



## Wohlfühlen mit wakeboX – Teil 2

### Universal-Anzeige- und -Bedienterminal USB-BAT

Nach der Vorstellung des wakeboX-Projekts im vorangegangenen „ELVjournal“ kommen wir im zweiten Teil zum angekündigten Bedienterminal. Es wird vollständig von der wakeboX-Software unterstützt und entspricht in seiner Funktionalität dem originalen wakeboX-Terminal. Es ist darüber hinaus aber auch für andere Anwendungen einsetzbar, da es über eine HID-USB-Schnittstelle verfügt und die Software-Schnittstelle in diesem Artikel offen gelegt wird.



#### Schneller Zugriff auf wakeboX

Die wakeboX ist eine Linux-basierende Softwarelösung, die das FS20- und das FHT-System mit umfangreichen Audio- und Automatisierungsfunktionen vereint und so eine sehr komfortable Hausautomatisierungslösung darstellt.

Genauso komfortabel sollte die tägliche Bedienung des Systems sein, und so entstand bei den Autoren (siehe [www.wakebox.de](http://www.wakebox.de)) ein kleines Bedienterminal, das etwa vom Nachttisch, vom Schreibtisch oder anderen Orten aus einen schnellen Zugriff auf alle wesentlichen Funktionen von wakeboX bietet. Es ist mit einem universell programmierbaren Grafikdisplay, zwei Tasten und einem Drehgeber ausgestattet und in einem modern gestalteten, kompakten Gehäuse untergebracht. Das hier vorgestellte Universal-Anzeige- und -Bedienterminal USB-BAT entspricht in seiner Funktionalität dem Original.

Doch das USB-BAT ist nicht nur auf den Einsatz im wakeboX-System beschränkt, es kann auch in anderen Anwendungen als Anzeige- und Bedienterminal die-

Werden Sie geweckt von Ihrer Lieblingsmusik

Tabelle 1: Befehlsübersicht

Befehls-ID	Beschreibung/Bedeutung der Befehls-ID	Nachfolgende Parameter-Bytes
0xF0	Firmware-Version ausgeben	keine weiteren Parameter-Bytes
0xF1	Displayhinterleuchtung für bestimmte Zeitdauer einschalten	1 Byte für Zeitdauer in 10-ms-Einheit – Wertebereich von 0 (dauerhaft eingeschaltet) bis 255
0xF2	Displayhinterleuchtung ausschalten	keine weiteren Parameter-Bytes
0xF3	Piepton mit variabler Zeitdauer	1 Byte für Zeitdauer in 10-ms-Einheit – Wertebereich von 0 (dauerhaft eingeschaltet) bis 255
0xF4	Piepton ausschalten	keine weiteren Parameter-Bytes
0xF5	Taster und Inkrementalgeber abfragen	keine weiteren Parameter-Bytes
0xF6	Inkrementalgeber zurücksetzen	keine weiteren Parameter-Bytes
0xD0 bis 0xD7	Seite 0 bis 7 beschreiben	Displaydaten, pro Byte jeweils eine Spalte der Seite (siehe Bild 13)
0xD8	String anzeigen (max. 20 Zeichen)	- 2 Byte für Zeile und Position: Byte 1, High-Nibble: Zeile (0-3) Byte 1, Low-Nibble: Zeichen- (0) oder Pixelposition (1) Byte 2: Position (0-19 oder 0-121) - 20 Byte beinhalten den String - 1 Byte für Stringabschluss (0x00)
0xD9	Displayinhalt löschen	keine weiteren Parameter-Bytes
0xDA	Page löschen	1 Byte zur Seitenauswahl – Wertebereich von 0 (Seite 1) bis 7 (Seite 8)

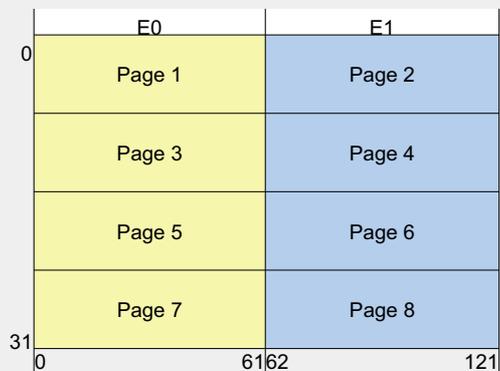


Bild 12: Die Aufteilung des Displays in 8 Seiten

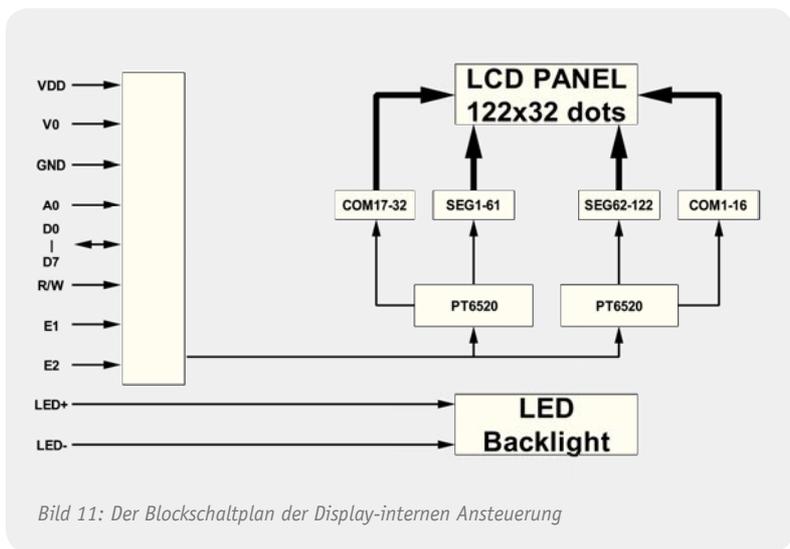


Bild 11: Der Blockschaltplan der Display-internen Ansteuerung

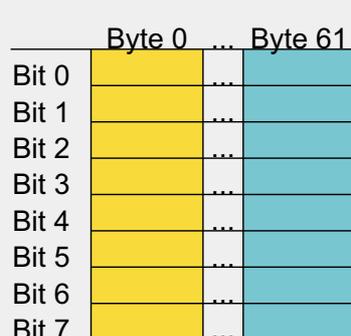


Bild 13: Die Zuordnung der 62 Parameter-Bytes zu den Displaysegmenten

nen. Durch die USB-Schnittstelle und die verwendete USB-HID-Klasse kann das Terminal unter den verschiedensten Betriebssystemen und Anwendungen eingesetzt werden. In Tabelle 1 sind die möglichen Befehle zur Ansteuerung des Terminals in Kurzform zusammengefasst.

### Displaymodul

Im USB-BAT kommt ein sehr kompaktes und universelles Vollgrafik-Displaymodul mit 122 x 32 Pixel zum Einsatz. Das Modul benötigt eine Versorgungsspannung von 5 V und eine negative Versorgungsspannung für die Kontrasteinstellung. Die Hinterleuchtung kann über die 5-V-Versorgungsspannung des Moduls betrieben werden. Der interne Aufbau ist in Bild 11 zu sehen. Für die Segmentansteuerung sind die beiden Displaycontroller PT6520 zuständig, sie übernehmen jeweils eine Hälfte der Displaysegmente.

Die Firmware des Mikrocontrollers teilt das Display in 8 Seiten mit jeweils 62 Byte ein (siehe Bild 12). Jede Seite kann über den zugehörigen Befehl 0xD0

bis 0xD7 (siehe Befehlsübersicht) direkt beschrieben werden. Die Zuordnung der 62 Parameter-Bytes zu den Displaysegmenten ist Bild 13 zu entnehmen.

### Befehlsübersicht

Das USB-BAT hat 11 Befehle (siehe Tabelle 1), mit denen die Bedienelemente (Taster und Inkrementalgeber) abgefragt, der Displayinhalt geändert und der Summer ein- und ausgeschaltet werden. Der Summer kann mit Befehl 0xF3 dauerhaft oder für eine bestimmte Zeitdauer eingeschaltet, mit Befehl 0xF4 wieder ausgeschaltet werden. Gleiches gilt für die Displayhinterleuchtung, dafür stehen die Befehle 0xF1 und 0xF2 zur Verfügung. Um einfachen Text anzuzeigen, ist Befehl 0xD8 notwendig, es können in 4 Zeilen jeweils maximal 20 Zeichen dargestellt werden. Die Position in der Zeile lässt sich dabei buchstaben- oder pixelgenau angeben. Um das Display ganz individuell zu gestalten, können die Befehle 0xD0 bis 0xD7 genutzt werden. Damit kann das gewünschte Pixelmuster seitenweise (siehe Bild 12) ins Display geschrieben werden.



*Frischer Kaffee am Morgen – vollautomatisiert dank wakebox!*

Wenn der gesamte Displayinhalt gelöscht werden soll, dann reicht es, den Befehl 0xD9 an das Display zu senden.

Die Bedienelemente können mit dem Befehl 0xF5 abgefragt werden. Der interne Positionszähler des USB-BAT lässt sich mit dem Befehl 0xF6 zurücksetzen. Fehlt noch der Befehl 0xF0, der das Terminal veranlasst, die aktuelle Softwareversion auszugeben.

Weitere Details und eine ausführliche Befehls- und Protokollbeschreibung ist unter [2] zu finden.

## Schaltungsbeschreibung

Hauptkomponente des USB-BAT (Schaltung in Bild 14) ist der Mikrocontroller C8051F326 von Silicon Laboratories, ein aktuelles 8051-Derivat mit integriertem USB-Controller. Der Controller ist USB-2.0-kompatibel und unterstützt den Low- und Highspeed-USB-Modus.

Am Port P 0 sind die Taster TA 1, TA 2 und der Inkrementalgeber DR 1 angeschlossen. Port-Pin P 0.7 steuert das Gate des MOSFET T 2 an, über den die Spannung für die Flipflops, das Display und den Summer geschaltet wird. Mit den Port-Pins P 0.5 und P 0.6 sind die Bausteine IC 2 oder IC 3 auswählbar. Diese sind vom Typ 74HCT174 und enthalten jeweils sechs D-Flipflops. Diese Flipflops sind für die Displaysteuerung notwendig, da mit Port 2 nicht mehr genügend Steuer- und Datenleitungen zur Verfügung stehen.

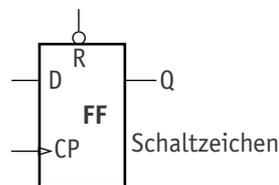
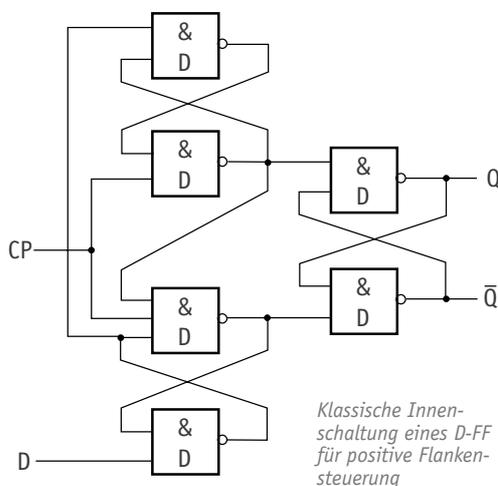
Als Anzeige kommt ein Vollgrafikmodul mit 122 x 32 Pixel samt Hinterleuchtung zum Einsatz.

Die Hinterleuchtung lässt sich über den Transistor T 3 ein- und ausschalten. Für die Kontrasteinstellung ist eine negative Spannung zwischen -3,3 V und -1,5 V notwendig, die mit IC 4 erzeugt wird. Über das Potentiometer R 10 ist der Kontrast an die jeweiligen Anforderungen anpassbar. Aufgrund der großen Anzahl der Displaysegmente sind im Displaymodul zwei Displaycontroller verbaut, die man über die beiden Pins E 1 und E 2 auswählen kann. Da trotz des Einsatzes der Flipflops immer noch eine Steuerleitung für den Reset-Pin des Displays fehlt, kommt noch ein NAND-Glied zum Einsatz. Solange keiner oder nur einer der beiden Displaycontroller ausgewählt wurde (E 1 und/oder E 2 liegen auf Low-Pegel), liegt am Reset-Pin des Displays ein High-Pegel an und das Display befindet sich im normalen Betriebsmodus.

Die Spannungsversorgung erfolgt vollständig über die USB-Schnittstelle. Der Mikrocontroller enthält einen Spannungswandler, mit dem die notwendige Versorgungsspannung von 3,3 V intern erzeugt wird. An Pin 6 steht diese Spannung auch für andere Schaltungsteile zur Verfügung. Über den MOSFET T 2 kann der Mikrocontroller die Spannung für die Flipflops, das Display und den Summer abschalten.

## Nachbau

Nach der Schaltungsbeschreibung kommen wir nun zum Nachbau des USB-BAT. Der Aufbau besteht aus zwei Platinen, der Basisplatine und der Tasterplatine.



Wahrheitstabelle			
D	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	Aktion
0	0	0	Speichern
0	1	0	Rücksetzen
1	0	1	Speichern
1	1	1	Setzen

### Der D-Flipflop und seine Anwendung

Der D-Flipflop ist ein flankengesteuerter Flipflop mit einem Takteingang (CP) und einem Informationseingang (D). Das „D“ im Namen bedeutet, dass die am Informationseingang anliegenden Daten erst verzögert („Delay“) auf den Ausgang übernommen werden. Das heißt, ein am Eingang D anliegender Zustand wird erst (verzögert) auf den Ausgang übernommen, wenn am Takteingang eine Taktimpulsflanke eintrifft (Q<sub>n+1</sub>). Solange keine neue Taktimpulsflanke an CP eintrifft, bewirkt ein Wechsel des Zustands an D keinen Zustandswechsel am Ausgang Q. Erst bei einer neuen Taktflanke wird der an D anliegende Zustand an Q ausgegeben. Dies heißt, dass ein Bit in einem D-Flipflop so lange gespeichert wird, bis dieser über seinen Takteingang angesprochen wird. Dieses Prinzip wird in statischen Speichern (sRAM) ausgenutzt. Hier sind für ein Byte jeweils 8 D-Flipflops

angeordnet. In unserer Schaltung des USB-BAT dient die Zwischenspeicher-Eigenschaft dazu, die (zu wenigen) Portleitungen des Mikroprozessors zu erweitern. Dabei werden vom Mikroprozessor aus zunächst die Informationen für eine Gruppe von 6 D-FFs ausgegeben und mit einer Low-High-Taktflanke an CP übernommen. Im nächsten Zyklus werden die Informationen für die zweite D-FF-Gruppe ausgegeben und wieder mit einer Low-High-Taktflanke für diese Gruppe übernommen. Durch die Abhängigkeit der Funktion des D-FF vom Takt werden jeweils nur die Informationen auf Q übernommen, die auch für die zugeordnete Gruppe von Display-Steuereingängen bestimmt ist.

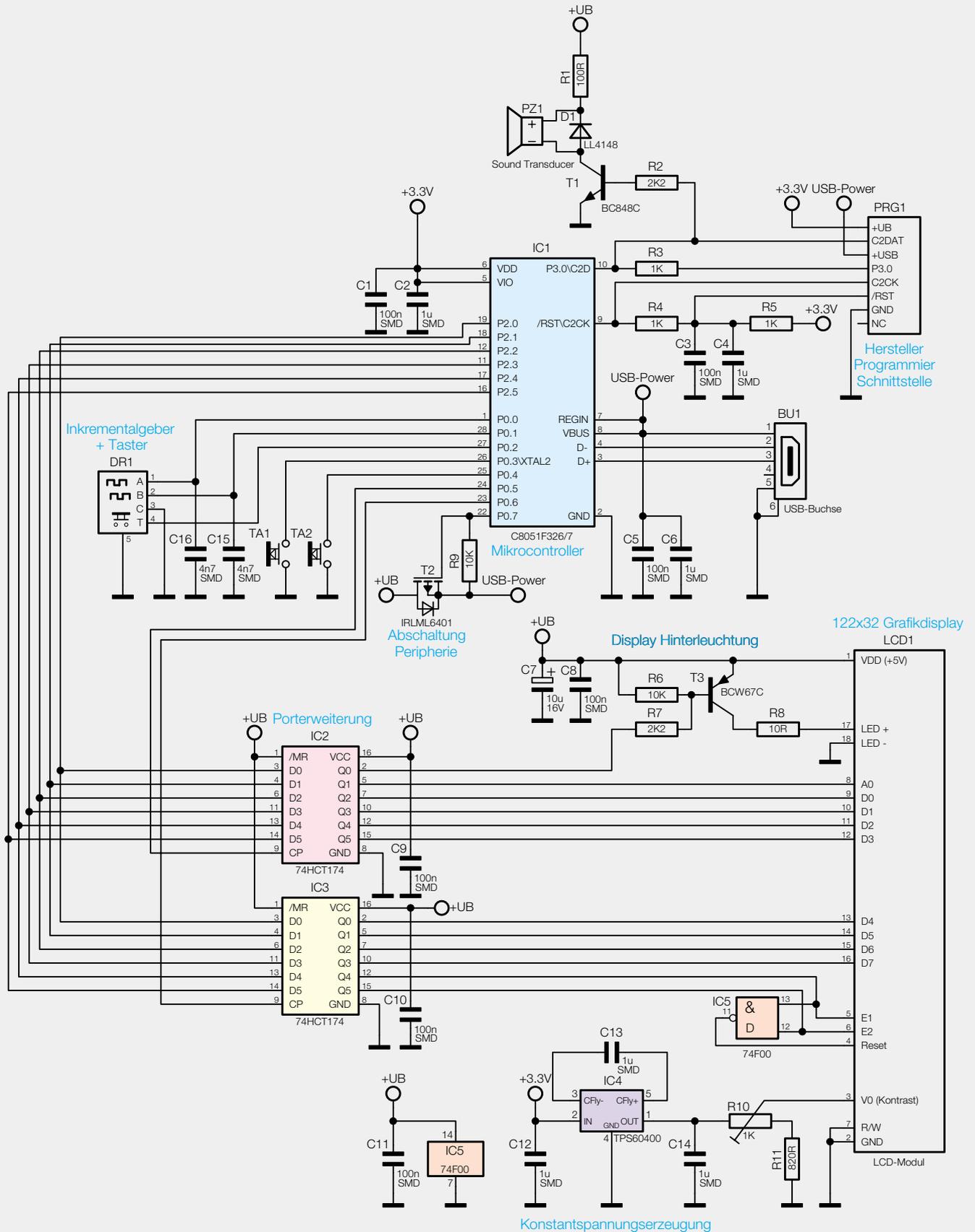


Bild 14: Die Schaltung des wakeboX-Terminals USB-BAT

Alle Platinelemente sind im Lieferzustand miteinander verbunden und verfügen über einfach abknickbare Sollbruchstellen zum Trennen der Platinen. Vor der Bestückung sind die zwei Platinelemente zu trennen. Durch die Vorbestückung der SMD-Bauteile beschränkt sich der Nachbau auf die korrekte Platzierung und das Verlöten der bedrahteten Bauelemente bzw. Platinelemente. Dennoch ist die Bestückung wie üblich auf Bestückungsfehler oder Lötzinnbrücken zu prüfen. Die Bestückung der restlichen Bauelemente erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos.

Als Erstes sind auf der Basisplatine der Widerstand R 8 und der Elektrolyt-Kondensator C 7 (Polarität beachten, liegende Position) zu bestücken und zu verlöten. Es folgen das Potentiometer R 10 und danach der Sound-Transducer PZ 1 (Polarität beachten). Nun werden die vier zweipoligen Stiftleisten ST 1 bis ST 4 sowie die beiden neunpoligen Stiftleisten bestückt und eingelötet. Die neunpoligen Stiftleisten bilden

die Aufnahme für das Display. Im nächsten Schritt ist zuerst die USB-Buchse von der Lötseite aus zu bestücken und zu verlöten, erst danach kann das Display bestückt werden, da man sonst die USB-Buchse nicht mehr verlöten kann. Der letzte Schritt auf der Basisplatine ist die Bestückung des Inkrementalgebers DR 1. Auf der Tasterplatine sind die beiden Taster TA 1 und TA 2 zu bestücken, danach kann die gesamte Tasterplatine auf die bereits verbauten Stiftleisten ST 1 bis ST 4 gesteckt und von oben verlötet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Orientierung der Tasterbeschriftung mit der Beschriftung des Potentiometers R 10 übereinstimmt (Bild 15).

Nun erfolgt der Einbau in das Aluminiumgehäuse. Dazu sind zuerst die vier Senkkopfschrauben M2 x 14 mm durch die Schraubenlöcher auf der Rückseite des Gehäuses einzusetzen. Danach ist die Rückseite des Gehäuses mit den vier eingesetzten Schrauben auf eine ebene Fläche zu stellen. So kann man nun von oben in das Gehäuse auf die vier Schrauben schauen. Jetzt sind die vier 8-mm-Distanzrollen auf die Schrauben zu setzen und im Anschluss die Platine auf die Distanzrollen aufzusetzen. Mit den beiliegenden Scheiben und Muttern wird die Platine nur leicht befestigt, da zunächst ein prüfender Blick auf die Rückseite des Gehäuses klären muss, ob die USB-Buchse passgenau in der vorgesehenen Öffnung

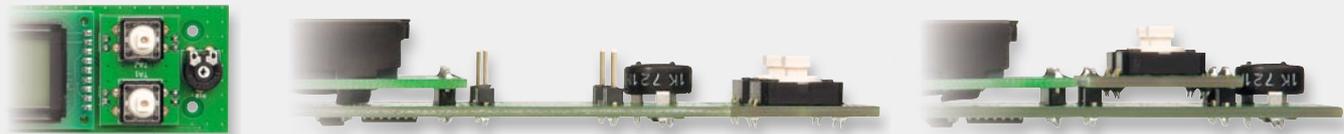
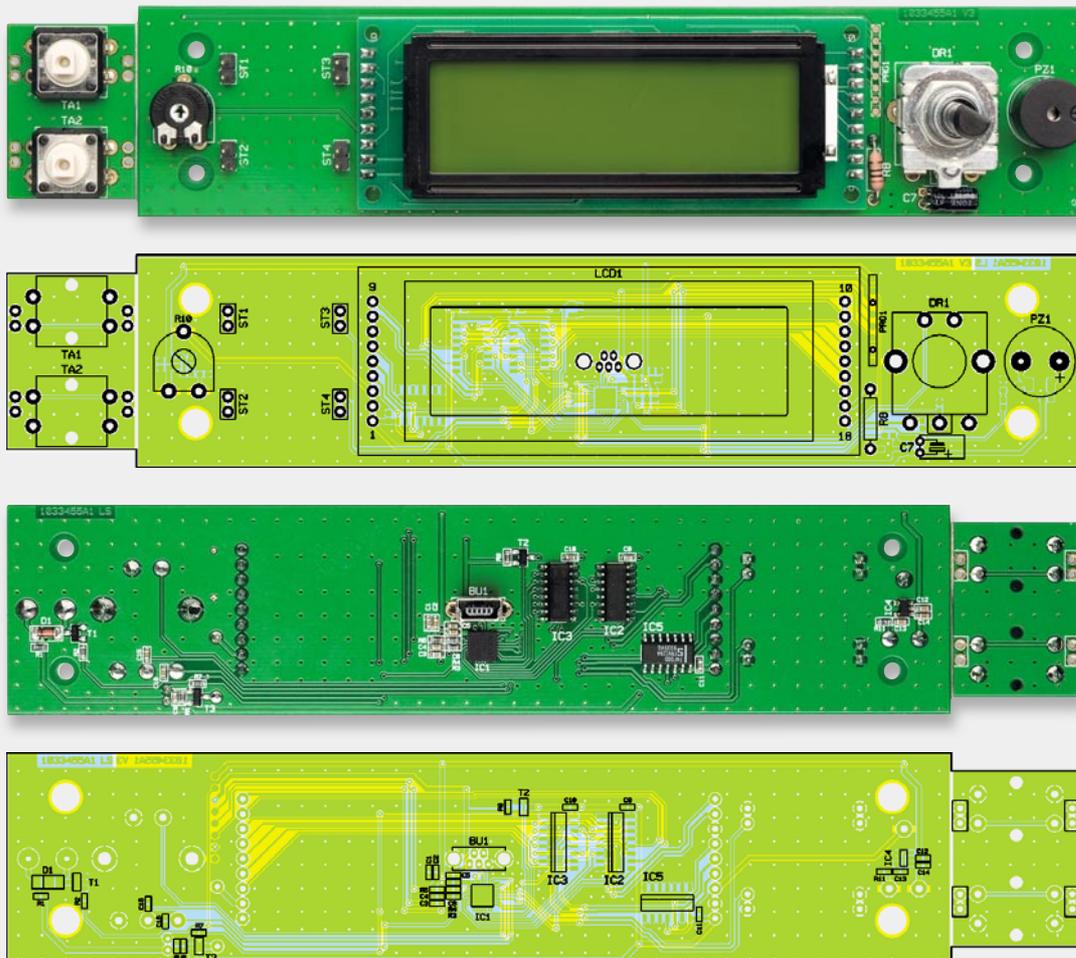


Bild 15: Die Platine als Gesamtsicht (links) sowie vor (Mitte) und nach (rechts) Abbrechen und Auflöten der Tasterplatine



Ansicht der bestückten Platinen des USB-BAT mit zugehörigem Bestückungsplan, hier ist die Tastenplatine noch nicht abgetrennt. Oben die Oberseite mit montiertem Display, unten die Unterseite

liegt. Ist dies der Fall, können die Schrauben fest angezogen werden. Zur Kontrolle kann Bild 16 dienen. In der Querschnittaufnahme ist die Position der verschiedenen Bauteile zu erkennen.

Nun ist die Frontblende an der Reihe. Da die transparente Displayscheibe schon eingeklebt ist, kann die Frontblende sofort eingesetzt werden. Am einfachsten geht dies, wenn zuerst der obere Rand der Frontblende auf die kleine Metalllippe des Gehäuses gelegt und dann der untere Rand mit leichtem Druck eingesetzt wird (Bild 17). Es folgt das Aufsetzen des Drehknopfes. Jetzt sind die beiden Standfüße mit den vier EJOT-Schrauben (2,5 x 12) an das Gehäuse zu montieren (Bild 18). Die Schrauben dürfen dabei nicht zu fest angezogen werden, damit sich der Neigungswinkel des USB-BAT noch einstellen lässt. Wenn der gewünschte Neigungswinkel gefunden ist, können die Schrauben später noch fester angezogen werden, so dass sich das Display nicht mehr von allein verstellen kann. Damit ist der Nachbau komplett fertiggestellt und die Inbetriebnahme kann erfolgen.

## Inbetriebnahme

Nachdem die Gehäusefüße montiert und eingestellt wurden, verbindet man das Terminal über ein USB-Kabel mit einem PC. Das Display sollte nun „Bedien-Anzeige-Terminal USB-BAT VX.X“ anzeigen. Dank der HID-Schnittstelle wird das Terminal automatisch erkannt und installiert, es ist kein zusätzlicher Treiber notwendig. Im Gerätemanager ist das Terminal unter dem Punkt „Eingabegeräte (Human Interface Devices)“ zu finden. Für den Einsatz als Bedienterminal im wakeboX-System muss mindestens die Version 0.72 des wakeboX-Servers installiert sein. Erst ab dieser Version kann das ELV USB-BAT als Alternative zum original wakeboX-Bedienterminal eingesetzt werden.

Falls das Terminal in anderen Anwendungen eingesetzt werden soll, kann die vollständige Schnittstellenbeschreibung heruntergeladen werden. Infos dazu finden Sie auf Seite 100 des „ELVjournals“.

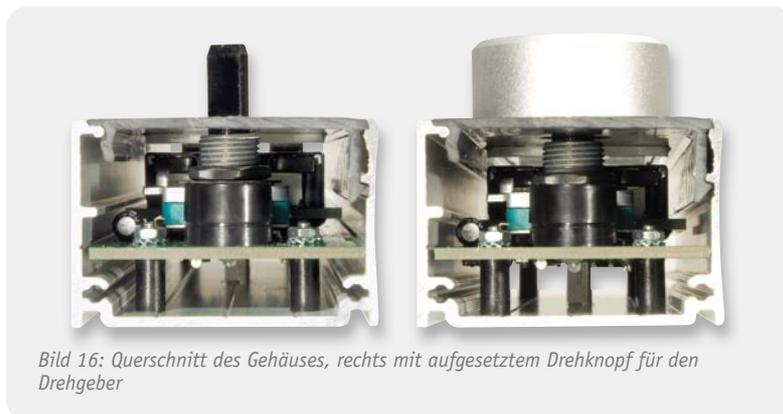


Bild 16: Querschnitt des Gehäuses, rechts mit aufgesetztem Drehknopf für den Drehgeber

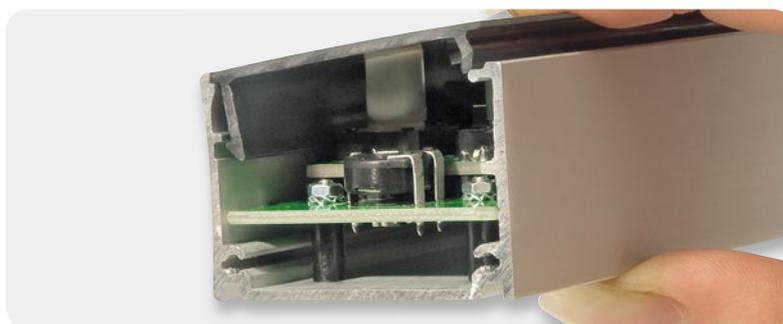


Bild 17: Einsetzen der Frontplatte



Bild 18: Standfüße anschrauben

### Widerstände:

10 Ω/1 W	R8
100 Ω/1 %/SMD/0603	R1
820 Ω/1 %/SMD/0603	R11
1 kΩ/1 %/SMD/0603	R3–R5
2,2 kΩ/1 %/SMD/0603	R2, R7
10 kΩ/SMD/0603	R6, R9
PT10, liegend, 1 kΩ	R10

### Kondensatoren:

4,7 nF/SMD/0603	C15, C16
100 nF/SMD/0603	C1, C3, C5, C8–C11
1 µF/SMD/0603	C2, C4, C6, C12–C14
10 µF/16 V	C7

### Halbleiter:

ELV10978/SMD	IC1
74HCT174/SMD	IC2, IC3
TPS60400/SMD	IC4
74F00/SMD	IC5

BC848C	T1
IRLML6401/SMD	T2
BCW67C/SMD	T3
LL4148	D1
LC-Display DM12232-05YT mit Beleuchtung	LCD1

### Sonstiges:

Inkrementalgeber mit Taster, 12 Impulse/360°	DR1
Alu-Drehknopf mit Steckensatz, 28 mm	DR1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein	TA1, TA2
Tastkappen, 10 mm, Grau	TA1, TA2
Stiftleisten, 1x 2-polig, gerade, print	ST1–ST4
Stiftleiste, 1x 9-polig, gerade, print	LCD1
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
4 Senkkopfschrauben, M2 x 14 mm, Kreuzschlitz	
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 12 mm	
4 Muttern, M2	
4 Fächerscheiben, M2	
4 Distanzrollen, M2 x 8 mm	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	