

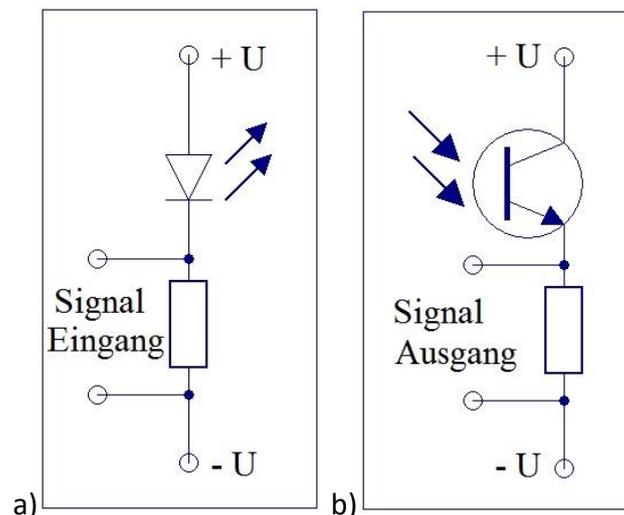
## **Datenübertragung mit LEDs**

### **Material:**

- LED, (z.B. rot, TLHK 5800)
- 2 Widerstände  $470\Omega$
- DC Netzgerät (<10V ist ausreichend) oder 4 Batterien (1,5V)
- Phototransistor (z.B. BPW 40)
- mp3-Player
- Aktivlautsprecher
- Pinboard und einige Leitungen/Drähte

### **Schaltungen und Aufbau:**

Die Schaltungen, um ein Signal mit Licht zu übertragen, sind denkbar einfach, wie man in den Diagrammen in Abb. 1a und b sieht:



*Abb. 1: Einfache Schaltungen: a) Sender b) Empfänger*

Der Sender ist eine einfache LED: Ihre Lichtintensität wird mit einem Signal über ihre Versorgungsspannung moduliert. Da die Kennlinie über einen großen Bereich relativ linear ist, funktioniert das problemlos. Allerdings blockiert die Diode in eine Richtung. Das ist ungünstig, da der mp3-Player ein Wechselspannungssignal liefert, das im positiven und negativen Spannungsbereich liegt (ca.  $-0,5V$  bis  $+0,5V$ ). Daher schalten wir einen zusätzlichen Widerstand und eine Gleichspannungsquelle hinzu. Die Versorgungsspannung der LED wird daher sowohl von der Gleichspannungsquelle ( $3V - 3,5V$ ) als auch von der Signalspannung (AC) geliefert und man erhält einen zusätzlichen Spannungsabfall über den Widerstand. Auf diese Weise können wir die Eingangsspannung (und ihre Modulation) der LED in den positiven Bereich der Kennlinie anheben. Das folgende Diagramm zeigt das beispielhaft:

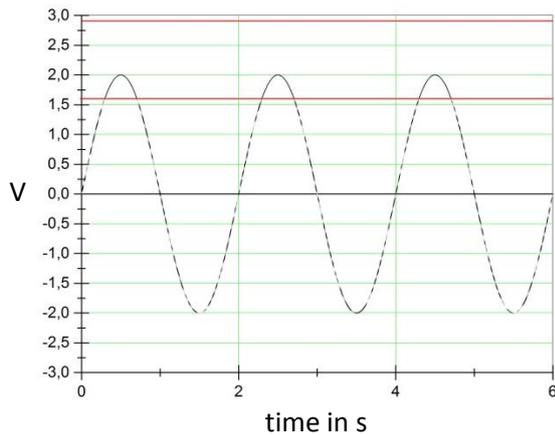


Abb. 2a: Modulation mit Wechselspannung

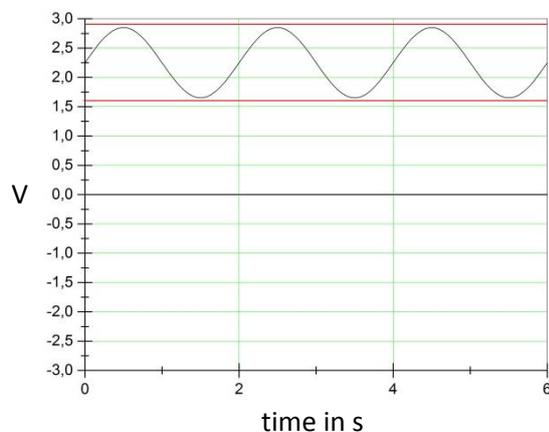


Abb. 2b: Modulation mit Spannungsanhebung durch Gleichspannung

*Ohne zusätzliches Netzgerät und Widerstand:*

In Abb. 2a ist der Arbeitsbereich der LED markiert, er liegt zwischen den roten Linien. Die Sinuskurve repräsentiert ein AC Signal, das *direkt* an die LED angeschlossen ist. Das Problem ist offensichtlich: Nur die Signalanteile, die über 1,6V liegen, liegen im Arbeitsbereich der LED. Die LED würde in diesem Beispiel nur für einen Sekundenbruchteil aufleuchten und dann wieder ausgehen.

*Mit zusätzlichem Netzgerät und Widerstand:*

Einen Widerstand in die Schaltung zu bringen, bewirkt einen zusätzlichen Spannungsabfall und bedeutet daher weniger Signal-Spannung an der LED. Daher fügen wir das Netzgerät hinzu: Wir liefern eine Gleichspannung (3V – 3,5V) und bringen die LED wieder in ihren Arbeitsbereich. Die Spannung an der LED besteht daher aus dem AC Signalanteil und dem zusätzlichen DC Anteil. Dies hat zur Folge, dass das Signal angehoben und nur im positiven Spannungsbereich moduliert wird, wie in Abb. 2b erkennbar ist. Die Signalamplitude nimmt dabei zwar ab, das ist aber für das Ergebnis unproblematisch.

### Der Aufbau:

Bauen Sie die Senderschaltung auf wie in Abb. 1a). Legen Sie ein Musiksignal aus einem mp3-Player o.ä. an. Die angelegte Spannung vom Netzgerät sollte etwa 3 - 3,5V betragen, je nach verwendeter LED. Erhöhen Sie einfach die Spannung am Netzgerät solange, bis die LED hell leuchtet (nicht zu hell..).

Bauen Sie analog die Empfängerschaltung auf (ähnliche DC Spannung). Das Ausgangssignal kann am Widerstand abgegriffen werden und mit Hilfe eines Verstärkers + Lautsprechern oder eines Aktivlautsprechers hörbar gemacht werden. Denken Sie daran, dass das Signal ein Monosignal ist – wenn Sie einen Stereoverstärker verwenden dürfen Sie nur einen Kanal anschließen, ansonsten gibt es Verzerrungen. Sie können aber jeweils eine zweite Sendeeinheit bauen und auch den anderen Kanal übertragen – Sie bekommen dann echten Stereoton!

Bei Verwendung von LEDs darf der Übertragungsabstand zwischen LED und Phototransistor nicht zu groß werden. Mit superhellen LEDs kann man aber bis zu 50cm erreichen.

Außerdem kann man die Reichweite erhöhen, indem man jeweils mehrere Sende-LEDs und Phototransistoren parallel schaltet. In Abb. 3 haben wir jeweils 3 Bauteile verwendet, man erreicht eine deutlich höhere Ausgangslautstärke.

Abb. 3a) und b) zeigen unsere Schaltungen mit einem 3-LED Sender und einem 3-Transistoren Empfänger auf einem Pinboard.

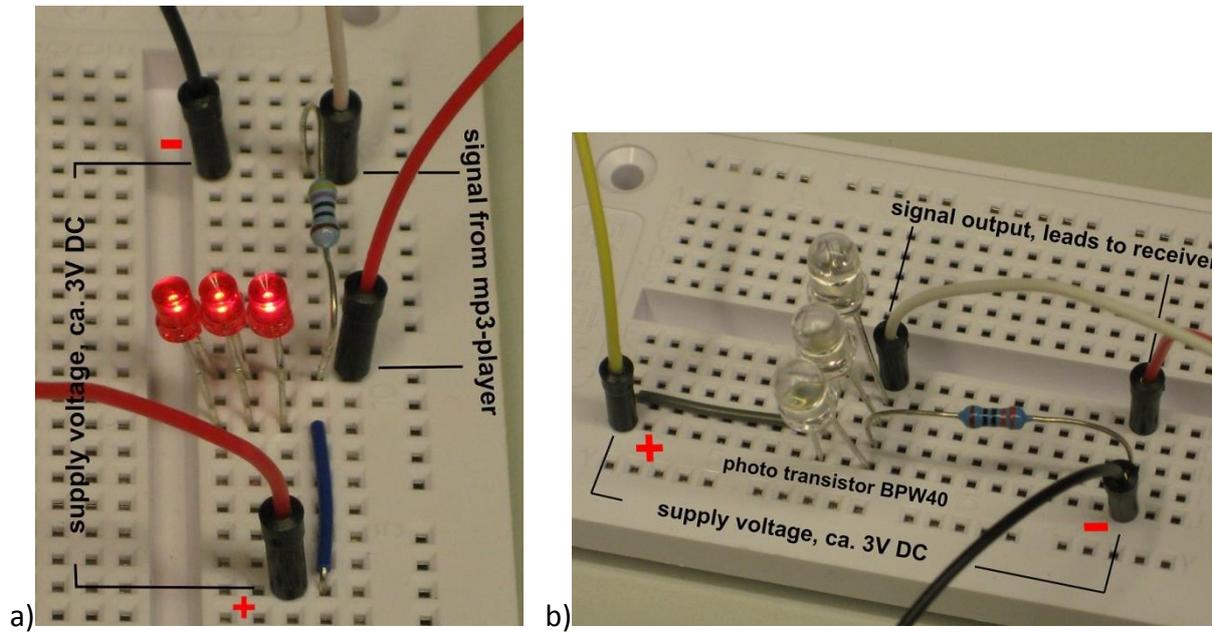


Abb. 3a) Senderschaltung mit 3 LEDs; b) Empfängerschaltung mit 3 Phototransistoren