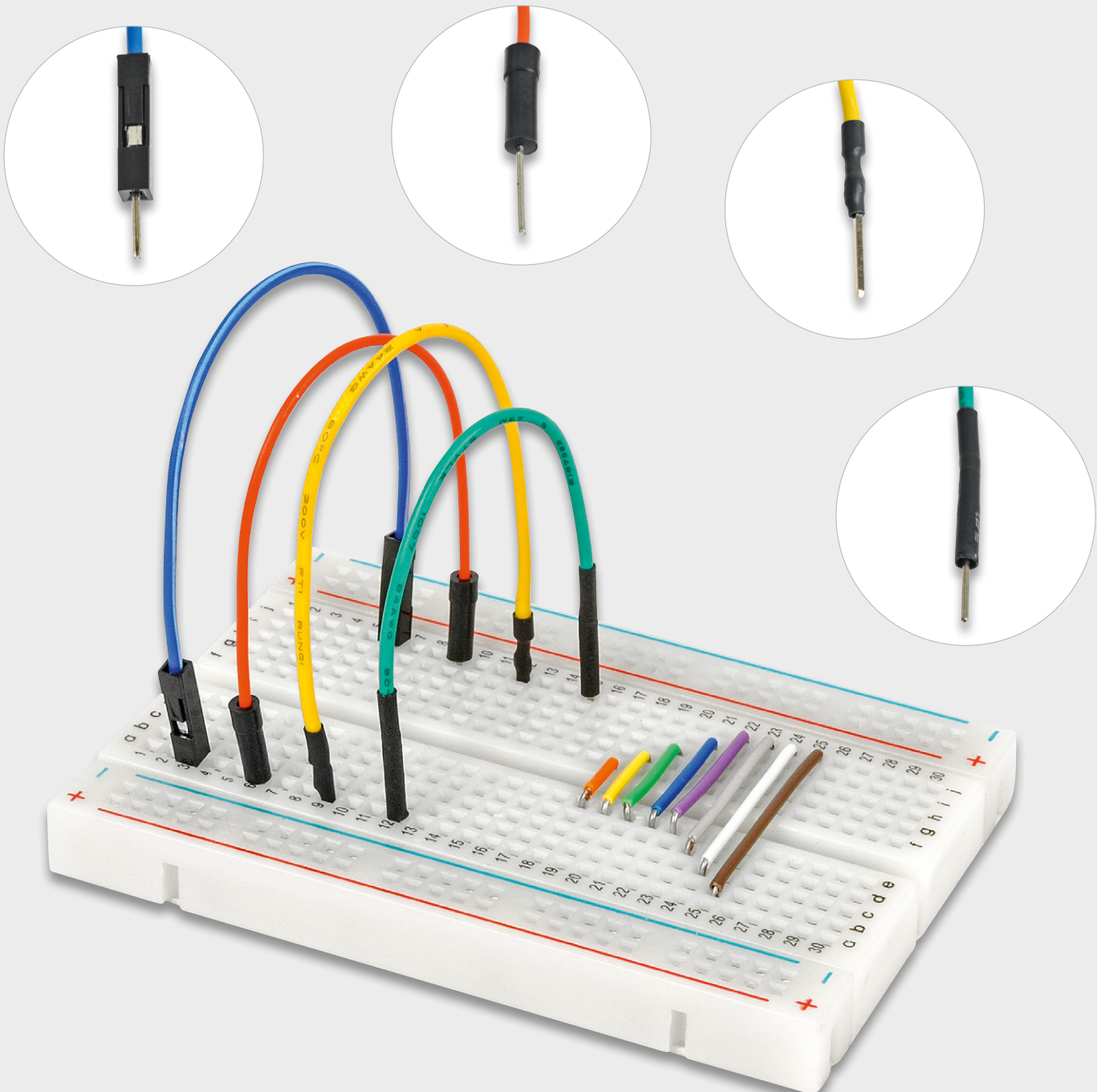




Kurze Leitung

Wissenswertes über die Qualität von Steckkabeln

Eben hat die Schaltung noch funktioniert und im nächsten Moment scheint der Wurm in dem Aufbau der Versuchsschaltung auf dem Steckbrett drin zu sein. Jetzt heißt es, den Fehler zu suchen und womöglich viel Zeit darin zu investieren. Dabei liegt es vielleicht nur an Kontaktproblemen zwischen Steckkabel oder -brücke und dem Steckbrett. Häufig ist die mindere Qualität der Steckkabel Grund für einen (zeitweisen) Ausfall der Schaltung. Wir werfen in dem nachfolgenden Beitrag einen Blick in das Innere der am häufigsten verwendeten Kabeltypen und deren Anschlüsse, geben Empfehlungen für gute Kabel und eine Nachbauanleitung für selbst hergestellte, günstige und gleichzeitig gute Steckkabel.



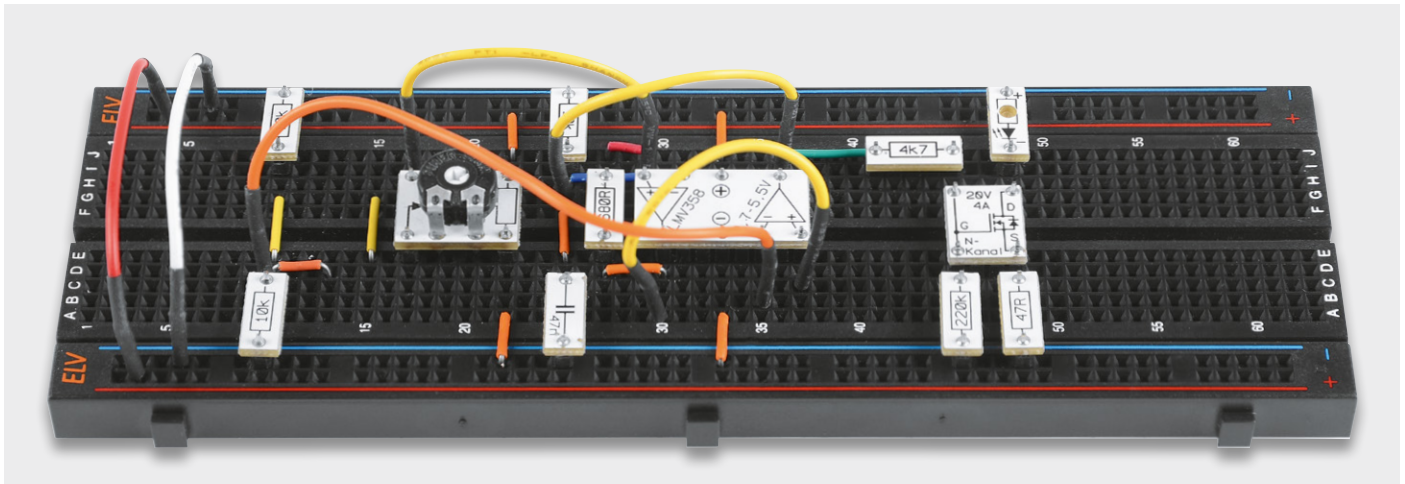


Bild 1: Beispielschaltung unter Verwendung von Steckkabeln und Steckbrücken und unseren neuen Prototypenadaptern PAD2 und PAD3

Allgemeines

Steckkabel bzw. Steckbrücken kommen in Probe- und Experimentieraufbauten auf Steckboards (engl.: bread board, s. a. „Elektronikwissen Prototyping-Begriffe“) zum Einsatz. Sie stellen die elektrische Verbindung zwischen den einzelnen Komponenten auf dem Board her. In Bild 1 ist eine Beispielschaltung mit Steckbrücken und Steckkabeln zu sehen.

Es wird zwischen starren Steckbrücken und flexiblen Steckkabeln (Bild 2) unterschieden. Kurze Distanzen werden zweckmäßiger Weise mit den starren Steckbrücken vorgenommen, um z. B. die Versorgungsspannung an ein Bauteil anzuschließen oder Bauteile in kurzer mechanischer Distanz zu verbinden. Diese Steckbrücken werden in der Regel in einem Set mit unterschiedlichen Längen angeboten (Bild 3). Im Prinzip könnte man die starren Steckbrücken auch biegen und nicht wie üblich flach aufliegend auf dem Board verwenden. Dies hat den Nachteil, dass die Steckbrücken nach der Verwendung sehr „zerknittert“ und unansehnlich aussehen.

Steckkabel und Steckboards

Schauen wir uns nun die flexiblen Steckkabel an, denn hier gibt es in der Qualität extreme Unterschiede. Wir betrachten die drei häufigsten Varianten im Detail und erklären im Anschluss das Anfertigen eigener Verbindungskabel.

Um zu verstehen, wo die Qualitätsunterschiede liegen, schauen wir uns zunächst die Kontaktierung der Stifte mit dem Steckboard etwas genauer an. Hierzu haben wir ein Steckboard aufgesägt, sodass man die Kontakte im Detail sehen kann (Bild 4). Im Inneren der Steckboards befinden sich zahlreiche Buchsenkontakte (Kontaktfedern) zur Aufnahme der Steckkabel, Bauteile oder Steckbrücken. Das Problem bei günstigen Steckkabeln ist, dass die Oberfläche der Kontaktstifte nicht immer glatt ist, sondern scharfe Kanten aufweisen kann. Und genau diese scharfen Kanten schädigen auf Dauer die Steckboards, besser gesagt: die Buchsenkontakte. Denn bei jedem Einstecken wird ein geringer Teil der Kontaktlegierung abgetragen. Nach einiger Zeit ist die schützende Beschichtung der Kontaktfläche verloren gegangen und deshalb können sich relativ hohe Übergangswiderstände bilden.

Übrigens gibt es nicht nur bei den Steckkabeln, sondern auch bei den Steckboards erhebliche Qualitätsunterschiede. Die Materialbeschaffenheit der Federkontakte lässt sich von außen nicht erkennen. Hier wird bei Billigangeboten im Internet gerne gespart und sehr günstiges Kontaktmaterial verwendet, denn die Kontakte sind ja von außen nicht einsehbar. Bei manchen dieser Steckboards trifft der Spruch zu: „Außen hui – innen pfui“. Ist die Oberfläche der verwendeten Kontaktstifte aufgeraut bzw. weisen die Stifte scharfe Kanten auf, nutzen sich diese billigen Steckboards sehr schnell ab.



Bild 2: Unterschied zwischen flexiblen Steckkabeln (oben) und starren Steckbrücken (unten)



Bild 3: Set mit starren Steckbrücken in unterschiedlichen Längen



Bild 4: Die Buchsenkontakte eines Steckboards im Detail

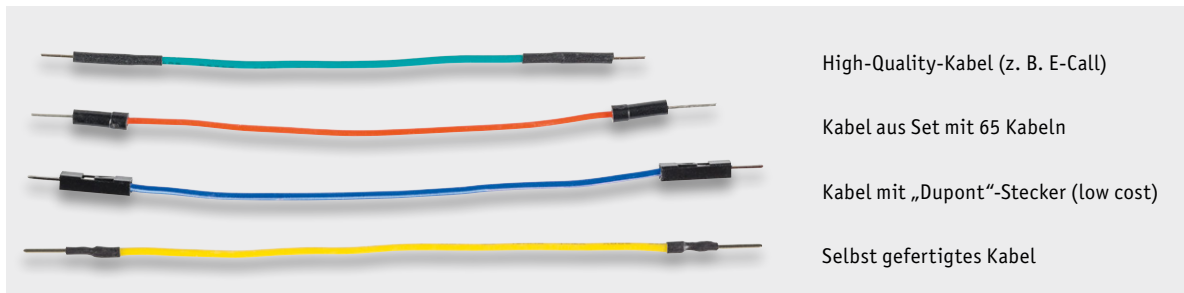


Bild 5: Unterschiedliche Verbindungskabel

Kabeltypen

Kommen wir nun zu den flexiblen Verbindungskabeln. Hier gibt es, wie schon erwähnt, sehr große Unterschiede in der Qualität, die vor allem von der Konstruktion abhängig ist. In Bild 5 ist eine Übersicht der gängigsten Kabel am Markt zu sehen, ganz unten ein selbst gefertigtes Kabel. Nachfolgend erklären wir die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Typen

„Dupont“-Kabel

„Dupont“-Kabel werden in Regel als Flachbandkabel angeboten, wie sie in Bild 6 dargestellt sind. Produktionstechnisch ist es einfacher, ein Flachband mit Steckern zu versehen, als einzelne Kabel zu konfektionieren. Die Enden der Kabel sind jeweils mit einem einpoligen, sogenannten „Dupont“-Stecker versehen. Diese Kabelsets sind wohl im Moment das Preiswerteste am Markt. Leider ist die Qualität der Kontakte auch dementsprechend minderwertig. Dies liegt vor allem daran, dass der eigentliche Steckerkontakt gecrimpt ist und scharfe Kanten aufweist (Bild 7). Diese scharfen Kanten können die Buchsenleisten der Steckboards beschädigen. Die Anschlusskabel werden mit Kontaktstift gecrimpt und lösen sich sehr selten,

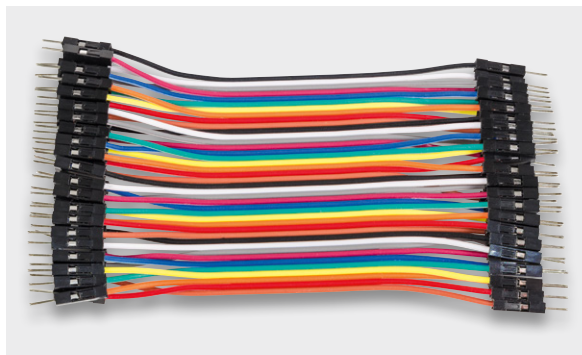


Bild 6: Flachband-Kabelset mit „Dupont“-Stecker

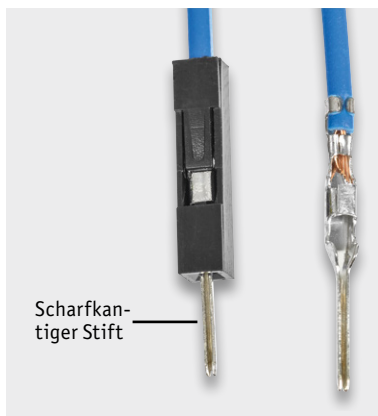


Bild 7: Kabel mit „Dupont“-Stecker

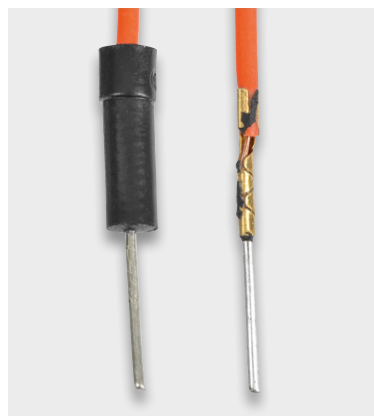


Bild 8: Kabel mit angegossenem Stecker

da die Verbindungsstelle geschützt im Gehäuse verborgen ist und der Kontaktstift gegen das Herausrutschen mit einer Rastnase geschützt ist. Oft ist die Qualität der Verbindung von Kabellitze mit dem Kontaktstift durch das Crimpen aber nicht besonders gut. Zudem sind die günstigen Kabel oft nur mit wenigen, dünnen Adern im Inneren versehen, was bei höheren Strömen zu Problemen führen kann, da diese Kabel dann nicht den notwendigen Kabelquerschnitt aufweisen bzw. weil sie dadurch generell einen höheren Innenwiderstand als hochwertige Kabel aufweisen. Wer nur ab und zu mal Probeschaltungen auf Steckboards aufbaut, kann die Kabel verwenden, sollte sich aber bewusst sein, das häufiger Gebrauch die Steckboards beschädigen kann.

- ⊕ Sehr niedriger Preis, Kabel lösen sich sehr selten aus dem Steckergehäuse
- ⊖ Mindere Qualität der Kontaktstifte – beschädigt bei häufigem Gebrauch die Steckboards. Kabel meist mit nur mit wenigen Adern (geringer Kabelquerschnitt). Qualität der Verbindung von Kabel zu Kontaktstift durch das Crimpen nicht hochwertig.

Low-Cost-Kabelset mit angegossenem Stecker

Diese Kabelsets sind weit verbreitet und für wenig Geld zu haben. Auch diese Sets werden üblicherweise, wie der Name schon sagt, als Set und nicht einzeln angeboten. Die Qualität der Kontakte ist besser als bei den „Dupont“-Steckern, jedoch gibt es auch hier Vor- und Nachteile. In Bild 8 ist der Kontaktstift im Detail dargestellt. Vorteilhaft ist der abgerundete Kontaktstift, dieser verhindert Beschädigungen an den Steckboards. Diese Kabel sind für den gelegentlichen Einsatz auf Steckboards gut geeignet. Der niedrige Preis hat natürlich auch einen Nachteil: Der Kontaktstift



ist relativ dünn und verbiegt daher leicht. Werden die Kabel hinter dem angegossenen Stecker abgeknickt, lösen sich diese häufig, was zu einem Ausfall und so unter Umständen zu langwieriger Fehlersuche führt. Ansonsten kann man diese Verbindungskabel für den normalen Gebrauch benutzen. Auch hier werden oft Kabel mit wenigen Adern und dadurch geringem Kabelquerschnitt verwendet.

- ⊕ Niedriger Preis, mittlere Qualitätsstufe, für gelegentliche Anwendungen geeignet
- ⊖ Die dünne Spitze verbiegt leicht, Kabel können sich nach gewisser Zeit vom Stecker lösen. Kabel meist mit nur mit wenigen Adern (geringer Kabelquerschnitt).



Bild 9: Aufbau der High-Quality-Kabel

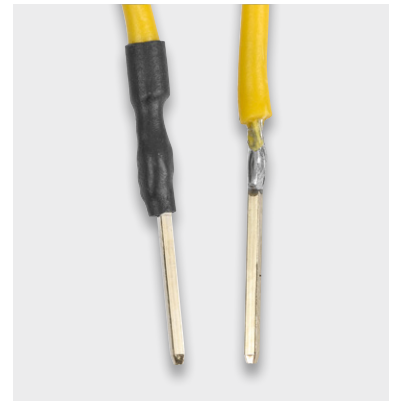


Bild 10: Selbst angefertigtes Verbindungskabel

Hochwertige Verbindungskabel

Für den professionellen Einsatz gibt es hochwertige Verbindungskabel. Der taiwanische Hersteller E-Call ist im Moment der einzige Hersteller, der diese Kabel anbietet. E-Call hat sich auf die Produktion hochwertiger Steckboards und Zubehör spezialisiert. Bild 9 zeigt den Aufbau dieser Kabel. Wie man erkennen kann, besteht die Spitze aus einem Stück mit einem kugelförmigen Ende. Hierdurch werden die Kontakte vom Steckboard geschont und es ergibt sich eine einwandfreie Verbindung. Auch der Kabelquerschnitt ist größer als bei den anderen Produkten. Die Litze des Kabels liegt im Inneren des Kontaktstiftes und ist dort per Crimpung mit ihm fest verbunden.

Rundum machen diese Kabel einen hochwertigen Eindruck, was sich beim Einstecken auf dem Steckboard bemerkbar macht. Allerdings hat Qualität ihren Preis. Die Kabel werden, je nach Länge, zu einem Preis von ca. 3–4 Euro als 10er-Set angeboten. Wer öfter mit Steckboards arbeitet, keine Zeit für die Fehlersuche, verursacht durch minderwertige Kabel, verschwenden will und den relativ hohen Anschaffungspreis nicht scheut, wird mit diesen Kabeln nicht enttäuscht.

- ⊕ Hochwertige Ausführung, langlebig, verhindert die Beschädigung bzw. Abnutzung der Kontakte des Steckboards. Crimpung, Kabelmantel und Kabelquerschnitt von hoher Qualität.
- ⊖ Relativ hoher Preis

Alternative: Selbst angefertigte Kabel

Wer hochwertige Kabel benötigt und den Arbeitsaufwand nicht scheut, für den stellt folgende Anleitung eine gute Alternative dar: Aus handelsüblichen Materialien lassen sich für ca. 20 Euro etliche Kabel nach eigenen Wünschen anfertigen. Viele haben eventuell die benötigten Komponenten noch in der Bastelkiste liegen und brauchen diese nur nach unserer Anleitung zusammenfügen. Als Kontaktstift dient ein einzelner Kontakt einer herkömmlichen Stiftleiste. Ein entsprechend langes Stück Kabel als Verbindungsleitung und passender Schrumpfschlauch, und schon lässt sich hieraus ein gutes und preiswertes Steckkabel anfertigen. Bild 2 und Bild 10 zeigen ein nach diesem Prinzip angefertigtes Kabel.

Im Folgenden ist die Anfertigung im Detail erklärt. Wie schon erwähnt werden als Kontaktstift die einzelnen Stifte einer Stiftleiste benötigt. Stiftleisten sind recht günstig, wobei die Anzahl der Stifte für unsere Anwendung keine Rolle spielt, da ja nur einzelne von ihnen benötigt werden.

Die Stifte können leicht mit einer Zange aus der Leiste herausgezogen werden (siehe Bild 11). Als Verbindungskabel eignet sich eine flexible Litze mit einem Querschnitt von 0,22 mm² bis 0,5 mm². In Bild 12 ist ein Kabelset mit unterschiedlichen Farben abgebildet. Der Vorteil ist hier, dass man eine Vielzahl von unterschiedlichen Farben zur Verfügung hat. Die insgesamt 60 m reichen für 600 Verbindungskabel à 10 cm. Wichtig ist, dass man Litze (flexibel) und keinen Schaltdraht (starr) verwendet.



Bild 11: So werden die Stifte mit einer Zange herausgezogen.



Bild 12: Handelsübliches Set mit Litzen in unterschiedlichen Farben (z. B. AREXX Schaltlitze-Sortiment, Bestell-Nr. 05 47 96)



Bild 13: So lässt sich die Litze bequem mit Kontaktstift verlöten.

Die Längen der Verbindungskabel können selbst definiert werden. Nachdem man sich die passende Länge zurechtgeschnitten hat, werden die Enden abisoliert und verzinkt. Verzinnen bedeutet, dass die Litze verdreht und anschließend mit einem LötKolben und etwas Lötzinn verlötet wird. Die einzelnen Adern der Litze sind dann durch das Lötzinn miteinander verbunden. Das so vorbereitete Kabelende kann unter Zugabe von Lötzinn mit dem Kontaktstift verlötet werden. Da der Kontaktstift recht klein ist, empfiehlt sich der Einsatz einer kleinen Montagehilfe. **Bild 13** zeigt einen kleinen Schraubstock (z. B. Proxxon Maschinenschraubstock MS 4), der sich für diese Aufgabe sehr gut eignet.

Die Lötstelle wird anschließend mit einem kurzen Stück Schrumpfschlauch (Durchmesser ca. 1,6 mm) versiegelt. Hierdurch vergrößert sich der Biegeradius und das Kabel knickt nicht so schnell ab. **Bild 10** zeigt, wie das Ganze in der Großaufnahme aussieht. Alle Arbeitsschritte sind zusätzlich noch mal in **Bild 14** zusammengefasst.

In der **Tabelle 1** sind alle benötigten Einzelkomponenten aufgelistet. Verwendet man die angegebenen Bauteile zu den gemachten Preisangaben, ergibt sich ein Preis von 4,2 Cent für ein jeweils 10 cm langes Kabel. Wenn man den Arbeitsaufwand nicht mitrechnet, hat man für wenig Geld ein hochwertiges Kabel, das sich sehen lassen kann. **ELV**

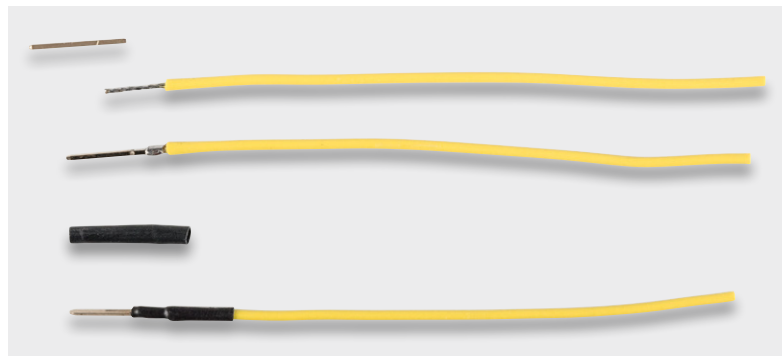


Bild 14: Die einzelnen Arbeitsschritte im Detail dargestellt

Benötigte Einzelkomponenten für den Bau von Steckkabeln

	Beschreibung	Preis
	Flexible Litze 0,22–0,5 mm ²	€ 0,15 Cent/cm
	Bestell-Nr. 05 47 96	€ 8,95 (60 m)
	Stiftleiste, gerade	1,2 Cent/Stift
	Stiftleiste, 34-polig Bestell-Nr. 11 22 00	€ 0,41
	Schrumpfschlauch 0,22–0,5 mm ²	€ 0,12/cm
	Schrumpfschlauch 1,6 mm Bestell-Nr. 12 21 51	€ 6,95 (20 m)
	Gesamtpreis:	4,2 Cent/10 cm Kabel

Tabelle 1

Prototyping

Den Versuchsaufbau für eine Schaltung, um das Konzept oder die Eigenschaften eines Produkts in einem frühen Stadium zu testen, nennt man in der Elektronik Prototyping. Beim Prototyping gibt es einige Begriffe, die immer wieder fallen.

Häufig wird die Versuchsschaltung zunächst auf einem Steckbrett aufgebaut, das der mechanischen Befestigung und durch die Anordnung der Buchsenleisten auch der elektronischen Verbindung dient. Oft werden hier auch die Begriffe Breadboard, Steckboard, Steckbrett oder Steckplatine benutzt. Allen gemein ist, dass kein LötKolben benutzt werden muss, da die Bauteile in Federkontakte gesteckt werden und damit gesichert und einfach umsteckbar sind. Gelötete Versuchsaufbauten befinden sich meistens auf Lochrasterplatten, Protoboards oder Experimentierboards.

Um die auf dem Steckbrett verwendeten Bauteile zu verbinden, gibt es zwei wichtige Hilfsmittel: Steckbrücken und Steckkabel. Bei den Steckbrücken, die auch als Drahtbrücken oder Wire Jumper bezeichnet werden, handelt es sich meist um einen an zwei Enden gebogenen, starren Leiter mit einer Ummantelung in der Mitte. Bei PCs und auch auf Platinen gibt es mit dem Jumper eine sehr bekannte Form der Drahtbrücke oder besser gesagt der Kurzschlussbrücke.

Während die Steckbrücken immer in männlicher Form („Männchen“), also als Stecker mit nach außen weisendem Kontaktstift ausgeführt sind (diese werden im Englischen auch als Male (Connector) bezeichnet), gibt es bei den Steckkabeln auch das Gegenstück, das als Buchse, Kupplung, Female (Connector) oder „Weibchen“ bezeichnet wird. Für Steckkabel wird im Englischen häufig der Begriff Jumper Wire benutzt.

Bei den Steckkabeln, die hauptsächlich für Steckbretter genutzt werden, gibt es zudem unterschiedliche Formen der Verbindung zwischen dem Kabel und dem Stecker bzw. der Buchse. Hier sind noch einmal nach Qualität der Verbindung aufsteigend die Bezeichnungen aufgeführt:

- Gecrimpte „Dupont“-Stecker oder -Buchsen
- Einfach gecrimpte oder gelötete (weiche) Drähte mit rundem, an der Spitze glatt abgeschnittenem Kontaktstift
- Stecker/Buchse mit im Kontaktstift gecrimpter Litze. Beim Stecker mit festem Kontaktstift, der zusätzlich eine abgerundete Spitze hat (E-Call)

Bei den Kabeln unterscheidet man unter anderem zwischen denen mit einer oder mehreren Adern bzw. Einzeldrähten. Die einzelne oder die zusammengefassten Adern bilden die Litze (einadrig = single strand, mehradrig = stranded wire). Die im Gegensatz zum starren Einzel- oder Schaltdraht flexible Litze ist oft mit einem Kunststoff als Isolator umschlossen. Will man ein Kabel mit besonders temperaturresistentem Isolator verwenden, beispielsweise für Kabel oder Wickeldraht mit sehr kleinem Kabelquerschnitt, die verlötet werden sollen, empfehlen sich solche mit PVDF- (Polyvinylidenfluorid) oder Silikon-Mantel. Schließlich ist noch der Kabelquerschnitt ein wichtiger Faktor bei der Anwendung von (Steck-)Kabeln. Der Querschnitt und damit unter anderem die Strombelastbarkeit wird in mm² bzw. nach dem hauptsächlich im nordamerikanischen Raum verwendeten „American Wire Gauge“- oder kurz AWG-Standard definiert.