden können. Der Airbagsensor wird nun auf eine Trägerplatte geschraubt, die man auf dem Wägelchen befestigt. Anschließend verbindet man den Sensor nach der Schaltskizze von Abb. 2 mit dem CASSY-Interface und dem Netzgerät. Zur Aufnahme und Auswertung der Meßwerte dient das Programm "Universelle Meßwerterfassung".

Der Wagen wird von einem geeigneten Massestück gezogen. Diese Masse wird an einer Schnur befestigt, die man über eine Rolle am Wagen einhängt, so daß der Wagen von der Gewichtskraft beschleunigt wird (vgl. Versuch 2 "Airbagsensor: Modell"). Als Aufprallkörper für das Wägelchen bietet sich eine Stativstange an. Ausgehend von dieser Stange bringt man nun abschließend in 10 cm Schritten Markierungen auf der Arbeitsfläche an.

Versuchsdurchführung

Man bringt nun das Wägelchen in seine durch die Markierungen gekennzeichneten Ausgangspositionen und startet die Meßwertaufnahme. Danach läßt man den Wagen rollen, so daß er auf den Aufprallkörper stößt. Der Computer zeichnet den zeitlichen Verlauf des Spannungssignals des Airbagsensors in ein Diagramm ein. Es läßt sich zunächst feststellen, daß dieses Spannungssignal beim Aufprall einen "Peak" aufweist. Dieser ist um so höher, je länger die Anlaufstrecke ist. Dabei nimmt

¹ Dieser Sensortyp wurde uns freundlicherweise von der Robert Bosch GmbH, RtW/FIV1, Postfach 1342, D-72703 Reutlingen zur Verfügung gestellt.

die "Höhe" des Peaks schließlich einen konstanten Wert an, der sich auch durch eine weitere Vergrößerung der Fahrstrecke des Wagens nicht ändert.

Erklärung/Funktionsweise

Der Airbagsensor enthält einen Piezokristall.² Dieser wird beim Aufprall des Wägelchens durch mechanische Kräfte deformiert, wobei die Ladungen in seinem Inneren verschoben bzw. umverteilt werden. Die Kraft, die auf den Piezokristall übertragen wird, ist abhängig von der Beschleunigung des Wagens.

Der Airbagsensor ist nun mit einer elektrischen Schaltung zur Verstärkung und Auswertung der Piezo-Spannung ausgestattet. Wenn die Bremsbeschleunigung des Wagens einen bestimmten Wert erreicht bzw. überschreitet, so stellt sich für den Peak des Spannungssignals des Sensors der maximale Wert ein. In Abhängigkeit von der "Höhe" dieses Spannungs-Peaks entscheidet nun die Fahrzeugelektronik, ob der Airbag ausgelöst wird oder nicht.

Variation

In weiteren Meßreihen ließe sich nun auch der Einfluß des Aufprallwinkels näher untersuchen. Dazu läßt man das Wägelchen bei unveränderter Anlaufstrecke unter verschiedenen Winkeln auf das Hindernis prallen und vergleicht die entsprechenden Meßdiagramme.

Daneben erscheint es auch interessant, den Aufprallkörper mit Gegenständen unterschiedlichen Materials zu "polstern" und so den Effekt einer "Knautschzone" zu demonstrieren.³

Methodischer Einsatz

Der Versuch läßt sich in jede Phase des Unterrichts integrieren und kann auch von Schülern und Schülerinnen durchgeführt und ausgewertet werden. Eine Stärke dieses Experiments liegt dabei in der Möglichkeit, Beschleunigungen mit recht einfachen Mitteln zumindest indirekt messen zu können. Daneben bietet sich der Versuch zum Einsatz in einem Unterrichtsprojekt, etwa zur Sicherheitstechnik beim Automobil oder zur Steuer- und Regeltechnik an. Es lassen sich hierbei auch gut die bei einem Crash tatsächlich zur Verfügung stehenden Zeitspannen in Beziehung zueinander bringen. Auch Möglichkeiten und Folgen einer Fehlauslösung können diskutiert werden.

0 ms	Crash
0-5 ms	Steuereinheit erkennt, daß Zusammenstoß erfolgt
5 ms	Gasgenerator für Luftsack wird entzündet
25 ms	Körper bewegt sich aufgrund seiner Massenträgheit nach vorne
35 ms	Luftsack gefüllt
60 ms	Körper taucht in Luftsack ein; Gas entweicht bereits wieder
100 ms	Fahrzeug kommt zum Stillstand
110 ms	Körper fällt in den Sitz zurück, Luftkissen hat sich weitgehend entleert



Abb. 3: Etwa 5 ms nach Crash⁴



Abb. 4: Etwa 30 ms nach Crash⁴



Abb. 5: Etwa 60 ms nach Crash⁴

² B. Freytag: Keinen Augenblick ohne Physik, Praxis der Naturwissenschaften – Physik 7/1997, S. 43-45.

³ W. Rensch, D. Heuer: Knautschzone und Hammerschlag, Praxis der Naturwissenschaften – Physik 6/1999, S. 43-47.

⁴ Mercedes-Benz AG, Stuttgart-UntertürkheimVP/PSMS 6510 · 2819 · 00/0493.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Diskussion der wirkenden Kräfte bzw. Beschleunigungen bei einem realen Unfall. Zur weiteren Information verweisen wir auf die entsprechenden Testunterlagen des ADAC.

Erweiterung

Besonders eindrucksvoll lässt sich das Auslöseverhalten des Airbag-sensors auch wie in Abb. 6 gezeigt demonstrieren. Nach dem Crash wird mit Hilfe eines Steuergerätes eine elektrische Luftmatratzenpum-pe in Betrieb gesetzt, die wiederum einen Wasserball aufbläst. Damit hat man eine vollständige Analogie zum realen Einsatz.

Zum Aufbau der entsprechenden Schaltung eignet sich eine Europlatine (3-Loch). Etwas aufwendiger ist die Herstellung einer geeigneten Platine. Die Verschaltung erfolgt entsprechend der angegebenen Schaltpläne (Abb. 7 bis 10).

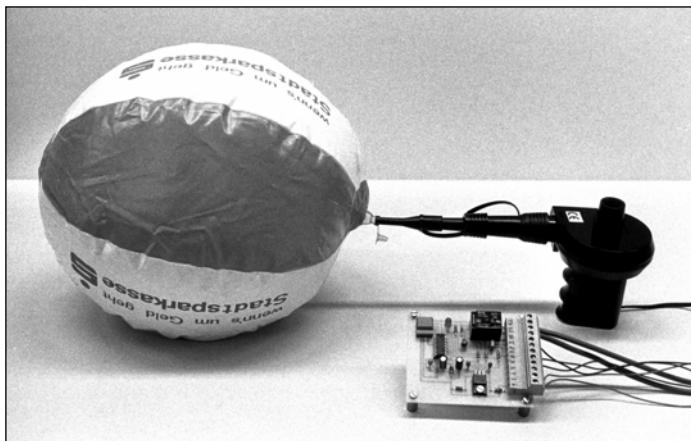


Abb. 6: Steuergerät (im Vordergrund) und elektrische Luftpumpe mit aufblasbarem Ball

Funktionsprüfung

Läßt man den Airbagsensor fallen bzw. schlägt man mit einem Schraubendreher kurz darauf, zeigt die aufleuchtende LED die Funktionstüchtigkeit an. Zusatzgeräte werden über das Relais angeschlossen. Zur Deaktivierung dient die Reset-Taste.

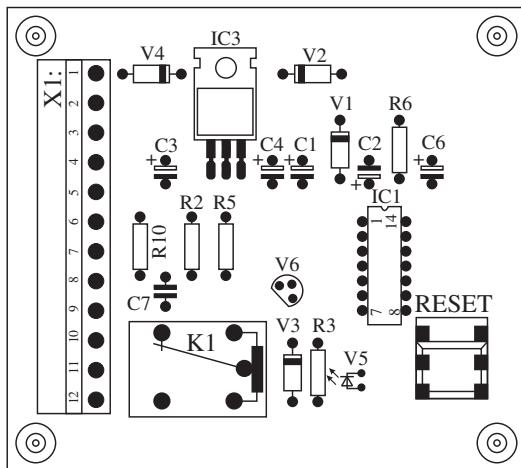


Abb. 7: Platine von oben

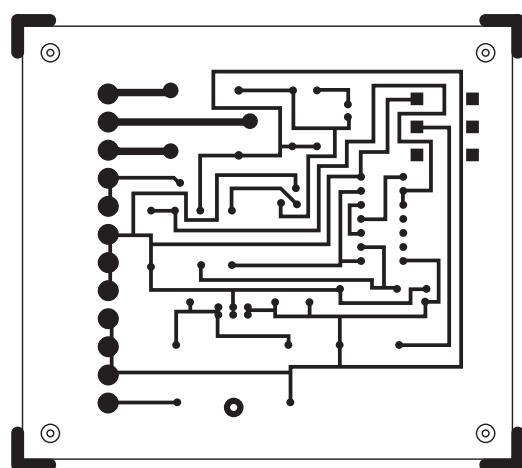


Abb. 8: Platine von unten

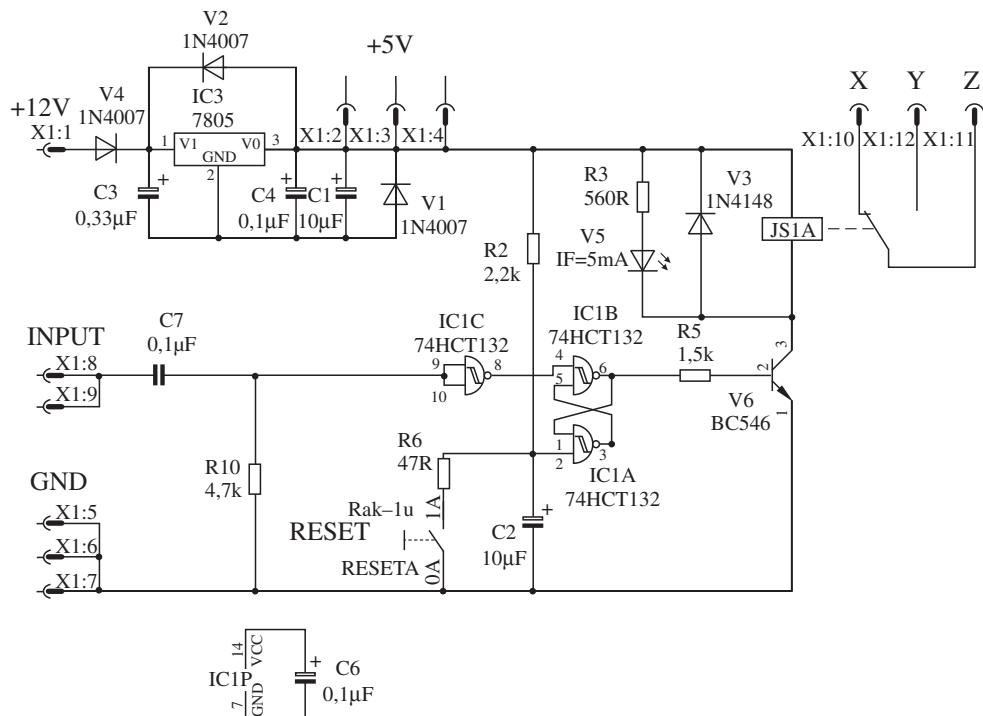


Abb. 9: Schaltplan⁵

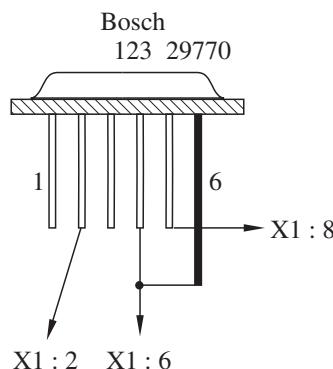


Abb. 10: Anschluß an Steuergerät

⁵ Entwurf: Peter Stetzenbach, Meisterschule für Handwerker, Elektromechaniker-Abteilung, Am Turnerheim 1, D-67657 Kaiserslautern, Tel.: 0631/3647423 (<http://www.schulen.kaiserslautern.de/mhk>).