Artikel-Nr. 105729
Version 2
Stand: Mai 2024

MP3-Soundmodul
MSM3

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.com

Telefon: Deutschland und Österreich (+49) 491/6008-245 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV-Web-Shop: www.elv.com

---

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

Entsorgungshinweis

Dieses Zeichen bedeutet, dass das Gerät nicht mit dem Hausmüll, der Restmülltonne oder der gelben Tonne bzw. dem gelben Sack entsorgt werden darf.

Sie sind verpflichtet, zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt das Produkt und alle im Lieferumfang enthaltenen Elektronikteile zur ordnungsgemäßen Entsorgung bei einer kommunalen Sammelstelle für Elektro- und Elektronik-Altgeräte abzugeben. Auch Vertreiber von Elektro- und Elektronikgeräten sind zur unentgeltlichen Rücknahme von Altgeräten verpflichtet.
Durch die getrennte Erfassung leisten Sie einen wertvollen Beitrag zur Wiederverwendung, zum Recycling und zu anderen Formen der Verwertung von Altgeräten.

Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass Sie als Endnutzer eigenverantwortlich für die Löschung personenbezogener Daten auf dem zu entsorgenden Elektro- und Elektronik-Altgerät sind.

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.com

8 digitale Eingänge

Integrierter Stereoverstärker

UART und I2C- Schnittstelle

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.

MSM2-Erbe? Viel mehr!

Das MP3-Soundmodul MSM2, jetzt gut zwei Jahre alt, hat sich zu einem der erfolgreichsten und meistverkauften Bausätze bzw. Elektronikmodule bei ELV entwickelt. Das Mini-Modul findet sogar in kommerziellen Umgebungen, etwa in Museen oder als flexibler Wartemusik-Player in Call-Centern bzw. großen Telefonanlagen, erfolgreich seine Anwendung. Und da es nichts gibt, was man nicht noch verbessern kann – das haben wir auch am Feedback der Anwender gesehen –, entstand der hier vorgestellte, weit komfortablere Nachfolger MSM3, der vieles noch besser kann und zudem noch stärker auf Kundenwünsche ausgerichtet wurde. Bereits ein erster Blick in die Schaltung zeigt deutliche Erweiterungen zum kleinen Vorgänger. Gerade noch der MP3-Decoder ist als Gemeinsamkeit zu erkennen, der „Rest" rings um diesen ist neu und stark erweitert. Denn der neue MSM3 ist deutlich vielseitiger geworden.

Die MP3-Dateien kommen in bewährter Weise von einer per PC zu „bespielenden" microSD-Speicherkarte. Über 8 digitale Eingänge lassen sich direkt 8 Sounddateien oder Playlists wiedergeben. Im Gegensatz zum MSM2 sind nun die digitalen Eingänge wesentlich einfacher ansteuerbar, man kann sowohl einfach Kontakte gegen Masse schalten als auch Schaltungsausgänge mit TTL-Pegel zur Ansteuerung der Eingänge anschließen. Über die Schnittstellen UART und I²C (optional USB über das ELV-USB-UART-Modul UM2102) stehen hier noch weitaus mehr Möglichkeiten zur Verfügung. So lassen sich bis zu 65.535 Sounddateien oder Playlists ansteuern, die Schaltausgänge des Moduls ansteuern, die Lautstärke einstellen und anderes mehr, wir gehen darauf noch im Rahmen der Erläuterung der Kommunikationsschnittstellen detailliert ein.

Auf die acht mit bis zu 0,1 A belastbaren Open-Drain-Schaltausgänge können entweder vordefinierte Zustandsmeldungen des MSM3 ausgegeben werden oder aber sie lassen sich über die Schnittstellen manuell ansteuern. Die I²C-/UART-Schnittstellen bie-

Technische Daten

Kurzbezeichnung:	MSM3
Versorgungsspannung:	8–16 VDC
Stromaufnahme:	max. 500 mA, 50 mA Ruhebetrieb
Schnittstellen:	UART, TWI, USB (optional)
Digitale Eingänge:	8 (TTL-kompatibel) mit Pull-ups
Digitale Ausgänge:	8 Open Drain 12 V/0,1 A
Leitungslängen:	max. 1 m
Ausgangsleistung pro Kanal:	max. 0,55 W (Sinus 1 kHz, 8 Ω)
Schutzart:	IP 20
Umgebungstemperatur:	+5 °C bis 35 °C
Abm. (B x T x H):	122 x 68 x 26 mm
Gewicht:	100 g

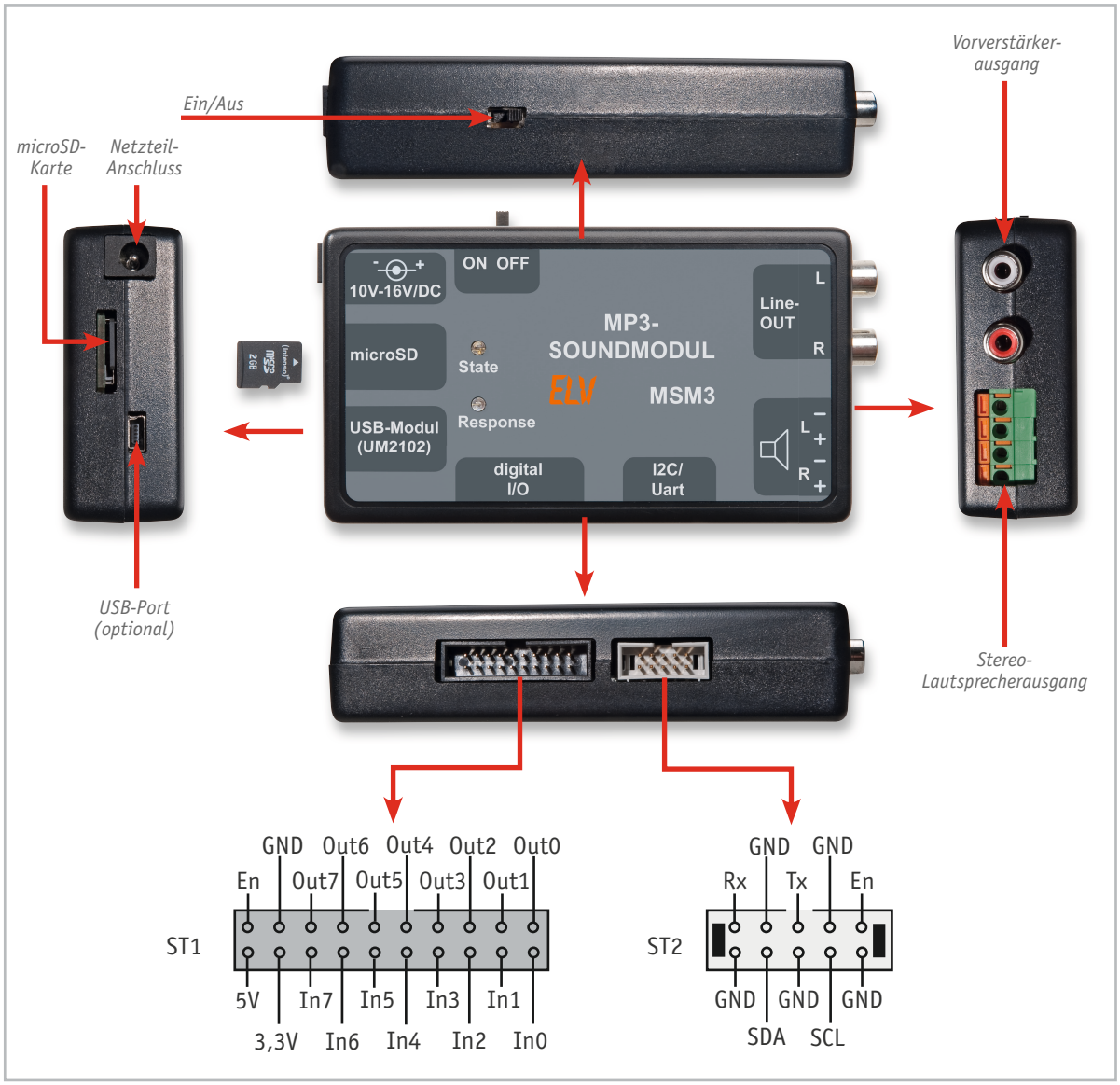

Bild 1: Die Anschlüsse, Anzeigen und Bedienelemente des MSM3 sowie die Belegung der I/O-Anschlüsse

ten natürlich die geradezu ideale Möglichkeit der direkten Anbindung an Mikrocontroller-Systeme wie etwa den Arduino. Versieht man den noch mit einem Display-Shield, kann man sich auch ein komplettes Player-/Steuer-System mit eigener Bedienoberfläche aufbauen.

Bestückt man das MSM3 mit einem USB-UART-Modul, kann auch die direkte PC-Anbindung via USB erfolgen.

Damit das MSM3 auch als echtes Stand-alone-Gerät eingesetzt werden kann, ist eine eigene Stromversorgung mit weitem Eingangsspannungsbereich (8 bis 16 V) integriert, so dass man nun bei der Wahl eines entsprechenden Netzgerätes recht frei ist.

Auch auf der Ausgabeseite geht es komfortabel zu. Für den direkten Lautsprecheranschluss ist ein Differential-Stereoverstärker mit besonders hohem Fremdspannungsabstand und schneller Einschaltsequenz mit minimalem Einschaltgeräusch vorhanden. Daneben ist ein Vorverstärker-Ausgang mit Cinch-Buchsen vorhanden. Das vom MP3-Decoder stammende und konstruktionsbedingte Einschaltgeräusch wird durch eine verzögerte Zuschaltung des NF-Signals an die Ausgänge unterdrückt. Die Lautstärkeeinstellung erfolgt allein durch Steuerbefehle, entweder via Tastenkombinationen oder die Kommunikationsschnittstellen.

Mit dieser Ausstattung ist das MSM3 also sehr vielseitig einsetzbar, über die zahlreichen Kommunikationsschnittstellen kann eine bequeme (Fern-)Steuerung vorgenommen werden, und über die universellen Ausgabemöglichkeiten kann auch eine Ausgabe z. B. auf PA-Anlagen erfolgen. Der Einsatz ist auch dank der nun vollzogenen Unterbringung in einem eigenen Gehäuse vielfältig möglich.

Alle I/Os stehen in Form von Steckverbindern an den Gehäuseseiten zur Verfügung. Dabei sind die digitalen Ein- und Ausgänge als 20-poliger Wannenstecker ausgeführt, die Schnittstellen UART/I²C sind auf einem 10-poligen Wannenstecker zugänglich. Die Belegung geht aus Bild 1 sowie aus dem im zweiten Teil folgenden Schaltbild hervor.

Für das optional bestückbare USB-Modul ist bereits ein Ausschnitt für die Mini-USB-Buchse vorhanden, ebenso natürlich ein Schacht für die Speicherkarte, so dass man das Gerät zum Kartenwechsel nicht öffnen muss. Bild 1 zeigt in einer Zusammenstellung alle Bedien- und Anschlusselemente.

Bedienung

Die Dateien

Die Zuordnung der Sounddateien erfolgt auf dem PC wie vom MSM2 schon bekannt über eine dem Dateinamen vorangestellte Nummer der Form „001“ bis „999“, jedoch wurde beim MSM3 die Nummernvergabe erweitert, so dass auch von „1000“ bis „65535“ zur Verfügung steht.

Einige Beispiele:

- 001Sound1.mp3
- 999Sound999.mp3
- 1000Sound1000.mp3
- 65535Sound65535.mp3

Alle nicht so zugeordneten Dateien auf der Speicherkarte werden ignoriert. Man kann also durchaus für einen schnellen Wechsel auf andere Dateien weitere MP3-/WAV-Dateien bereits auf der Speicherkarte unterbringen und dann im Bedarfsfall nur entsprechend umnummerieren. Ein kurzes Betätigen eines digitalen Eingangs (<2 s, Schalten gegen Masse, im folgenden als Tastendruck bezeichnet) führt zum Abspielen des entsprechend nummerierten Soundfiles, die über 008 hinausgehenden Files sind entweder über die Playlists oder die Kommunikationsschnittstellen erreichbar. Da bei den Dateien nur die Anfangsnummerierung überprüft wird, ist darauf zu achten, dass keine Nummer doppelt vergeben wird. Mit einem erneuten kurzen Tastendruck der zugeordneten Taste kann die Wiedergabe auch jederzeit wieder beendet werden.

Playlists

Betätigt man einen Eingang bzw. eine Taste länger als 2 s, so kann man damit eine Playlist starten. Das ist eine Liste von Soundfiles, die in der gewünschten Reihenfolge in eine Textdatei eingetragen und dann auf langen Tastendruck nacheinander abgespielt werden. Dabei können bis zu 8 Playlists (playlst1.txt bis playlst8.txt) mit jeweils bis zu 255 Dateien direkt über die Eingänge angesteuert werden. Weitere Playlists (bis zu playlst65535.txt) lassen sich über die Kommunikationsschnittstellen aufrufen.

Beispiele für Playlist-Bezeichnungen:

- playlst1.txt
- playlst9.txt
- playlst65535.txt

In den Playlists wird die Ziffernfolge der Soundfiles mit einem Semikolon getrennt aufgelistet. Diese können auch jeweils mit einer eigenen Beschreibung versehen sein. Beispiele:

- 001;
- 002 meine Beschreibung;

Zu beachten ist dabei, dass auch die letzte Datei in der Liste mit einem Semikolon abgeschlossen wird, da der Player sie sonst nicht abspielt.

Zusätzlich sind auch Kommentareinträge möglich in der Form:

- #Kommentar;

Auch das Wiederholen einer Playlist als Endlosschleife ist möglich. Dies erfolgt durch Einfügen des Zeichens „<“ nach dem letzten Titel der Liste.

Ein Beispiel dazu:

- 001;
- 002;
- <; #Dauerschleife von 001 und 002;

Ebenso kann man den Player veranlassen, Sprünge in einer Playlist auszuführen, indem hierzu das Zeichen „>“, gefolgt vom Sprungziel (1...255) an der gewünschten Stelle einzutragen ist. Beispiel:

- 001;
- 002;
- 003;
- 004;
- >2; #Springe zum 2. Eintrag in der Playlist (002);
- 005; #wird nie abgespielt;

Es werden die Soundfiles „001“ bis 004“ beim ersten Durchlauf wiedergegeben und danach werden die Soundfiles „002“ bis „004“ in einer Endlosschleife wiederholt.

Ein weiteres Beispiel zeigt, wie man auch Files überspringen kann:

- 001;
- 002;
- >5; #Springe zum 5. Eintrag -> 005;
- 003; #wird übersprungen;
- 004; #wird übersprungen;
- 005;

Schließlich kann man auch direkt zu einer anderen Playlist springen lassen. Dies wird durch Eintrag des Tilde-Zeichens (~) und Angabe der Ziel-Liste (1 bis 65535) erreicht:

- 001;
- 002;
- ~1; #Öffnet playlst1.txt;

Über die Playlists können somit auch Dateien abgespielt werden, die über die 8 Direktanwahl-Tasten nicht erreichbar sind (009 bis 65.535). Man kann natürlich auch die Playlist-Funktion dazu benutzen, über die ersten acht Dateien (über kurzen Tastendruck) auch weitere 8 Dateien über den langen Tastendruck direkt zu starten. Dann wird eben nur jeweils eine Datei in eine Playlist aufgenommen.

Ein erneuter langer Tastendruck derselben Taste beendet die Wiedergabe der aktuell abgespielten Playlist. Ein langer Tastendruck einer beliebigen anderen Taste führt sofort zur Wiedergabe der neu gewählten Playlist.

Ein kurzer Tastendruck beendet den aktuellen Sound innerhalb der Playlist und es erfolgt ein Sprung zum nächsten Eintrag (Soundfile).

Eine Besonderheit ist die Autoplay-Funktion. Ist diese durch gleichzeitiges langes (>10 s) Drücken der Tasten 1 und 4 aktiviert, so wird eine „Autoplay-Liste“ automatisch abgespielt, sobald das MSM3 eingeschaltet wird. Dazu sind die entsprechenden Dateien wie bereits beschrieben in eine Playlist einzutragen, die mit „AUTOPLAY.TXT“ bezeichnet ist. Hier können auch die beschriebenen Sonderfunktionen benutzt werden. Eine interessante Anwendung der Autoplay-Funktion wäre z. B. das ferngesteuerte Einschalten über einen

Funkschalter oder einen Melder, der das Netzteil zuschaltet oder den Enable-Eingang des MSM3 gegen Masse schaltet. So kann man z. B. einen Text oder Musik bei Auslösen eines Präsenzmelders starten. Das Abspiel ist dann so lange aktiv, wie der Melder eingeschaltet bleibt. Eine andere Anwendung wäre zeitgesteuertes Fernschalten, z. B. via FS20 ZSU und FS20 ST.

Die wie beschrieben benannten Dateien brauchen am Schluss lediglich auf eine FAT16- oder FAT32-formatierte microSD-Karte kopiert zu werden und sind dann abspielbereit.

Unterstützt werden dabei Sounddateien mit dem Dateiformat MPEG 1.0 Layer3 (CBR, VBR, ABR) und bis zu max. 320 Kbit/s oder WAV mit PCM-, IMA-ADPCM-Codierung.

Die weiteren Tastenfunktionen

Alle Eingangs-/Tastenfunktionen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Dabei wollen wir die bisher genannten Funktionen und die verschiedenen Betriebs-Modi noch weiter erläutern.

Es gibt 3 verschiedene Modi für das Tastenverhalten, wobei die Sonderfunktionen mit kombiniertem Betätigen zweier Tasten bei jedem Modus gleich sind, nur das Verhalten in Bezug auf das Abspielen von Sounds unterscheidet sich.

Es gibt den Modus 0, wo das Tastenverhalten vom MSM2 übernommen wurde, alle Funktionen sind in der ersten Spalte der Tabelle 1 aufgeführt.

Im Modus 1 wird ein Sound so lange abgespielt, wie eine entsprechende Taste gedrückt gehalten wird.

In Modus 2 startet ein Sound auf kurzen Tastendruck, das MSM3 reagiert aber danach nicht mehr auf eine weitere Betätigung, bis das Soundfile komplett abgespielt wurde.

Lange Tastendrücke sind, bis auf die Sonderfunktionen mit Drücken zweier Tasten, in Modus 1 und 2 nicht verfügbar.

Mit den Tasten 6, 7 und 8 erfolgt die Lautstärkeeinstellung: Taste 8 + 7: leiser; Taste 8 + 6: lauter.

Durch langes Drücken beider Tasten (>1 s) wird die Lautstärke schrittweise bis zum Loslassen der Tasten erhöht/verringert. Bei jedem Schritt der Lautstärkeänderung blitzt die rote LED kurz auf. Ist die höchste/geringste Einstellstufe erreicht, blitzt die rote LED zweimal auf.

Durch gleichzeitiges langes Drücken der Tasten 1 + 3 wird die Ansage der Firmware-Version ausgelöst, und durch ebenfalls langes Drücken der Tasten 2 + 8 führt das Gerät einen Reset auf die Werkseinstellung durch.

LED-Anzeigen und Fehlercodes

Die beiden LEDs des MSM3 dienen sowohl der Statusanzeige als auch der Anzeige von Fehlercodes bei Störungen.

Die Statusanzeigen:

- Keine LED leuchtet: keine Spannungsversorgung
- Blaue LED blinkt langsam: Gerät in Bereitschaft
- Blaue LED leuchtet dauerhaft: Abspielen eines Sounds
- Beide LEDs leuchten: Bootloader-Modus (Update)
- Rote LED blinkt/blitzt: Anzeigen von Fehlercodes

Fehlercodes

Ein längeres Blinken der roten LED signalisiert zunächst den Start der Fehleranzeige.

Dem folgt ein- oder mehrmaliges Aufblitzen, wobei die Anzahl der Blitze den Fehlercode beschreibt:

- 1x Aufblitzen: SD-Karte nicht gefunden oder fehlerhaft
- 2x Aufblitzen: Sounddatei nicht gefunden

Tabelle 1

Mode 0 (entspricht MSM2)	**Mode 1 PlayWhilePressed**	**Mode 2 PlayToEnd**
Kurzer Tastendruck: Sound starten wenn gleicher Sound aktiv: stoppen wenn Playlist aktiv: nächsten Eintrag aus Playlist	Tastendruck: Sound einmal abspielen, solange Taste gedrückt gehalten	Tastendruck: Sound einmal komplett abspielen, dabei keine Reaktion auf weiteres Betätigen. Ausnahme: mehrere Tasten lange
Langer Tastendruck: Playlist starten wenn gleiche Playlist aktiv: stoppen		
Taste 1 + 2: beim Starten gedrückt -> Update	Taste 1 + 2: beim Starten gedrückt -> Update	Taste 1 + 2: beim Starten gedrückt -> Update
Taste 1 + 3: akustische Versionsnummernausgabe	Taste 1 + 3: akustische Versionsnummernausgabe	Taste 1 + 3: akustische Versionsnummernausgabe
Taste 1 + 4: Autoplay ein/ausschalten	Taste 1 + 4: Autoplay ein/ausschalten	Taste 1 + 4: Autoplay ein/ausschalten
Taste 1 + 5: Tastenmodus 0	Taste 1 + 5: Tastenmodus 0	Taste 1 + 5: Tastenmodus 0
Taste 1 + 6: Tastenmodus 1	Taste 1 + 6: Tastenmodus 1	Taste 1 + 6: Tastenmodus 1
Taste 1 + 7: Tastenmodus 2	Taste 1 + 7: Tastenmodus 2	Taste 1 + 7: Tastenmodus 2
Taste 1 + 8: Verstärker Ein/Aus	Taste 1 + 8: Verstärker Ein/Aus	Taste 1 + 8: Verstärker Ein/Aus
Taste 2 + 8: Werksreset	Taste 2 + 8: Werksreset	Taste 2 + 8: Werksreset

Befehl			Daten	Antwort	Beschreibung
	ASCII	HEX	nur bei UART	nur bei UART	
OPEN PLAYLIST	P	0x50	16-Bit-Playlist-Nummer (max. 5 Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	öffnet Playlist mit angegebener Nummer 1 bis 65.535
STOP PLAYLIST	Q	0x51	keine	ACK/NAK	stoppt Playlist und Datei
GET PLAYLISTNAME	R	0x52	keine	Playlist-Namen	gibt den Namen der Playlist aus (max. 20 ASCII-Zeichen)
STOP ALL	J	0x4A	keine	ACK/NAK	stoppt Playlist und Datei
OPEN FILE	F	0x46	16-Bit-Datei-Nummer (max. 5 Zeichen als ASCII)		öffnet Datei mit angegebener Nummer
STOP FILE	G	0x47	keine	ACK/NAK	stoppt Datei
GET FILENAME	H	0x48	keine	Datei-Namen	gibt den Namen der Datei aus (8.3-Format) (erste 8 Zeichen vom Namen + 3 Zeichen Dateityp)
SET OUTPUTS	O	0x4F	8-Bit-Output-Byte und 8-Bit-Maske (je max. 3 Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Setzen aller Ausgänge, Bit-Maske zum Selektieren Output-Modus muss auf 1 gesetzt sein 1. Bit = 1. Ausgang, 2. Bit = 2. Ausgang etc.
GET OUTPUTS	N	0x4E	keine	Output-Byte	Status aller Ausgänge
SET OUTPUT MODE	S	0x53	1 Byte Mode 0 oder 1 (ein Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Mode 0 = vordefinierte Zustände Mode 1 = manuelle Steuerung
GET OUTPUT MODE	T	0x54	keine	Output-Mode	Status des Output-Modus
SET KEY MODE	K	0x4B	1 Byte Mode 0, 1 oder 2 (ein Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Mode 0 = MSM2 Mode 1 = PlayWhilePressed Mode 2 = PlayToEnd
GET KEY MODE	L	0x4C	keine	Key-Mode	Status des Key-Modes
SET AUTOPLAY	A	0x41	1 Byte Mode 0 oder 1 (ein Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Mode 0 = kein Autoplay Mode 1 = Autoplay aktiv
GET AUTOPLAY	B	0x42	keine	Autoplay-Mode	Status Autoplay
SET VOLUME	X	0x58	1 Byte Volume 0 bis 255 (max. 3 Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Lautstärke 0 = lauteste Einstellung 254 = leiseste Einstellung 255 = deaktiviert
GET VOLUME	Y	0x59	keine	Volume-Byte	Lautstärke
SET VOLUME UP	Z	0x5A	keine	ACK/NAK	Lautstärke um einen erhöhen = leiser
SET VOLUME DOWN	W	0x57	keine	ACK/NAK	Lautstärke um einen verringern = lauter
SET DISABLE AMPLIFIER	D	0x44	1 Byte Mode 0 oder 1 (ein Zeichen als ASCII)	ACK/NAK	Mode 0 = Verstärker aktiv Mode 1 = Verstärker ausgeschaltet
GET DISABLE AMPLIFIER	E	0x45	keine	Verstärker-Mode	Status Verstärker
BOOTLOADER	U	0x55	keine	ACK/NAK	Update im Bootloader starten Gerät startet neu und versucht Update durchzuführen
GET VERSION	V	0x56	keine	2 Byte Versions-nummer (je max. 3 Zei-chen als ASCII)	Auslesen der Versionsnummer Vxxx.xxx Bsp.: 1. Byte = 1, 2. Byte = 0 -> V1.0
GET STATUS	I	0x49	keine	2 Byte Status (je max. 3 Zei-chen als ASCII)	Status des MSM3 siehe Tabelle 3

Tabelle 2

- 3x Aufblitzen: Playlist nicht gefunden
- 4x Aufblitzen: Nummer ungültig
- 5x Aufblitzen: Fehler im Befehl

Ausgänge

Auf den digitalen Ausgängen können, wie bereits erwähnt, vordefinierte Zustandsmeldungen ausgegeben werden.

- Out0: Rote LED
- Out1: Blaue LED
- Out2: Error
- Out3: Playing File
- Out4: Playlist aktiv
- Out5: Start Playing File (0,5 s Pulse)
- Out6: End of File (0,5 s Pulse)
- Out7: End of Playlist (0,5 s Pulse)

Über die Schnittstellen lassen sich die Ausgänge komplett manuell ansteuern, dazu ist vorher „SET OUTPUT MODE“ auf 1 zu setzen. Anschließend können mittels „SET OUTPUTS“ und nachfolgenden 2 Byte die Ausgänge gesetzt/zurückgesetzt werden. Das 1. Byte enthält die Ausgangskonfiguration 1. Bit = 1. Ausgang etc.. Mit dem 2. Byte lässt sich eine Maske darüber legen, so dass auch gezielt nur einzelne Ausgänge verändert werden können. Das zu ändernde Ausgangs-Bit muss entsprechend in der Maske gesetzt sein.

- 1. Byte (Outputs): 00110011b
- 2. Byte (Maske): 01010101b
- Ergebnis: x0x1x0x1b ,
  wobei x dem vorherigen Zustand entspricht, es erfolgt an den Stellen keine Änderung.

Kommunikation

Befehle über die UART-Schnittstelle werden als ASCII-Zeichen übertragen, wobei für jedes Paket eine 0x02 als Startzeichen eines Pakets vorweg und zum Abschluss eines Pakets ein 0x03 gesendet wird:

UART-Datenpaket:

0x02	Befehl	X * Daten	0x03

UART-Antwort:

0x02	ACK/NACK	0x03

Bei der Kommunikation über I²C kann auf ein Start- bzw. Endezeichen verzichtet werden, da diese im I²C-Protokoll schon definiert sind. Hier werden Befehle und Daten auch nicht als ASCII-Zeichen übertragen, sondern direkt als Wert.

Die Befehle und Daten sind bei beiden Schnittstellen gleich, jedoch wird bei I²C keine Rückantwort gesendet, dies geschieht nur bei UART.

Bei UART wird jeder eingehende Befehl entsprechend mit einem ACK (0x06) bei Erfolg oder NAK (0x15) bei einem Fehler im Befehl quittiert.

Die verfügbaren Befehle sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Auf der Produktseite gibt es eine „HTerm Config-Datei“ zum Download, mit der das MSM3 über die UART-Schnittstelle (z. B. mit dem UART-zu-USB-Wandler UM2102) oder über die I²C-Schnittstelle unter Verwendung eines USB-I²C-Moduls angesprochen werden kann.

In der Config-Datei sind die wichtigsten Einstellungen bereits voreingestellt, lediglich der richtige virtuelle Com-Port ist einzustellen.

In der „Sequence Overview“ (Bild 2) sind Beispiele für alle Befehle aufgelistet, so können dort Soundfile 1 und Playlist 1 aufgerufen und gestoppt werden, die Einstellungen des MSM3 verändert werden usw.

In der Tabelle 3 sind die möglichen Antworten aufgeführt, die als Status-Bytes auf den Befehl „GET STATUS“ zurückgegeben werden.

Zum Schluss noch ein Wort zur Datenübertragung auf dem I²C-Bus. Hier darf die maximale Übertragungsfrequenz 100 kHz betragen. Über die Jumper J5 bis J7 ist der Bus nach den I²C-Bus-Konventionen entsprechend Tabelle 4 adressierbar. Über die Jumper J3 und J4 lassen sich Pull-up-Widerstände (gegen 5 V) am I²C-Bus zuschalten, so dass keine externen Widerstände nötig sind.

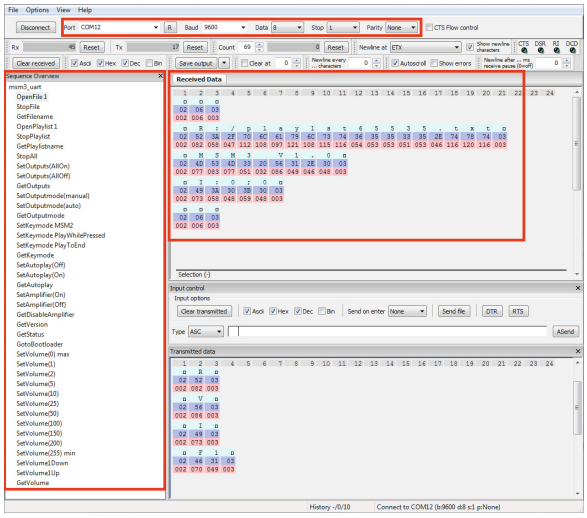

Bild 2: HTerm mit geladener HTerm Config-Datei und Kommunikationsbeispiel

Tabelle 3

Status-Bytes

1. Byte Status	2. Byte Fehlercode
0 = Idle active	0 = NO_ERROR
1 = Playing File	1 = MEDIA_NOT_FOUND
2 = Playlist active	2 = FILE_NOT_FOUND
3 = Playlist active & playing File	3 = PLAYLIST_NOT_FOUND
4 = Error	4 = OUT_OF_RANGE
	5 = COMMAND_FAILURE
	8 = OUT_OF_RAM

Tabelle 4

Adressierung des I²C-Busses

Jumper gesetzt	Adressen:
Keine Jumper	-> 0x30 / 0x31
J5	-> 0x32 / 0x33
J6	-> 0x34 / 0x35
J5 + J6	-> 0x36 / 0x37
J7	-> 0x38 / 0x39
J5 + J7	-> 0x3A / 0x3B
J6 + J7	-> 0x3C / 0x3D
J5 + J6 + J7	-> 0x3E / 0x3F

Schaltung

DieSchaltung(Bild 3a, b)bestehtausderSpannungsversorgung, 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 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 digita-

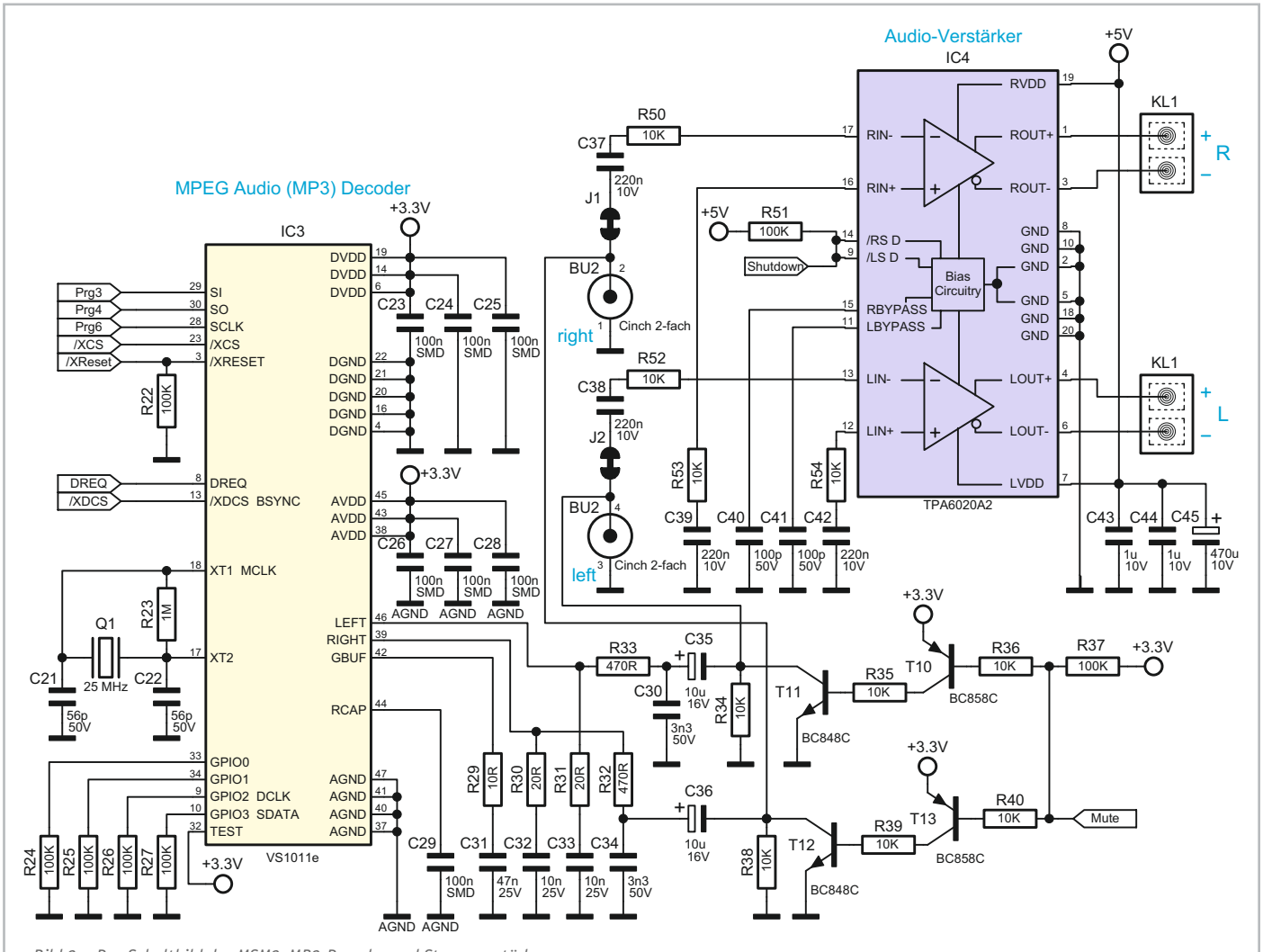

Bild 3a: Das Schaltbild des MSM3, MP3-Decoder und Stereoverstärker

len 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.

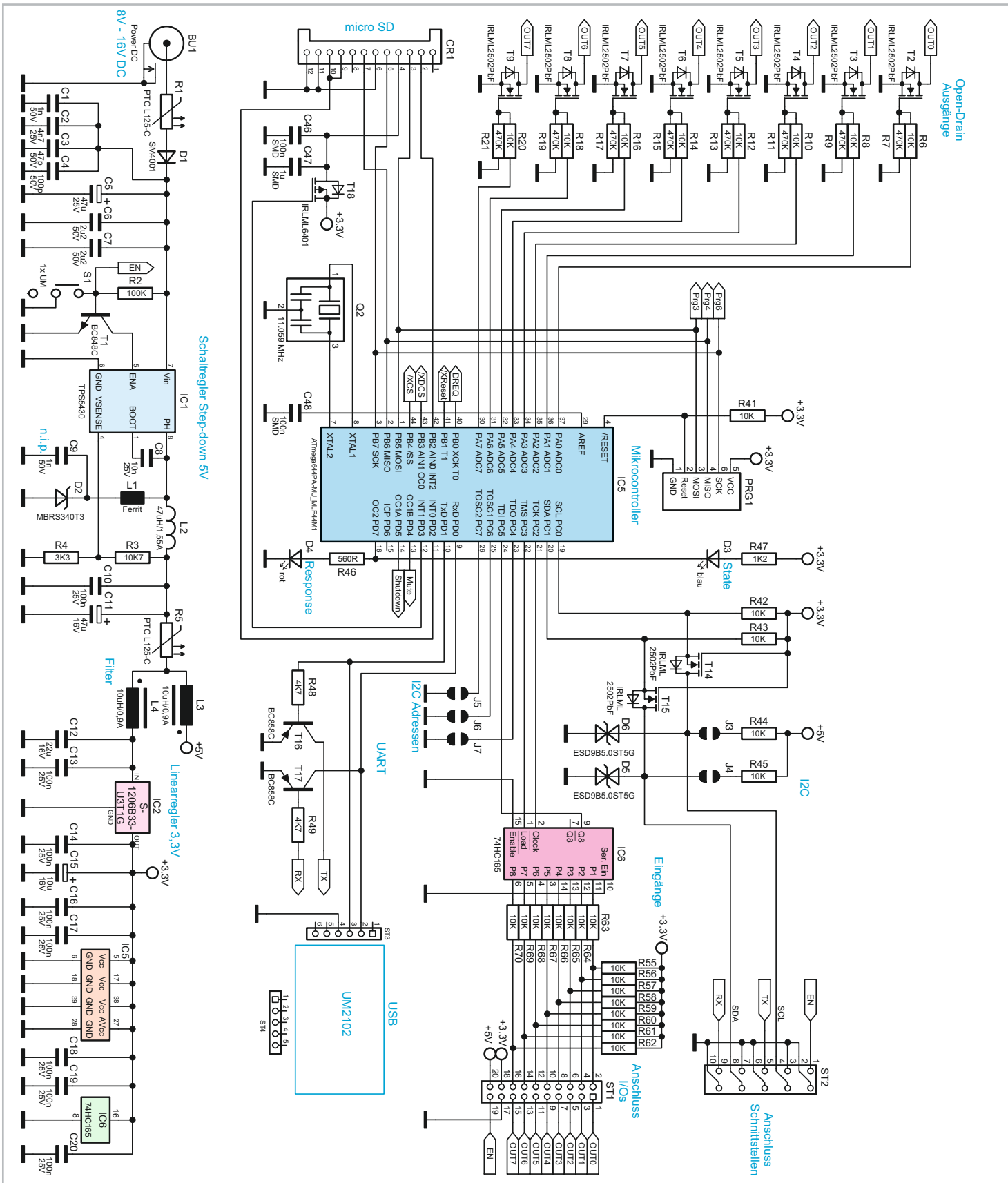

Bild 3b: Das Schaltbild des MSM3, Controller, I/O-Schaltungen und Spannungsversorgung

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 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.

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.

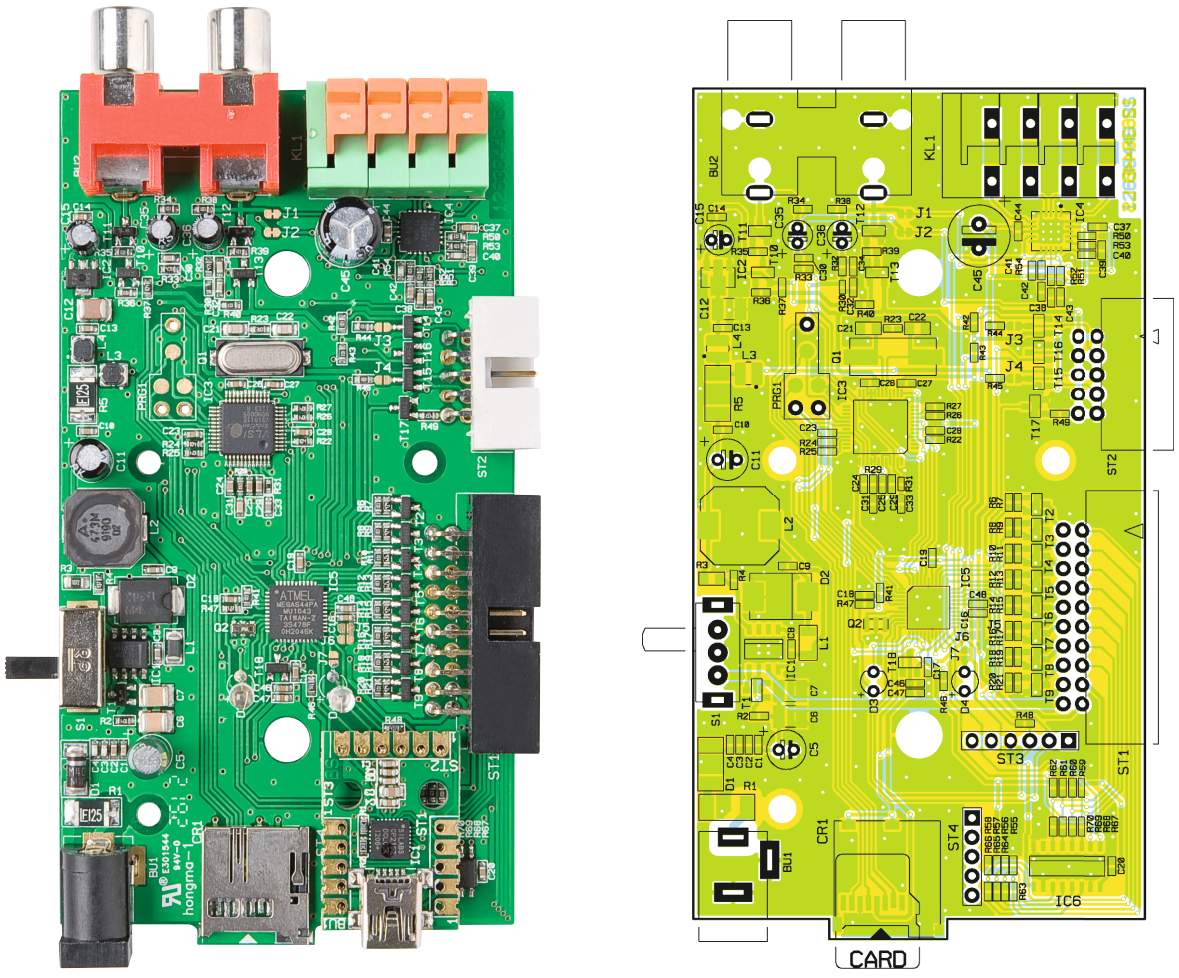

Bild 4: Die komplett bestückte Platine des MSM3, unten der zugehörige Bestückungsplan. Hier ist zur Demonstration das optionale USB-Modul mit aufgesetzt.

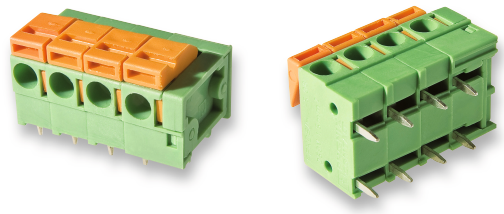

Bild 5: Der komplett zusammengesetzte Klemmenblock

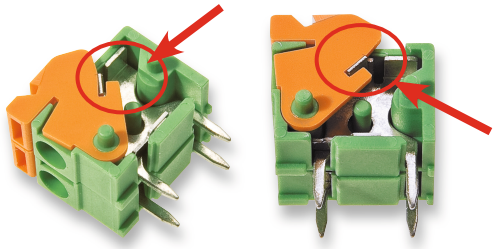

Bild 6: Beim Zusammensetzen ist die Drückerfeder in der richtigen Stellung einzusetzen.

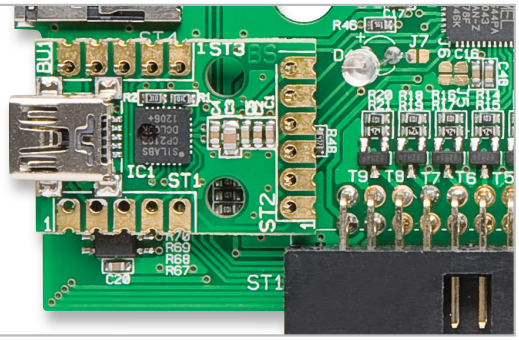

Bild 7: So wird das USB-Modul aufgesetzt, bevor es verlötet wird.

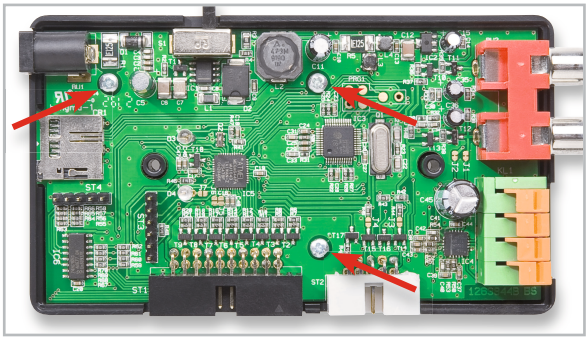

Bild 8: Die Lage der Gehäuseschrauben beim Verschrauben der Platine im Gehäuseunterteil

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 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	

Weitere Infos:

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

Bevollmächtigter des Herstellers:
eQ-3 eQ-3 AG · Maiburger Straße 29 · 26789 Leer · Germany