

Best.-Nr.: 56970  
Version 2.0,  
Stand: Februar 2006



# Zweidraht-Datenübertragungssystem

**Mehrere Schaltsignale über ein Kabel zu übertragen, ist in der Regel eine material- und arbeitsintensive Aufgabe. Nicht so bei der hier vorgestellten Lösung. Hier können unter Ausnutzung der Vorteile einer seriellen Datenübertragung bis zu acht Schaltsignale bidirektional über nur zwei Leitungsadern übertragen werden. Eine symmetrische Übertragung sorgt für die Erhöhung der Störfestigkeit gegenüber Störeinflüssen, und ein sicheres Datenprotokoll gewährleistet die fehlerfreie Übertragung.**

## Aufwandsminimierung

Die Verlegung von Kabeln ist immer noch ein (arbeits- und zeitintensives) Hindernis bei der Realisierung vieler Elektronikprojekte. Vieladrige Leitungen und Kabel sind nicht nur teuer, sondern meist auch aufwändig zu verlegen. Vielfach ist eine Neuverlegung auch gar nicht möglich und man muss auf vorhandene, meist nur zwei- bis vierdrähtig verlegte Leitungen zurückgreifen, etwa nicht mehr benötigte Telefon- oder Netzwerkleitungen, ehemalige Klingelleitungen, Lautsprecherverka-

belungen etc. Für manche Aufgaben, vor allem über längere Strecken, kann man zur Funktechnik greifen, liegen aber bereits Leitungen oder sind diese einfach verlegbar, bietet sich die drahtgebundene Übertragungstechnik mit ihren Vorteilen, vor allem der hohen Störfestigkeit, an.

Das Zweidraht-Datenübertragungssystem ZD 8 nutzt die Vorteile der seriellen Datenübertragung, um bis zu acht Schaltsignale auf nur zwei Leitungen zu übertragen. Würde man direkt von einem Punkt A aus Geräte an einem Punkt B schalten wollen, so bräuchte man für jeden Kanal eine Leitung und eine gemeinsame Masse-

leitung, bei acht Schalteingängen also bereits neun Leitungen.

Bei der hier vorgestellten Zweidraht-Datenübertragung werden die acht parallel anliegenden Schaltzustände vom Sender nacheinander, also bitseriell, über die Zweidrahtleitung übertragen. Im Empfänger erfolgt eine Rückumwandlung dieser seriell übertragenen Daten, so dass sie parallel an acht Schaltausgängen wieder zur Verfügung stehen.

Übertragungsfehler bei der seriellen Datenübertragung lassen sich auf verschiedene Arten verringern. Zunächst lassen sich durch den Einsatz von speziellen Leitungstreibern, wie z. B. dem MAX485, Störeinflüsse von außen auf die Leitung reduzieren. Der MAX485 wandelt die zu übertragenden Daten in ein symmetrisches Signal um, bei dem die Zustände High und Low als eine Differenzspannung zwischen zwei zusammengehörigen Leitungen A und B übertragen werden. Von außen eingekoppelte Störimpulse verursachen auf beiden Leitungen eine gleich hohe Störampplitude, ohne das Nutzsignal, die Differenzspannung, nennenswert zu beeinflussen.

Kommt es trotzdem zu Störungen, die sich auf die übertragenen Informationen auswirken, so müssen diese durch ein Softwareprotokoll abgefangen werden, bei dem der Empfänger z. B. eine Checksumme prüft, die vom Sender übertragen wird. Wurden die Daten korrekt empfangen, bestätigt der Empfänger dies, ansonsten müssen die Daten erneut übertragen werden.

Mit diesen Maßnahmen erreicht man insgesamt eine sehr hohe Störsicherheit bei der Datenübertragung.

## Bedienung und Funktion

Das Zweidraht-Datenübertragungssystem besteht aus zwei Platinen, die jeweils über ein Steckernetzteil mit einer Gleichspannung von 9 V bis 12 V betrieben werden.

Die Schaltung verfügt jeweils über acht Eingänge und acht Ausgänge. Die Zustände der Eingänge werden auf beiden Seiten laufend abgefragt und bei jeder Änderung erfolgt eine Übertragung des Zustandes der

### Technische Daten: ZD 8

Anzahl der übertragbaren

Schaltkanäle: ..... 8

Betriebsspannung: ..... 9–12 V DC

Stromaufnahme bei unbelasteten

Ausgängen: ..... max. 40 mA

max. Belastbarkeit pro Ausgang: 500 mA

max. Gesamtbelastbarkeit der Ausgänge

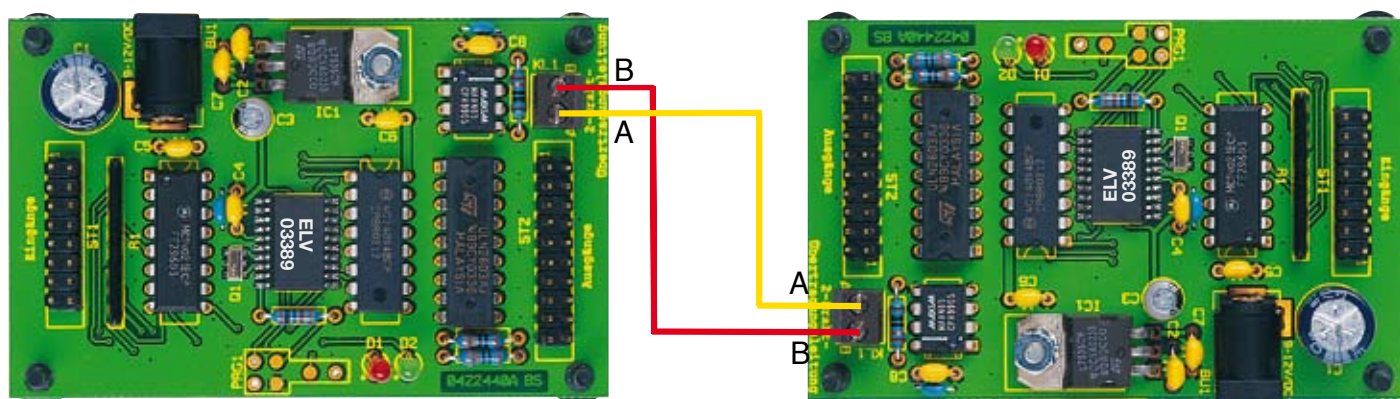
- mit externer Spannungs-

versorgung: ..... max. 1,125 A

- bei Verwendung der internen

Betriebsspannung: ..... max. 200 mA

Länge Übertragungsleitung: max. 600 m



**Bild 1: Zweidraht-Datenübertragungssystem**

Eingänge über die Zweidrahtleitung an die Gegenstelle und dort eine Ausgabe an den Ausgängen. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung bringt die Schaltung zunächst alle Ausgänge in den Ruhezustand, die erste Übertragung der Schaltzustände an die Gegenstelle erfolgt, wenn mindestens ein Schaltkontakt geschlossen wird.

Zwei mögliche Eingangsbeschaltungen sowie die Pinbelegung der Eingangsstiftleiste ST 1 sind in Abbildung 2 dargestellt.

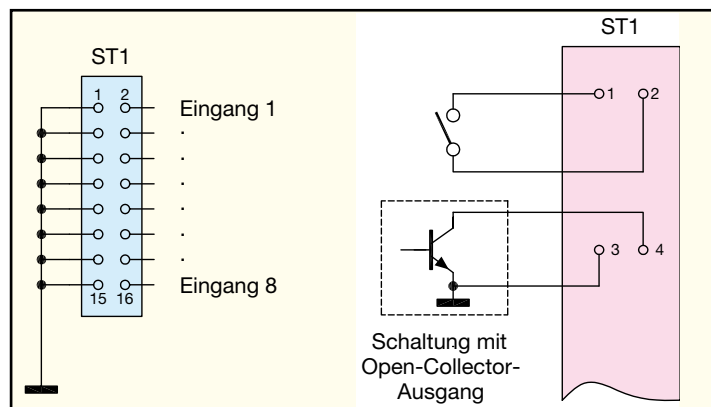
Die Pinbelegung der Eingangsstiftleiste ST 1 ist so gewählt, dass sich auf der rechten Seite, angefangen bei Pin 2, die Eingänge 1 bis 8 befinden und links daneben jeweils ein Pin mit Massepotential, der

Relais angeschlossen werden. Im Ruhezustand sperren die Transistoren, erst wenn am entsprechenden Eingang der Gegenstelle umgeschaltet wird, steuert der entsprechende Transistor durch und es fließt ein Strom über den Verbraucher.

Verbraucher kann man, wie in Abbildung 3 dargestellt, auf zwei verschiedene Arten anschließen. Zum einen kann die 5-V-Betriebsspannung der Schaltung, die an der Stiftleiste jeweils dem Ausgangspingegenüberliegt, verwendet werden. Zum anderen kann eine externe Spannungsquelle genutzt werden, deren Masse dann mit der Masse der Schaltung an Pin 17 bzw. 19 der Stiftleiste verbunden werden muss. Unterschiedliche Beschaltungsbeispiele der Ausgänge sowie die Anschlussbelegung der Ausgangsstiftleiste ST 2 sind in Abbildung 3 dargestellt.

Bei der Beschaltung der Ausgänge sind folgende Punkte zu beachten:

Die externe Spannung darf 30 V nicht überschreiten. Jeder der Ausgänge darf maximal mit 500 mA belastet werden, insgesamt darf die Summe der Ausgangsströme aber 1,125 A nicht überschreiten. Wenn die 5-V-Betriebsspannung der Schaltung für die Schaltausgänge benutzt wird,



**Bild 2: Beispiele zur Beschaltung der Eingänge und die Belegung der Eingangsstiftleiste ST 1**

Ist beim Anlegen der Betriebsspannung bereits ein Schalteingang geschlossen, beginnt die Übertragung sofort.

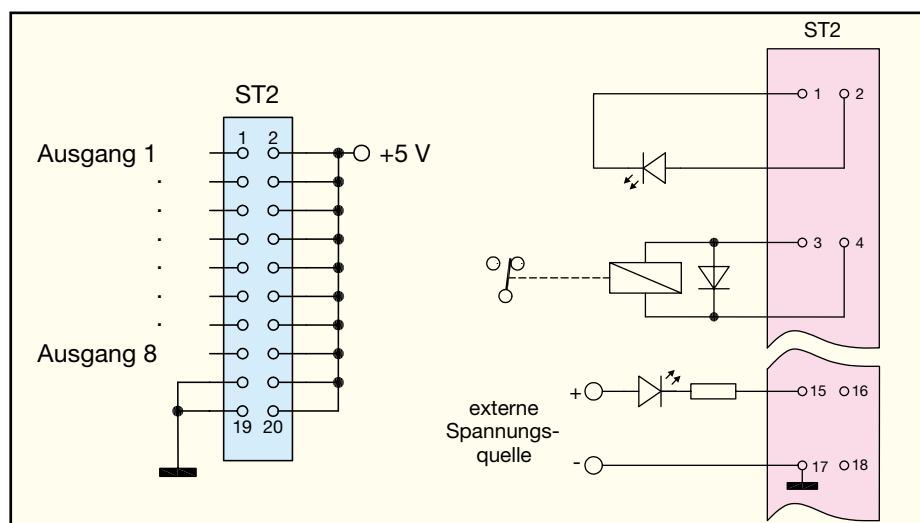
In Abbildung 1 sind die zwei mit einer Zweidrahtleitung verbundenen Platinen dargestellt. Beim Anschluss der Zweidrahtleitung ist darauf zu achten, dass jeweils die Klemme A mit A und Klemme B mit B der Gegenstelle verbunden wird.

Die zulässige Länge der Zweidrahtleitung wird nur durch die Dämpfung der Übertragungsleitung begrenzt. Mit Standard-Fernmelde-Installationsleitung sind Übertragungsstrecken von 600 Metern ohne weiteres realisierbar, je nach Güte der verwendeten Leitung sind auch längere Übertragungsstrecken möglich.

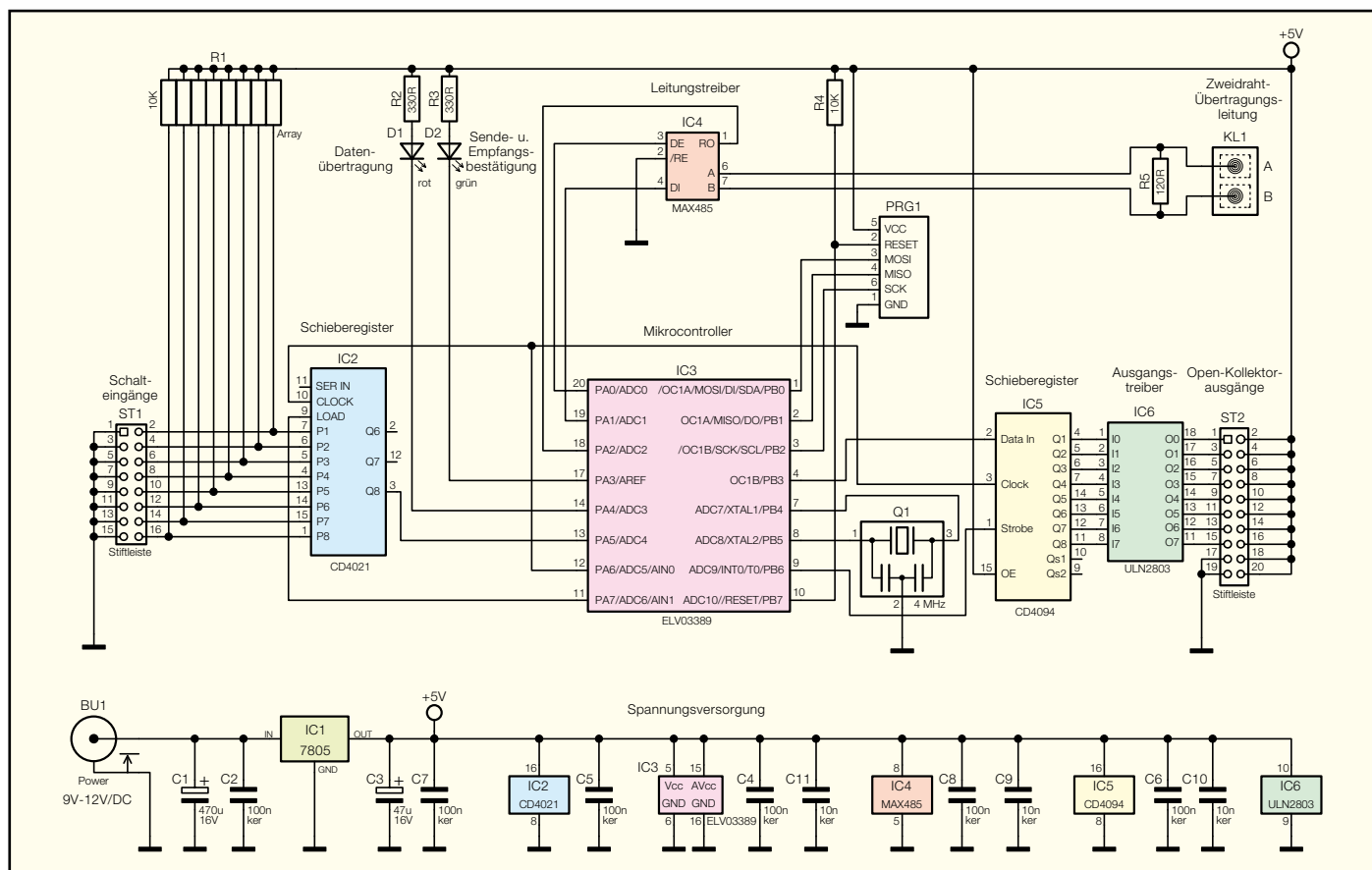
Die Signaleingänge führen über Pull-up-Widerstände High-Potential und können über einen externen Schalter oder Taster nach Masse gezogen werden. Ebenso ist die Verbindung mit anderen elektronischen Schaltungen möglich, deren Schaltausgänge TTL-Pegel (0 und 5 V) zur Verfügung stellen. Ebenso eignen sich Open-Collector-Schaltausgänge zur Ansteuerung des Datenübertragungssystems.

über z. B. einen Schalter mit dem Eingang verbunden werden kann.

Die Ausgänge sind so genannte Open-Collector-Ausgänge. Zwischen dem jeweiligen Kollektor und einer positiven Spannung kann z. B. eine LED oder ein



**Bild 3: Beispiele zur Beschaltung der Ausgänge und die Belegung der Ausgangsstiftleiste ST 2**



**Bild 4: Schaltbild des Zweidraht-Übertragungssystems**

ist darauf zu achten, dass die maximale Belastbarkeit der 5-V-Spannung nicht überschritten wird. Die 5-V-Spannung darf bei externer Verwendung insgesamt mit maximal 200 mA belastet werden.

Die Leuchtdioden D 1 und D 2 zeigen die Datenübertragung an. Sobald einer der Schalteingänge seinen Zustand ändert, leuchtet die rote LED D 1, um zu signalisieren, dass die Schaltzustände an die Gegenstelle übertragen werden. Wird der Empfang von der Gegenstelle bestätigt, erlischt die rote LED und die grüne LED D 2 leuchtet für eine Sekunde, um die erfolgreiche Datenübertragung anzuzeigen. An der Gegenstelle wird der Empfang ebenfalls durch das Leuchten der grünen LED für eine Sekunde angezeigt. Leuchtet die rote LED dauerhaft, so erfolgt nach dem Senden der Schaltzustände keine Bestätigung durch den Empfänger, dies tritt z. B. auf, wenn die Schaltung ohne Übertragungsleitung angeschlossen und ein Schaltkontakt betätigt wird.

## Schaltung

Das Schaltbild des Zweidraht-Datenübertragungssystems ist in Abbildung 4 dargestellt.

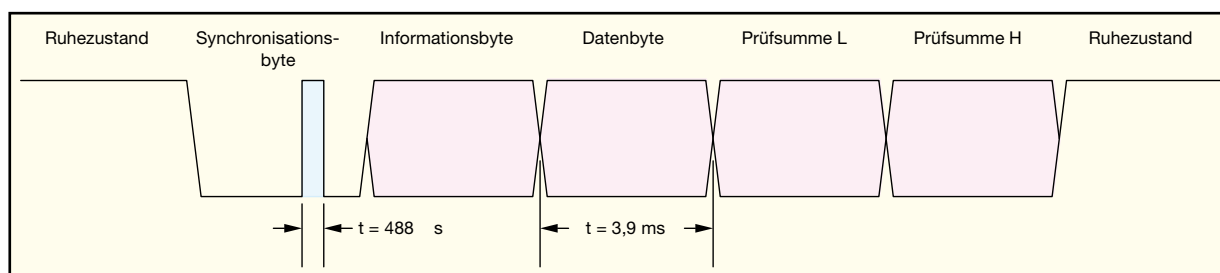
Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über ein Steckernetzgerät mit einer Spannung von 9 bis 12 V, das an die Buchse BU 1 angeschlossen wird. Der Spannungsregler IC 1 erzeugt hieraus eine stabilisierte Betriebsspannung von 5 V.

Die Abfrage der Eingänge, die Übertragung der Daten über die Zweidrahtleitung und das Schalten der Ausgänge wird vom Mikrocontroller IC 3 gesteuert. Hierbei handelt es sich um einen bereits programmierten Mikrocontroller vom Typ ATtiny26L, einen 8-Bit-Controller mit 2 kByte Flash-Speicher. Der Oszillator des Mikrocontrollers erzeugt mit Unterstützung des externen Keramikresonators Q 1 intern den Prozessortakt von 4 MHz. PRG 1 dient lediglich der werkseitigen Programmie-

rung des Mikrocontrollers bei der Serienproduktion.

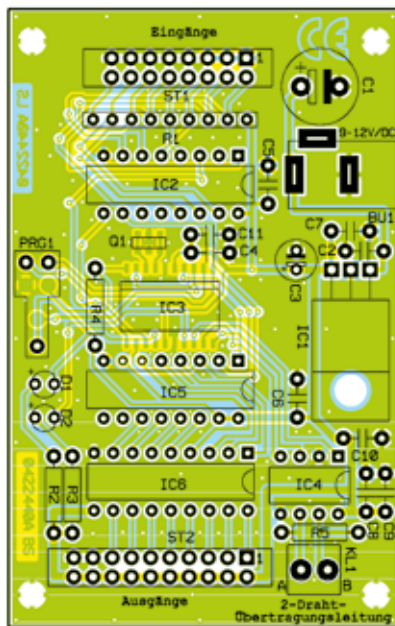
Die Schalteingänge werden auf die acht Eingänge P 1 bis P 8 des Schieberegisters IC 2 geführt. Dabei liegen die Eingänge bei offenen Schalteingängen über das Widerstandsnetzwerk R 1 auf definiertem High-Potential. Durch Schließen der Schalteingänge werden die Eingangspins jeweils auf Low-Potential gezogen.

Wenn der Mikrocontroller die Zustände der Eingänge auswertet, wird zunächst der LOAD-Pin des Schieberegisters kurz auf High geschaltet, dadurch erfolgt die Übernahme der Eingangszustände in das Schieberegister. Danach wird ein Takt auf den CLOCK-Pin gegeben und so der Inhalt des Schieberegisters bei jeder positiven Flanke durch das Register geschoben. Am Ausgang Q 8 des Schieberegisters liest der Controller nach jedem Taktimpuls ein Bit, bis er alle Eingangszustände erfasst hat. Der Mikrocontroller speichert jeweils die Eingangszustände der letzten Abfrage und



**Bild 5: Aufbau des Datenprotokolls**





**Ansicht der fertig bestückten Platine des Zweidraht-Datenübertragungssystems mit zugehörigem Bestückungsplan**

vergleicht diese mit den aktuellen Schaltzuständen. Unterscheiden sie sich, werden die neuen Zustände an die Gegenstelle gesendet. Dies geschieht mit der Übertragung eines einfachen Datenprotokolls. Das Protokoll besteht aus einem Synchronisationsbyte, einem Informationsbyte, das bestimmt, ob es sich um eine Übertragung von Schaltzuständen oder um eine Empfangsbestätigung handelt, dem Byte mit den Schaltzuständen und einer zwei Byte langen Prüfsumme.

Abbildung 5 zeigt den Aufbau dieses Datenprotokolls.

Die Übertragung des Signals erfolgt über den Leitungstreiber IC 4, der auch die Wandlung in ein symmetrisches Signal, wie bereits beschrieben, übernimmt. Die Enden der Zweidrahtleitung sind jeweils mit 120 Ohm abgeschlossen.

Nach der Übertragung der Schaltzustände erwartet der Mikrocontroller eine Empfangsbestätigung der Gegenstelle. Bekommt er diese nicht, werden die Schaltzustände so lange in unregelmäßigen Abständen (bis zu 25 Millisekunden) erneut gesendet, bis eine Empfangsbestätigung von der Gegenstelle erfolgt.

Hat der Mikrocontroller ein Datenpaket mit geänderten Schaltzuständen empfangen, so werden die Schaltzustände seriell in das Schieberegister IC 5 übertragen. durch einen High-Impuls am Strobe-Pin von IC 5 werden die neuen Schaltzustände an den Ausgängen Q 1 bis Q 8 übernommen. Jeder Ausgang des Schieberegisters steuert im Ausgangstreiber IC 6 eine Darlington-Schaltung an, deren Open-Collector-Ausgänge an der Stiftleiste ST 2 zur Verfügung stehen.

## Nachbau

Der Schaltungsaufbau erfolgt auf einer

doppelseitigen Platine mit einseitiger Bestückung. Da es sich beim Gesamtsystem um zwei identische Platinen handelt, erfolgt der Aufbau für beide Platinen in gleicher Weise.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes. Auch das Platinenfoto gibt eine Hilfestellung.

Beginnen sollte man mit IC 3, da dessen eng beieinander liegende Anschlüsse bei noch leerer Platine besser verlötbar sind. Da es sich bei dem Mikrocontroller um ein SMD-Bauteil handelt, sind zunächst zwei gegenüberliegende Löt pads auf der Platine mit Löt zinn zu versehen, dann das Bauelement lagerichtig (am Bauteil ist Pin 1 gekennzeichnet und im Bestückungsdruck ist durch einen Strich markiert, an welcher Seite sich Pin 1 befindet) aufzusetzen und zunächst an einem Pin zu verlöten. Nach nochmaliger Kontrolle des exakten Sitzes wird dann der gegenüberliegende Pin verlötet. Bevor dann die anderen Anschlüsse angelötet werden, sollte noch einmal die Positionierung kontrolliert werden, da hier ein späteres Auslöten kaum ohne Beschädigung von Bauelement und/oder Platine möglich ist.

Nun wird die Platine mit den weiteren Bauteilen, beginnend mit den niedrigen, bestückt. Bei den ICs, den Leuchtdioden, den Elkos und dem Widerstandsarray (R 1) ist auf das polrichtige Einsetzen zu achten. Die ICs sind durch eine Einkerbung oder einen Punkt an Pin 1 gekennzeichnet, bei den Elkos ist meist der Minuspol markiert, und beim Widerstandsarray ist der gemeinsame Anschluss mit einem Punkt gekennzeichnet. Die Polung der Leuchtdioden ist am längeren Anschluss, der die Anode darstellt, identifizierbar.

## Stückliste: Zweidraht-Datenübertragungssystem

### Widerstände:

120 $\Omega$ .....	R5
330 $\Omega$ .....	R2, R3
10 k $\Omega$ .....	R4
Array, 10 k $\Omega$ .....	R1

### Kondensatoren:

10 nF/ker .....	C9-C11
100 nF/ker .....	C2, C4-C8
47 $\mu$ F/16 V .....	C3
470 $\mu$ F/16 V .....	C1

### Halbleiter:

7805 .....	IC1
CD4021 .....	IC2
ELV03389/SMD .....	IC3
MAX485 .....	IC4
CD4094 .....	IC5
ULN2803 .....	IC6
LED, 3 mm, rot .....	D1
LED, 3 mm, grün .....	D2

### Sonstiges:

Keramikschringer, 4 MHz, SMD .	Q1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig .....	KL1
Stiftleiste, 2 x 10-polig, gerade ....	ST2
Stiftleiste, 2 x 8-polig, gerade .....	ST1
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
4 Gehäuse-Gummifüße, zylindrisch, schwarz	

Der Spannungsregler ist liegend zu montieren. Nach dem Abwinkeln der Anschlüsse nach unten im Abstand von 3 mm vom Gehäuse wird er mit einer Zylinderkopfschraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festgeschraubt. Das Verlöten der Anschlüsse erfolgt erst nach dem Verschrauben.

Als Letztes werden die vier Gummifüße von unten durch die Bohrungen in den Ecken der Platine gesteckt. Damit ist der Aufbau der Platine beendet.

Wenn beide Platinen auf diese Weise fertig gestellt sind, kann nach dem Beschalten der Ein- und Ausgänge und dem Anklemmen der Zweidrahtleitung die Schaltung in Betrieb genommen werden. **ELV**

### Entsorgungshinweis

#### Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

