

Nachricht vom Chip – digitaler Sound-Recorder

Digitale Sprach- oder Musikspeicherung begegnet uns allenthalben in Form von Anrufbeantwortern, Diktiergeräten oder MP3-Playern. Da wird es Zeit für ein Selbstbauprojekt zu diesem Thema. Der hier vorgestellte Sound-Recorder speichert auf drei Speicherbänken jeweils bis zu 45 Sek. Sprache oder Musik und kann aufgrund der kompakten Bauform und der Architektur als Experimentierplatine sowohl als Stand-alone-System arbeiten als auch leicht in eigene Applikationen eingebunden werden.

Elektronisches Gedächtnis

Besitzer von Mini-Diktiergeräten wissen die Vorteile, die ein solches Gerät bringt, längst zu schätzen – hält es doch jeden Gedanken, der einem unterwegs einfällt, fest und ermöglicht später den blitzschnellen Zugriff auf jede gespeicherte Sequenz. Der DSR 100 funktioniert genauso. Er verfügt über einen in drei Speicherbänke aufgeteilten Speicher, auf dem Musik oder Sprache aufgezeichnet werden kann, wodurch sich eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten für das tägliche Leben ergibt. So kann das Gerät z. B. als elektronische Einkaufsliste verwendet werden, und jeder Speicherplatz steht für ein entsprechendes Geschäft wie z. B. Supermarkt, Bäcker oder der Obst- und Gemüsehändler. Die fehlenden Produkte werden einfach als Sprachnachricht gespeichert und vor dem nächsten Einkauf wieder abgerufen. Das spart die Zettelwirtschaft – und

wenn einem unterwegs ein Gedanke kommt, ist auch kein Zettel zur Hand.

Auch für die Speicherung aller Arten von Kurzmitteilungen ist der digitale Sound-Recorder ideal. So kann jedem Mitglied einer kleinen Familie ein Speicherplatz zugeordnet werden, auf dem man gezielt kurze Nachrichten hinterlassen kann. So kann man auch bestimmten Besuchern bei eigener Abwesenheit Nachrichten hinterlassen, etwa dem Paketboten.

Ein großes Anwendungsfeld bietet natürlich auch der Modellbau. Hier sind, um nur ein Beispiel zu nennen, über entsprechende Kontakte, z. B. beim Einfahren eines Zuges in den Bahnhof, automatisch die entsprechenden Lautsprecherdurchsagen auslösbar. Dem Funktionsmodellbauer fallen dabei sicher ganze Listen von Anwendungen ein ...

Der DSR 100 ist zwar ursprünglich als Experimentiersystem zum Kennenlernen der für die digitale Tonspeicherung erforderlichen Technik konzipiert, kann aber,

komplettiert mit den ohnehin erforderlichen Komponenten Mikrofon, Lautsprecher und Stromversorgung, sofort auch als eigenständiges Gerät oder eingebunden in eine eigene Applikation genutzt werden. Die gespeicherten Daten legt das Gerät in einem nichtflüchtigen Flash-Speicher ab, sie bleiben so auch bei Spannungsausfall bzw. ausgeschaltetem Gerät erhalten.

Bedienung

Die Bedienung des DSR 100 ist sehr

Technische Daten: DSR 100

Abtastfrequenz:	15,625 kHz
Auflösung:	8 Bit
Grenzfrequenz:	ca. 4 kHz
Max. Ausgangsleistung: ..	1 W an 8 Ω
Ruhestromaufnahme:	15 mA
Spannungsversorgung: ...	9–15 V DC/ 200 mA
Abmessungen:	91 x 56 x 20 mm

einfach und erfolgt über vier übersichtlich angeordnete Tasten (Abbildung 1). Die drei Tasten auf der rechten Platinenseite sind jeweils einem der drei Speicherplätze (MEM 1, MEM 2, MEM 3) zugeordnet. Mit der vierten Taste (MODE) wird der Betriebsmodus (Löschen, Speichern, Abspielen) eingestellt. Weiterhin verfügt das Gerät für jeden Speicherplatz über eine grüne LED (Aktiv-Anzeige) und zur Modusanzeige über zwei rote LEDs (Store = Aufnehmen, Erase = Löschen). Im Normalbetrieb befindet sich der Sound-Recorder im Wiedergabemodus, in dem die beiden roten LEDs abgeschaltet sind. Ein Druck auf eine der Speicherplatz-Tasten, und die aufgenommenen Daten werden abgespielt, was auch die entsprechende Aktiv-Anzeige signalisiert. Die Wiedergabe wird am Ende der Daten automatisch oder durch einen beliebigen Tastendruck vorzeitig beendet.

Parallel zu den drei Tasten MEM 1, MEM 2 und MEM 3 befinden sich Lötösen auf der Platine, so dass der Wiedergabevorgang auch über einen externen Kontakt auslösbar ist. Hier kann z. B. eine entsprechende Nachricht beim Öffnen einer Tür (z. B. „Guten Tag!“) oder es können eben jene beschriebenen Modellbau-Anwendungen abgespielt werden.

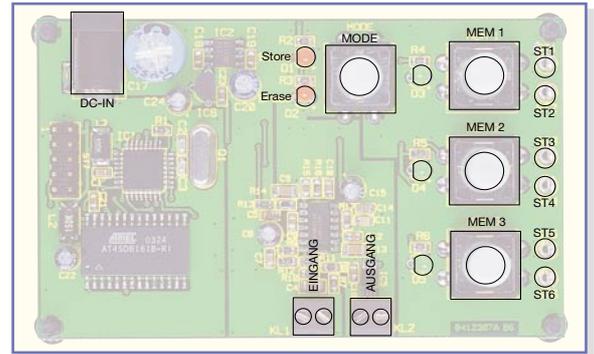


Bild 1: Anordnung der Bedienelemente

Schaltung

Der grundsätzliche Aufbau der Schaltung ist in Abbildung 2 als schnell zu überblickendes Blockschaltbild dargestellt. Abbildung 3 zeigt das komplette Schaltbild des digitalen Sound-Recorders.

Das aufzuzeichnende Signal wird der Schaltung über die Anschlussklemme KL 1

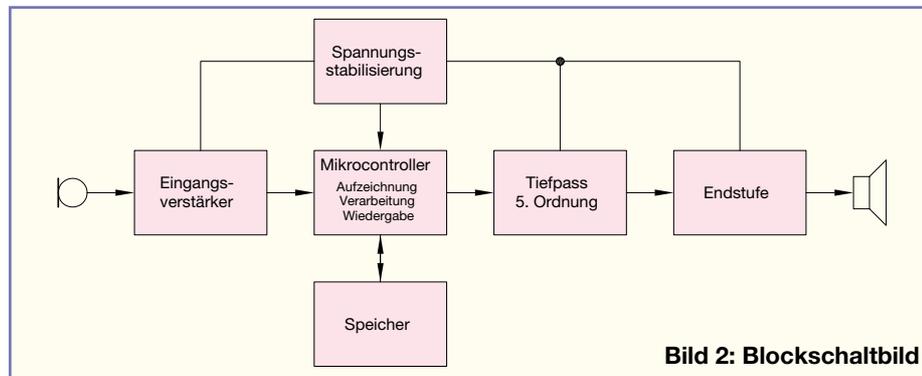


Bild 2: Blockschaltbild

Zum Aufnehmen ist die MODE-Taste einmal zu betätigen, so dass die rote „Store“-LED leuchtet. Die Aufnahme startet jedoch erst durch einen Druck auf die Taste für den entsprechenden Speicherplatz (MEM 1, MEM 2 oder MEM 3) und endet, sobald der zugeordnete Speicherbereich vollständig beschrieben oder eine beliebige Taste betätigt wurde. Ist der Speicherplatz bereits teilweise belegt, so erfolgt ein einfaches Anhängen der neuen Daten an die bereits vorhandenen. Während des Aufnahmevorgangs leuchtet sowohl die „Store“-LED als auch die Aktiv-Anzeige. Danach befindet sich der DSR 100 erneut im Wiedergabemodus, um zu verhindern, dass ungewollt Daten aufgenommen werden.

Das Löschen eines Speicherplatzes erfolgt in ähnlicher Weise wie eine Aufnahme. Hierzu wird zunächst die „MODE“-Taste zweimal betätigt, und die „Erase“-LED beginnt zu leuchten. Der Löschvorgang für den gewünschten Speicherplatz wird durch eine Betätigung der entsprechenden Speicherplatz-Taste gestartet. Dieses zeigt auch die zugehörige Aktiv-Anzeige an. Das Löschen dauert wenige Sekunden, und das Gerät kehrt danach in den Wiedergabemodus zurück.

zugeführt. Der Widerstand R 7 ist bei einigen Mikrofonkapseln erforderlich, um diese mit Spannung zu versorgen, jedoch ist er im Normalfall nicht erforderlich. Das Eingangssignal wird über den Kondensator C 4 gleichspannungsmäßig entkoppelt, so dass am Eingang des Verstärkers lediglich der AC-Anteil anliegt. Der DC-Anteil

würde den Ausgang des Verstärkers schon im Ruhezustand an die Grenzen der Betriebsspannung bringen. Das Bezugspotential der Eingangsstufe wird über einen Spannungsteiler (R 8, R 9) auf die halbe Betriebsspannung gelegt, damit auf die negative Spannungsversorgung für den OPV verzichtet werden kann. Der Verstärker ist mit den Bauteilen IC 3A, R 10 und R 11 realisiert und hat eine Verstärkung von 100 (40 dB). Bevor das verstärkte Signal auf den Analog-Digital-Umsetzer des Mikrocontrollers geführt wird, erfolgt eine Begrenzung der Bandbreite über einen RC-Tiefpass (R 12, C 7) mit einer Grenzfrequenz von ca. 4 kHz. Dieses Signal wird auf den Mikrocontroller geführt, der eine Abtastung mit einer Frequenz von 15,625 kHz und einer Auflösung von 8 Bit vornimmt. Ein wenig Theorie zur Signalabtastung kann der Info-Box zum Abtasttheorem entnommen werden. Die erfassten Daten werden in dem 2-MB-Flash-Datenspeicher (IC 4) vom Typ AT45DB161B gesichert.

Weiterhin steuert der Mikrocontroller (IC 1) die komplette Bedienung, indem die Tastenbetätigungen erfasst und ausgewertet werden. Die Statusausgaben er-

Infobox Abtasttheorem

Bei der Digitalisierung eines analogen Signals wird in definierten Abständen bzw. mit einer definierten Frequenz f_a der Momentanwert mittels eines Analog-Digital-Umsetzers gemessen, d. h. in eine Zahlenfolge umgewandelt. Diese Zahlenfolge kann digital gespeichert und verarbeitet werden.

Die Abtastfrequenz f_a ergibt sich aus dem Abtasttheorem, welches besagt, dass f_a mindestens doppelt so groß sein muss wie die maximale Frequenz des abzutastenden Signals, um dieses vollständig rekonstruieren zu können. Die Begrenzung des Signals auf eine maximale Frequenz erfolgt in den meisten Fällen über einen Tiefpass, der beim DSR 100 eine Grenzfrequenz von ca. 4 kHz hat. Ein realer Tiefpass hat jedoch keine unendliche Steigung, so dass nicht alle Frequenzanteile oberhalb der Grenzfrequenz direkt abgeschnitten werden.

Im Nutzsignal können also auch noch Frequenzen enthalten sein, die zwar gedämpft sind, aber über 4 kHz liegen. Aus diesem Grund erfolgt eine Überabtastung („Oversampling“), d. h. beim DSR 100 wird das Signal nicht mit 8 kHz, sondern mit einer höheren Abtastrate erfasst, damit die A/D-Umsetzung ordnungsgemäß durchgeführt werden kann.

Der digitale Sound-Recorder arbeitet mit einer Abtastfrequenz von 15,625 kHz, er arbeitet also mit ungefähr zweifachem Oversampling.

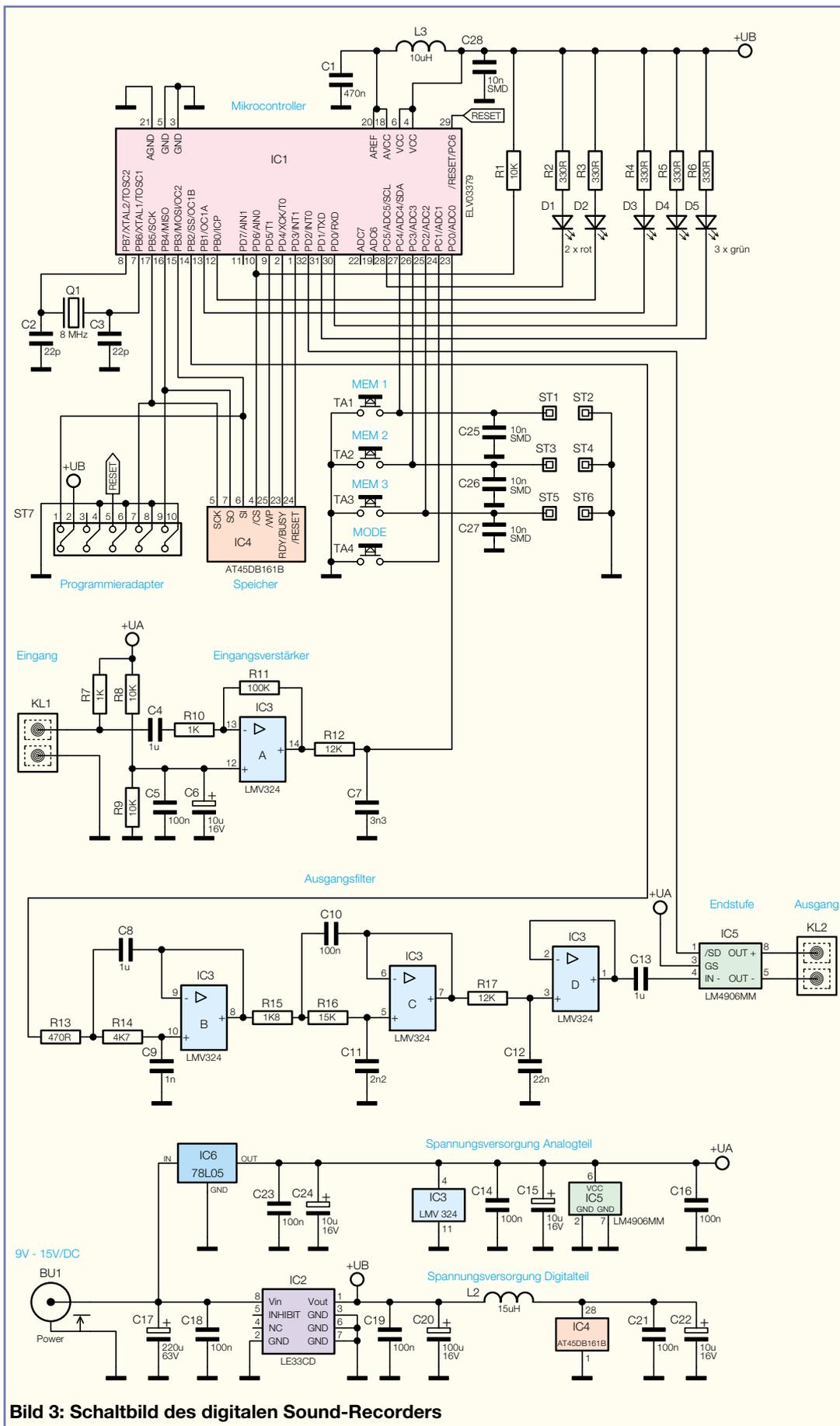


Bild 3: Schaltbild des digitalen Sound-Recorders

folgen über die fünf LEDs (D 1 – D 5).

Beim Abspielen der aufgezeichneten Nachrichten liest der Mikrocontroller die Daten aus dem Speicher und gibt sie über PB 2 (IC 1) als PWM-Signal aus, das über

das nachgeschaltete Tschebyscheff-Filter (Tiefpass 5. Ordnung) gefiltert wird. Diese Filtertechnologie haben wir deshalb gewählt, weil hier ein sehr steiler Abfall der Verstärkung oberhalb der Grenzfrequenz

erfolgt. Jedoch weist dieses Filter, im Gegensatz zu anderen, im Durchlassbereich eine gewisse Welligkeit auf, die in dieser Anwendung jedoch vernachlässigbar ist. Das Filter wird über die Operationsverstärker IC 3/B–D mit Beschaltung realisiert.

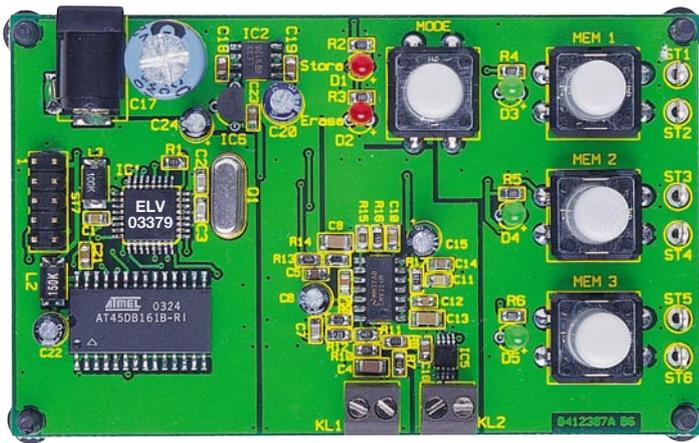
Das gefilterte Signal wird jetzt über den Kondensator C 13 gleichspannungsmäßig entkoppelt und gelangt auf den Eingang der Endstufe IC 5. Diese verstärkt das Signal und stellt den niederohmigen Ausgang für den Anschluss eines Lautsprechers zur Verfügung.

Die Betriebsspannung wird der Schaltung über die DC-Buchse BU 1 zugeführt und über den Elektrolytkondensator C 17 geglättet. Diese Spannung wird über zwei Spannungsregler IC 6 und IC 2 auf zwei unterschiedliche Werte stabilisiert. Der Digitalteil arbeitet mit einer Spannung von 3,3 V und der Analogteil mit 5 V. Diese Trennung ist nicht nur wegen der unterschiedlichen Spannungen notwendig, sondern auch, weil der Datenspeicher (IC 4) im Digitalteil beim Schreiben impulsartig einen relativ hohen Strom benötigt. Hierdurch weist die Versorgungsspannung eine gewisse Welligkeit auf, wodurch bei der Aufzeichnung zusätzlich zum Nutzsignal ein Brummen aufgenommen würde. Aus diesem Grund ist es auch notwendig, die Masse des Digitalteils und des Analogteils im Layout der Leiterplatte zu trennen und erst im Bereich der Spannungsregler zusammenzuführen.

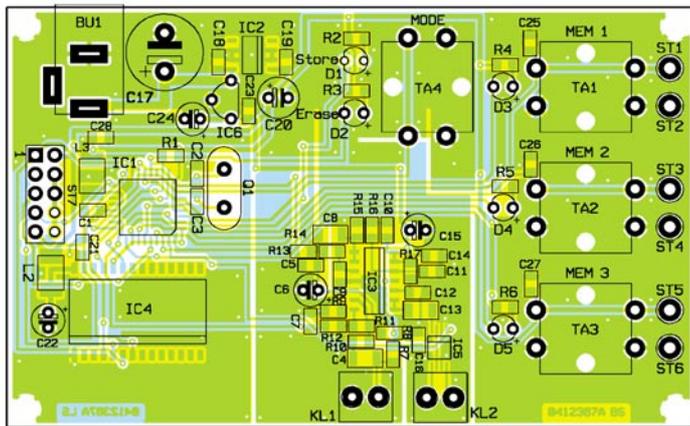
Die weiteren Kondensatoren im Bereich der Spannungsversorgung dienen zum Glätten der Spannung und zur Unterdrückung von Störungen.

Nachbau

Bis auf wenige bedrahtete Bauelemente kommen ausschließlich SMD-Komponenten zum Einsatz. Aus diesem Grund sollte beim Aufbau der Leiterplatte große Sorgfalt geübt werden, um Lötzinnbrücken zu vermeiden. Außerdem muss das erforderliche



Ansicht der fertig bestückten Platine des digitalen Sound-Recorders mit zugehörigem Bestückungsplan



Werkzeug vorhanden sein. Neben einem LötKolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Lötzinn sowie Entlötlitze sollte auch eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile nicht fehlen. Zusätzlich ist zum Abschneiden der überstehenden Drahtenden ein Elektronik-Seitenschneider erforderlich.

Der Nachbau erfolgt anhand des Bestückungsdruckes, des Platinenfotos und der Stückliste. Im ersten Schritt werden die niedrigsten Bauteile bestückt, hier die SMD-Widerstände und -Kondensatoren. Man verzinnt zunächst ein Löt-pad, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst und positioniert. Jetzt kann es am vorverzinnnten Pad angelötet werden. Bevor jedoch der zweite Anschluss des Bauelementes verlötet wird, ist die korrekte Position noch einmal zu überprüfen. Die Kondensatoren sollte man erst direkt vor dem Bestücken einzeln aus der Verpackung nehmen, da diese keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert. Im Anschluss daran werden die SMD-ICs bestückt. Diese sind an der Pin 1 zugeordneten Seite abgeflacht oder durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Bei der Bestückung von IC 5 ist auf besondere Sorgfalt zu achten, da dieses Bauteil einen sehr engen Pin-Abstand aufweist. Überflüssiges Lötzinn kann hier mit Entlötlitze einfach entfernt werden. Nach dem Verlöten der SMD-Induktivitäten sind alle SMD-Bauteile bestückt.

Jetzt erfolgt die Bestückung der bedrahteten Bauelemente. Hierzu werden die Pins durch die entsprechenden Bohrungen geführt und von der Lötseite aus verlötet. Überstehende Drahtenden sind mit dem Elektronik-Seitenschneider abzutrennen. Es wird zunächst der Spannungsregler IC 6 und dann werden die Elektrolytkondensatoren bestückt. Bei den Elkos ist unbedingt auf richtige Polung zu achten, da diese im schlimmsten Fall sogar explodieren könnten. Die Elektrolytkondensatoren sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet. Im Anschluss daran werden die Taster, der Quarz Q 1, die Anschlussklemmen (KL 1, KL 2), die DC-Buchse, die Lötösen (ST 1 – ST 6) und die Stiftleiste ST 7 bestückt. Den Abschluss des Nachbaus bildet die Montage der fünf LEDs, die für die spätere Unterbringung der Platine in einem Gehäuse in einem Abstand von 13 mm zwischen Spitze und Leiterplattenoberfläche verlötet werden. Hier ist wieder auf die richtige Polung zu achten. Der längere Anschlusspin kennzeichnet den Pluspol. Vor der Inbetriebnahme sollte die gesamte Leiterplatte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken überprüft werden.

Inbetriebnahme

Zur einfachen Inbetriebnahme ist der Eingang mit einem Mikrofon und der Aus-

Stückliste: Digitaler Sound-Recorder

Widerstände:

330 Ω/SMD	.....	R2–R6
470 Ω/SMD	.....	R13
1 kΩ/SMD	.....	R7, R10
1,8 kΩ/SMD	.....	R15
4,7 kΩ/SMD	.....	R14
10 kΩ/SMD	.....	R1, R8, R9
12 kΩ/SMD	.....	R12, R17
15 kΩ/SMD	.....	R16
100 kΩ/SMD	.....	R11

Kondensatoren:

22 pF/SMD	.....	C2, C3
1 nF/SMD	.....	C9
2,2 nF/SMD	.....	C11
3,3 nF/SMD	.....	C7
10 nF/SMD	.....	C25–C28
22 nF/SMD	.....	C12
100 nF/SMD	.....	C5, C10, C14, C16, C18, C19, C21, C23
470 nF/SMD	.....	C1
1 µF/SMD/Bauform 1206	.....	C4, C8, C13
10 µF/16 V	.....	C6, C15, C22, C24
100 µF/16 V	.....	C20
220 µF/63 V	.....	C17

Halbleiter:

ELV03379	.....	IC1
LE33CD/SMD	.....	IC2
LMV324, SMD, National	.....	IC3
AT45DB161B/SMD	.....	IC4
LM4906MM/SMD	.....	IC5
78L05	.....	IC6
LED, 3 mm, rot	.....	D1, D2
LED, 3 mm, grün	.....	D3–D5

Sonstiges:

Quarz, 8 MHz, HC49U	.....	Q1
SMD-Induktivität, 15 µH	.....	L2
SMD-Induktivität, 10 µH	.....	L3
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	.....	BU1
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig	.....	KL1, KL2
Lötstift mit Lötöse	.....	ST1–ST6
Stiftleiste, 2 x 5-polig, gerade, print	.....	ST7
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	.....	TA1–TA4
Tastkappe, 10 mm, grau	.....	TA1–TA4

gang mit einem passenden Lautsprecher zu beschalten. Danach ist die Schaltung mit der Betriebsspannung zu verbinden. Bevor zum Test jeder Speicher mit einer kurzen Nachricht besprochen wird, sollten die Speicherbereiche gelöscht werden. Werden die aufgenommenen Daten korrekt wiedergegeben, so ist die Inbetriebnahme beendet und die Schaltung kann im normalen Betrieb verwendet werden.

