



**Ja, laut kann das Mini-Modul mit seinem einen Watt Ausgangsleistung auch werden, und was Krach ist, entscheidet schließlich jeder selbst. Unser Mini-Sound-Modul kann vom PC aus per USB bequem mit einer oder mehreren WAV-Dateien in einer Gesamtlänge von bis zu 24 Sekunden „gefüttert“ werden und gibt diese auf Tastendruck wieder. Ein konfigurierbarer Schaltausgang kann parallel dazu Schaltaufgaben ausführen. Damit eröffnen sich für das kleine Modul vielfältige Einsatzmöglichkeiten, ob im Modellbau, beim Modellbahn-Hobby, als Puppensprechstimme, elektronischer Empfangssekretär ...**

### Sound vom Chip

Ist es nicht ein Riesenspaß, wenn auf der Modellbahnanlage die in den Bahnhof ein-fahrenden Züge authentisch angekündigt und abgefertigt werden? Wie bekommt man so „triviale“ Geräusche wie das Schranken-klingeln auf „die Platte“? Und wie kann man es auf einfache Weise realisieren, dass jeder im Haus seine eigene (Lieblings-) Klingelmelodie bekommt?

Im Zeitalter der Sound-Speicherchips ist das an sich nichts Spektakuläres mehr, allerdings haben diese Chips ihren Preis, und manche Anbieter von mit Geräuschen bespielten Chips nehmen Preise, die jenseits von Gut und Böse liegen.

Dabei kann man dank leistungsfähiger Mikrocontroller heute sehr kostengünstige und auch noch äußerst flexible Geräusch-Speicher bauen, die für den ambitionierten Elektroniker und Modellbauer keine Wünsche mehr offen lassen. Da der allge-genwärtige PC mit seinen Möglichkeiten inklusive Internet und der so sicher nutz-baren USB-Schnittstelle quasi überall in „Griffweite“ ist, liegt es nahe, diesen in ein solches Projekt einzubinden. Denn im Netz und auf diversen herkömmlichen

Schallspeichern wie Kompakt-Kassetten, CDs und Schallplatten erschließen sich unerschöpfliche Mengen an Sounds für die verschiedensten Anlässe, die sich prima per PC verwalten, wandeln und ausgeben lassen. Also flink das gewünschte Geräusch auf den PC geholt, einen flotten Spruch per Mikrofon und Soundkarte aufgenommen, ein Soundfile aus einer CD herauskopiert (nur für den eigenen Bedarf, versteht sich), das Ganze auf einen externen Speicher übertragen, der das Soundfile dann auf ein externes Auslöseereignis hin abspielt – fertig ist der eigene Sound auf dem Chip!

Da wir mit unseren „großen“ USB-Soundgeräten, die auf dem gleichen techni-schen Konzept wie das hier vorgestellte Mini-Modul basieren, gute Erfolge hatten,

konnten wir das Prinzip recht einfach über-nehmen, eben nur wesentlich kompakter.

Mit dieser kleinen Schaltung können bis zu drei verschiedene Sounds, mit einer Gesamtspieldauer von 24 Sekunden, gespeichert, ausgewählt und über einen Lautsprecher abgespielt werden. Die Auswahl erfolgt über drei separate Taster-Eingänge. Die maximale Ausgangsleistung der verwendeten Endstufe beträgt kräftige 1 Watt! Zudem besteht die Möglichkeit, externe Komponenten wie Relais oder LEDs über einen universellen Open-Col-lector-Ausgang zu schalten. Damit öffnen sich für den ambitionierten Modellbauer und Hobby-Elektroniker eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Das Speichern der Soundfiles sowie die Programmierung

Technische Daten: MSM 1	
Spannungsversorgung:	5 V <sub>DC</sub> ±5 %
Ruhestromaufnahme:	30 mA
Max. Stromaufnahme:	450 mA bei 8 Ohm Lautsprecherimpedanz
Max. Ausgangsleistung:	1 W bei 8 Ohm Lautsprecherimpedanz
Max. Spieldauer:	24 Sekunden
Open-Collector-Ausgang:	U <sub>max</sub> = 30 V, I <sub>max</sub> = 100 mA
Abmessungen:	34 x 30 mm

des Gerätes erfolgt sehr einfach über die mitgelieferte Windows-Software.

Bei Bedarf lassen sich die Soundfiles jederzeit per USB austauschen, so bleibt das kleine Modul immer „up to date“. Und der vergleichsweise günstige Preis des Moduls macht auch die Anschaffung mehrerer dieser Module, etwa für den Modell-Truck oder die Modelleisenbahn, einfacher. Und unterbringen lässt sich das Mini-Modul mit seinen 34 x 30 mm quasi auch überall.

## Installation und Bedienung

Kommen wir nun zunächst zur Konfiguration des Gerätes über die PC-Software. Dazu sind zuerst der USB-Treiber und die Software auf dem PC zu installieren. Nutzer des Betriebssystems MS Windows XP und MS Windows 2000 können das Mini-Sound-Modul zur ersten Inbetriebnahme an einem freien USB-Port des Computers anschließen, die rote Power-LED am Modul sollte nun leuchten. Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber. Dieser Treiber (MSM1.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Ordner „ELV\_MSM1\_Drivers“. Die zwischenzeitliche Warnung, dass es sich um einen unsignierten Treiber ohne Windows-Logo handelt, ist dabei zu ignorieren.

Unter MS Windows 98 SE bzw. MS Windows Me ist vor dem Anschließen des MSM 1 die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV\_MSM1\_Drivers“. Anschließend kann das Mini-Sound-Modul mit dem PC verbunden werden.

Nach der Installation des Treibers erfolgt die Installation der ebenfalls auf der CD befindlichen PC-Software. Um die Software optimal bedienen zu können, ist eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten notwendig.

Nach dem Programmstart öffnet sich das Dialogfenster (Abbildung 1). Über dieses Fenster werden alle Einstellungen am Gerät vorgenommen, es ist in mehrere Abschnitte unterteilt, die im folgenden erläutert werden.

Um die Datenverbindung zwischen dem PC und MSM 1 herzustellen, muss zunächst der Button „PC-Verbindung aktivieren“ angeklickt werden. Damit man eine aktive USB-Verbindung besonders schnell erkennen kann, wechselt die farbige „USB aktiv“-Fläche von Rot nach Grün. Ein nochmaliger Druck auf den Button trennt die USB-Verbindung wieder.

Mit dem Button „Daten auslesen“ besteht die Möglichkeit, die aktuelle Konfiguration des MSM 1 auszulesen. Da bei der ersten Inbetriebnahme noch nichts auf dem Gerät gespeichert ist, wird sich hier deshalb zu-

**Bild 1:**  
**Das Dialogfenster der PC-Software**



nächst nichts im Programmfenster ändern.

Damit Sound-Dateien übertragen werden können, müssen diese in einem bestimmten Format auf dem PC vorliegen:

Format: WAV (PCM)  
Samplingrate: 22,050 kHz  
Auflösung: 8 Bit  
Kanäle: 1 (Mono)

Nur unter diesen Bedingungen ist es dem MSM 1 möglich, die Sounds auszugeben. Um eine solche Sound-Datei zu erstellen, kann z. B. der im Windows-Betriebssystem vorhandene Audiorecorder verwendet werden. Außerdem gibt es im Internet diverse kostenfreie Programme, die etwa eine Umwandlung selbst von anderen Audio-Formaten in das erforderliche Format ermöglichen oder aber die Lautstärke bzw. den Klang des Soundfiles verändern.

In diesem Zusammenhang sei auch auf relativ preiswerte Sound- und Musik-Bearbeitungs- und Schnittprogramme wie etwa die Music-Cleaning-Produkte von Magix hingewiesen, mit denen absolut professionelle Klang- und Schnittergebnisse zu erzielen sind.

## Sound-Zuordnung

Im diesem Abschnitt des Programmfensters wird zunächst festgelegt, welcher Sound bei Betätigung welches Tasters starten soll. Um nun eine WAV-Datei auf das MSM 1 zu übertragen, ist über den Ordner-Button die Audio-Datei auf dem PC auszuwählen. Nach erfolgter Auswahl wird in dem Textfeld auf der linken Seite der Pfad angezeigt, in dem sich die Datei befindet. Mit dem Play-Button ist eine Wiedergabe des Soundfiles zur Kontrolle möglich, der Stopp-Button beendet die Wiedergabe.

Im nächsten Schritt erfolgt die Zuordnung eines Eingangs zu dem Soundfile. Dazu wird das jeweilige Häkchen neben dem Textfeld gesetzt. Dabei kann eine WAV-Datei auch von mehreren Eingängen genutzt werden. Um einen Sound aus der Zuordnung zu entfernen, ist nur der zugehörige Button „Sound löschen“ anzuklicken. Beginnt der Pfad eines Soundfiles mit „MSM1:\...“, so befindet sich dieses File auf dem Mini-Sound-Modul.

Im unteren Bereich des Fensters „Sound-zuordnung“ wird der unbenutzte Speicherplatz in Sekunden dargestellt. Diese Anzeige wird nach jeder Änderung automatisch angepasst und liefert so schnell und präzise die noch zur Verfügung stehende Zeit.

Neben der Lautstärkeeinstellung auf dem Modul selbst (mit dem Potentiometer R 13) besteht die Möglichkeit, die Verstärkung der Endstufe zu verändern. Dazu kann man im Abschnitt „Verstärkung“ zwischen zwei Einstellungen wählen.

In der Einstellung 6 dB (2 V/V) ist die maximale Ausgangsleistung der Endstufe um die Hälfte geringer. Das hat zur Folge, dass zwar die Gesamtlautstärke geringer ist, jedoch auch der maximale Stromverbrauch drastisch sinkt. Sollen aber Soundfiles wiedergegeben werden, deren Lautstärkepegel von sich aus sehr gering ist, empfiehlt es sich hier, die Einstellung 12 dB (4 V/V) zu wählen.

## Schalten und warten

Neben der Ausgabe von Audiodaten kann der Bediener auch den Open-Collector-Ausgang am MSM 1 schalten. Dazu wird im Abschnitt „Ausgang A 1“ das jeweilige Häkchen bei dem Eingang E 1, E 2 oder E 3 gesetzt, bei dem der Ausgang schalten soll. Zusätzlich kann eine Zeitdauer angegeben werden, wie lange der Ausgang eingeschaltet bleibt. Die Zeit kann dabei auf maximal 5 Sek. in 0,1-Sek.-Schritten eingestellt werden.

Sind alle Einstellungen vorgenommen, kann die Konfiguration mit dem Button „Daten übertragen“ auf dem Mini-Sound-Modul gespeichert werden.

## Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung teilt sich in drei Teile auf. Im ersten Teil geht es um die Spannungsversorgung der Schaltung, im zweiten Teil wird der digitale Teil der Schaltung betrachtet und zum Schluss der analoge Teil der Schaltung besprochen.

## Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung der Schaltung

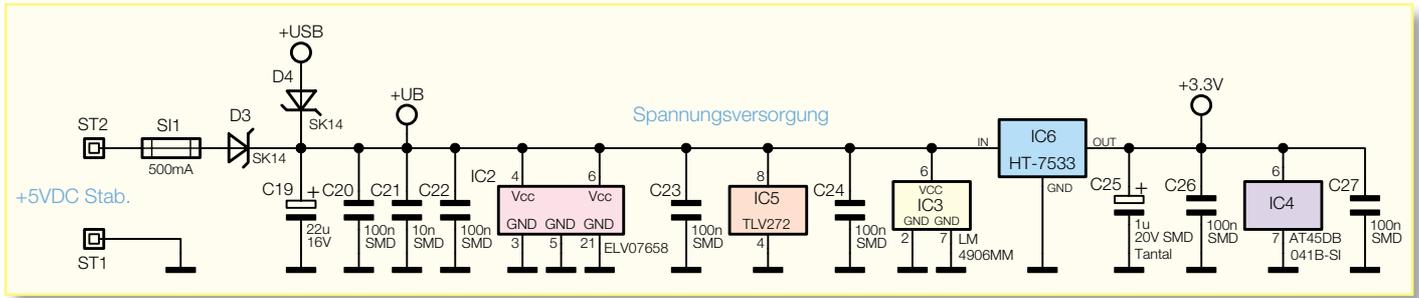


Bild 2: Das Schaltbild der Spannungsversorgung

ist in Abbildung 2 dargestellt. Zur Versorgung des Mini-Sound-Moduls wird eine Spannung von  $5\text{ V}_{\text{DC}} \pm 5\%$  benötigt. Dazu kann man an den beiden Löt pads ST 1 und ST 2 eine stabilisierte Spannungsquelle anschließen oder die Schaltung an einem USB-Port betreiben.

Die zwei Schottky-Dioden D 3 und D 4 vom Typ SK14 entkoppeln die Spannungsleitungen voneinander, zusätzlich schützt die SMD-Sicherung SI 1 ein angeschlossenes Netzteil vor einem Kurzschluss auf der Platine. Mit dem Elko C 19 wird die Betriebsspannung  $+U_{\text{B}}$  geglättet, die Kondensatoren C 20 bis C 24 unterdrücken hochfrequente Störspannungen. Die für den Flash-Speicher benötigte Betriebsspannung von  $+3,3\text{ V}$  wird mit dem Low-drop-Spannungsregler IC 6 erzeugt. Der Elko C 25 am Ausgang von IC 6 glättet die Spannung und die Kondensatoren C 26 und C 27 sieben Störspannungen aus.

**Digitalteil**

Weiter geht es mit dem digitalen Schaltungsteil, der in Abbildung 3 zu sehen ist. Die Datenverbindung zwischen der PC-Software und dem MSM 1 wird über den USB-TTL-Wandler IC 1 hergestellt. Dazu besteht zwischen dem Mikrocontroller IC 2 und dem IC 1 eine serielle Datenverbindung

via „RxD“ und „TxD“. Die Kondensatoren C 1 bis C 5 dienen zur Entstörung und Stabilisierung der Versorgungsspannung  $+U_{\text{B}}$ . Ein definierter Reset des Wandlers nach dem Anschließen an einem USB-Port wird durch den auf  $+U_{\text{B}}$  gelegten Widerstand R 1 am Reset-Pin 9 erreicht.

Für den Betrieb des Mikrocontrollers IC 2 wird der Keramikschwinger Q 2 benötigt. Der an der Betriebsspannung  $+U_{\text{B}}$  angeschlossene Widerstand R 2 ermöglicht auch hier einen definierten Reset. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung schaltet der Mikrocontroller über den Pin 32 die rote Power-LEDD 2 ein, der Vorwiderstand R 4 dient zur Strombegrenzung.

Um zu erkennen, ob das MSM 1 an einem USB-Port betrieben wird, nutzen wir den Pin 11 von IC 1. Solange das Mini-Sound-Modul nicht an einem USB-Port angeschlossen ist, befindet sich dieser Pin im Tri-State-Zustand und wird durch den Widerstand R 5 auf Massepotential gehalten. Erst, wenn man das MSM 1 an einen USB-Port anschließt, ändert dieser Pin seinen Zustand zu einen High-Pegel, der am Pin 1 vom Mikrocontroller detektiert wird.

Nun kommen wir zu den Eingängen E 1, E 2 und E 3. An diesen als Löt pads ausgeführten Kontakten kann man Taster

anschließen, die gegen Masse (GND) schalten. Dadurch werden die intern mit Pull-up-Widerständen versehenen Pins 23 bis 25 auf Low-Pegel gezogen und der Controller erkennt so, welche Taste man betätigt hat. Die Kondensatoren C 8 bis C 13 blocken eventuelle Störspannungen, und die Widerstände R 6 bis R 8 dienen als Schutzwiderstände.

Der für den Open-Collector-Ausgang A 1 eingesetzte Transistor T 1 wird mit dem Pin 26 von IC 2 geschaltet. Dieser Transistor von Typ BC848C ist in der Lage, einen Strom von maximal 100 mA zu schalten, dabei darf die angelegte Spannung nicht größer als 30 V sein. Der eingesetzte Basis-Vorwiderstand R 3 dient zur Strombegrenzung.

Das letzte Bauteil im Digitalteil des MSM 1 ist der Flash-Speicher IC 4. In diesem Speicher werden die vom PC kommenden Sound-Daten gespeichert. Die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem Flash-Speicher erfolgt über die SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface). Dabei ist der Mikrocontroller der Master und der Flash-Speicher der Slave. Über die Chip-Select-Leitung (Pin 4 von IC 4) kann der Mikrocontroller den Flash-Speicher ansprechen und seine Daten von MOSI (Master Out Slave In)

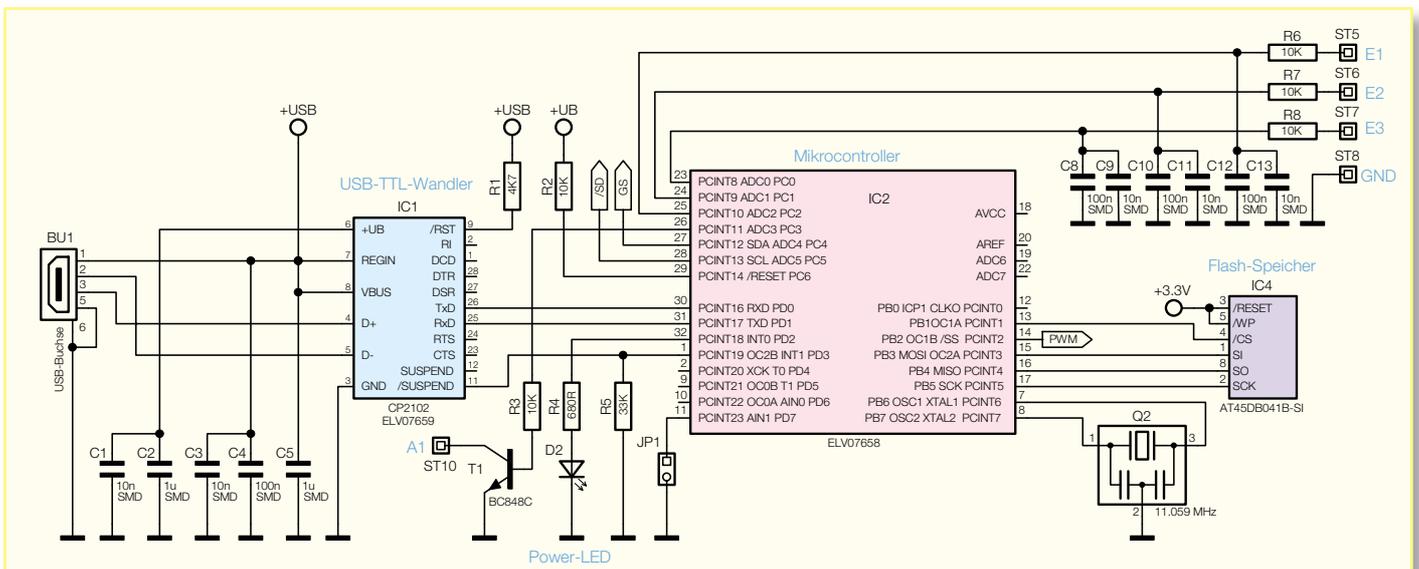


Bild 3: Das Schaltbild des Digitalteils

nach SI (Slave In) transportieren. Das Auslesen der Sound-Daten erfolgt von SO (Slave Out) nach MISO (Master In Slave Out). Der für beide Richtungen benötigte Takt wird vom Master an der SCK-Leitung erzeugt (Serial Clock).

Sobald das MSM 1 einen Sound abspielen soll, werden die Sound-Signale am Pin 14 des Mikrocontrollers als PWM-Signal (Pulsweitenmodulation) ausgegeben und gelangen auf die Filterstufe.

### Analogteil

Im letzten Teil der Schaltungsbeschreibung widmen wir uns der analogen Schaltungstechnik, der dazugehörige Schaltplan ist in Abbildung 4 zu sehen. Hier werden die vom Mikrocontroller bereitgestellten PWM-Signale in analoge Audio-Signale umgewandelt.

Dazu wird das über PWM kommende digitale Signal in die Filterstufe gespeist. Es besteht die Möglichkeit, dieses Signal am Messpunkt MP 1 abzugreifen. Das gesamte Filter um IC 5 A und B ist ein Butterworth-Filter 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca. 8 kHz.

Das analoge Audio-Signal gelangt von Pin 7 des Operationsverstärkers IC 5 an das Potentiometer R 13, mit dem der Signalpegel einstellbar ist. Der nachfolgende Kondensator C 18 entfernt den Gleichspannungsanteil des aufbereiteten Audio-Signals, welches nun am Eingang der Endstufe IC 3 anliegt und über das Lötpad ST 9 abgegriffen werden kann. Dies erlaubt mehr Freiheit beim Einsatz des MSM 1, da man diesen Vorverstärker ausgeben kann, um die Sounds über einen externen Verstärker auszugeben.

Die verwendete Endstufe vom Typ LM4906 ist ein 1-W-Audio-Verstärker, der komplett ohne externe Bauteile auskommt. Die beiden Kondensatoren C 6 und

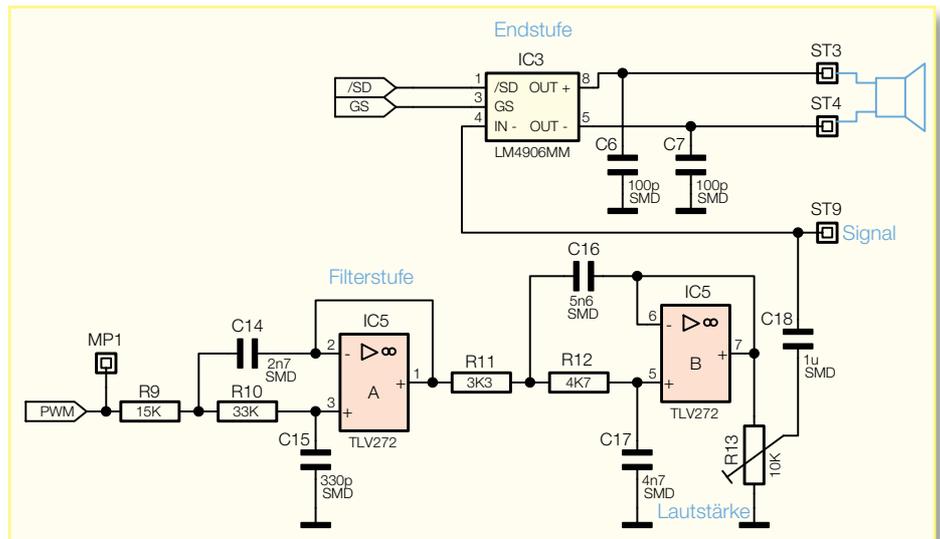


Bild 4: Das Schaltbild des Analogteils

C 7 eliminieren eventuelle hochfrequente Störspannungen. Der LM4906 besitzt zwei Steuerleitungen (/SD und GS), die vom Mikrocontroller kontrolliert werden. Durch einen Low-Pegel an /SD kann er die Endstufe in den Shutdown-Mode bringen. In dieser Einstellung ist der Ausgang abgeschaltet und die Stromaufnahme des Verstärkers wird auf ca. 0,1 µA gesenkt.

Mit der anderen Steuerleitung ist es möglich, zwei Verstärkungsfaktoren einzustellen. Bei einem High-Pegel ist die Verstärkung auf 12 dB (4 V/V) eingestellt, mit anliegenden Low-Pegel sind es 6 dB (2 V/V).

An den beiden Löt pads ST 3 und ST 4 wird ein entsprechender Lautsprecher angeschlossen.

### Nachbau und Inbetriebnahme

Die Platine wird bereits komplett mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert, so dass nur noch der Widerstandstrimmer R 13 und der Elko C 19 bestückt und verlötet werden müssen.

Beim Bestücken des Elektrolyt-Kondensators ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Nun ist nur noch eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig. Beim Anschluss eines Lautsprechers sollte die Nennimpedanz mindestens 8 Ω betragen.

Zum Schluss erfolgt die Installation des Treibers und der PC-Software entsprechend dem Abschnitt „Installation und Bedienung“. Nach dem Anschluss des MSM 1 an den USB-Port des Rechners ist dieses bereit für die erste Konfiguration. **ELV**

### Stückliste: Mini-Sound-Modul

#### Widerstände:

680 Ω/SMD/0603 .....	R4
3,3 kΩ/SMD/0603 .....	R11
4,7 kΩ/SMD/0603 .....	R1, R12
10 kΩ/SMD/0603 .....	R2, R3, R6–R8
15 kΩ/SMD/0603 .....	R9
33 kΩ/SMD/0603 .....	R5, R10
PT6, liegend, 10 kΩ .....	R13

#### Kondensatoren:

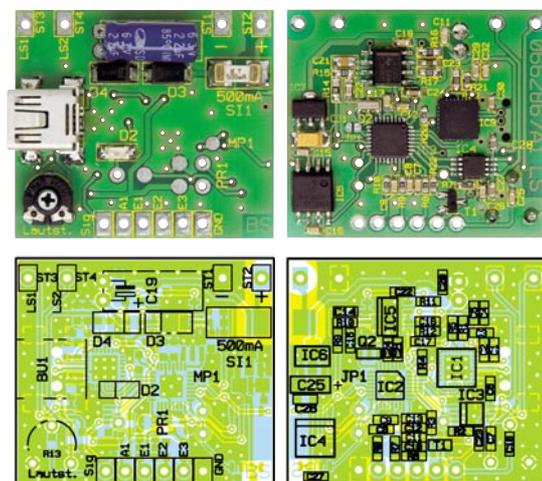
100 pF/SMD/0603 .....	C6, C7
330 pF/SMD/0603 .....	C15
2,7 nF/SMD/0603 .....	C14
4,7 nF/SMD/0603 .....	C17
5,6 nF/SMD/0603 .....	C16
10 nF/SMD/0603 .....	C1, C3, C9, C11, C13, C21
100 nF/SMD/0603 .....	C4, C8, C10, C12, C20, C22–C24, C26, C27
1 µF/SMD/0603 .....	C2, C5, C18
1 µF/20 V/Tantal/SMD .....	C25
22 µF/16 V .....	C19

#### Halbleiter:

ELV07659/SMD/USB-Controller ..	IC1
ELV07658/SMD/Haupt-Controller	IC2
LM4906MM/SMD .....	IC3
AT45DB041B-SI/SMD .....	IC4
TLV272/SMD .....	IC5
HT7533/SMD .....	IC6
BC848C .....	T1
SK14/SMD .....	D3, D4
SMD-LED, Rot .....	D2

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 11,059 MHz, SMD .....	Q2
USB-B-Buchse mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD .....	BU1
Sicherung, 500 mA, träge, SMD ...	SI1
1 CD Software MSM1	



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