360° ONLINE

8 digitale Eingänge

UART- und I²C-Schnittstelle

Integrierter Stereoverstärker

Teil 2

Vielseitige Soundmaschine – MP3-Soundmodul MSM3

Vielseitigkeit ist Trumpf bei diesem neuen MP3-Soundmodul, das die Reihe der erfolgreichen MP3-Soundmodule von ELV erweitert: Es bietet zahlreiche Steuermöglichkeiten über gleich mehrere Schnittstellen, von digitalen Ein-/Ausgängen über I²C bis UART/USB. Auch auf der Ausgabeseite gibt es Neues. Ein integrierter Stereoverstärker und ein Vorverstärkerausgang lassen kaum Wünsche offen. Nachdem im ersten Teil die vielfältigen Funktionen beschrieben wurden, folgen nun die Schaltungsbeschreibung und der Nachbau.

Schaltung

Die Schaltung (Bild 3a, b) besteht aus der Spannungsversorgung, Hauptcontroller, digitalen Ein-/Ausgängen, MP3-Decoder, Kartenschacht und Stereoverstärker.

Die Spannungserzeugung erfolgt über einen Step-down-Regler (IC1) zur Erzeugung der 5-V-Spannung für den NF-Verstärker und einen nachgeschalteten Linearregler (IC2) zur 3,3-V-Spannungserzeugung für Controller, SD-Karte und MP3-Decoder. Die an BU1 einzuspeisende Eingangsspannung darf zwischen 8 und 16 V liegen.

Der PTC R1 fungiert als Überstromschutz, und die Diode D1 als Verpolungsschutz. Die Kondensatoren C1 bis C7 dienen der Spannungsstabilisierung und Filterung, ebenso auch C10 bis C20.

IC1 bildet mit C8, L2 und D2 einen klassischen Buck-Schaltregler, über den Spannungsteiler R3 und R4 wird via Sense-Eingang des Schaltregler-ICs die Ausgangsspannung eingestellt, in diesem Fall auf 5 V.

Der am Ausgang des Schaltreglers liegende PTC R5 dient dem Überstromschutz, er schützt den Schaltregler vor Überlast. L3 und L4 sind Filterglieder zur Ausfilterung von Störungen seitens des Schaltreglers.

IC2 erzeugt aus den stabilisierten 5 V mittels Linearreglung eine feste Ausgangsspannung von 3,3 V, die den Mikrocontroller IC5, das Schieberegister IC6 und den MP3-Decoder IC3 versorgt.

CR1 stellt den Kartenschacht für die microSD-Karte dar, deren Spannungsversorgung über den MOSFET T18 ein-/ausgeschaltet werden kann, C46 und C47 stabilisieren die Spannungsversorgung der über SPI angesteuerten microSD-Karte.

Ebenso wird der MP3-Decoder IC3 über SPI angesprochen. Ihm wird ein Takt von 25 MHz vom Quarz Q1 bereitgestellt, die ungenutzten GPIOs des Chips sind mit Pull-down-Widerständen beschaltet. Für den Einsatz eines Hardware-Decoders statt einer Prozessor-Software-Lösung sprechen an dieser Stelle mehrere Vorteile wie geringerer erforderlicher Firmware-Aufwand, eine geringere benötigte Rechenleistung des Steuerprozessors, und die notwendigen Decoder-Lizenzen sind bereits im Chip „integriert".

Die MOSFETs bzw. Transistoren T14 bis T17 mit der zugehörigen Widerstandsbeschaltung dienen zur Pegelanpassung der Kommunikationsschnittstellen I²C

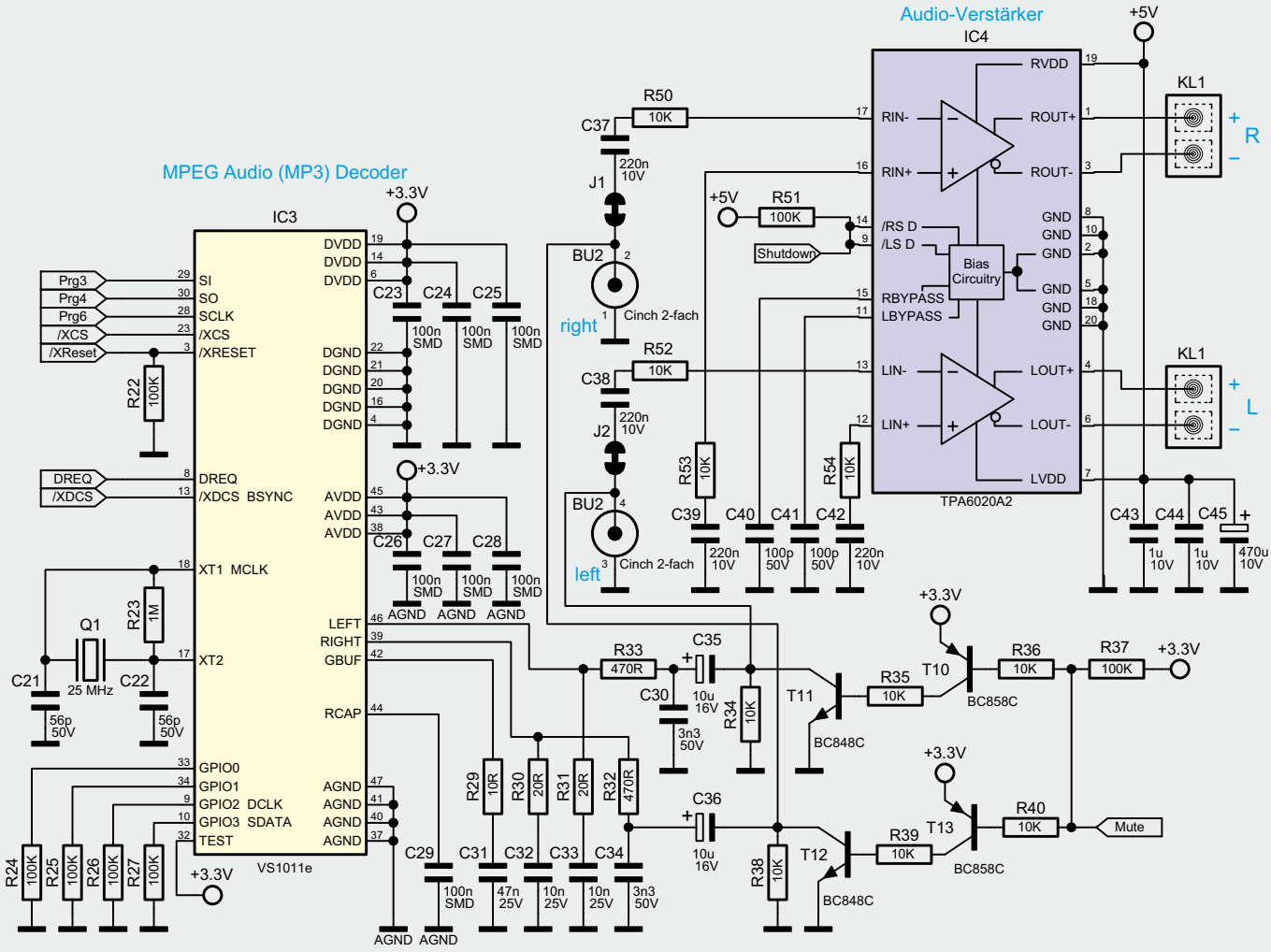

Bild 3a: Das Schaltbild des MSM3, MP3-Decoder und Stereoverstärker

und UART. Dabei bilden T14 und T15 bidirektionale Pegelwandler für die I²C-Schnittstelle und T16, T17 eine Transistorstufe für den UART. Sie wandeln jeweils 5-V-Eingangssignale in 3,3-V-Signale und umgekehrt.

Mittels J5 bis J7 lässt sich die I²C-Adresse des Moduls einstellen, so dass ein Betrieb an einem I²C-Bus mit mehreren Teilnehmern problemlos möglich ist. Dabei stehen die Adressen von 0x30 bis 0x3F zur Verfügung.

Auf die Stiftleisten ST3 und ST4 lässt sich optional ein USB-UART-Modul UM2102 auflöten, so dass eine USB-Schnittstelle bereitsteht.

T2 bis T9 mit R6 bis R21 sind Open-Drain-Ausgänge zur Ansteuerung weiterer Komponenten. Auf diesen Ausgängen können, wie bereits beschrieben, entweder vordefinierte Zustandsmeldungen des MSM3 ausgegeben werden oder aber sie lassen sich über die Schnittstellen manuell ansteuern. Über das Eingangsschieberegister IC6 werden an den digitalen Eingängen z. B. direkt angeschlossene Tasten eingelesen und die Zustandsinformationen seriell zum Mikrocontroller IC5 übertragen.

Die Widerstände an den digitalen Eingängen des Schieberegisters dienen zum einen als Pull-up-Widerstände für einen definierten Pegel, so können auch direkt Taster gegen Masse geschaltet angeschlossen werden, zum anderen dienen sie zur Ableitung von Spannungen, die größer als Vcc des ICs sind. Sie begrenzen den Strom, der in den Eingang fließen kann, und somit kann an den Eingängen z. B. auch mit TTL-Pegeln (5 V) gearbeitet werden.

Q2 stellt den Takt für IC5 zur Verfügung. D3 und D4 geben Statusmeldungen des MSM3 aus, wobei die blaue LED D3 hauptsächlich den Abspielmodus darstellt und die rote LED D4 hauptsächlich Quittierungssignale und Fehlermeldungen ausgibt.

Die Kondensatoren und Widerstände an den Ausgängen des MP3-Decoders bereiten das Signal für den Vorverstärkerausgang auf, über die Transistorstufen T10 bis T13 wird das Einschaltknacken durch ein verzögertes Einschalten des Signalausgangs reduziert. Das Vorverstärkersignal wird ebenfalls zum NF-Verstärker IC4 geführt, wo es verstärkt wird und auf den Lautsprecherausgängen ausgegeben wird. R50, R52, R53 und R54 stellen dabei den Verstärkungsfaktor ein.

Nachbau und Inbetriebnahme

Der Bausatz des MSM3 besteht aus der mit den SMD-Bauteilen bereits vorbestückten Platine, den bedrahteten Bauteilen (LEDs und Elkos), den Buchsen, Wannensteckern und Klemmen, dem Schiebeschalter und den Gehäuseteilen samt Schrauben. Vor dem Bestücken der Bauteile ist eine Sichtprüfung auf die ordnungsgemäße SMD-Bestückung und Lötfehler durchzuführen. Bei der Bestückung geben das Platinenfoto und der Bestückungsplan in Bild 4 ebenso Hilfe wie

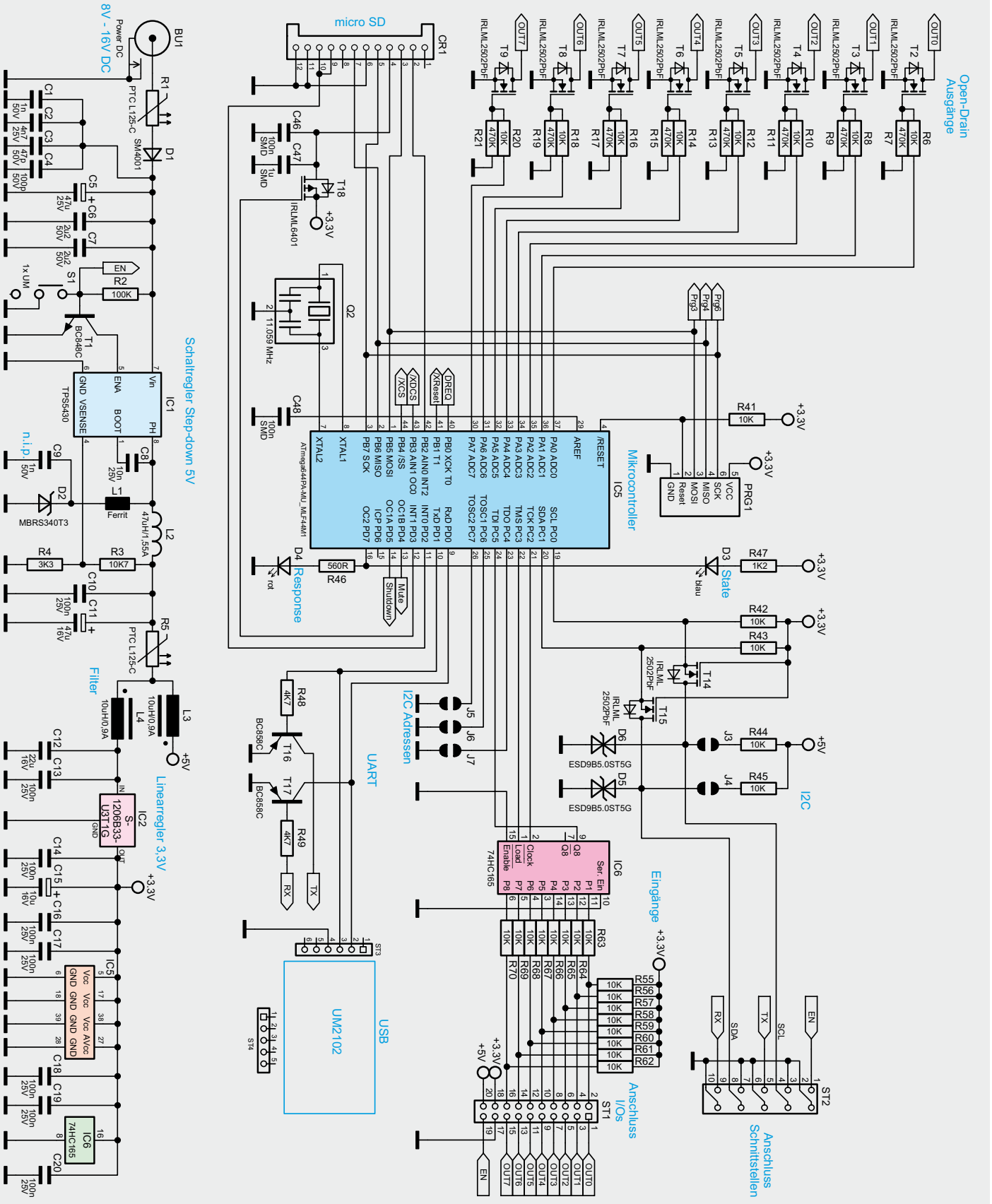

Bild 3b: Das Schaltbild des MSM3, Controller, I/O-Schaltungen und Spannungsversorgung

der Bestückungsdruck und die Stückliste. Zu Beginn sollten die Elkos eingelötet werden. Dabei ist auf die korrekte Polung zu achten, auf den Elkos ist der negative Pol mit einem Minuszeichen gekennzeichnet, auf den Platinen der positive Pol mit einem kleinen Pluszeichen.

Die Federkraftklemmen für die Lautsprecheranschlüsse müssen vor dem Bestücken korrekt zusammengesetzt werden, siehe dazu auch Bild 5. Dazu werden zunächst die drei ersten Klemmen zusammengesteckt. Die vierte Klemme bildet den Abschluss und ist daher mit der Abschlusskappe zu versehen. Beim Zusammenstecken ist auf den korrekten Sitz der Drücker gegenüber der Feder zu achten, siehe Bild 6. Anschließend können die Buchsen und die Klemmen auf die Platine gesetzt und verlötet werden. Sie müssen dabei plan aufliegen, da es sonst zu Problemen beim Einbau ins Gehäuse kommen kann. Die LEDs sind so einzulöten, dass sie eine maximale Einbauhöhe von 16 mm nicht überschreiten. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass die LEDs gerade eingelötet werden, damit sie korrekt in die Löcher des Gehäuses passen.

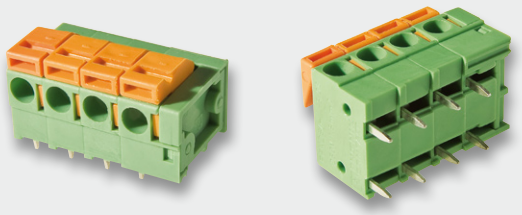

Bild 5: Der komplett zusammengesetzte Klemmenblock

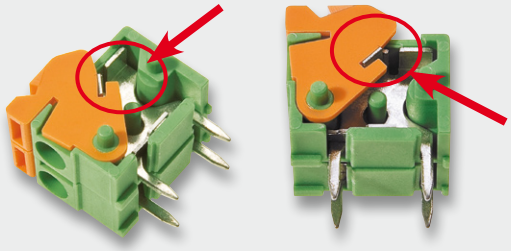

Bild 6: Beim Zusammensetzen ist die Drückerfeder in der richtigen Stellung einzusetzen.

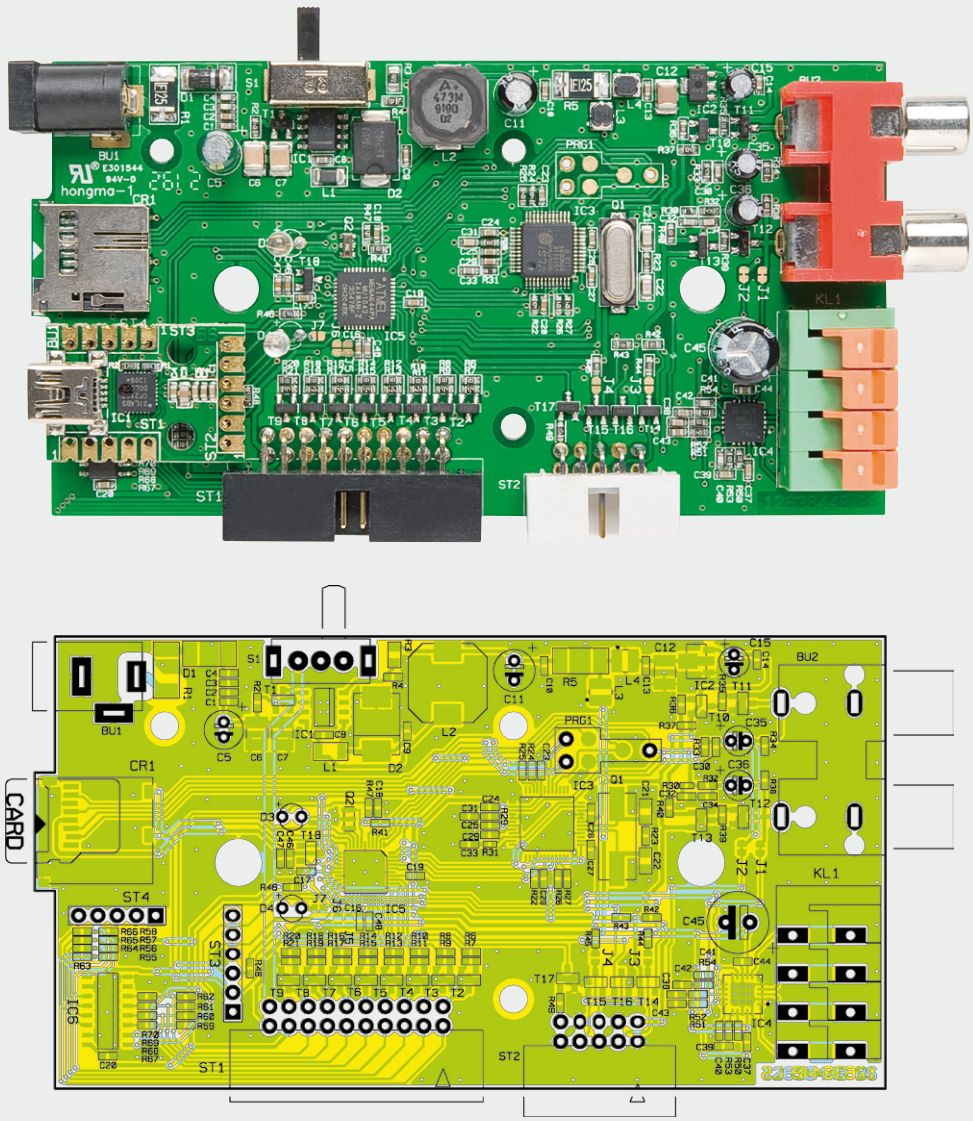

Bild 4: Die komplett bestückte Platine des MSM3, unten der zugehörige Bestückungsplan. Hier ist zur Demonstration das optionale USB-Modul mit aufgesetzt.

Soll das USB-Modul bestückt werden, sind die Stiftleisten gerade einzulöten, dazu lässt sich das Modul am besten zunächst lose auf die Stiftleisten stecken und anschließend verlöten, so ist garantiert, dass das Modul korrekt auf den Stiftleisten sitzt (Bild 7).

Vor dem nun folgenden Einbau ins Gehäuse ist die Bestückung auf Korrektheit und Lötbrücken zu prüfen. Anschließend kann die Platine mit dem Kartenschacht voran in das Gehäuse eingesetzt und mit drei selbstschneidenden Schrauben im Gehäuseunterteil befestigt werden (Bild 8). Zum Abschluss ist vorsichtig der Gehäusedeckel aufzusetzen, so dass die LEDs nicht verbiegen und in den entsprechenden Aussparungen sitzen, und mit dem Gehäuseunterteil zu verschrauben (Bild 9).

Bild 10 zeigt abschließend, wie die mit den Daten versehene microSD-Karte in das Gerät einzusetzen ist. Nach dem Anschließen eines Netzteils und Belegen der Tasteneingänge sowie Anschluss von Lautsprechern bzw. eines externen Verstärkers ist das Gerät betriebsbereit.

Weitere Infos:

www.mikrocontroller.net/articles/MP3
www.vlsi.fi/en/products.html

Elektronikwissen

Vergleich MP3-Decoder

Früher waren Hardware-MP3-Decoder aufgrund der geringen Leistungsfähigkeit von Prozessoren unabdingbar, doch dieses hat sich im Laufe der Zeit durch die zunehmende Leistungsfähigkeit von Prozessoren und Mikrocontrollern (z. B. ARM) gewandelt.

Heutzutage werden MP3s immer mehr in Software decodiert, so dass viele Hardware-Decoder vom Markt verschwunden sind, so z. B. MAS 3587F von Micronas oder von STM die STA013 und STA015.

Einige Chips benötigen zusätzlich zu dem MP3-Decoder noch einen externen DAC zur Umwandlung in einen analogen Audiostream.

VLSI dagegen bietet immer noch eine ganze Reihe von Hardware-MP3-Decoder-Chips an.

Einige davon sollen hier tabellarisch verglichen werden. Im MSM3 kommt der VS1011 zum Einsatz, dieser Chip besitzt zwar die geringste Ausstattung, diese ist aber vollkommen ausreichend, und daher von den Kosten sehr attraktiv. Zu den in der Tabelle vorgestellten Decodern erschien im Oktober 2012 mit dem VS1005 ein All-In-One MP3 Audio System-on-a-Chip. Dieser beinhaltet ein eigenes Betriebssystem und enthält neben dem Kopfhörerausgang, 3 Line-Eingängen und Stereo-Mikrofonverstärker einen integrierten FM-Empfänger mit RDS.

Auch zahlreiche Schnittstellen sind vorhanden, so stehen 2 SPI, UART und Controller für USB (host/device) und Netzwerk bereit. Ein direktes Interface für NAND-Flash und SD-Karten runden das Ganze ab, so dass auch genügend Speichermöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Externe Controller werden somit überflüssig, denn in diesem Chip ist so gut wie alles integriert. Zur Programmierung steht eine eigene Entwicklungsumgebung VSIDE von VLSI bereit.

	VS1011	VS1053/63	VS1033	VS1003
Audio-Decoder	MP3, MP1+MP2, ADPCM, PCM, WAV	MP3, Ogg Vorbis, eACC+, MP1+MP2, ADPCM, PCM, WAV	MP3, ACC, MP1+MP2, ADPCM, PCM, WAV	MP3, WMA, ADPCM, PCM, WAV
Audio-Encoder	N	ADPCM,Linear, Ogg Vorbis, MP3	ADPCM	ADPCM
Interfaces	4 GPIOs, SPI	8 GPIOs, SPI, UART, I2S(Master)	8 GPIOs, SPI, UART, I2S(Master)	4 GPIOs, SPI, UART
Headphone-driver	Y	Y	Y	Y
Audio-Inputs	N	Mic (mono), Line (stereo)	Mic (mono), Line (mono)	Mic (mono), Line (mono)
Timers/Watchdog	N/N	2/Y	2/Y	2/Y
Bass, Treble Control	Y	Y	Y	Y
Streaming	Y	Y	Y	Y
Fast forward/rewind	Plug-in	Y	Y	Plug-in
Speed/Pitch shifting Spectrum-analyzer	N	Plug-in	Plug-in	Plug-in
Standalone	Plug-in	Plug-in	Plug-in	Plug-in
Custom RAM (KiB)	5	16	5	5

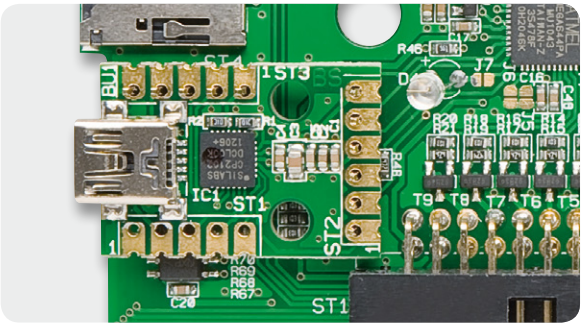

Bild 7: So wird das USB-Modul aufgesetzt, bevor es verlötet wird.

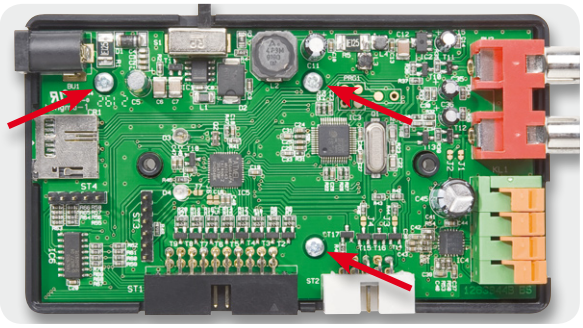

Bild 8: Die Lage der Gehäuseschrauben beim Verschrauben der Platine im Gehäuseunterteil

Bild 9: Beim Aufsetzen des Gehäuseoberteils ist zu beachten, dass die LEDs in den zugehörigen Löchern stehen.

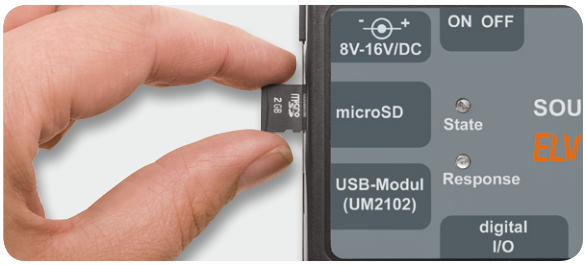

Bild 10: Das Einsetzen der microSD-Karte in den Kartenschacht

Stückliste

Widerstände:

10 Ω/SMD/0603	R29
20 Ω/SMD/0402	R30, R31
470 Ω/SMD/0603	R32, R33
560 Ω/SMD/0603	R46
1,2 kΩ/SMD/0603	R47
3,3 kΩ/SMD/0603	R4
4,7 kΩ/SMD/0603	R48, R49
10 kΩ/SMD/0603	R6, R8, R10, R12, R14, R16, R18, R20, R34–R36, R38–R45, R50, R52–R70
10,7 kΩ/SMD/0805	R3
100 kΩ/SMD/0603	R2, R22, R24–R27, R37, R51
470 kΩ/SMD/0603	R7, R9, R11, R13, R15, R17, R19, R21
1 MΩ/SMD/0603	R23
Polyswitch/33 V/0,75 A/SMD/1812	R1
Polyswitch/15 V/1,25 A/SMD/1812	R5

Kondensatoren:

47 pF/SMD/0603	C3
56 pF/SMD/0805	C21, C22
100 pF/SMD/0603	C4, C40, C41
1 nF/SMD/0603	C1
3,3 nF/SMD/0603	C30, C34
4,7 nF/SMD/0603	C2
10 nF/SMD/0603	C8, C32, C33
47 nF/SMD/0603	C31
100 nF/SMD/0603	C10, C13, C14, C16–C20, C23–C29, C46, C48
220 nF/SMD/0603	C37–C39, C42
1 µF/SMD/0603	C43, C44, C47
2,2 µF/50 V/SMD/1210	C6, C7
10 µF/16 V	C15, C35, C36
22 µF/SMD/1210	C12
47 µF/16 V	C11
47 µF/25 V/105 °C	C5
470 µF/10 V	C45

Halbleiter:

TPS5430DDA/SMD/TI	IC1
S-1206B33-U3T1G/SMD	IC2
VS1011e	IC3
TPA6020A2/SMD	IC4
ELV121149/SMD	IC5
74HC165/SMD	IC6
BC848C	T1, T11, T12
IRLML2502PbF/SMD	T2–T9, T14, T15
BC858C	T10, T13, T16, T17
IRLML6401/SMD	T18
SM4001/SMD	D1
MBRS340/SMD	D2
ESD9B5.0ST5G/SMD	D5, D6
LED/3 mm/blau/super hell	D3
LED/3 mm/rot/extra hell	D4

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 1206, 80 Ω bei 100 MHz	L1
Speicherdrossel, SMD, 47 µH/1,55 A	L2
SMD-Induktivitäten, 10 µH/0,9 A	L3, L4
Quarz, 25,000 MHz, SMD	Q1
Keramikschwinger, 11,059 MHz, SMD	Q2
microSD-Kartenhalter TFLASH Push/Push	CR1
Miniaturklemmen, 1-polig, winkelprint	KL1
Miniaturklemme mit Abschluss, 1-polig, winkelprint	KL1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Cinch-Anschlussplatte, 2-polig, liegend, winkelprint	BU2
Wannen-Steckleiste, winkelprint, 2x 10-polig	ST1
Wannenstecker, 10-polig, winkelprint	ST2
Stiftleiste, 1x 6-polig, gerade, print	ST3
Stiftleiste, 1x 5-polig, gerade, print	ST4
Schiebeschalter, 1x um, winkelprint	S1
3 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Typ 2060, schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt	