



# Druckempfindlich – FSR®-Drucksensor

**Unsere kleine Schaltung zeigt eine Anwendung für so genannte FSR®-Sensoren (Force Sensing Resistor), die auf mechanische Krafteinwirkung reagieren. Die ursprünglich aus der Automobilindustrie stammenden Sensoren sind besonders für Experimentierschaltungen interessant und eröffnen dem kreativen Elektroniker zahlreiche Anwendungsgebiete.**

## Auf Druck reagiert

FSR® steht für „Force Sensing Resistor“ – ins Deutsche übersetzt: ein kraftabhängiger Widerstand. Diese Sensoren wurden von der luxemburgischen Firma „International Electronics IEE“ [1] unter anderem für die Sitzbelegungserkennung in Kraftfahrzeugen entwickelt. Durch großflächige Anbringung mehrerer Sensoren in einem Sitz kann von der Kfz-Elektronik erkannt werden, ob eine Person auf diesem Sitz Platz genommen hat. Schnallt sich diese Person nicht an (was ebenfalls von der Elektronik erfasst werden kann), wird z. B. ein Warnsignal ausgegeben, es erscheint ein Hinweis im Armaturendisplay oder Ähnliches. Gleichzeitig kann die Fahrzeugelektronik auch die entsprechenden Beifahrer-Airbags deaktivieren, um diese bei

einem nicht belegten Sitz bei einem Unfall nicht unnötig auszulösen. Denn der Ersatz von einem oder mehreren Airbags inklusive der zu beseitigenden Schäden durch deren Auslösung am Interieur ist ein deutlicher Kostenfaktor bei der Instandsetzung bzw. Weiterverwertung eines Fahrzeugs.

Dieses Verfahren wird in Pkws der gehobenen Klasse bereits serienmäßig eingesetzt und ist in anderen Klassen oft optional verfügbar.

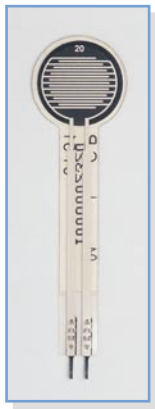
Aber auch in Maschinen und Geräten finden diese Sensoren Anwendung, etwa in der Verpackungstechnik, um übermäßige mechanische Einflüsse auf das Produkt zu vermeiden, Endabschaltungen zu realisieren usw. Deshalb findet man diese auch in der Sicherheitstechnik eingesetzten Sensoren in den verschiedensten Bauformen.

Wir wollen uns diese interessanten Eigenschaften eines FSR®-Sensors für eine

kleine Experimentierschaltung zunutze machen. Ein Beispiel für die Anwendung dieser Schaltung ist ein druckempfindlicher Schalter, der schon auf Berührung mit einem Finger reagiert. Entsprechend in der Ansprechempfindlichkeit eingestellt, kann

### Technische Daten:

Spannungsversorgung: ..... 7–15 V<sub>DC</sub>  
 Stromaufnahme (Relais ein): .... 40 mA  
 Schaltleistung (Relais): .. max. 1 A/42 V  
 Abmessungen: ..... 53 x 50 mm  
 Sensor:  
 Typ: ..... FSR-151AS (CP15)  
 Abmessungen: ..... ø 15 mm (Sonde)  
 Einschaltkraft: ..... >0,2 N  
 Nennkraft: ..... max. 100 N (pro cm<sup>2</sup>)  
 Wiederholgenauigkeit: ..... 70–35 %  
 bei 1 N  
 Lebensdauer: .... 10 Mio. Schaltzyklen



**Bild 1: Beispielausführung eines FSR®-Sensors. Hier lässt sich auch gut der Aufbau des Sensors erkennen.**

der Sensor z. B. auch in der Sicherheitstechnik zum Einsatz kommen, etwa als Ersatz für Trittkontakte oder Schaltleisten. Mit bis zu 10 Mio. erreichbaren Schaltzyklen ist eine Langlebigkeit des Sensors garantiert.

### Der FSR®-Sensor

Ein FSR®-Sensor ändert seinen elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der auf die aktive Oberfläche ausgeübten Kraft. In Abbildung 1 ist ein solcher Sensor dargestellt, wobei dies nur eine der zahlreichen Bauformen ist.

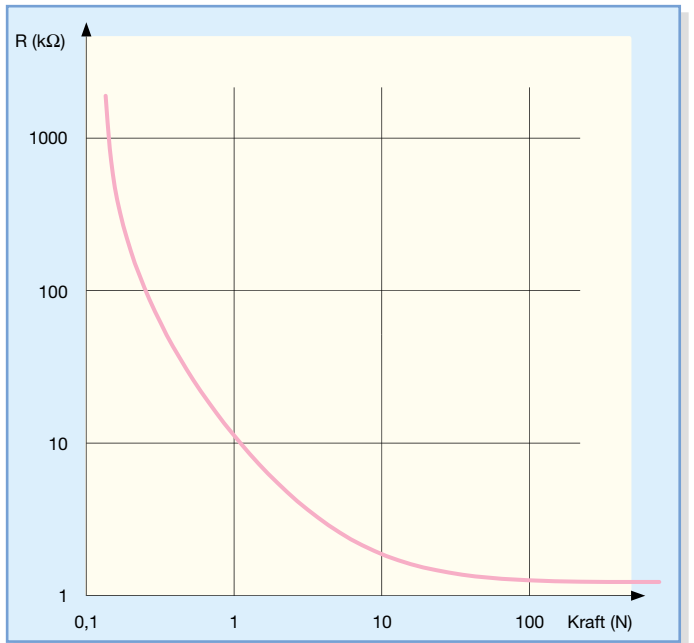
Zwischen zwei kammartig ineinander verschachtelten Elektroden befindet sich ein halbleitendes Polymer, welches bei Krafteinwirkung eine Widerstandsänderung zwischen den Elektroden hervorruft. Je höher die Krafteinwirkung, desto geringer wird der Widerstand. In der diesem Verlauf entsprechenden Grafik (Abbildung 2) ist der Zusammenhang zwischen

Kraft und Widerstandswert erkennbar. Hierbei sollte man beachten, dass ein FSR®-Sensor kein hochgenauer Messwandler und auch kein Dehnungsmessstreifen ist, sondern in erster Linie zur Erkennung von relativer Krafteinwirkung dient. Für den Einsatz z. B. in der Wägetechnik ist er deshalb nicht geeignet.

### Schaltung

Das Schaltbild der Auswerteelektronik für den hier eingesetzten FSR®-Sensor ist in Abbildung 3 dargestellt.

Der FSR®-Sensor wird über die Kontakte ST 3 und ST 4 mit der Schaltung verbunden und bildet mit R 1 und R 2 einen Spannungsteiler. Die Widerstandsveränderung des FSR®-Sensors bewirkt somit eine Spannungsänderung am Anschlusspunkt ST 4. Über R 3 gelangt diese Spannung auf den Eingang des Spannungsfolgers (Impedanzwandlers) IC 2 A. Wird keine Kraft auf den Sensor ausgeübt, so beträgt dessen Widerstand einige Megaohm, und die Spannung an ST 4 ist nahezu 0 V. Bei Krafteinwirkung auf den Sensor sinkt der Widerstandswert, und die Spannung an

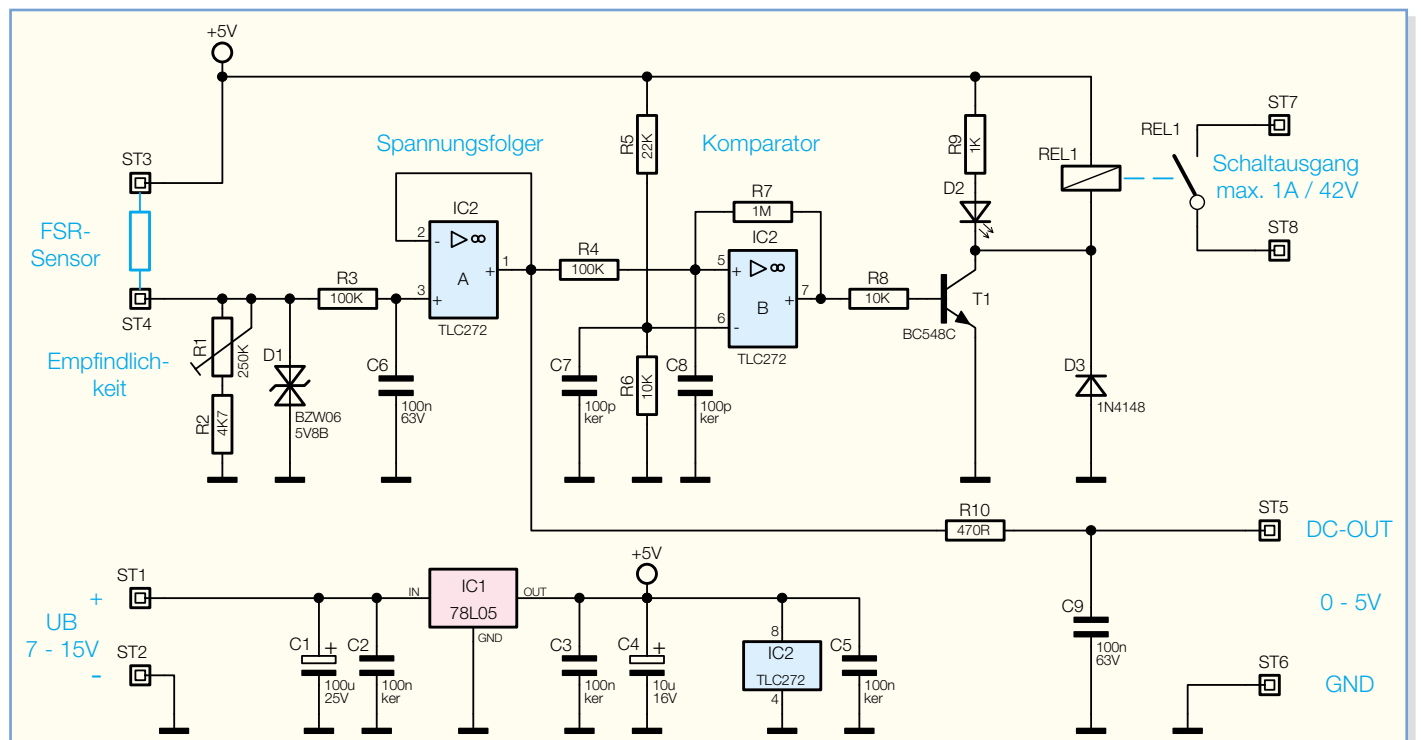


**Bild 2: Die Abhängigkeit zwischen einwirkender Kraft und Widerstand des Sensors**

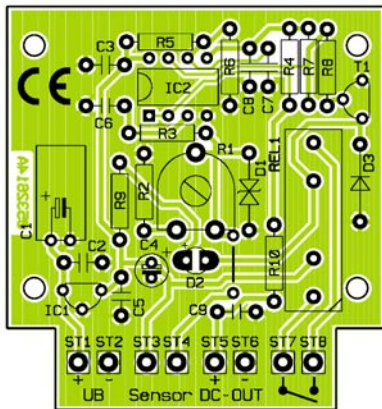
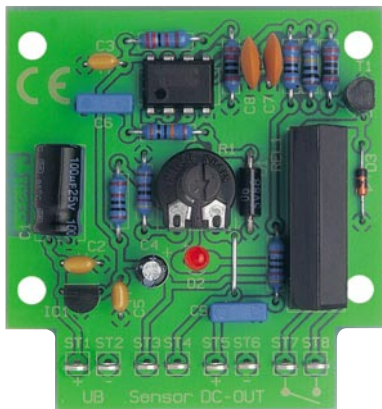
ST 4 steigt an. Mit dem Trimmer R 1 ist dabei die Empfindlichkeit der Schaltung veränderbar. Die Transildiode D 1 schützt den Eingang der Schaltung vor unerwünschten Störspannungen.

Die am Ausgang von IC 2 A anstehende Gleichspannung wird über den Widerstand R 10 auf den Kontakt ST 5 geführt. Dieses Analogsignal kann durch andere Schaltungen ausgewertet werden.

Der Schaltvorgang für das innerhalb der Schaltung als Aktor arbeitende Relais wird vom Komparator IC 2 B ausgeführt. Die Schaltschwelle ist fest durch die Wider-



**Bild 3: Schaltbild des FSR®-Drucksensors FSR 1**



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Drucksensors mit zugehörigem Bestückungsplan**

stände R 5 und R 6 vorgegeben. Steigt die Spannung an Pin 5 (IC 2) über 1,56 V an, schaltet der Komparatorausgang (Pin 7, IC 2) auf High-Pegel, wodurch der nachgeschaltete Transistor T 1 durchschaltet. Dieser steuert dann die LED D 2 und das Reed-Relais REL 1 an.

Die Spannungsversorgung erfolgt über die Anschlüsse ST 1 (+) und ST 2 (-). Die Betriebsspannung kann im Bereich von 7 V bis 15 V liegen und braucht nicht stabilisiert zu sein, da der Spannungsregler IC 1 innerhalb der Schaltung eine stabile Spannung von 5 V erzeugt.

**Nachbau**

Der Nachbau der Schaltung gestaltet sich durch ausschließlichen Einsatz von konventionellen Bauteilen recht einfach, er ist deshalb auch für Anfänger geeignet. Die Platine kann später bei Bedarf in ein passendes Gehäuse eingebaut, aber auch in eine Applikation integriert werden.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Die Bauteile werden gemäß des Bestückungsplans und der Stückliste auf das entsprechende Rastermaß ge-

bogen und an der entsprechenden Stelle auf der Platine eingesetzt.

Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Die Drahtbrücke wird aus 0,8 mm Silberdraht angefertigt. Bei den Halbleitern (ICs, dem Transistor und D 3) sowie den Elkos C 1 und C 2 ist auf die richtige Einbaulage zu achten: Die Katode von D 3 ist mit einem Farbring gekennzeichnet, Pin 1 von IC 2 durch eine Gehäusvertiefung, die sich symbolisch im Bestückungsdruck wiederfindet, und die Einbaulage von IC 1 und T 1 ergibt sich aus der Gehäuseform und dem Bestückungsdruck. Die Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet, die Anode (+) der LED D 2 durch den etwas längeren Anschlussdraht. Die Einbaulage von D 1 ist hingegen beliebig.

Der FSR®-Sensor wird in der Regel abgesetzt von der Platine der Steuerelektronik montiert. Die Zuleitung zum Sensor sollte allerdings eine Länge von 3 Meter nicht überschreiten. Zur Befestigung des Sensors ist dieser auf der Rückseite mit einer Klebefolie versehen. Weitere Applikationshinweise zum Sensor finden Sie weiter unten.

In Abbildung 4 ist ein passendes Gehäuse für die Steuerelektronik dargestellt. In das unbearbeitete Gehäuse sind noch entsprechende Bohrungen einzubringen, deren Daten man dem Bohrplan entnimmt.

**Richtiger Umgang mit FSR®-Sensoren**

Um Schäden am Sensor zu vermeiden, sind einige Hinweise des Herstellers bei der Applikation des Sensors zu beachten:

- Er ist vor scharfen und spitzen Gegenständen zu schützen.
- Der Sensor darf nicht ungeschützt

**Stückliste:  
FSR®-Drucksensor FSR 1**

**Widerstände:**

470 Ω .....	R10
1 kΩ .....	R9
4,7 kΩ .....	R2
10 kΩ .....	R6, R8
22 kΩ .....	R5
100 kΩ .....	R3, R4
1 MΩ .....	R7
PT10 für Sechskantachse, liegend, 250 kΩ .....	R1

**Kondensatoren:**

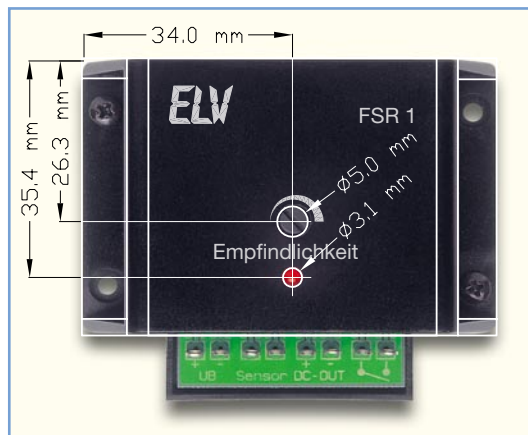
100 pF/ker .....	C7, C8
100 nF/ker .....	C2, C3, C5
100 nF/63 V/MKT .....	C6, C9
10 µF/16 V .....	C4
100 µF/25 V .....	C1

**Halbleiter:**

78L05 .....	IC1
TLC272 .....	IC2
BC548C .....	T1
BZW06-5V8B .....	D1
1N4148 .....	D3
LED, 3 mm, Rot .....	D2

**Sonstiges:**

Inline-Reed-Relais, 1 x ein .....	REL1
Lötstifte mit Lötöse .....	ST1–ST8
1 Trimmer-Steckachse, 11,7 mm	
3 cm Schaltdraht, versilbert .....	JP1



**Bild 4: Das Gehäuse für die Auswertelektronik mit dem Bohrplan für die erforderliche Bearbeitung**

konstant hoher Feuchtigkeit ausgesetzt werden.

- Der Sensor darf nicht auf einer gekrümmten Oberfläche montiert werden.
- Knicke oder Beschädigungen im aktiven Bereich sind unbedingt zu vermeiden.
- Es darf keine konstante mechanische Belastung auf den Sensor ausgeübt werden.
- Die Ventilöffnung darf nicht blockiert werden. Diese befindet sich üblicherweise zwischen den beiden Silberbahnen der Anschlussdrähte und ist freizuhalten.
- Es ist dafür zu sorgen, dass auf den Sensor keine übermäßige Krafteinwirkung über seine in den technischen Daten angegebene Nennkraft hinaus ausgeübt werden kann. So ist er z. B. nicht für das Überfahren mit einem Auto geeignet.

Unter Beachtung dieser Applikationsregeln kann man den Sensor, gegen mechanische und Umwelteinflüsse geschützt, z. B. hinter einer flexiblen Kunststoffmembrane unterbringen und erhält so einen geschützten und unauffälligen Schalter. **ELV**

**Internet-Link:**

[1] [www.iee.lu](http://www.iee.lu)  
(Hersteller von FSR®-Sensoren)