



LED-Systeme effizient steuern – LED-Bussystem LED-B6

Mit dieser kleinen Schaltung lassen sich vielfältige Lichtsysteme mit LEDs und wenig Verdrahtungsaufwand realisieren. Die Schaltung verfügt über eine TWI-Schnittstelle, mit deren Hilfe die Module zu einem seriellen Bus zusammengefügt werden können. Jedes Modul verfügt über 6 LED-Ausgänge, wobei jede einzelne LED gezielt angesprochen werden kann.

Mehr als 1000 LEDs über zwei Leitungen steuern

Wer viele LEDs ansteuern möchte, sei es z. B. für die Modellbahnanlage oder zur Dekoration, kommt ohne Mikrocontrollertechnik nicht aus. Wie schnell hier Tausende anzusteuern- de LEDs zusammenkommen, zeigt unser Titelbild, das eine Nachtszene aus dem Miniaturwunderland Hamburg (Ausstellungsteil USA) zeigt.

Aus der Grundidee, LEDs über einen seriellen Bus zu steuern,

entstand diese kompakte, aber dennoch sehr leistungsfähige Schaltung. Durch Einsatz von SMD-Technik konnten die Abmessungen sehr klein gehalten werden. Abbildung 1 zeigt den Größenvergleich mit einer Zwei-Euro-Münze.



Bild 1: Größenvergleich des Lichtbus-Moduls mit einer Zwei-Euro-Münze

Technische Daten: LED-B6

Spannungsversorgung:	5 Vdc
Stromaufnahme (ohne Last):	12 mA
Ausgänge:	6 x 15 mA (PWM)
Interface:	TWI (I ² C-kompatibel)
Abmessungen (B x H x T):	22 x 30 x 9 mm

Es stehen pro Modul 6 LED-Ausgänge zur Verfügung, wobei jede LED einzeln ansprechbar und auch in der Helligkeit steuerbar ist. Bei Bedarf können die Ausgänge auch zu Eingängen umkonfiguriert werden, doch dazu später mehr.

Als Bussystem kommt der TWI-Bus zum Einsatz, der eigentlich für die Kommunikation zwischen zwei Schaltkreisen auf einer Platine oder in einem Gerät gedacht ist. Bis zu einer Kabellänge von 2,5 Meter zwischen zwei Modulen ist eine

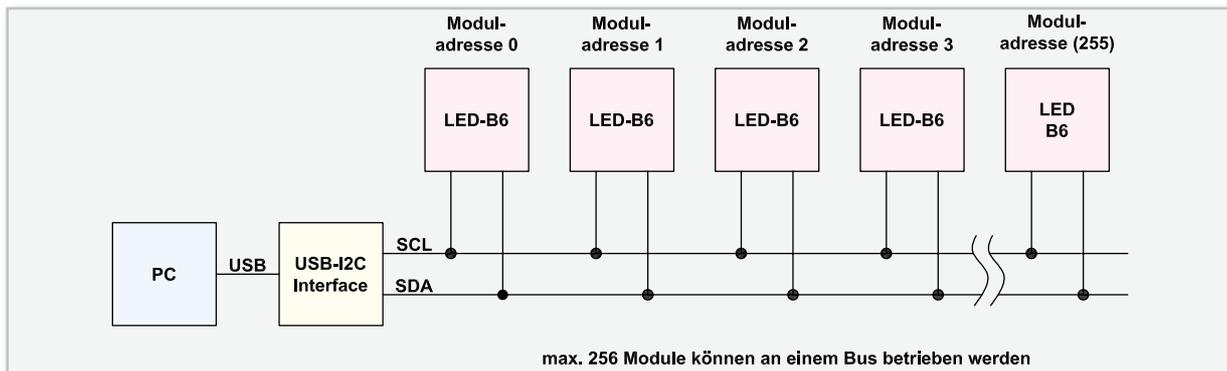


Bild 2: Über den TWI-Bus sind bis zu 256 Module ansprechbar.

sichere Datenübermittlung möglich. Es können theoretisch bis zu 256 Module zu einem Bus zusammengeschaltet und adressiert werden (siehe Abbildung 2).

Die Programmierung erfolgt auf einfache Weise über eine eigene Applikation (z. B. Mikrocontroller) oder bequem über einen PC, wobei hier der USB-I2C-Adapter von ELV erforderlich ist (Abbildung 3).



Bild 3: Der USB-I2C-Adapter von ELV

Der einfachste Weg zur Programmierung führt über den USB-I2C-Adapter, welcher mittels eines Terminalprogramms vom PC ansprechbar ist. Diese Schaltung wurde im „ELVjournal“ 6/2008 vorgestellt.

Die Besonderheit der LED-Ansteuerschaltung sind die verschiedenen Betriebsarten. Zum einen kann in Echtzeit jede LED des Systems über den TWI-Bus angesprochen und zum

anderen können mittels fertiger Makros Stand-alone-Aufgaben ausgeführt werden. In der Praxis sieht dies so aus, dass das Modul einmal für die gewünschte Aufgabe programmiert wird und danach als eigenständiges Gerät (ohne Master) fungiert. Zu den möglichen Anwendungen gehören z. B. Lauflicht, Flackerlicht, Zufallsgenerator und vieles mehr. Zur Programmierung dieser erwähnten Funktionen wird einfach ein Skript über das Terminalprogramm ausgeführt.

TWI (Two Wired Interface)

Die genaue Funktionsweise dieses Bussystems können wir nur kurz anschnitten, denn eine ausführliche Beschreibung würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, weshalb wir hier auf die Funktionsbeschreibung des USB-I2C-Adapters („ELVjournal“ 6/2008) verweisen. Die Bedienungsanleitung des USB-I2C-Adapters inklusive der Funktionsbeschreibung kann auf der Downloadseite von ELV [1] kostenlos heruntergeladen werden.

Der TWI-Bus besteht aus einer Clock- (SCL) und einer Datenleitung (SDA). Wichtig für uns ist der Befehlsaufbau, also in welcher Reihenfolge was gesendet wird. Die Datenübertragung wird durch eine Startbedingung eingeleitet (siehe Abbildung 4), gefolgt von der Slave-Adresse. Die Slave-Adresse ist vergleichbar mit einer Hausnummer, mit der man gezielt einen Baustein ansprechen kann. Auf die Slave-Adresse folgen die Datenbytes, deren maximale Anzahl nicht begrenzt ist und die je nach Baustein unterschiedliche Funktionen aufweisen können.

Beim LED-Modul wird z. B. zusätzlich noch eine Moduladresse übertragen, die vom Anwender frei programmierbar ist. Das Datenprotokoll in allen Einzelheiten ist im Abschnitt „Programmierung“ dargestellt. Dort werden auch die einzelnen Register und deren Funktion beschrieben.

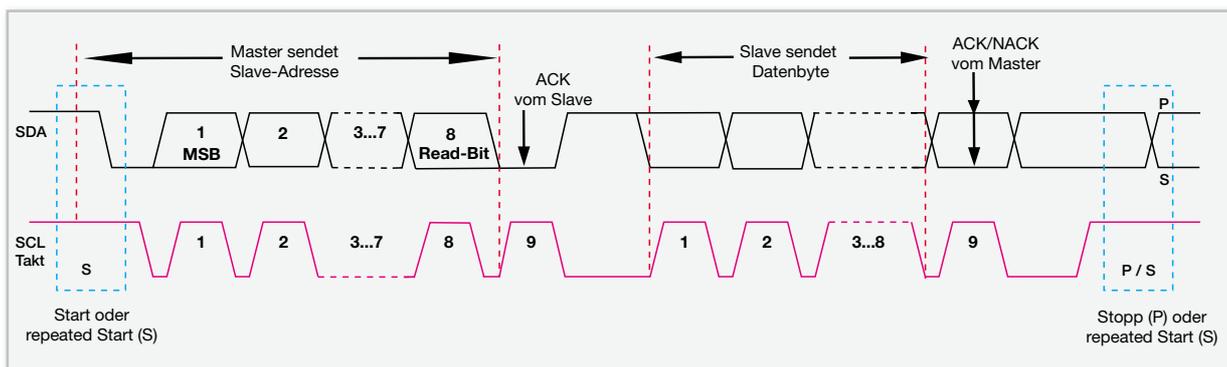


Bild 4: Dieser komplette Datenübertragungszyklus zeigt an einem Beispiel die Art der Adress- und Nutzdaten-Übertragung auf dem TWI-Bus.

Schaltung

In Abbildung 5 ist das Schaltbild des Lichtbus-Moduls dargestellt. Kern der Schaltung ist ein Mikrocontroller vom Typ ATmega 88V, der die Ansteuerung der LEDs übernimmt. Die Kommunikation mit der „Außenwelt“ erfolgt über den TWI-Bus.

Der serielle Bus und die Versorgungsspannung werden von der Buchse BU 7 zur BU 8 durchgeschleift. Die beiden in den Datenleitungen befindlichen Spulen L 1 und L 2 dienen hierbei der Störunterdrückung. Die Spannungsversorgung kann wahlweise über den Busstecker BU 7 bzw. BU 8 oder über die Buchse BU 9 erfolgen. So kann man das Modul nach der Programmierung auch als Stand-alone betreiben. Die Dioden D 1 und D 2 sorgen für die Entkopplung dieser beiden Spannungseingänge.

Die LEDs lassen sich nicht nur ein- und ausschalten, sondern können auch in der Helligkeit gesteuert werden. Diese Helligkeitssteuerung wird mit einer Pulsweiten-Modulation (PWM) realisiert. Der Controller verfügt über 6 Ausgänge, die speziell für PWM-Betrieb ausgelegt sind. Ein Ausgangswiderstand begrenzt den LED-Strom auf ca. 15 mA (abhängig von der Flussspannung der LED). Für höhere LED-Ströme sind entsprechende externe Treiber einzusetzen.

Die Taktfrequenz des Controllers bestimmt der 32-kHz-Quarz Q 1.

Nachbau

Platine

Die Schaltung ist auf einer doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 19 x 22 mm untergebracht. Bedingt durch die extrem kleinen SMD-Bauteile (Bauform 0603) sind diese Bauteile schon maschinell bestückt. Auch der Controller mit seinem MLF-Gehäuse ist von Hand kaum noch zu löten. Lediglich die neun Buchsen müssen bestückt und verlötet werden. Die Buchsen werden auf der gegenüberliegenden Platinenseite verlötet.

Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Die Platine wird hierzu einfach in die Gehäuseunterschale gelegt und anschließend das Gehäuseoberteil aufgesetzt.

LED- oder Taster-Anschluss

Für den Anschluss von LEDs oder Tastern steht ein speziell konfektioniertes Anschlusskabel zur Verfügung (Abbildung 6). Die Zuleitungen sind an einem Ende mit einem Miniatur-Steckverbinder versehen, an das andere Ende wird die LED oder auch ein Taster angelötet. Die Polung ist wie folgt: graues Kabel (-) an Katode und weißes Kabel (+) an Anode. Die Anode der LED ist durch den etwas längeren Anschlussdraht erkennbar. Die Katode ist bei 5-mm-LEDs zusätzlich durch die abgeflachte Seite gekennzeichnet. Soll

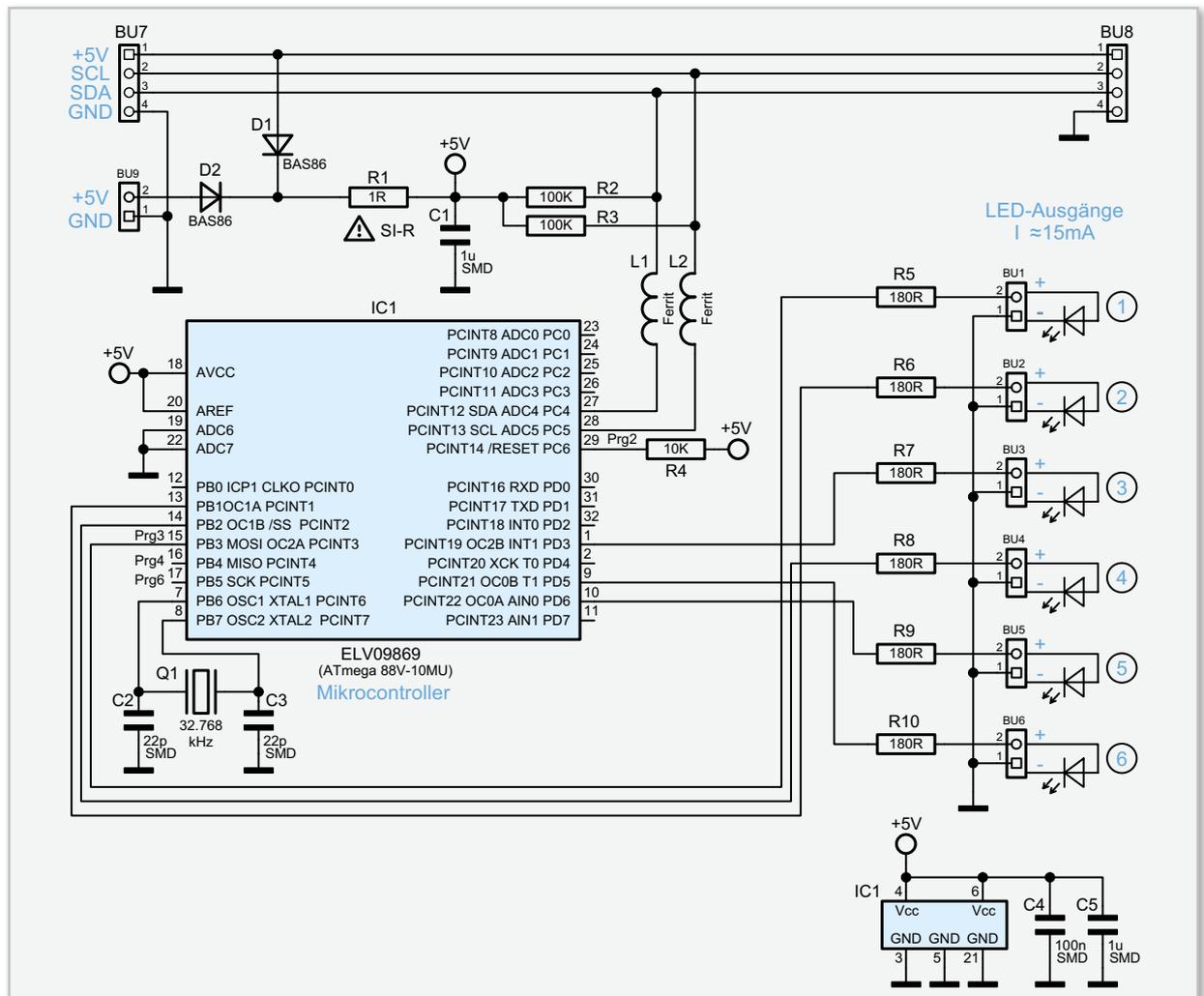
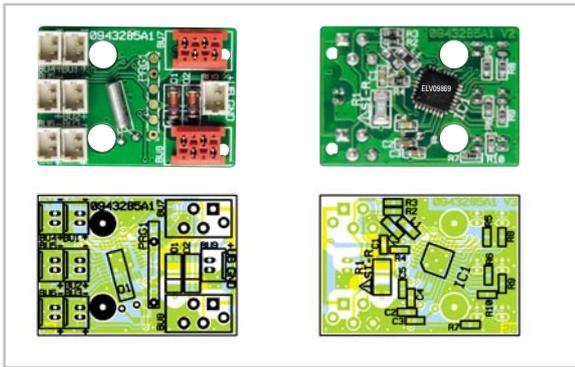


Bild 5: Das Schaltbild des Lichtbus-Moduls



Ansicht der bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsdruck, links die Oberseite mit den noch zu bestückenden Buchsen, rechts die SMD-Unterseite



Bild 6: Vorkonfektioniertes LED-Taster-Verbindungskabel

ein Taster verwendet werden, wird dieser einfach mit den beiden Kabelenden verbunden.

Verbindung zum USB-I2C-Adapter

Für die Verbindung zum USB-I2C-Adapter wird ein spezielles Anschlusskabel benötigt, das schon fertig konfektioniert zur Verfügung steht (Abbildung 7). Gleichzeitig erfolgt über diese Verbindung auch die Spannungsversorgung des LED-Moduls (max. 500 mA) vom USB des Rechners. Möchte man eine Verbindung zu seiner eigenen Applikation herstellen, kann auch eine einfache 4-polige Stiftleiste (RM2,54) zum Anschluss verwendet werden.

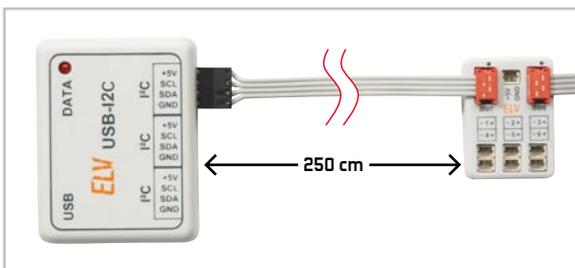


Bild 7: Das Verbindungskabel zum I²C-Adapter

Verbindung zwischen zwei Modulen

Das Zusammenschalten mehrerer Module erfolgt über eine 4-polige Flachbandleitung und die entsprechenden Anschlussbuchsen an den LED-Modulen. Neben den beiden Datenleitungen des TWI-Busses (SDA und SCL) wird auch die Betriebsspannung (5 V) über diese Flachbandleitung geführt. Es befinden sich zwei direkt verbundene, parallelgeschaltete Miniatur-Buchsen (Herstellerbezeichnung: Micro-MaTch/AMP) am LED-Modul. Zum Kontaktieren werden die Gegenstücke, also die Stecker, verwendet, die in Abbildung 8 dargestellt sind. Die Belegung der 4-poligen Buchse ist in Abbildung 9 zu sehen. Die Montage dieser Stecker auf die Flachbandleitung ist denkbar einfach. Der Stecker besteht aus zwei Einzelteilen, die an der gewünschten Position des Kabels aufgesetzt werden. Mit einer Flachzange werden beide Ste-



Bild 8: Die Verbindungsleitung zwischen zwei Modulen wird mit Schneidklemmverbindern und Flachbandkabel hergestellt

ckerteile zusammengedrückt, wodurch sich, bedingt durch die Schneidklemmen, eine Verbindung zum Kabel ergibt.

Wichtig! Bitte den Verpolungsschutz (kleine „Rastnase“) beachten, so dass dieser sich immer auf der gleichen Seite des Flachbandkabels befindet. Das Schöne an dieser Schneidklemmverbinder-Technik ist, dass man auch nachträglich noch mehrere Steckkontakte und somit Module auf dem Kabel hinzufügen kann.

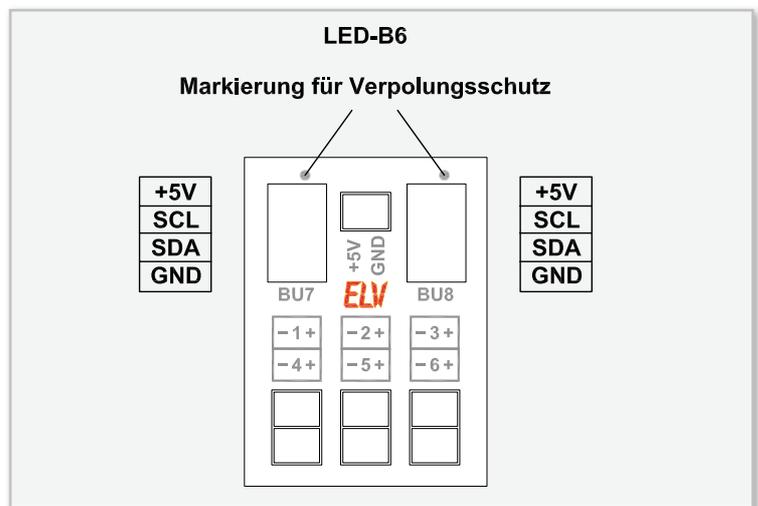


Bild 9: Die Anschlussbelegung am LED-B6

Stückliste: LED-Bussystem LED-B6

Widerstände:

1 Ω Sicherungswiderstand SMD/1206	R1
180 Ω/SMD/0603	R5–R10
10 kΩ/SMD/0603	R4
100 kΩ/SMD/0603	R2, R3

Kondensatoren:

22 pF/SMD/0603	C2, C3
100 nF/SMD/0603	C4
1 µF/SMD/0603	C1, C5

Halbleiter:

ELV09869/SMD	IC1
BAS86/SMD	D1, D2

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz, 8 ppm	Q1
Chip-Ferrit, 0603	L1, L2
Stiftleistenbuchse, 2-polig, print, stehend, RM = 1,25 mm	BU1–BU6, BU9
Micro-MaTch-Buchse, 4-polig, print, stehend	BU7, BU8
1 Mini-Gehäuse, komplett, Hellgrau, bearbeitet und bedruckt	
7 Leitungen mit Buchsensteckverbinder, 2-polig, komplett, 80 cm	

Spannungsversorgung

Als Spannungsversorgung kann eine Gleichspannungsquelle mit einer Ausgangsspannung von 5 V oder bei geringer Anzahl der Module (max. 5) auch das USB-I2C-Interface zur Spannungsversorgung verwendet werden (siehe Abbildung 10).

Achtung! Auf der Platine des LED-Moduls befindet sich kein Spannungsregler – die Versorgungsspannung muss deshalb stabilisiert sein (5 V)!

Über den USB-I2C-Adapter kann ein maximaler Strom von 500 mA entnommen werden. Werden mehr als 5 Module verschaltet, empfiehlt sich eine Spannungsversorgung über die separate Buchse „+5 V / GND“ und nicht über das 4-polige Flachbandkabel. Ein solcher Fall ist in Abbildung 10 dargestellt. Die beiden Spannungseingänge (4-poliger Busstecker und separater 2-poliger U_B -Eingang) sind intern über Dioden entkoppelt, so dass eine gleichzeitige Spannungsversorgung über beide Buchsen möglich ist.

Im Stand-alone-Betrieb erfolgt die Spannungsversorgung z. B. durch ein Steckernetzteil (5 V), wie es in Abbildung 11 zu sehen ist.

Maximale Kabellängen

Zwischen den Modulen sollte die Kabellänge nicht mehr als 2,5 m betragen, andernfalls ist eine einwandfreie Funktion nicht mehr sichergestellt. Theoretisch können immerhin 256 Module betrieben werden. Dies bedeutet aber nicht, dass 256 Module im Abstand von 2,5 Meter geschaltet werden können. Das würde eine Gesamtlänge von 640 Metern ergeben, wofür der TWI-Bus natürlich nicht ausgelegt ist. Wie man in Abbildung 10 erkennt, kann man bei Verwendung des USB-I2C-Adapters die LED-Module auch auf mehrere Stränge verteilen. Bedingt durch die Schneidklemmentech-

Stand-alone-Betrieb

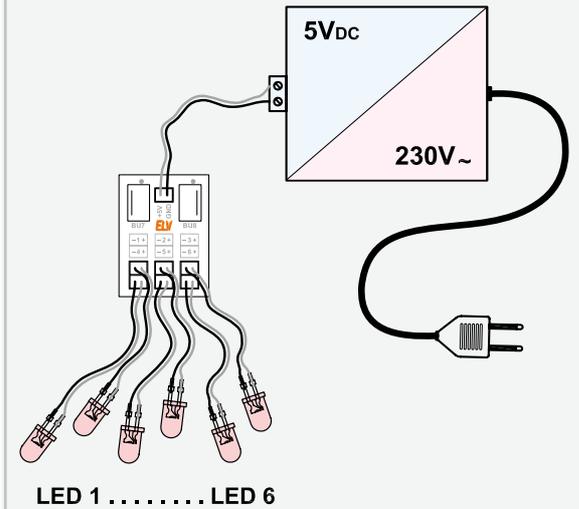


Bild 11: Stand-alone-Betrieb mit separatem 5-V-Netzteil

nik können die Module auch direkt nebeneinander auf dem Flachbandkabel montiert werden. Pro Strang sollte eine Gesamtkabellänge von 10 Metern nicht überschritten werden. Soweit zum Hardware-Aufbau. Im zweiten Teil beschäftigen wir uns mit der Programmierung des Systems und zeigen einige praktische Beispiele von LED-Steuerungen. **ELV**

Link:

[1] www.elv-downloads.de/service/manuals_hw/84123_usb_i2c_km.pdf

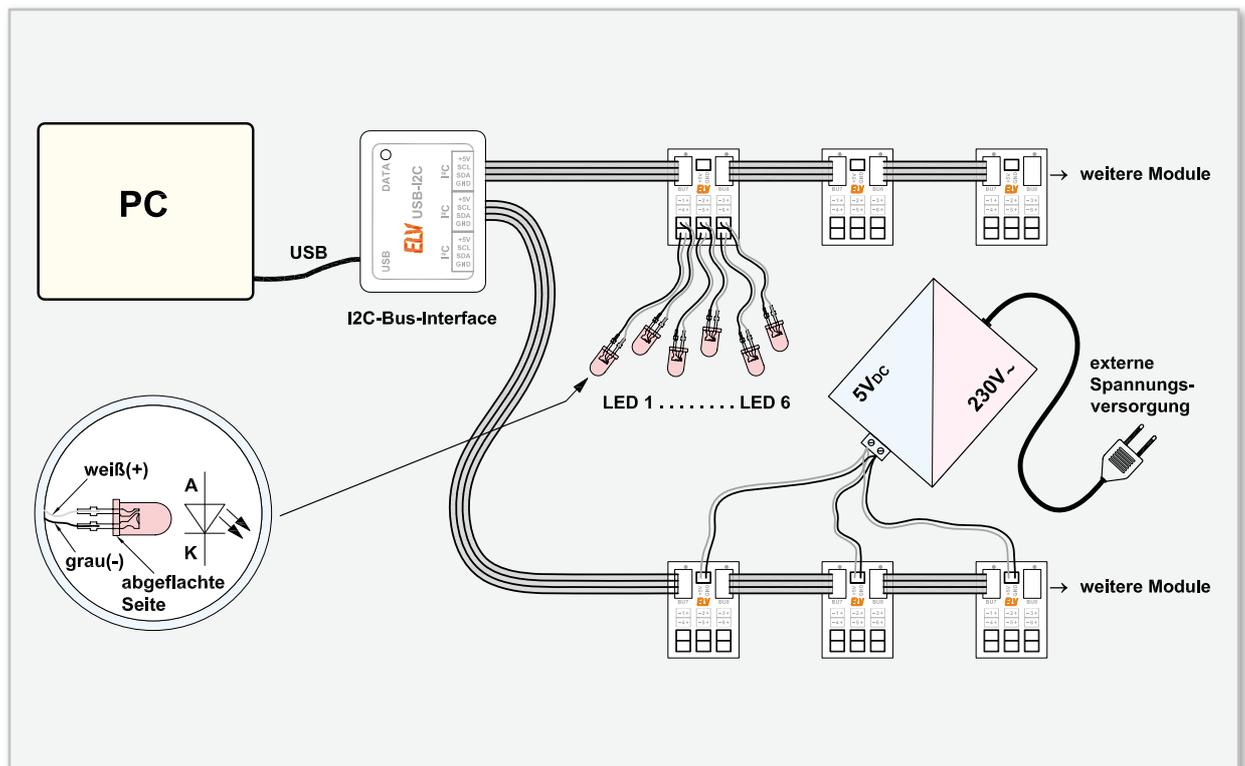


Bild 10: Anschlussbeispiel für den Betrieb von mehreren Modulen in einem System. Gleichzeitig sind hier die beiden möglichen Arten der Spannungsversorgung dargestellt.