

# Abgewogen

## Elektronische Wägetechnik

Die Waage ist eines der ältesten Messgeräte der Menschheit. Schon die alten Ägypter benutzten sie vor mehreren Tausend Jahren. Das Grundprinzip des Vergleichs mit einer bekannten physikalischen Größe gilt bis heute. Vor allem in der modernen IoT-Welt rückt der Selbstbau elektronischer Waagen und von Kraftsensoren in vielen Bereichen in den Fokus. Wir stellen Sensoren und die zugehörige Mess- und Auswertetechnik vor, diskutieren Schaltungs- und Gerätedesigns elektronischer Waagen anhand verfügbarer Technik und zeigen Anwendungen.



### Massen, Kraft und Maße

Wenn ich in unserem Landwarenhaus einkaufe, wiegt mir der Verkäufer die Steckzwiebeln, die Saatkartoffeln und das Vogelfutter auf einem Stück Technikgeschichte ab – einer alten Tafelwaage. Bei dieser wird das Wägegut über ein Hebelwerk ins Gleichgewicht mit einem bekannten Gewicht gebracht. Dieses besteht aus Referenz-Gewichtsstücken, wie man sie im Titelbild sehen kann. Manche Waren wiegt der Verkäufer auch am Haken einer Zeigerwaage, die als Gegengewicht eine Feder mit einer genau definierten Federkonstante besitzt. Der Zeiger auf der Rundskala zeigt deren Verlängerung bei Zugbelastung an, umgerechnet in Gramm und Kilogramm. Und für die ganz schweren Sachen steht mitten in der Verkaufshalle eine große Dezimalwaage mit ihrer ausgeklügelten Hebeltechnik. In der mo-

dernen Welt von heute, wo elektronische Waagen dominieren, ein geradezu historisches Schauspiel!

Und was haben wir zu Hause? Ausschließlich elektronische Waagen mit Digitalskalen – Briefwaage, Küchenwaage, Personenwaage und Gepäckwaage. Die funktionieren wie auch fast alle kommerziellen Waagen anders – hier wird, selbst auf moderneren Fahrzeugwaagen, die Verformung eines Dehnungsmessstreifens gemessen. Dabei verändert sich dessen exakt bekannter Widerstand, ein empfindlicher AD-Wandler erfasst diese Veränderung, und ein kleiner Prozessor sorgt für die Umrechnung und Anzeige.

Genau diese Technik wollen wir näher betrachten. Sie ist auch hervorragend für den Eigenbau von Waagen und Kraftmessvorrichtungen geeignet. Bei letzterem Begriff kommen wir auf die Definition des

Begriffs „Masse“. Was wir mit einer Waage messen, ist eigentlich immer eine Kraft, nämlich die Gewichtskraft in Newton, die ein Gegenstand in Abhängigkeit zur Schwerkraftbeschleunigung darstellt. Ergebnis ist die Masse. Lediglich die eigentliche Messvorrichtung und Anzeige unterscheiden sich in der Praxis.

### Allrounder Dehnungsmessstreifen

Der Dehnungsmessstreifen (nachfolgend DMS) hat bereits eine lange Geschichte hinter sich. Das grundlegende Prinzip der Messung hat der Physiker William Thomson, der später in den Adelsstand erhobene Lord Kelvin, mit der Erfindung der Thomson-Brücke (Bild 1) geschaffen. Bei dieser wird, vereinfacht beschrieben, über einen bekannten Widerstand ein unbekannter Widerstand in einer Brückenschaltung ermittelt. Damit, wie auch mit der bekannten und ähnlich arbeitenden und heute fast nur noch angewandten Wheatstone-Brücke, kann man sehr geringe Widerstandswerte bzw. Widerstandsänderungen bis herab in den Mikroohm-Bereich exakt ermitteln.

Der DMS, dessen Aufbau erstmals 1938 von Simmons und Ruge vorgestellt wurde, erfasst, auf ein Bauteil aufgebracht, dessen Formänderung bei Belastung (Zug/Stauchung). Kennzeichnend ist das typische Messgitter (Bild 2 zeigt einen einfachen Dehnungsmessstreifen unter dem Mikroskop) aus einem auf einer Trägerfolie aufgetragenen Widerstands- oder Halbleitermaterial, das wieder mit einer Schutzfolie abgedeckt ist. Mit einem speziellen Kleber, der sich hinsichtlich des mechanischen Verhaltens beim und nach dem Trocknen sowie im Betrieb möglichst neutral verhalten muss, wird der DMS auf das zu messende Bauteil aufgebracht. Wird dieses Bauteil nun gedehnt oder gestaucht, überträgt sich dessen Längenänderung auf den DMS. Bei Dehnung erhöht sich dessen Widerstand, bei Stauchung verringert er sich. Auch die Querschnittsänderung des Widerstands spielt hier eine Rolle.

Das Messgitter kann aus Widerstandsdraht (am meisten angewendet) oder einem Halbleitermaterial (Nutzung des piezoresistiven Effekts) bestehen. Als Widerstandsmaterial kommen je nach angestrebter Empfindlichkeit ( $k$ -Faktor) des DMS verschiedene Werkstoffe zum Einsatz, von Konstantan über Nickel-Chrom bis Platin. Die Industrie stellt die DMS in verschiedenen Widerstandsklassen her, der am weitesten verbreitete Grundwiderstand ist  $350 \Omega$ , aber auch andere Werte wie z. B.  $700 \Omega$  werden angeboten. Wichtiger DMS-Anbieter in Deutschland ist HBM [1].

Der einzelne DMS bildet, in einer Wheatstone-Brückenschaltung angeordnet, den veränderlichen Part, alle anderen Widerstände in der Brücke sind bekannt. Wird an die eine Brückendiagonale eine konstante Referenzspannung oder eine konstante Wechselspannung mit einer bestimmten Trägerfrequenz angelegt und die resultierende Brückenspannung in der anderen Brückendiagonale gemessen, ergibt sich ein Ausgangssignal, das mit einer Messschaltung ausgewertet wird.

Die zu messende Dehnung ( $\epsilon$ ) wird hier mit den Größen Grundwiderstand  $R$ , gemessene Widerstandsänderung  $\Delta R$  und dem  $k$ -Faktor errechnet:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \epsilon$$

Es gibt Anordnungen mit einem DMS (Viertelbrücke), mit zwei DMS (Halbbrücke) und, in der Praxis meist anzutreffen, mit vier DMS in einer Vollbrückenschaltung. Bild 3 zeigt die drei Versionen, die je nach Einsatzzweck angewendet werden.

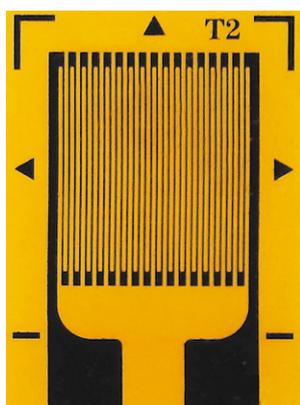


Bild 2: Ein einfacher Dehnungsmessstreifen mit seinem charakteristischen Mäander-Leiternmuster

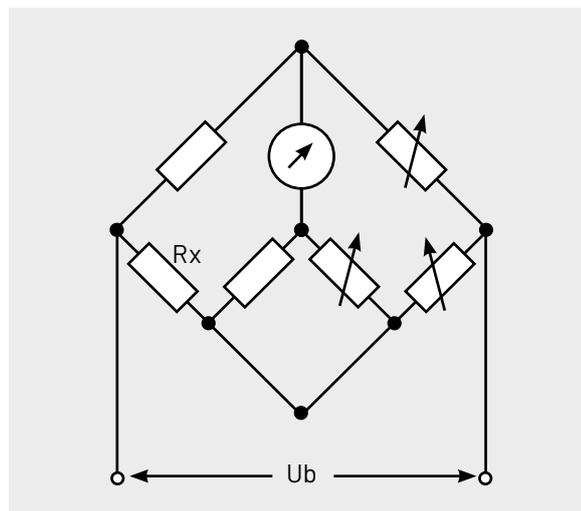


Bild 1: Prinzip der Thomson-Messbrücke: Anhand zweier bekannter Widerstände und dreier veränderlicher Widerstände kann durch wechselseitigen Nullabgleich der Brückenzweig  $R_x$  bestimmt werden.

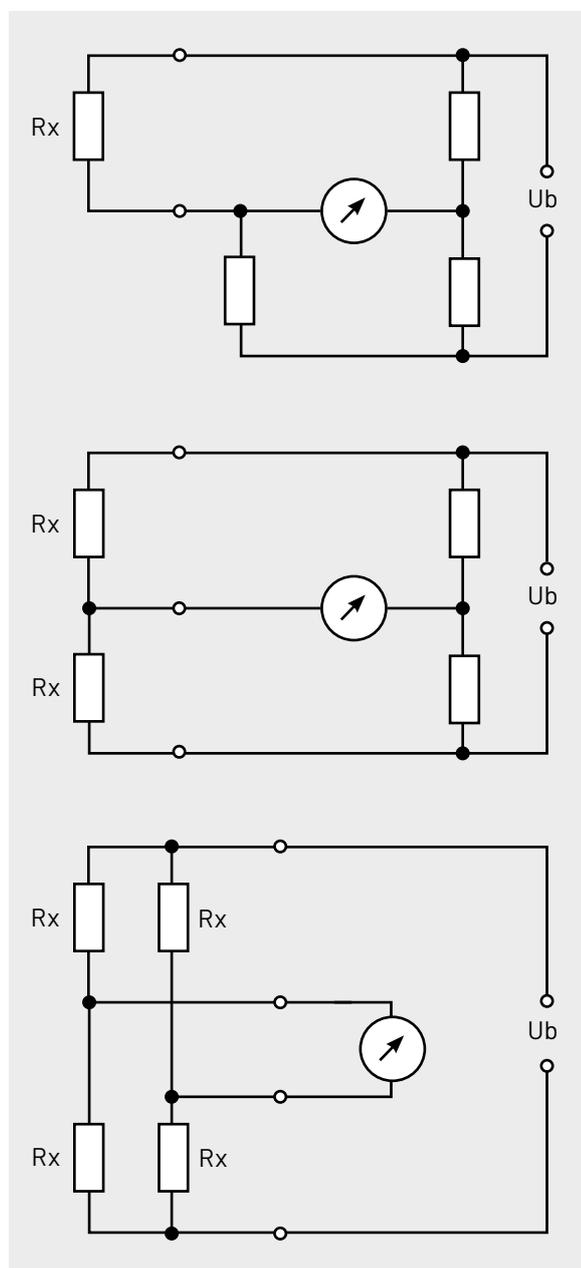


Bild 3: Drei mögliche (vereinfachte) Anwendungsschaltungen des DMS ( $R_x$ ) innerhalb einer Wheatstone-Brückenschaltung: Viertelbrücke, Halbbrücke und Vollbrücke

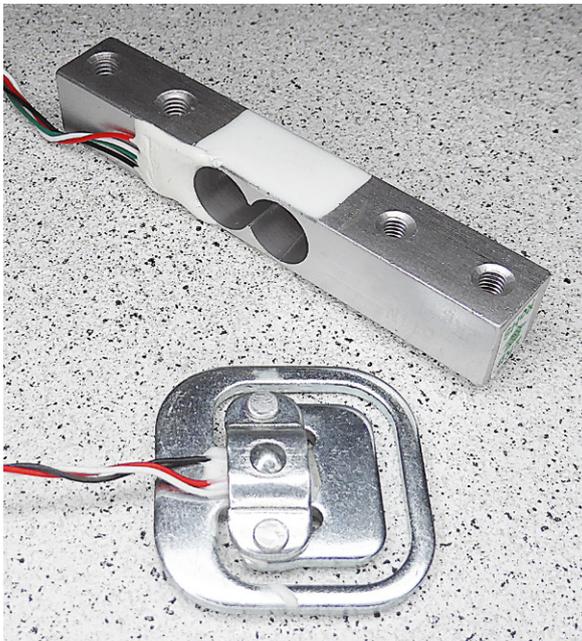


Bild 4: Vielfach eingesetzte Bauformen von Wägezellen sind die Planar-Wägezelle und die Plattform- oder Balken-Sensor-Wägezelle.

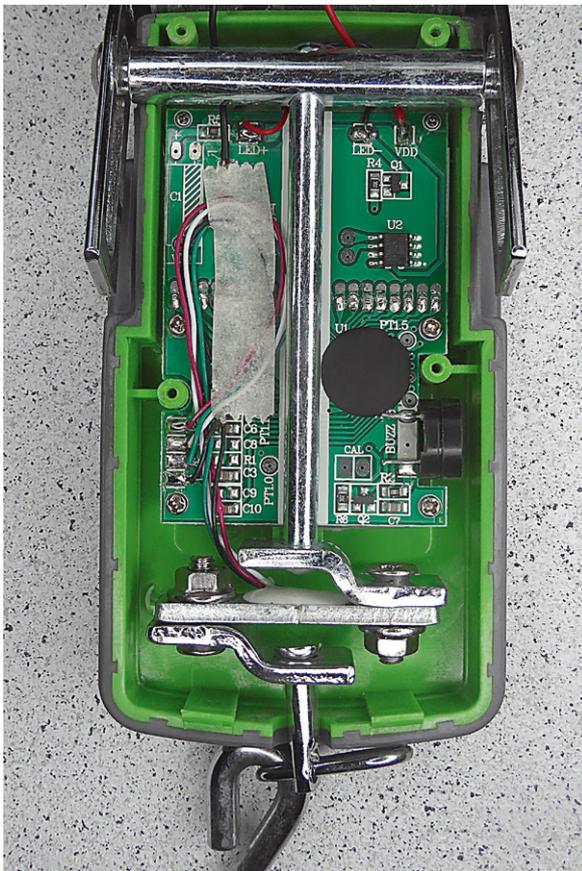


Bild 5: Diese Gepäckwaage basiert auf einer sogenannten Biegestab-Wägezelle. Die Kraftwirkung auf den DMS ist hier selbsterklärend.

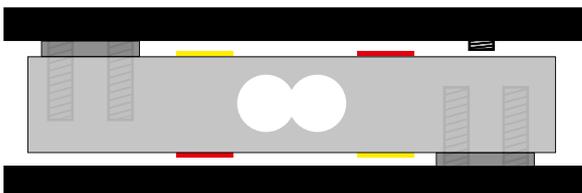


Bild 6: Das Grund-Konstruktionsprinzip einer Waage mit Plattform-Wägezelle. Die gelb markierten DMS werden bei Belastung der Wägeplattform (oben) gestaucht, die roten DMS gedehnt.

Die verschiedenen DMS-Anordnungen wie auch die Messgitterformen sind genau an den geplanten Einsatzzweck angepasst. Diese sind zahlreich. So kommen DMS in Bauteilen, vom Brückenbauteil, über Maschinen, Getriebe, Motoren, bis zu Werkzeugen als Spannungsaufnehmer ebenso zum Einsatz wie als Messwertaufnehmer, eben u. a. zum Wiegen.

Hier findet man dann auch meist die erwähnte Vollbrückenschaltung. Mit mehreren DMS, die z. B. im 90-Grad-Winkel oder diagonal ausgeführt sind, kann man u. a. Temperatureinflüsse kompensieren oder Stauchung/Dehnung in mehreren Achsen erfassen. Temperaturkompensierte Messwertaufnehmer sind als „Compensated“ bezeichnet, teurer, aber vor allem bei Langzeitmessungen stabiler, weil hier die unvermeidliche Temperaturdrift des Sensors verringert wird.

Als Spannungsaufnehmer kann man mit Dehnungsmessstreifen sehr sicher den mechanischen Spannungszustand in einem Bauteil erfassen und so sich anbahnende Materialermüdungen, Brüche, Risse usw. rechtzeitig erkennen. Wer einmal eine Dokumentation über Flugzeugbau gesehen hat, wird die spektakulären Bilder beim Test des Schwingungsverhaltens riesiger Flugzeugflügel rekapitulieren können. Hier sind DMS wichtige Sensoren, um das Materialverhalten zu untersuchen.

Ein weiterer Einsatzbereich des DMS ist die Wägetechnik. Nahezu alle heutigen Waagenformen basieren auf DMS als Kraftsensoren. Diese sind anwendungsspezifisch in einer Vielzahl von sogenannten Wägezellen verbaut. Bild 4 zeigt zwei typische Formen, einmal die oft genutzte Form der Plattform-Wägezelle und die Planar-Wägezelle, wie man sie vielfach in Personenwaagen findet. Eine weitere typische Bauform ist die S-förmige Wägezelle, wie sie in der Gepäckwaage in Bild 5 in einfacher Ausführung zu sehen ist. Neben HBM [1] ist hier Bosche [2] ein weiterer bedeutender Anbieter in Deutschland. Ein Lieferant mit umfangreichem Sortiment ist auch die in Deutschland anbietende chinesische Firma Ruima [3].

### Die Wägezelle

Sehen wir uns diese Wägezellen am Beispiel der beiden oben genannten Bauformen genauer an. Exakt diese Bauformen sind auch beim Selbstbau von Waagen sehr beliebt und sollen deshalb hier im Vordergrund stehen.

Die Plattform-Wägezelle, auch Balkensensor genannt, macht den Aufbau einer Plattform-Waage sehr einfach. Bild 6 zeigt das Konstruktionsprinzip solch einer Waage. Die Anschlagschraube verhindert ein Überdehnen der Wägezelle durch Überlast. Denn dieser Zustand muss in der Anwendung unbedingt vermieden werden, da ein Überdehnen über die nominelle Last unmittelbar zu einer dauerhaften Verformung führt, die nicht mehr definiert rückgängig zu machen ist – die Wägezelle ist unbrauchbar.

Der DMS registriert hier also das Dehnen und Zusammenziehen des Metallträgers in der Mitte. Neben dem Material der Wägezelle bestimmen auch Lage und Größe der Bohrungen deren Messbereich. Bild 7 zeigt zwei Wägezellen für 5 kg und 2 kg im direkten optischen Vergleich. Genau im Bereich der Bohrungen, die das Material an dieser Stelle definiert selektiv schwächen, sind auch die DMS aufgebracht – hier kann man auch geringe Verformungen des Materials via DMS registrieren. Das Prinzip der Messung entspricht dem der klassischen Federwaage. Man nutzt den Körper der Wägezelle, die ganz unterschiedlich ausgeführt sein kann, als sehr steifen Feder-speicher.

Auf ihn sind vier DMS aufgebracht (zwei werden bei der Messung gedehnt und zwei gestaucht), die in der bereits gezeigten Brückenschaltung verschaltet werden. In Bild 8 ist diese Verschaltung mit den typischen Leitungsfarben dargestellt.

Neben dem vierpoligen Anschluss gibt es auch sechspolige Anschlüsse, hier sind noch zwei separate Anschlüsse für die getrennte Auswertung der bei den meisten Wägezellen vorhandenen internen Temperaturkompensation vorhanden.

Schließlich gibt es auch Wägezellen mit einem Sense-Anschluss für die Erfassung der Erregungsspannung der Brückenschaltung direkt an der Wägezelle. Diese Bauform kommt besonders bei langen Zuleitungen zur Wägezelle zum Einsatz, um Spannungsverluste auf den Leitungen ausgleichen zu können.

Die zweite Bauform, die wir in Bild 4 gesehen haben, ist die Planar-Wägezelle, auch Mini- oder Punktwägezelle genannt. Sie ist besonders flach aufgebaut und deshalb in vielen flachen Waagen wie Briefwaagen, Personen-, Küchen- oder Verkaufswaagen verbaut. Ihr Prinzip basiert in der Regel auf dem Zusammenwirken von vier Sensoren, die jeweils als Halbbrücke aufgebaut sind, zur Vollbrücke. Bild 9 zeigt die typische Bauform dieser Wägezelle und die Verschaltung von vier dieser Zellen als Vollbrücke. Auch hier finden wir das Federspeicherprinzip wieder. Es wird die Bewegung des E-förmigen Aufbaus als Auswertung der Bewegung des Innenteils (der durch das zu messende Gewicht belastet wird) gegenüber dem äußeren Montagearm erfasst, der im Gehäuse der Waage eingelegt oder verschraubt ist.

Ausführliche praktische Selbstbau-Hinweise auch zum mechanischen Aufbau einer Wägeplattform finden sich u. a. in [4] und [5].

### Die Signalauswertung

Der DMS liefert, wie beschrieben, nur sehr geringe Widerstandsänderungen und eine Wägezelle somit auch nur geringe Signalauslenkungen. Entsprechend empfindlich und auf diese Auswertung spezialisiert sollte also das nächste Bauteil in der Gesamtschaltung sein – der Signalverstärker, besser gesagt der AD-Wandler.

Hier gibt es in der Hauptsache drei populäre Vertreter. Zunächst den hochempfindlichen Instrumentenverstärker INA125 von Texas Instruments [6] (Bild 10), der durch eine hochpräzise, wählbare Referenzspannungsausgabe für die Brückenmessung, weit einstellbare Verstärkung sowie eine sehr geringe Temperaturdrift, stromsparenden Betrieb und hohen Störspannungsabstand hervorsteicht.

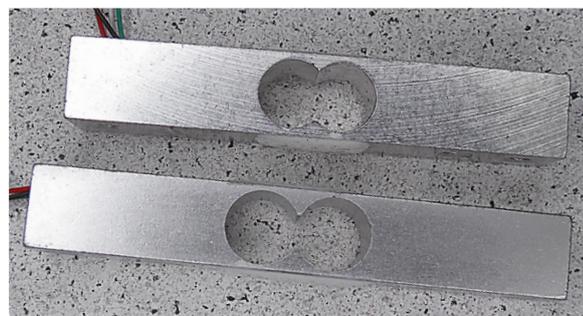


Bild 7: Zwei unterschiedlich dimensionierte Wägezellen. Das Material wird definiert geschwächt und genau in diesem Bereich der DMS aufgebracht.

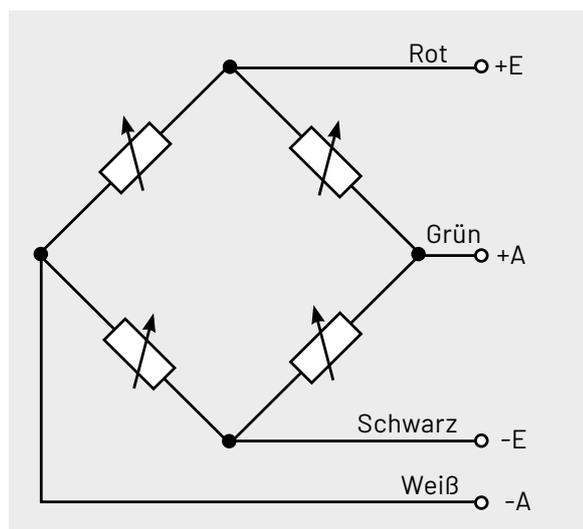


Bild 8: Die Anschlussbeschaltung einer Wägezelle mit Vollbrückenschaltung. Meist sind noch zusätzliche Festwiderstände zur Temperaturkompensation integriert. Die Kabelfarben können je nach Hersteller abweichen. E = Spannungseingang; A = Signalausgang, oft auch mit +I-S bezeichnet.

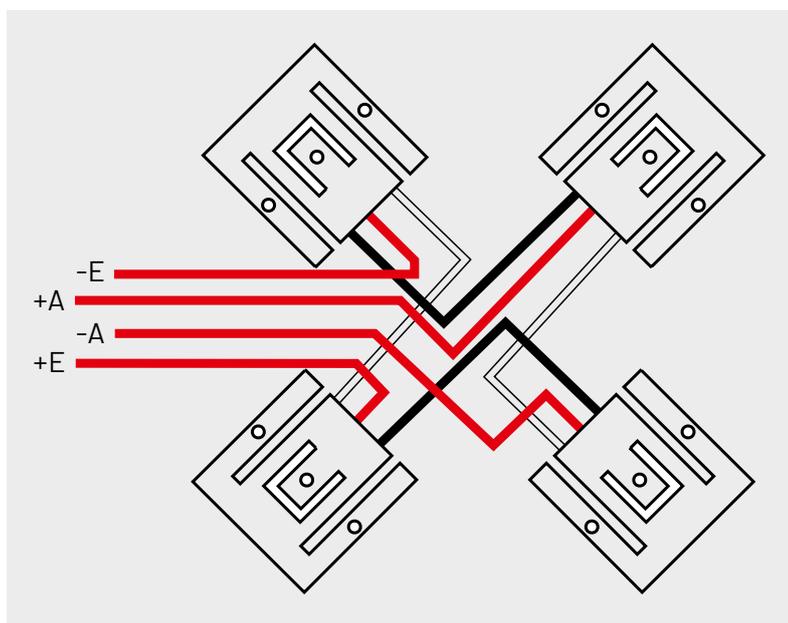


Bild 9: Die typische Bauform der Planar-Wägezelle und die Verschaltung von vier dieser Zellen zur Vollbrücke

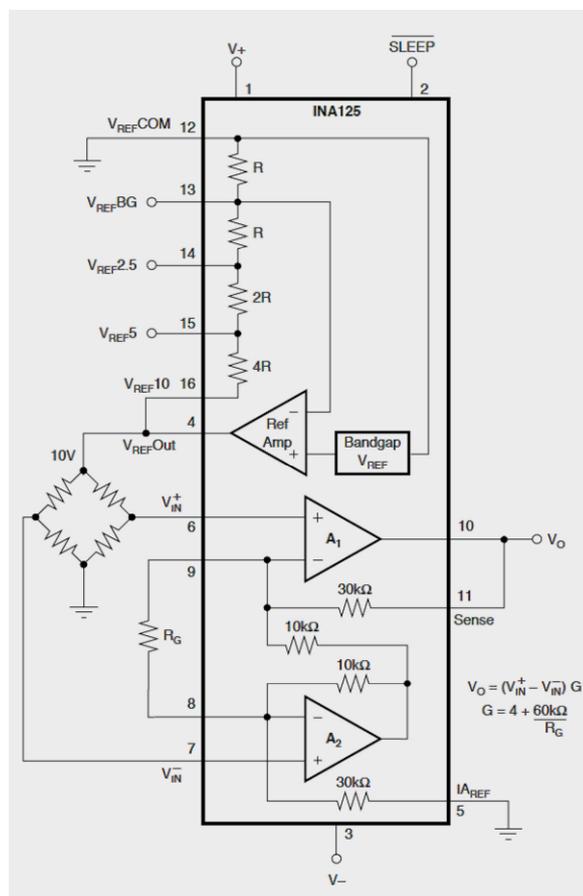


Bild 10: Der Instrumentenverstärker INA125 von Texas Instruments

Der zweite Spezialist ist der ADS1230 [7] (Bild 11), ein hochwertiger AD-Wandler, der umfangreich intern und extern programmierbar ist, eine Auflösung von 20 Bit erreicht und über ein serielles Interface mit einem Mikroprozessorsystem verbunden wird.

Wohl am weitesten verbreitet ist jedoch der HX711 [8] (Bild 12) von Avia Semiconductor. Er ist ein Präzisions-AD-Wandler mit 24 Bit Auflösung, zwei wählbaren Analogeingängen, wählbarer Verstärkung und einem einfach programmierbaren seriellen Mikrocontroller-Interface (SPI). Er hat noch einen „kleinen“ Bruder, den HX710, der nur einen Messkanal sowie einen festen Verstärkungsfaktor hat und zusätzlich in der Version HX710A über einen internen Temperatursensor verfügt. Er findet seine Anwendung in vielen einfachen Industrielösungen.

Bei Selbstbauern liegt der HX711 mit seinen Eigenschaften deutlich vorn, nicht zuletzt wegen der hohen Verfügbarkeit unzähliger Breakout-Boards mit kompletter Bestückung der Messschaltung und der einfachen Programmierbarkeit, die durch zahlreiche fertige Softwarelösungen und Bibliotheken für die beliebten Mikrocontroller-Plattformen wie Arduino oder Raspberry Pi unterstützt wird.

### HX711 in der DIY-Praxis

Sehen wir uns die Praxis mit dem HX711, die verschiedenen Breakout-Boards und die Mikrocontroller-Anbindungen an.

#### Breakout – aber welches?

Es gibt eine große Anzahl von Breakout-Boards, die die gesamte Applikationsschaltung des HX711 enthalten und somit nur noch zwischen Wägezelle und Mikrocontroller geschaltet werden müssen. Für die besonders schnelle und einfache Wäge-Lösung halten Onlinehändler zudem noch komplette Applikationsboards wie das in Bild 13 gezeigte bereit. Es



Bild 13: Mit solch einem Fertigmodul und einer Wägezelle lässt sich eine einfache Waage fast ohne Löten bauen.

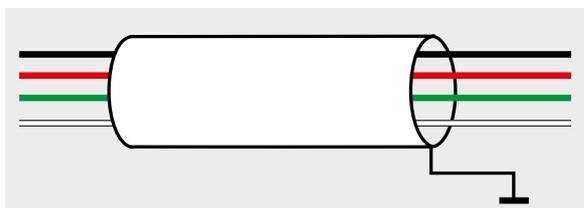


Bild 14: Gegen Störungen des Messsignals hilft eine Abschirmung der Signalleitung.

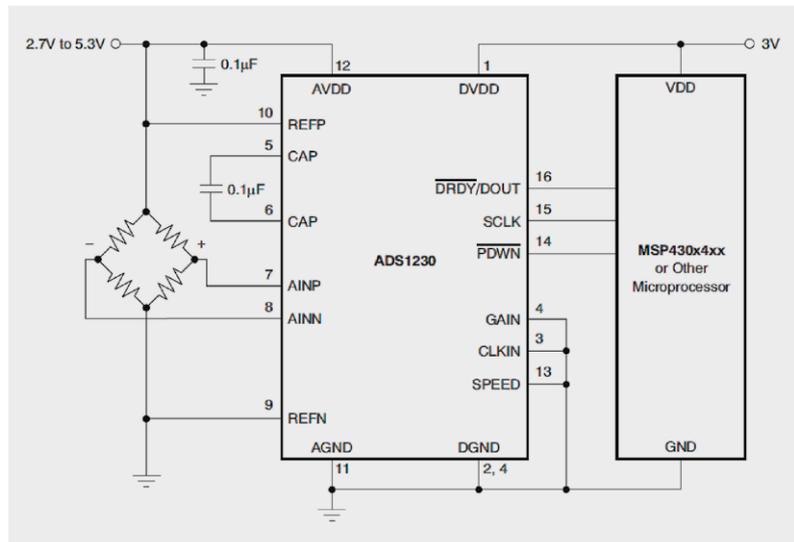


Bild 11: Der ADS1230 von Texas Instruments verfügt über ein serielles Interface.

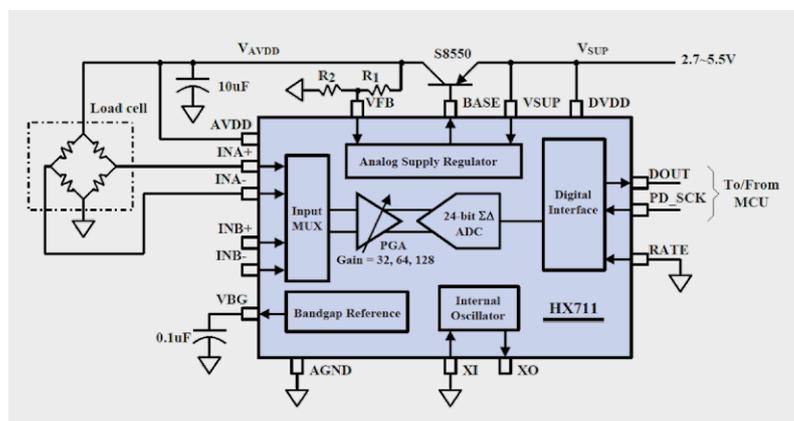


Bild 12: Spezialist für die Wägetechnik – der HX711 von Avia Semiconductor

enthält neben einem Anschluss für ein externes HX711-Board einen internen HX710 und eine Mikrocontroller-Einheit mit Bedientasten und LED-Anzeige. Hiermit kann man sich, abgesehen vom mechanischen Waagenaufbau, in Minuten eine einfache Waage bauen.

Viele eigene Projekte stellen aber weiterreichende Anforderungen, und hier hilft nur eine eigene Mikrocontroller-Lösung weiter. Vorher muss man aber, je nach Anspruch der Lösung, z. B. hohe Stabilität bei Langzeitmessungen, Verhinderung des Einflusses von Störeinstrahlungen u. v. a. m. „an der Quelle“ arbeiten. Dies wortwörtlich, denn wir müssen sehr kleine Signale möglichst ohne Störungseinflüsse auswerten. Dazu betrachten wir zunächst die Verkabelung des Sensors. Diese sollte erst einmal möglichst kurz sein. Oft, insbesondere bei größeren Wägeplattformen mit mehreren Sensoren, sind aber größere Leitungslängen nicht zu vermeiden. Die wichtigste Gegenmaßnahme heißt: Abschirmen. Das ist einfach, wir verwenden geschirmte Leitungen zwischen Sensor und ADC und möglichst dazu verdrehte Signalleitungen. Bild 14 zeigt, wie man hier den Schirm belegt. So ist die Leitung weitgehend vor Störstrahlungen sicher, die durch Handys, WLAN, Bluetooth usw. auch in der normalen Umgebung der Waage auftreten können. Man denke nur einmal daran, dass Messdaten immer öfter (Stichwort IoT) per WLAN, Bluetooth, Mobilfunk oder LoRaWAN übertragen werden, und zwar direkt aus der anhängenden Controllerschaltung heraus, z. B. von einem ESP oder einem Raspberry Pi. Manche Platinendesigns, wie etwa das von Sparkfun, berücksichtigen dies durch einen extra Anschluss für den Schirm.

Die zweite Maßnahme ist ein geeignetes Layout und eine zusätzliche Abschirmung für den HX711, um weitere Störeinflüsse zu verhindern.

Das beginnt beim Platinenlayout. In Bild 15 sind verschiedene Ausführungen von Breakout-Boards mit dem HX711 zu sehen. Ganz einfache und damit gegen Störeinflüsse empfindliche Boards haben z. B. keine flächendeckende Massefläche auf der Platinerückseite, oft ist diese durch eine bloße Lackierung imitiert. Besser ist nicht nur die Abschirmung durch eine durchgehende Massefläche auf der Rückseite, sondern auch durch eine Blechhaube auf der Bestückungsseite, wie man sie z. B. von Eingangsverstärkern in Messgeräten kennt.

Die Breakout-Boards werden auch für unterschiedliche Ausgabe-Messraten konfiguriert bzw. ist es möglich, diese entweder über Umschalten des internen Oszillators des HX711 zwischen 10 S/s (10 Samples pro Sekunde) und 80 S/s oder durch Beschaltung mit einem externen Takt bzw. Quarz entsprechend dem Datenblatt zu wählen. Auch dies ist bei der Konfiguration der Controller-Software zu beachten. Benötigt man keine besonders schnelle Messrate, ist die Einstellung „10 S/s“ die betriebssicherere Version, da bei der höheren Messrate das Rauschen des ADC stark ansteigt.

Schließlich kann bei besonders großen Leitungslängen zum Sensor und hohen Genauigkeitsanforderungen auch eine Messung der Brückenspannung über eine zusätzliche Sense-Leitung direkt am Sensor mit Auswertung und Vergleich der vom HX711 ausgegebenen Referenzspannung AVDD durch den auswertenden Mikrocontroller die Messgenauigkeit erhöhen. Dies kann über den zweiten Messkanal des HX711 vorgenommen werden, den man mit einem entsprechenden Spannungsteiler versieht. Es gibt Breakout-Boards, die bereits eine entsprechende Beschaltung tragen. Nicht genutzt, sollte man die beiden Eingangspins des Kanals 2 auf GND legen.

Einige Hinweise noch zu den preiswerten Breakout-Boards der Onlineshops. Manche Board-Designer haben den Anschluss „E“ der Sensor-Brückenschaltung nicht an Masse gelegt, sondern offen gelassen. Ist dies so der Fall, ist der Anschluss zu

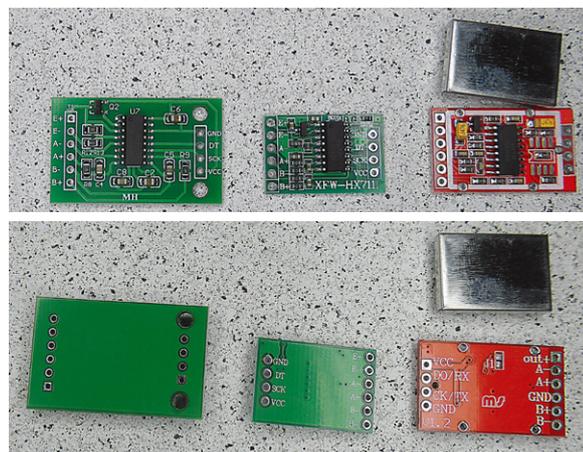


Bild 15: Drei HX711-Module im Vergleich. Links ein einfaches Modul ohne abschirmende Massefläche, in der Mitte ein Modul mit Massefläche, rechts ein Modul mit Massefläche, hochwertiger Bauteilbestückung, Jumper für die Messratenumschaltung und Abschirmhaube

prüfen und ggf. nachträglich mit der Schaltungsmasse (GND) zu verbinden. Bei sehr preiswerten Angeboten sollte man skeptisch sein, denn diese Boards sind oft mit minderwertigen Peripheriebauteilen bestückt, die u. a. auch die Qualität des Nutzsignals des ADC beeinflussen können – das Signal erscheint z. B. stark verrauscht. Als Referenzdesign kann man das von Sparkfun [9] heranziehen, hier findet man auch zahlreiche Applikationshinweise und Musterprogramme zur Auswertung.

### Der HX711 am Mikrocontroller

Eine einfache Waage inklusive Tara-Funktion ist mit einem Arduino oder einem ESPxx schnell aufgebaut. Dazu gibt es unzählige Softwarebeispiele im Internet, z. B. bei Hackster.IO, bei Sparkfun oder als ideale Einstiegsbeispiele bei den Github-Repositories der Arduino-Libraries der User bodge [10] und olkal [11]. Letzterer ist auch als Referenz bei arduino.cc angegeben.

Bild 16 zeigt einen einfachen Experimentieraufbau mit einem Arduino auf einem Breadboard.

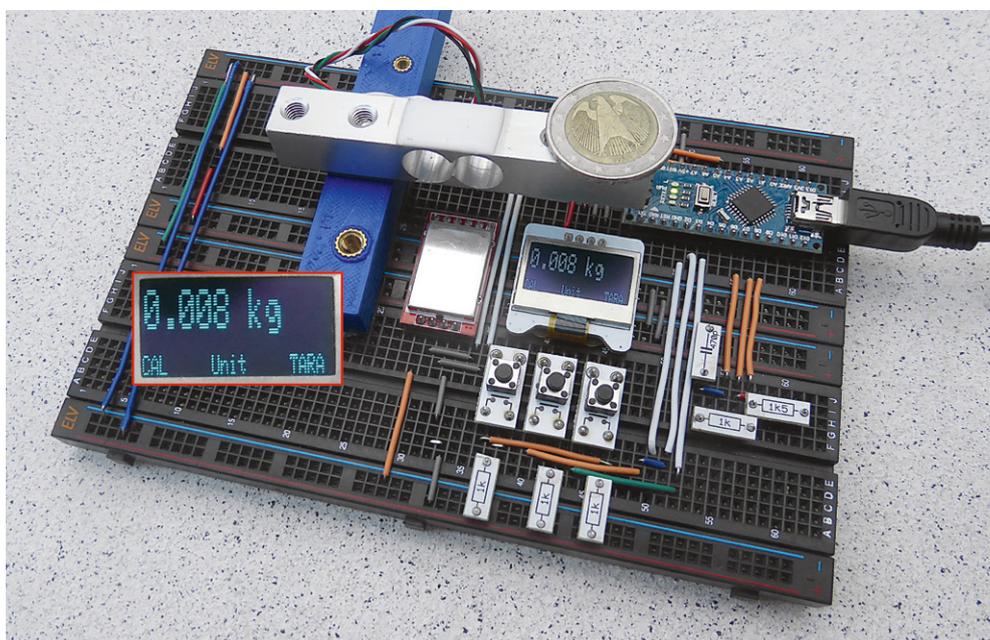


Bild 16: Ein Experimentieraufbau zum Kennenlernen von Wägezelle und HX711. Das einfache Arduino-Programm bietet dank der ausgeklügelten HX711-Library bereits Kalibrierung, Umschalten der Einheit und eine Tara-Funktion.

**ESP Easy Mega: Waage**

Main Config Controllers Hardware **Devices** Notifications Tools

Sensor

GPIO → SCL: GPIO-5 (D1) ↓

GPIO ← DOUT: GPIO-4 (D2) ↓

Measurement

Oversampling:

Mode: Channel A, Gain 128 ↓

Offset: -210.000 ↔ Tare:

**Konfiguration des HX711 in ESPEasy Mega**

**ESP Easy Mega: Waage**

Main Config Controllers Hardware **Devices** Notifications Tools

<	>	Task	Enabled	Device	Name	Port	Ctrl (IDX)	GPIO	Values
Edit	1	✓	HX711 Load Cell	Waage	0 (0)	GPIO-5 GPIO-4	Weights: 645.20		
Edit	2	✓	Switch input		0 (1)	GPIO-0	State: 1		
Edit	3								
Edit	4								

Powered by [www.letscontrolit.com](http://www.letscontrolit.com)

**Datenanzeige in ESPEasy Mega**

**Applet-Erstellung mit IFTTT/Webhook**

Erstellen Sie Ihr eige... ?

Sie haben 0 von 3 Applets erstellt

If This **Hinzufügen**

Then That

**Webhooks**

Integrate other services on IFTTT with your DIY projects. You can create Applets that work with any device or app that can make or receive a web request. If you'd like to build your own service and Applets, check out the IFTTT platform.

Receive a web request with a JSON payload

Receive a web request

Überprüfen und beenden

Applet-Titel 76 / 140

IFTTT

IFTTT • 15:20

IFTTT Filamentsensor

**Gewicht**

**Gewicht in ThingSpeak**

**0.947**

kg

a few seconds ago

**Grenzwertmeldung mit CallMeBot/Whatsapp**

Drucker online

Heute

Achtung! Filamentgewicht beträgt unter 75 Gramm. 13:37

Mo., 11. Okt.

**Alarmmeldung mit IFTTT/Webhook**

Bild 17: Die Fernübertragung der aktuellen Wägedaten und der Alarmmeldungen erfolgt im Zusammenspiel von ESPEasy Mega mit HX711-Plug-in, dazu hier Beispiele mit ThingSpeak-Apps, IFTTT Webhook und CallMeBot für Whatsapp.

Will man die Wägedaten in einem Netzwerk übertragen, bietet sich ein ESP-Board an, denn die Firmware „ESP Easy Mega“ von letscontrolit bietet dank der Integration eines HX711-Plug-ins [12] in das System eine sehr einfache Möglichkeit zur Publizierung im Netzwerk.

Wir haben zur Demonstration der Möglichkeiten ein kleines Projekt aufgebaut, eine 3D-Drucker-Filamentwaage, die zum einen den Filamentverbrauch via ESP Easy Mega und ThingSpeak samt Warnmeldung (über ThingSpeak React) bei ausbleibendem Verbrauch signalisiert und zum anderen eine Pushmeldung bei Ansprechen eines Filamentsensors generiert.

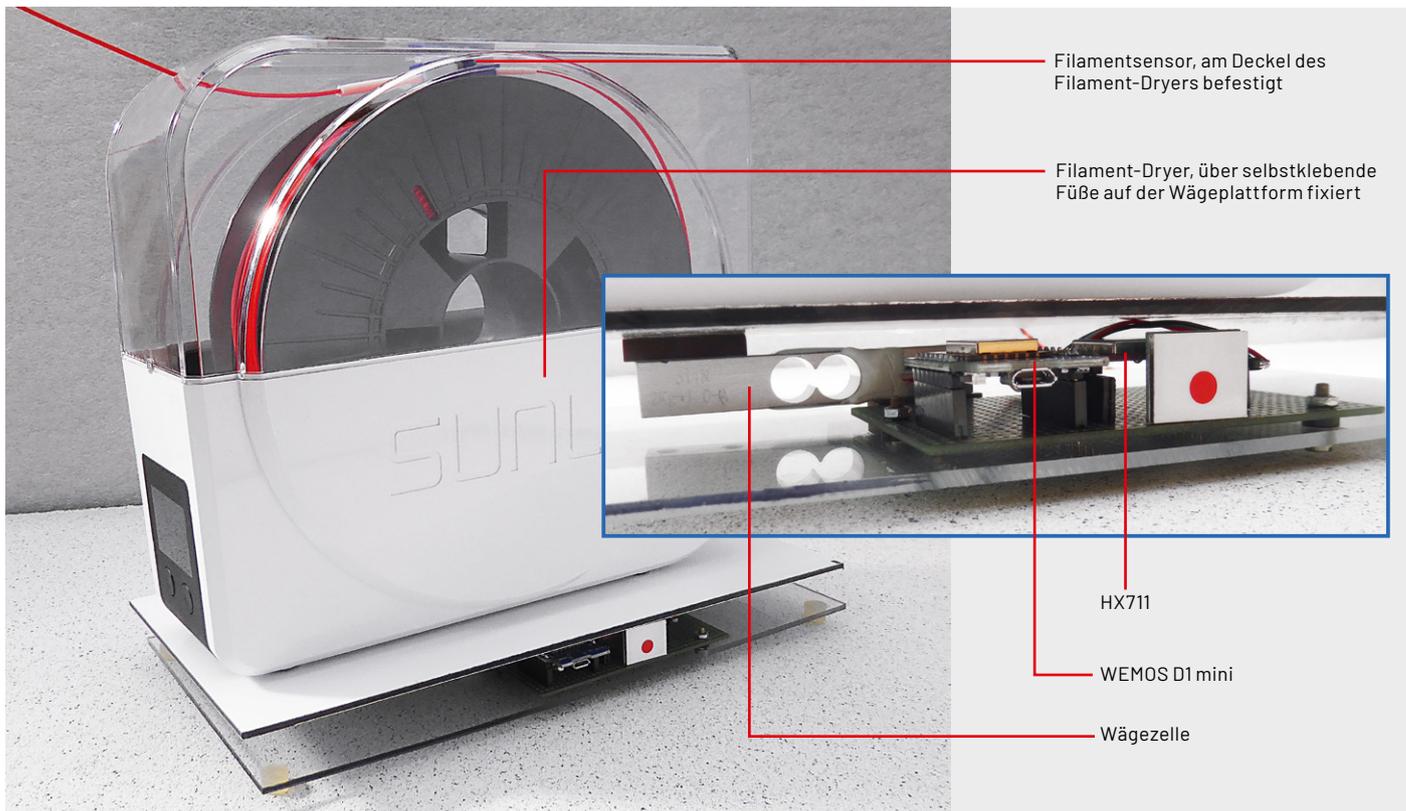


Bild 18: Die Filamentwaage ist samt Filament-Dryer neben dem 3D-Drucker platziert und kann so Störungen rechtzeitig signalisieren. Wichtig ist eine stabile Grundplatte, die die Waagenkonstruktion ohne Durchbiegen trägt.

Die Realisierung erfolgt, wie in [13] für die dortige Anbindung eines Klimasensors beschrieben, mit einem WEMOS-ESP-Board, das hier das HX711-Board über das HX711-Plug-in sowie den Zustand des Filamentsensors auswertet und via ESPEasy und die ThingSpeak-Apps publiziert (Bild 17). Diese ermöglichen durch die MATH-Möglichkeiten jede Art der Auswertung.

So kann man schnell bei einem Stau oder Bruch des Filaments reagieren und z. B. mit der Pause-Funktion des 3D-Druckers den Druck

noch retten, wenn dieser nicht über einen automatischen Algorithmus dazu verfügt. Hierzu haben wir eine einfache Waage mit einer Plattform-Wägezelle gebaut, die den Filament-Dryer samt Filamentrolle trägt (Bild 18). Nach der Kalibrierung und Tara mit dem leeren Filament-Dryer auf der Waage wird die Wägung gestartet und die Datenübertragung beginnt. **ELV**

## i Weitere Infos

- [1] HBM-Aufnehmer und Sensoren: <https://www.hbm.com/de>
- [2] Bosche-Wägetechnik: <https://www.bosche.eu>
- [3] Ruima-Wägezellen: <http://de.cnme.com/products>
- [4] Honey-Pi-Projekt: <https://honey-pi.de>
- [5] Beelogger-Projekt: <https://beelogger.de/>
- [6] INA125-Datenblatt: <https://www.ti.com/product/INA125>
- [7] ADS1230: <https://www.ti.com/product/ADS1230>
- [8] HX710/711: <http://en.aviaic.com/category/142702.html>
- [9] Sparkfun-Guide zum HX711: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/load-cell-amplifier-hx711-breakout-hookup-guide>
- [10] HX711-Library bodge: <https://github.com/bogde/HX711>
- [11] HX711-Library olkal: [https://github.com/olkal/HX711\\_ADC](https://github.com/olkal/HX711_ADC)
- [12] HX711-Plug-in für ESPEasy: [https://github.com/letscontrolit/ESPEasy/blob/mega/src/\\_P067\\_HX711\\_Load\\_Cell.ino](https://github.com/letscontrolit/ESPEasy/blob/mega/src/_P067_HX711_Load_Cell.ino)
- [13] Programmieren leicht gemacht - Einstieg in den ESP8266-Mikrocontroller mit ESPEasy: ELVjournal 4/2019 - Artikel-Nr. 250930

Alle Links finden Sie auch online unter: [de.elv.com/elvjournal-links](http://de.elv.com/elvjournal-links)

# ELV Leserwettbewerb

## Teilen Sie Ihre Lieblingsprojekt

Das umfangreiche Angebot von ELV Haustechniksystemen, Produkten und Bausätzen bietet für viele Leser den Ausgangspunkt für eigene kreative Ideen. Haben auch Sie ein Projekt entwickelt, das andere Leser interessieren könnte?

Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihr Projekt, berichten Sie von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Teilen Sie Ihre fantasievolle Idee mit den Lesern des ELVjournals! Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELVjournal mit Nennung des Namens vorgestellt.



**Per E-Mail**  
leserwettbewerb@elv.com



**Per Post**  
ELV Elektronik AG  
ELVjournal Leserwettbewerb  
26787 Leer

Alles, was nicht gegen Gesetze oder z. B. VDE-Vorschriften verstößt, ist für uns interessant. Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen. Es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.

\* Der Einsender der veröffentlichten Anwendung erhält einen Gutscheincode zur einmaligen Nutzung im Wert von 200,- €. Der Gutscheincode wird mit einer Bestellung verrechnet – ein etwaiger Restbetrag verfällt. Bei Rückabwicklung des Kaufvertrags oder eines Teils hiervon wird der gewährte Gutscheinbetrag vom zu erstattenden Kaufpreis abgezogen, sofern durch die Ausübung des Widerrufsrechts und der Rückabwicklung der Gesamtwarenwert von 200,- € unterschritten wird. Auszahlung/Verrechnung mit offener Rechnung sowie Gutschrift nach Widerruf sind nicht möglich. Der Gutscheincode ist nicht mit anderen Aktionen kombinierbar.

## Machen Sie mit!

Jedes veröffentlichte Projekt belohnen wir mit einem Gutscheincode im Wert von

**200,- €\***