

# USB-Modul UM 100

**Die Entwicklung einer normenkonformen USB-Schnittstelle ist aufgrund der umfangreichen USB-Spezifikationen sehr aufwendig. Die Implementierung einer standardmäßigen RS-232-Schnittstelle dagegen gehört zum Standardrepertoire eines jeden Mikrocontroller-Programmierers. Das universelle Interfacemodul UM 100 verknüpft „beide Welten“ sehr einfach miteinander. Das Modul konvertiert alle RS-232-Datenleitungen auf den Universal Serial Bus (USB) Standard.**

## Quo vadis RS-232

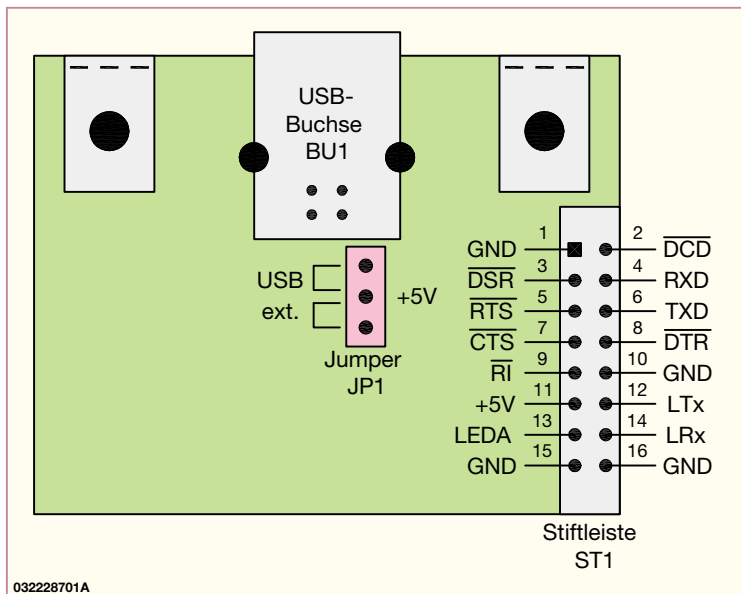
Die USB-Schnittstelle ist schon seit Jahren in der PC-Technik weit verbreitet. Sie verdrängt die altgediente RS-232-Schnittstelle immer mehr, so dass es viele Geräte, wie z. B. Modems, nur noch selten als RS-232-Version am Markt gibt. Im Bereich der Mess- und Laborgeräte findet man derzeit aber noch überwiegend die RS-232-Schnittstelle als serielle Verbindung zum PC. In diesem Bereich wurde bisher nicht so viel Wert auf einfache Installation und hohe Übertragungsraten gelegt, sodass die USB-Schnittstelle hier noch recht wenig vertreten ist. Die Gründe sind vielfältig: Zum einen war bisher der Drang der meist technisch versierten Anwender in Richtung USB nicht so groß, zum ande-

ren scheuen aber auch viele Hersteller solcher Mess- und Laborgeräte den recht hohen Aufwand bei der Implementierung der USB-Schnittstelle.

Die schnelle Signalverarbeitung mit hohen Übertragungsraten in Verbindung mit dem komplexen Protokoll schreckt hier viele Hersteller ab. Für eine spezifikati-

### Technische Daten: UM 100

Max. Übertragungsrate: .....	115,2 kbit/s
Anschlüsse:	
- USB-Schnittstelle: .....	USB-Buchse, Typ B
- Mikrocontroller-Schnittstelle: .....	Stiftleiste, 2-reihig, 2,54-mm-Raster
Max. externer Status-LED-Strom: .....	13 mA (sink)
Spannungsversorgung:	
- über USB (bus-powered): .....	5 V/375 mA (max.)
- ext. über ST 1: .....	5 V ± 0,2 V/40 mA
Ausgangsspannung (ST 1, Pin 11) im bus-powered-Mode:	
- Quellenspannung: .....	4,4 V bis 5,25 V
- Strombelastbarkeit: .....	max. 300 mA (High Power Port)
Abmessungen: .....	48,2 x 40 x 15 mm
Gewicht: .....	ca. 20 g



**Bild 1:**  
Belegung der  
µC-Schnitt-  
stelle und  
des Jumpers

ongemäße USB-Schnittstelle ist auf der Hardwareseite im Zielsystem, d. h. in dem vom PC gesteuerten Gerät, eine schnelle Signalverarbeitung mit exakter Protokoll- und Timingehaltung notwendig. Allein für diese Aufgabe ist selbst ein schneller Mikrocontroller schon stark ausgelastet. Außerdem setzt die Programmierung eines solchen Controllers sehr weitreichende Kenntnisse des USB-Standards voraus. Beide Argumente führen dann dazu, dass ein Gerät oftmals weder im Rahmen einer Modellpflege noch bei einer Neuentwicklung eine USB-Schnittstelle erhält. Der Aufwand hierfür steht meist in keinem Verhältnis zur zu erwartenden Aufwertung des Gerätes aufgrund der USB-Anbindung. Hier wird dann lieber weiterhin die bewährte RS-232-Technik eingesetzt, die sich mit nahezu jedem Mikrocontroller einfach realisieren lässt.

Die immer weniger werdenden zur Verfügung stehenden seriellen Schnittstellen an einem PC zwingen die Hersteller aber in Zukunft, vermehrt auf USB umzurüsten. Schon jetzt besitzen Personalcomputer der neuesten Generation üblicherweise nur noch einen COM-Port. Bei Laptops findet man oftmals gar keine RS-232-Schnittstelle mehr, sondern nur noch USB-Anschluss terminals. Um einen USB-Anschluss wird in Zukunft sicherlich kein PC-gesteuertes Gerät herumkommen, auch in der Labor- und Messtechnik nicht.

Wünschenswert ist hier eine Verbindung der Vorteile beider Schnittstellen, die geringe Systembelastung und einfache Programmierung eines Mikrocontrollers bei einer RS-232-Schnittstelle auf der einen Seite und die Vorteile des USB-Anschlusses mit der einfachen automatisierten Installation und Anbindung an den PC sowie die schnelle Datenübertragung auf der anderen Seite. Beide Vorteile verbindet das neue ELV-USB-Modul UM 100.

## UM 100 – Einsatz, Anwendung und Bedienung

Trotz der umfangreichen Funktion sind der Einsatz und die Anwendung des Modules sehr einfach.

### Datenleitungen

Das universelle USB-Modul bildet auf einfachste Weise die Schnittstelle zwischen dem Universal Serial Bus (USB) und einem Mikrocontroller im Zielsystem. Die über die USB-Buchse zugeführten Datensignale werden auf dem Modul ausgewertet und für die weitere Verarbeitung in das RS-232-Format gewandelt. Dabei stehen dann an der Mikrocontroller-Schnittstelle (Stiftleiste ST 1) sämtliche RS-232-Signale in TTL-Pegel zur weiteren Verarbeitung im Zielsystem zur Verfügung. Die einzelnen Signale mit der entsprechenden Belegung auf der Stiftleiste zeigt Abbildung 1.

### Spannungsversorgung/Jumper

Die Spannungsversorgung des Modules kann auf zwei unterschiedliche Weisen erfolgen: zum einen über die USB-Leitung (bus-powered), zum anderen über das Zielsystem, d. h. von extern zugeführt. Mittels des Jumpers (JP 1) lassen sich die beiden Betriebsvarianten auswählen:

1. In der Jumperstellung „USB“ speist die Versorgungsspannung auf der USB-Leitung das UM 100. Weiterhin liegt in dieser Betriebsart die 5-V-Betriebsspannung, die vom USB-Host, d. h. vom angeschlossenen PC kommt, an der µC-Schnittstelle (Stiftleiste ST 1, Pin 11) an. So lässt sich auch das Zielsystem über die USB-Leitung versorgen. Zu beachten ist dabei, dass die Strombelastbarkeit der 5-V-Spannung auf maximal 300 mA (High Power Port) beschränkt ist. Eine implementierte SMD-

Sicherung (SI 1) schützt dabei den speisenden Universal Serial Bus vor Überlastung. Der Nachteil, den dieser Modus beinhaltet ist, dass das Zielsystem nur bei angeschlossenem PC arbeitet – eine Stand-alone-Funktion ist somit ausgeschlossen. Die vom USB-Anschluss zur Verfügung gestellte und an der Stiftleiste ST 1 Pin 11 anstehende Betriebsspannung hat folgende Daten:

- Spannungsbereich: 4,4 V - 5,25 V/DC stabilisiert
  - Strombelastbarkeit: max. 300 mA
- Soll nur das USB-Modul UM 100 aus der USB-Zuleitung gespeist werden und das Zielsystem besitzt seine eigene Spannungsversorgung, darf der „+5V“-Anschluss (Pin 11) der Stiftleiste ST 1 im Zielsystem nicht angeschlossen werden.

2. In der Jumperstellung „ext.“ erfolgt die Versorgung des gesamten USB-Modules über das Zielsystem, d. h. die Versorgungsspannung wird über die µC-Schnittstelle (Stiftleiste ST 1, Pin 11) zugeführt. Die hier anstehende Spannung muss folgende Daten einhalten:

- Spannungsbereich: 4,8 V bis 5,2 V/DC/stabilisiert.
- Strombelastbarkeit: min. 40 mA

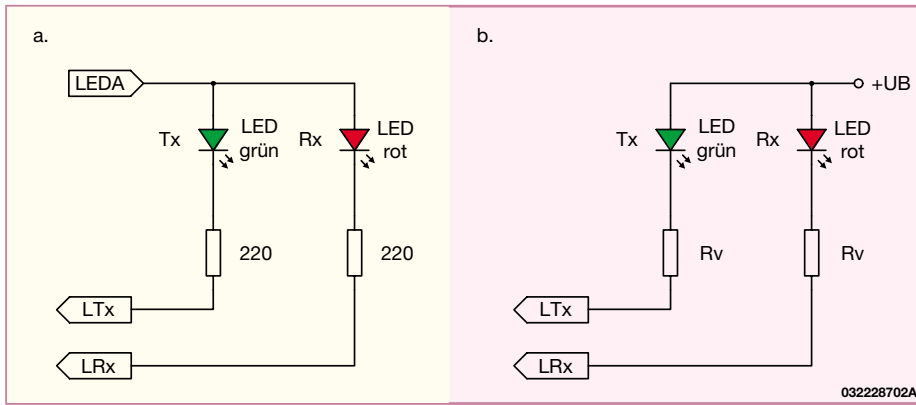
Es ist unter allen Umständen zu vermeiden, dass bei der Versorgung des UM 100 über das Zielsystem (an ST 1, Pin 11 liegen +5 V Betriebsspannung an) der Jumper in der Stellung „USB“ gesteckt ist. In diesem Fall würden die beiden Spannungsquellen „gegeneinander“ arbeiten, was zu einer Beschädigung im USB-Host (z. B. im PC) oder im Zielsystem führen kann. Im „günstigsten Fall“ löst die Sicherung SI 1 aus.

### Status-LEDs

Das USB-Modul besitzt zwar schon auf dem Modul an sich zwei LEDs, die den Status (Sende- oder Empfangsbetrieb) auf der RS-232-Schnittstelle kennzeichnen, zusätzlich stehen die Anschlüsse für diese Status-LEDs aber auch noch an der Stiftleiste zur Verfügung. So können die LEDs beispielsweise im Frontpanel des Zielsystems eingesetzt werden, während das USB-Modul verdeckt an der Rückwand des Gerätes angeschraubt ist. Zur Beschaltung gibt es dabei die beiden in Abbildung 2 dargestellten Varianten.

Variante a. zeigt den Anschluss bei der Speisung der LEDs vom USB-Modul (über „LEDA“), in der Variante b. erfolgt nur die Ansteuerung der LEDs über die Steuerleitungen („LTx“ und „LRx“) des UM 100, während das Zielsystem die Versorgungsspannung („+UB“) für die LEDs liefert. Die Dimensionierung des Vorwiderstandes erfolgt gemäß folgender Gleichung:

$$R_V = \frac{UB - U_{LED}}{I_{max.}} = \frac{UB - 2V}{13mA}$$



**Bild 2: Anschlussbeispiele der Status-LEDs**

Wobei die LED-Spannung hier mit ca. 2 V angenommen ist, ein Wert der bei den meisten Standard-LEDs zutrifft.

**UM 100 – Treiber-Installation**

Das USB-Modul stellt das Bindeglied zwischen dem steuernden System, meist einem PC etc., und dem zu steuernden System (Zielsystem), d. h. dem Gerät, das via USB gesteuert werden soll, dar. Wie bei einem USB-Gerät üblich, meldet sich auch das USB-Modul UM 100 nach dem Verbinden mit dem USB-Host (PC) automatisch an. Das Betriebssystem meldet sich dann mit „Neue Hardwarekomponente gefunden“. Als Bezeichnung des gefundenen Peripheriegerätes erscheint „ELV USB-Modul UM 100“, dies ist die Bezeichnung, die werkseitig als Gerätebezeichnung im EEPROM abgelegt ist.

Nachdem das USB-Gerät so erkannt wurde, startet automatisch der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“. Mit Hilfe dieses Tools erfolgt die Installation des

Treibers für das UM 100 sehr einfach und komfortabel: Im ersten „Willkommen“-Fenster erfolgt die Auswahl zwischen der automatischen Installation und der Installation der Software von einer Liste oder einer bestimmten Quelle (manuell). Hier ist die manuelle Installation zu wählen. Im nächsten Fenster muss angegeben werden, dass sich der Treiber auf einer Diskette im Laufwerk befindet. Die Treiberdiskette ist hier dann einzulegen, bevor die Installation mit „Weiter“ fortgesetzt wird. Das folgende Fenster zeigt an, dass die Treiber-Software nicht digital signiert ist, d. h. nicht von Microsoft geprüft ist. Dieses Fenster kann mit „Installation fortsetzen“ ignoriert werden, da es sich nicht um eine Fehlermeldung handelt, sondern lediglich um einen Hinweis. Den erfolgreichen Abschluss der Installation des Treibers meldet das „Fertigstellen des Assistenten“-Fenster, das sich mit einem Klick auf „Fertig stellen“ schließt.

Anschließend ist das USB-Modul im System angemeldet und stellt fortan die

Kommunikation zwischen PC und Zielsystem her.

Die notwendigen Funktionen für den Zugriff vom PC auf das USB-Gerät stellt die mitgelieferte DLL zur Verfügung. Eine genaue Beschreibung der Funktionen liegt in englischer Sprache ebenfalls bei.

**USB-RS-232-Schnittstellenwandler**

Bevor im folgenden Abschnitt die detaillierte Erläuterung der Schaltung erfolgt, soll hier kurz das Kernstück des USB-Modules, der integrierte Schnittstellenwandler FT8U232 näher beschrieben werden. Einen Überblick über die komplexe Funktion gibt das in Abbildung 3 dargestellte Blockschaltbild, wobei die einzelnen Blöcke wie folgt arbeiten:

**3.3 V LDO Regulator**

Dieser Teil generiert die 3,3-V-Referenzspannung für die USB-Sender- und -Empfängerstufe.

**USB Transceiver**

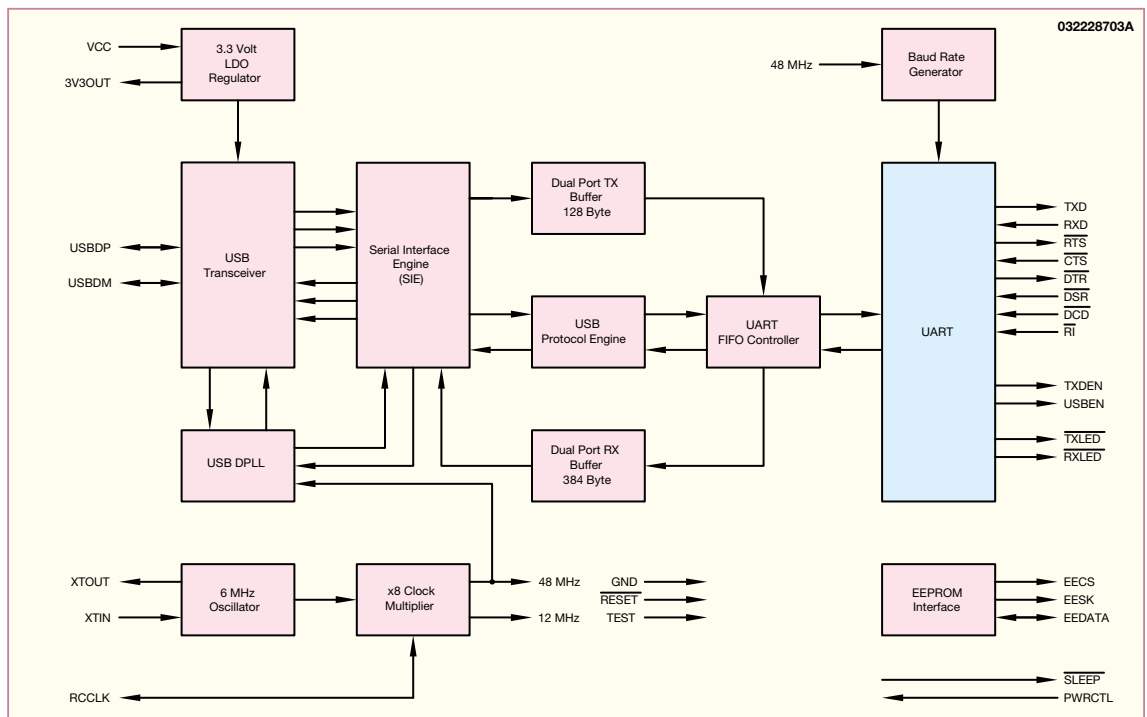
Diese USB-Sende- und -Empfängerstufe stellt die physikalische Schnittstelle zum USB 1.1 kompatiblen Datenein- und -ausgang zur Verfügung.

**USB DPLL**

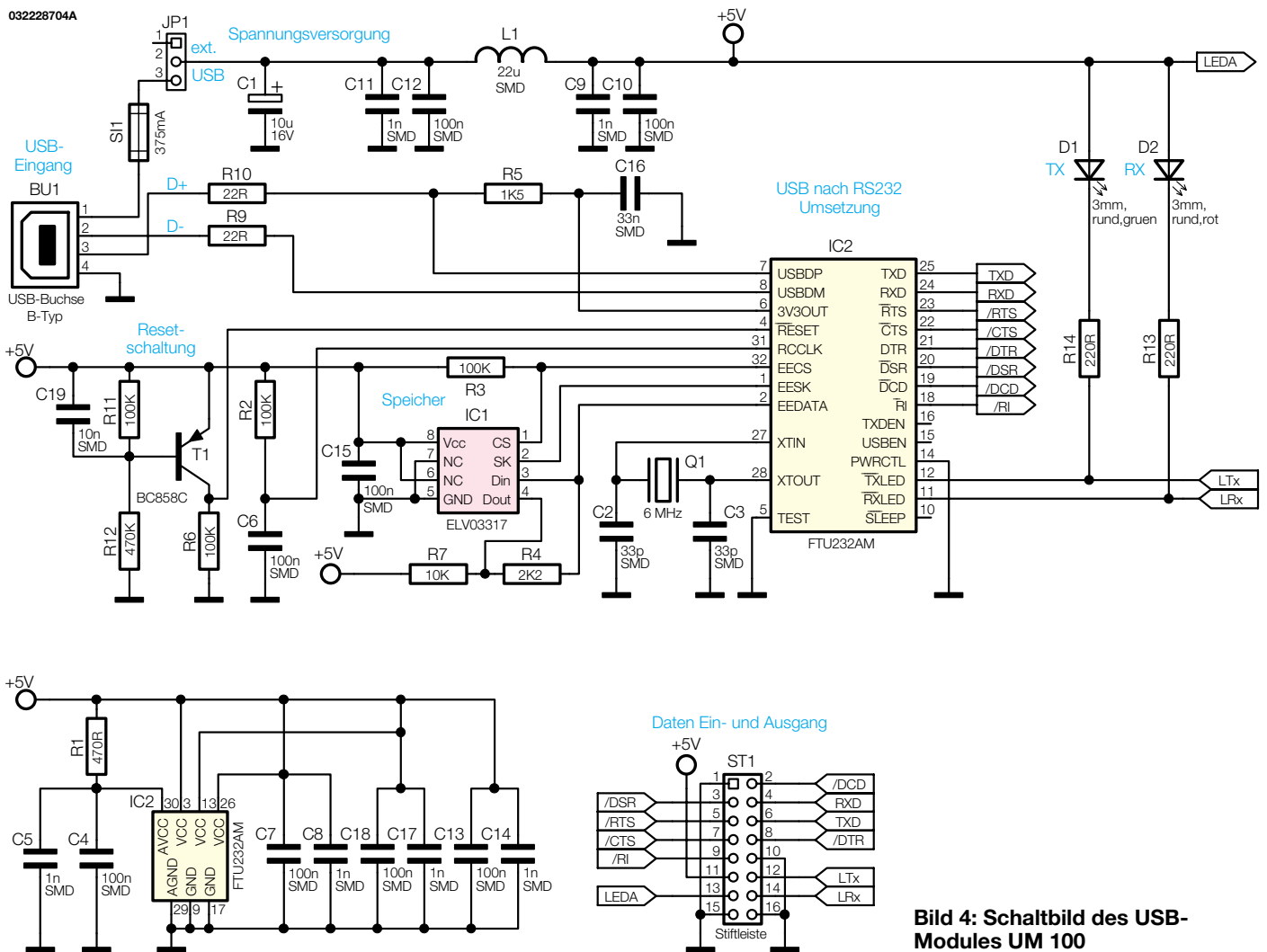
Diese PLL-Schaltung (phase-locked loop) rekonstruiert das Taktsignal aus dem anliegenden USB-Signal.

**6 MHz Oscillator**

Mit dem Oszillator wird ein quarzstabiler Referenztakt erzeugt, der als Grundlage für die folgenden Frequenzvervielfacher dient.



**Bild 3: Blockschaltbild des FTU 232**



**Bild 4: Schaltbild des USB-Modules UM 100**

### x8 Clock Multiplier

In diesem Block findet die Frequenzvervielfachung statt. Hier wird ein 12 MHz Takt für SIE, UART FIFO usw. erzeugt und der 48-MHz-Takt für die USB DPLL und den Baudraten-Generator.

### Serial Interface Engine (SIE)

Die Wandlung zwischen den seriellen Daten der USB-Schnittstelle und der parallelen Datenverarbeitung übernimmt das SIE.

Außerdem geschieht hier die CRC-Code Erzeugung und Prüfung.

### USB Protocol Engine

Dieser Block organisiert den Datenfluss zwischen dem USB-Protokoll und den Befehlen der  $\mu$ C-Schnittstelle.

### Dual Port TX Buffer (128 Byte)

Dieser Speicher puffert die vom USB-Port kommenden Daten und gibt sie an die serielle  $\mu$ C-Schnittstelle weiter.

### Dual Port RX Buffer (384 Byte)

Die von der seriellen  $\mu$ C-Schnittstelle kommenden Daten werden hier zwischen-

gespeichert, bis sie via USB-Schnittstelle übertragen werden.

### UART FIFO Controller

Der UART FIFO Controller organisiert den Datentransfer zwischen den beiden Zwischenspeichern (RX- und TX-Buffer) und den Send- und Empfangsregistern der  $\mu$ C-Schnittstelle.

### UART

Der UART führt die asynchrone 7/8-bit-Parallel-nach-Seriell und Seriell-nach-Parallel-Wandlung der Daten auf dem RS-232-Bus durch. Hier werden auch die Steuersignale RTS, CTS, DSR, DTR, DCD and RI generiert.

### Baud Rate Generator

Er bestimmt die Datenübertragungsgeschwindigkeit auf der  $\mu$ C-Schnittstelle, die theoretisch im Bereich von 300 Baud bis 2 Mbaud liegen kann.

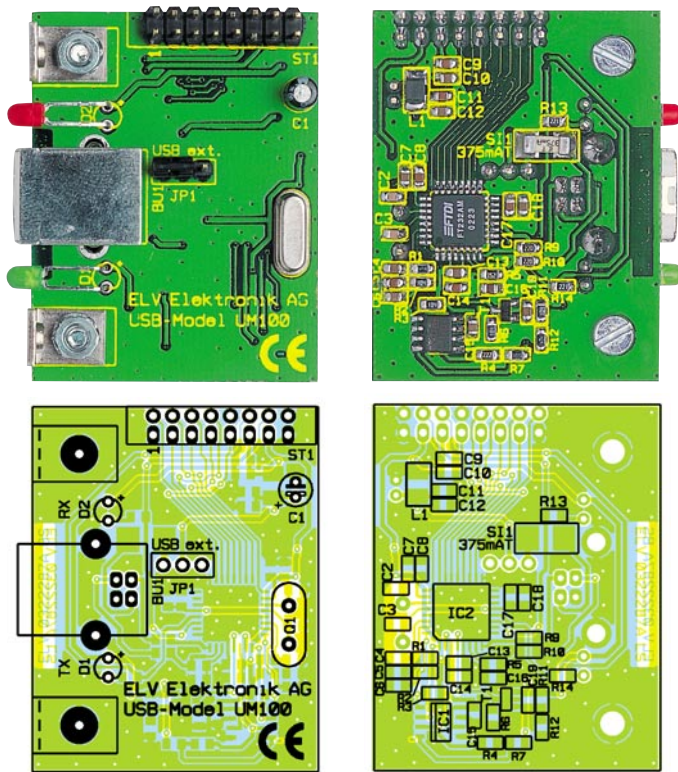
### EEPROM Interface

Zur Kommunikation mit dem externen EEPROM. Die darin abgelegten Daten wie Vendor-ID, Product-ID usw. werden hierüber abgelegt und ausgelesen.

### Schaltung

Die Schaltung des universellen USB-Modules ist in Abbildung 4 dargestellt. Zentrales Bauelement ist der oben beschriebene integrierte Schnittstellenwandler IC 2. Dieser Controller übernimmt die gesamte Konvertierung der Datensignale. An Pin 7 und Pin 8 erfolgt der Anschluss an den USB-Port. Die beiden in diesen Datenleitungen liegenden Widerstände verbessern die Anpassung gemäß Leitungstheorie und sorgen zusätzlich für einen gewissen Schutz der IC-Eingänge. IC-intern erfolgt dann die Umsetzung in die entsprechenden RS-232-Signale, die dann an den entsprechend bezeichneten Ausgängen (Pin 18 bis Pin 25) in TTL-Pegel zur Verfügung stehen. Das IC besitzt zwar eine sehr komplexe Funktion, benötigt aber zum Betrieb nur wenige externe Bauteile. Prinzipiell sind nur die Zuführung der Betriebsspannung, eine Reset-Schaltung, ein Quarz und ein EEPROM notwendig, damit das Bauteil seinen ordnungsgemäßen Betrieb aufnimmt.

Die Zuführung der Versorgungsspannung erfolgt über die Pins 3, 13 und 26, wobei eine von dieser digitalen Versor-



Ansicht der fertig bestückten Platine des USB-Moduls mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

gung über R 1 und C 4, C 5 entkoppelte Spannung zur Versorgung des Oszillators und der Frequenzvervielfacherstufen an Pin 30 anliegt.

Mit dem Transistor T 1 und seiner Beschaltung bestehend aus R 6, R 11, R 12 und C 19 ist die Reset-Schaltung realisiert, die den Reset-Impuls an Pin 4 des IC liefert. Im Einschaltmoment sorgt der Kondensator C 12 dafür, dass der Transistor gesperrt ist und der Reset-Eingang von IC 2 auf „low“ liegt und so das IC in einen definierten Einschaltzustand versetzt. Weniger als eine Millisekunde, nachdem die 5-V-Betriebsspannung ansteht, ist der Kondensator soweit geladen, dass T 1 durchschaltet und so den Reset aufhebt. Eine Simulation der Reset-Schaltung steht auf der ELV-Internetseite zum Download bereit.

<http://www.elvjournale.de>

Das Taktsignal für IC 2 wird mittels des Quarzes Q 1 generiert. Der hier erzeugte 6-MHz-Takt wird IC-intern, wie auch in Abbildung 3 zu sehen, durch entsprechende Vervielfacher auf maximal 48 MHz hochgetaktet.

In dem als EEPROM ausgelegten Speicher IC 1 sind die Erkennungsdaten des USB-Modules abgelegt. Mit diesen Daten kann das Modul vom angeschlossenen PC-System eindeutig identifiziert werden. Hinterlegt sind die Vendor-ID (Hersteller-Identifikation), die Product-ID (Produkt- oder Geräte-Identifikation), der „Product De-

scription String“ (Produktname) und die Seriennummer. Die Kommunikation zwischen dem USB-Controllerbaustein IC 2 und dem EEPROM erfolgt über eine so genannte Microwire-Verbindung. Drei „Verbindungsleitungen“ sind hierfür notwendig: „CS“ = Chip Select, „SK“ = Clock und „Din“ = Datenein- und -ausgang.

Mit diesen wenigen Bauteilen ist das IC schon voll funktionsfähig. Zur Signalisierung der Sende- bzw. Empfangsaktivität (Tx und Rx) auf der RS-232-Schnittstelle befinden sich zusätzlich noch die beiden LEDs D 1 und D 2 auf dem Modul. Sollte das Modul so eingebaut werden, dass die On-Board-LEDs D 1 und D 2 nicht sichtbar nach außen geführt werden können, besteht die Möglichkeit, zwei entsprechende Leuchtdioden extern anzuschließen. Zu diesem Zweck sind die Steuerleitungen „LTx“ für die TX-LED und „LRx“ für die RX-LED auf die  $\mu$ C-Schnittstelle (Stiftleiste ST 1, Pin 12 und Pin 14) geführt. Wie die externe Beschaltung aussehen kann, zeigt Abbildung 2.

Wie schon erwähnt, bestehen zwei Möglichkeiten der Spannungsversorgung. Zum einen kann die Versorgung des Moduls über die Spannung auf der USB-Leitung erfolgen, zum anderen über das Zielsystem, das dann an ST 1 Pin 11 die Betriebsspannung zur Verfügung stellen muss. Die Auswahl erfolgt mit dem Jumper JP 1. In der Stellung „USB“ wird die an der USB-Buchse Pin 1 zugeführte Spannung über die SMD-Sicherung SI 1 abgesichert als Betriebsspannung verwendet. Soll die Ver-

### Stückliste: Universal-USB-Modul UM100

#### Widerstände:

22 $\Omega$ /SMD .....	R9, R10
220 $\Omega$ /SMD .....	R13, R14
470 $\Omega$ /SMD .....	R1
1,5k $\Omega$ /SMD .....	R5
2,2k $\Omega$ /SMD .....	R4
10k $\Omega$ /SMD .....	R7
100k $\Omega$ /SMD .....	R2, R3, R6, R11
470k $\Omega$ /SMD .....	R12

#### Kondensatoren:

33pF/SMD .....	C2, C3
1nF/SMD .....	C5, C8, C9, C11, C14, C17
10nF/SMD .....	C19
33nF/SMD .....	C16
100nF/SMD .....	C4, C6, C7, C10, C12, C13, C15, C18
10 $\mu$ F/16V .....	C1

#### Halbleiter:

ELV03317/SMD .....	IC1
FT8U232AM/SMD .....	IC2
BC858C .....	T1
LED, 3 mm, grün .....	D1
LED, 3 mm, rot .....	D2

#### Sonstiges

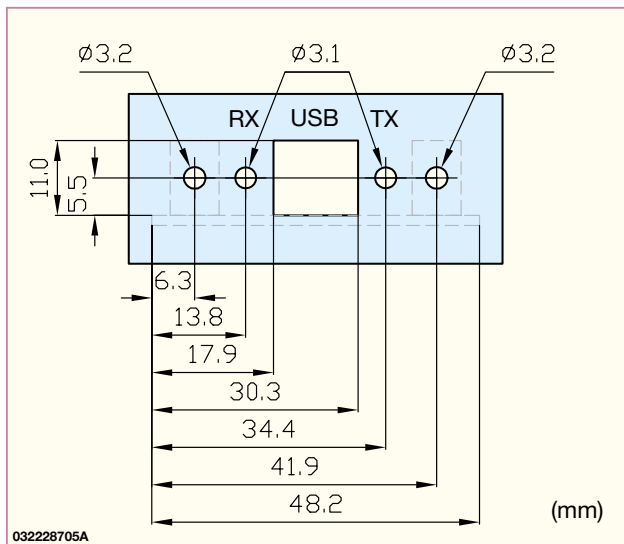
Quarz, 6 MHz, HC49U70/U4 .....	Q1
22 $\mu$ H/SMD .....	L1
USB-B-Buchse, winkelprint .....	BU1
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ..	SI1
Stiftleiste, 2 x 8-polig, gerade .....	ST1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade .....	JP1
1 Jumper	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Muttern, M3	
2 Fächerscheiben, M3	
Treibersoftware UM100	

sorgungsspannung des Universal Serial Bus nicht belastet werden, so ist die externe Speisung des Modules möglich. In der Jumperposition „ext.“ wird die USB-Spannung von der Schaltung getrennt. In diesem Modus muss über die Stiftleiste ST 1 an Pin 11 eine stabilisierte Gleichspannung von 5 V  $\pm$  0,2 V eingespeist werden.

So wie auch die Schaltung auf ein Minimum an Bauteilen beschränkt wurde, ist auch der im Folgenden beschriebene Aufbau so kompakt wie möglich ausgefallen.

#### Nachbau

Die gesamte Schaltung des USB-Modules UM 100 findet auf der 48,2 mm x 38 mm messenden Platine Platz. Im komplett aufgebauten Zustand kommen so die Einbaumaße von 48,2 x 40 x 15 mm zu Stande.



**Bild 5: Montagezeichnung des USB-Modules**

Anschließend erfolgt der Einbau unter Beachtung der Polung in einem Abstand von 6 mm (zwischen Platinenoberseite und Diodenkörpermitte gemessen).

Zur Befestigung des Moduls besitzt dieses zwei Metallwinkel, die wie folgt zu montieren sind: Die Winkel werden auf der Bestückungsseite positioniert und mit zwei Schrauben M3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite durch Platine und Winkel zu führen sind, und den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern fixiert. Vor dem Festziehen der Schrauben sind die Winkel so auszurichten, dass diese bündig mit der Platine abschließen.

Nach dem Abschluss der Bestückungsarbeiten muss die Platine vor der folgenden ersten Inbetriebnahme auf Lötzinnbrücken und korrekte Bestückung hin untersucht werden.

### Inbetriebnahme und Gehäuseeinbau

Die Inbetriebnahme des USB-Moduls UM 100 beschränkt sich auf die Installation des Treibers, so wie es im Absatz „Installation“ beschrieben ist. Arbeitet die USB-Kommunikation, d. h. das Modul wurde vom angeschlossenen Rechner korrekt erkannt, so kann davon ausgegangen werden, dass auch das gesamte Modul ordnungsgemäß funktioniert. Die komplette Funktion lässt sich dann allerdings erst prüfen, wenn das Modul im Zielsystem eingesetzt ist und auch die gesamte Kommunikationstrecke einem Test unterzogen werden kann.

Den elektrischen Anschluss an das Zielsystem ( $\mu$ C-Schnittstelle) zeigt Abbildung 1. Hier ist die Schnittstelle zum Zielsystem (Stiftleiste ST 1) mit allen Signalbezeichnungen dargestellt. Neben der Betriebsspannung („+5 V“) und den Anschlüssen für die Status-LEDs („LEDA“, „LTx“ und „LRx“) sind dies die Standardanschlüsse einer RS-232-Schnittstelle.

Zur Vereinfachung des mechanischen Einbaus ist in Abbildung 5 eine Montagezeichnung abgebildet. Hierin sind ein Bohrplan mit der Lage der Befestigungsbohrungen und die Bemaßung der Aussparung für die USB-Buchse enthalten. Ein Montagebeispiel ist in Abbildung 6 zu sehen. Dieses Bild zeigt das fertig aufgebaute USB-Modul in einer entsprechend bearbeiteten Geräterückwand eingebaut.

Das neue ELV USB-Modul UM 100 stellt als kompaktes Modul das Bindeglied zwischen der komplexen USB-Technologie und der Mikrocontrollerebene her. Auf einfachste Weise lassen sich so Geräte mit einer USB-Schnittstelle ausrüsten oder nachrüsten, ohne dass auf der Geräteseite spezielle Kenntnisse der USB-Technik benötigt werden.



Der Nachbau der Schaltung hat trotz der recht übersichtlichen Schaltung einen erhöhten Anspruch an die Lötfertigkeiten. Dies ist in der nahezu ausschließlichen Verwendung von SMD-Bauteilen begründet, ohne die ein so kleiner und kompakter Aufbau nicht möglich wäre.

Der Aufbau der Platine erfolgt anhand der Stückliste, des Bestückungsplanes und der dargestellten Platinenfotos. Im ersten Schritt sind die SMD-Widerstände, die SMD-Drosselspule, die Sicherung und die SMD-Kondensatoren einzulöten. Beim Einbau der Kondensatoren ist besonders vorsichtig vorzugehen, da diese keinen Wertaufdruck besitzen und daher nach Vertauschen nur durch explizites Ausmessen identifizierbar sind. Anschließend ist der Transistor T 1 einzubauen. Hier gibt die Anordnung der Löt pads die Polung vor. Auch beim Einbau der ICs ist die korrekte Polung sicherzustellen. Bei IC 1 gibt die abgeschrägte Kante des Gehäuses, die mit dem entsprechenden Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen muss, die Einbaulage vor. IC 2 besitzt dagegen

einen Punktaufdruck auf dem Gehäuse. Dieser Punkt entspricht Pin 1 und stellt im Bestückungsdruck entsprechend die abgeschrägte Ecke des IC-Symbol dar. Vor allem beim Anlöten der IC-Pins ist darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins entstehen.

Sind die SMD-Teile eingelötet, werden anschließend die bedrahteten Komponenten auf der Bestückungsseite eingebaut, beginnend mit der Bestückung von Quarz, Jumperpins und Stiftleiste. Anschließend ist der Jumper gemäß der gewünschten Betriebsart (+5 V von „USB“ oder von „ext.“) auf die Jumperpins zu stecken.

Beim folgenden Einbau der Leuchtdioden und des Elektrolyt-Kondensators ist die richtige Polung zu gewährleisten. Die Leuchtdioden sind dabei vor dem Einbau so vorzubereiten, dass diese in evtl. vorhandene Bohrungen in der Front- bzw. Rückplatte passen. Für die Standardmontage gemäß der in Abbildung 5 dargestellten Zeichnung sind die Anschlussbeine der LEDs zunächst in 10 mm Abstand von der Diodenkörperspitze um 90° abzuwinkeln.



**Bild 6: Montagebeispiel des UM 100 in einer Rückwand**