



Den eigenen Rhythmus finden – Marble Sound Board

Teil 1



Produktvideo

Musiksequenzen handgemacht – das Marble Sound Board ist die etwas andere Art, mittels eines im wahrsten Wortsinn handbedienten Sequenzers eigene Rhythmen und Klangsequenzen zu erzeugen. Das Instrument besteht aus einem taktilen Sensorfeld, in dem man durch die Anordnung von Glaskugeln in Sensoröffnungen Sequenzen von verschiedenen wählbaren Tönen und Klängen auf einem angeschlossenen Computer erzeugen kann. Das Marble Sound Board wird ergänzt durch eine zugehörige PC-Software, mit der die Auswahl der Töne und Klänge sowie die Bedienung der anderen Funktion einfach zu realisieren ist.

Intuitiv Musik machen

Der Sequenzer ist eines der ältesten und bekanntesten Geräte der elektronischen Musik. Der Begriff bezeichnet

ein Gerät oder/und eine Software, mit dem eine Partitur erzeugt wird, die als Daten an einen Klangerzeuger übermittelt und dort zu einer Klangfolge zusammengesetzt wird. So kann man über einen Sequenzer etwa eine automatisch in Schleifen abspielbare Begleitmusik-Folge, z. B. Drum-Sounds, erzeugen, die entweder ein Musikstück begleitet oder gar als eigenes Stilmittel in Kompositionen eingesetzt wird.

Namhafte Musiker wie z. B. Pink Floyd, Tangerine Dream, Kraftwerk haben diese Technik in die Popmusik eingeführt. Ein Sequenzer erzeugt dabei selbst keine Klänge, er ist lediglich das Werkzeug zur Zusammenstellung der Klangfolgen.

Sequenzer findet man in den verschiedensten Ausführungen und Techniken, vom Keyboard bis zur reinen Softwarelösung auf einem PC.

Software-Sequenzer dürfen heute in keiner Studio-Software mehr fehlen, und alle namhaften Hersteller von Propellerhead bis Steinberg (Bild 1) haben sie im Portfolio.

Technische Daten

Kurzbezeichnung:	MSB1
Versorgungsspannung:	7,5 V _{DC} über Steckernetzteil mit Hohlstecker 3,5 x 1,3 mm
Stromaufnahme:	1,0 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,5 W
Bedienelemente:	40 Detektorschalter
Anzeigeelemente:	40 farbige LEDs sowie 64 rote LEDs als Beat-Line
Schnittstelle:	USB 2.0 (USB-Kabel im Lieferumfang)
Konfigurations-Software:	Windows XP, Vista, 7 mit .NET-Framework 3.5 oder höher
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T):	321 x 216 x 24 mm
Gewicht:	530 g



Bild 1: Typischer Software-Sequenzer, hier aus dem VST-System von Steinberg. Quelle: Steinberg



Bild 2: Der Entwickler des „BeatBearing“-Sequenzers, Peter Bennett, mit seinem Instrument. Quelle: Queens University Belfast

Eine besonders originelle Sequenzer-Variante ist der „BeatBearing“-Sequenzer [1], der im Original von Peter Bennett (Bild 2) an der Queens University in Belfast entwickelt wurde. Er wollte damit neue Wege gehen und ein im Wortsinn begreifbares Instrumenten-Interface entwickeln, das Musik besonders intuitiv, auch ohne besondere Vorkenntnisse, erzeugt und erlebbar macht. Was zunächst als Spielzeug anmutet, hat bei vielen Musikern, DJs und anderen Künstlern großen Anklang gefunden, zumal es als Open-Source-Projekt veröffentlicht wurde. Über die BeatBearing-Projektseite gelangt man zu zahlreichen Video-Veröffentlichungen von Nachbauten und Musikprojekten mit dem System. Besonders in der Musik-Ausbildung bzw. dem Schulunterricht weckt solch ein Gerät große Begeisterung, erlaubt es doch durch das intuitive Komponieren ein schnelles Verständnis für Rhythmen, Klangfolgen usw.

Es gibt auch kommerzielle Pendanten des Prinzips, etwa den „Tenori-On“ (Bild 3) von Yamaha [2].

Das Marble Sound Board

Der BeatBearing-Sequenzer basiert ja darauf, dass man Kugeln oder andere Gegenstände in einer Matrix platziert, die z. B. für jede Linie einen anderen Drumsound oder eine Stimme im PC zugewiesen bekommt. Acht

Spalten ergeben eine Taktsequenz. Die Matrix wird abgetastet, durch das Sequenzer-Programm ausgewertet sowie über das Programm Klängen und Tönen zugeordnet. Das Sequenzerprogramm ermöglicht dann noch die Einstellung von Abtasttempo, Loops usw.

Unser MSB1 arbeitet nach dem gleichen Grundprinzip wie das Original, jedoch nicht mit Metallkugeln, die Kontakte überbrücken, sondern mit halbtransparenten Glaskugeln. Durch das Gewicht einer Glaskugel wird der Kontakt eines von 40 Detektorschaltern geschlossen. Ein Mikrocontroller erfasst diese Schalter zyklisch und übermittelt deren Zustand an einen angeschlossenen PC. Eine im unteren Bereich befindliche Beat-Line, bestehend aus 64 roten LEDs, durchläuft das Instrument periodisch von links nach rechts. Befindet sich die leuchtende LED der Beat-Line unterhalb eines geschlossenen Schalters, wird dieser anhand einer leuchtenden LED symbolisiert, die zudem die Glaskugel erhellt.

Eine einfach zu konfigurierende PC-Software spielt dann, abhängig vom aktuellen Zustand der Schalter, zuvor eingestellte Klänge und Töne ab, sogenannte „Samples“. Hierbei sind bis zu fünf verschiedene Stimmen mit je acht Takten möglich.

Durch das Wechseln der Glaskugelpositionen im laufenden Betrieb sind damit unterschiedlichste Beats möglich.

Die Software

Installation

Für die Installation und den Betrieb sind die in Tabelle 1 aufgeführten Systemanforderungen zu beachten.

Wie schon bei anderen ELV-Produkten wurde auch diese PC-Software für das MSB1 in C# geschrieben und setzt auf die WPF-Klassenbibliothek. Daher wird, wie bei vielen anderen Programmen heutzutage, das .NET-Framework 3.5 von Microsoft vorausgesetzt. Praktischerweise wurde diese Zusatzkomponente bereits in die Installation integriert. Erkennt die Setup-Routine, dass das .NET-Framework 3.5 auf dem PC noch nicht installiert worden ist, geschieht dies automatisch während der Installation.

Bevor man das Setup von der beiliegenden CD ausführt, kann man einmal kurz überprüfen, ob unter [3] vielleicht eine neuere Programmversion zum Download bereitsteht, welche man dann der CD-Version vorziehen sollte.

Die Installation erfolgt dialoggeführt und erfordert daher keine detaillierte Beschreibung. Das Marble Sound Board sollte erst nach der erfolgreichen Installation über USB am PC angeschlossen werden, da erst

Systemanforderungen

Betriebssystem	Windows XP, Vista, 7 mit .NET-Framework 3.5, DirectX 9 oder höher, das .NET-Framework 3.5 befindet sich auf der CD und wird ggf. mitinstalliert
Bildschirmauflösung	mindestens 800 x 600, empfohlen: 1024 x 768
RAM	Windows XP: mindestens 512 MB, empfohlen 1 GB, Windows Vista, Windows 7: mindestens 1 GB, empfohlen 2 GB

Tabelle 1

dann der mitinstallierte Gerätetreiber verfügbar ist. Nach der Installation ist auf dem Desktop eine neue Verknüpfung angelegt worden (Bild 4).

Bedienung und Konfiguration

Wie schon eingangs erwähnt, wird die komplette Klangerzeugung des MSB1 auf einem angeschlossenen Computer realisiert. Eine dafür entworfene Software sorgt für die einfache Einstellung aller notwendigen Werte.

Nach dem Starten der Marble Sound Board PC-Software öffnet sich das Hauptfenster der Anwendung (Bild 5), in dem alle Möglichkeiten zum Einstellen der Samples zu finden sind.

Im Hauptfenster, unterhalb der Menüleiste, sind die fünf farblich unterschiedlich markierten Einstellbereiche der Samples zu sehen. Die farblichen Markierungen entsprechen später denen auf dem Board.

Durch das Anklicken der Buttons „Durchsuchen ...“ öffnet sich das Fenster zum Laden eines Samples. Als Samples können MP3-, WAVE- oder WMA-Dateien verwendet werden.

Eine große Auswahl an frei erhältlichen Sounds und Samples sind unter [4] zu finden. Nach einer kostenlosen Registrierung können die einzelnen Samples sowie auch ganze Pakete heruntergeladen werden.

Nach dem Laden des Samples wird rechts neben dem Button die Spieldauer des ausgewählten Klangbeispiels angezeigt, wie in Bild 6 dargestellt. Über die daneben liegenden „Play“- und „Stopp“-Buttons kann die ausgewählte Datei zum Probegören abgespielt werden. Der rechts befindliche Schieberegler ändert die Gesamtlautstärke. Zusätzlich können durch das Setzen des Häkchens weitere Lautstärkereglern für diese Stimme eingblendet werden, mit denen dann die Lautstärke der einzelnen Takte individuell eingestellt werden kann. Auf diesem Weg lassen sich dann die Betonungen einzelner Takte unterschiedlich gestalten.

Über das Drop-down-Feld „Beats per minute“ ist die Einstellung der Taktgeschwindigkeit möglich. Nach der Auswahl einer Taktrate kann diese mit dem Button „BPM übernehmen“ direkt an die angeschlossene Hardware gesendet werden.

Beim Start der Software prüft diese, ob eine passende Hardware bereits angeschlossen ist, und stellt dementsprechend den zu verwendenen COM-Port automatisch ein. Um eine Verbindung zur MSB1-Hardware aufzubauen, reicht das Betätigen des Buttons „Verbindung herstellen“.



Bild 3: Der tragbare Sequenzer „TENORI-ON“ von Yamaha arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip wie der „BeatBearing“-Sequenzer.
Quelle: Yamaha



Bild 4: Das Programmsymbol des zum MSB1 gehörenden Programms

Bootloader

Die Firmware des Marble Sound Board kann über die USB-Schnittstelle des Computers aktualisiert werden. Damit dies geschehen kann, muss das Gerät in den Programmiermodus gebracht werden. Hierzu ist im Menü „Marble Sound Board“ der Menüpunkt „Bootloader und Firmwareupdate starten“ anzuwählen. Nachdem der folgende Warnhinweis mit „Ja“ bestätigt wurde, startet der Mikrocontroller des MSB1 neu und befindet sich anschließend im Programmiermodus. Die LEDs sind in diesem Zustand abgeschaltet. Falls der Programmiermodus einmal versehentlich gestartet wurde, genügt es, die Spannungsversorgung zu unterbrechen.

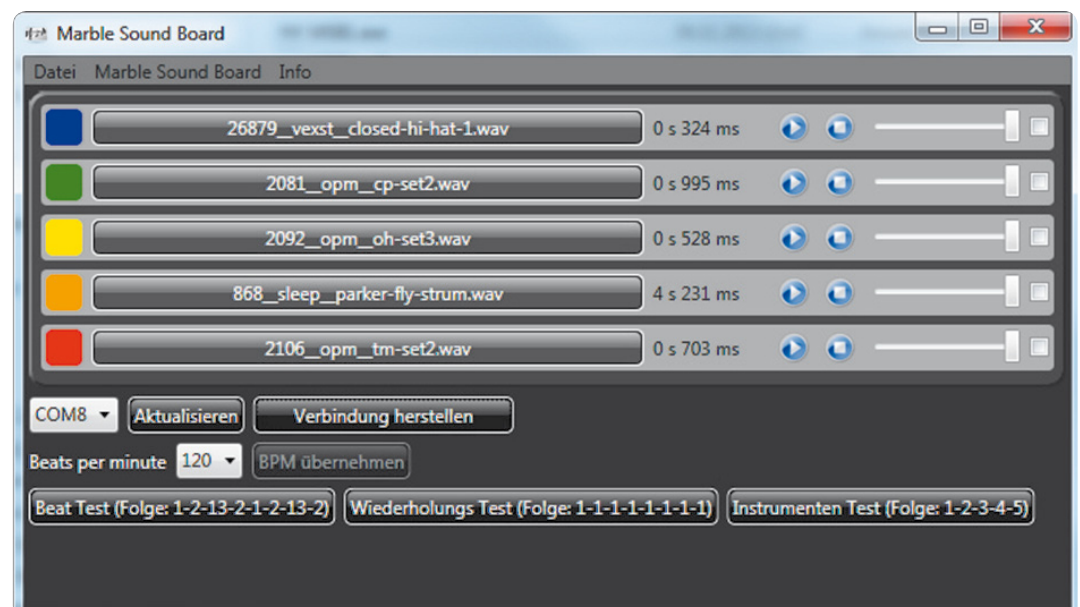


Bild 5: Das Hauptfenster des Sequenzer-Programms zum Marble Sound Board

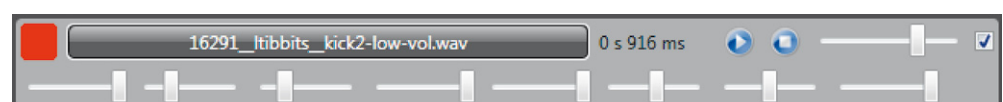
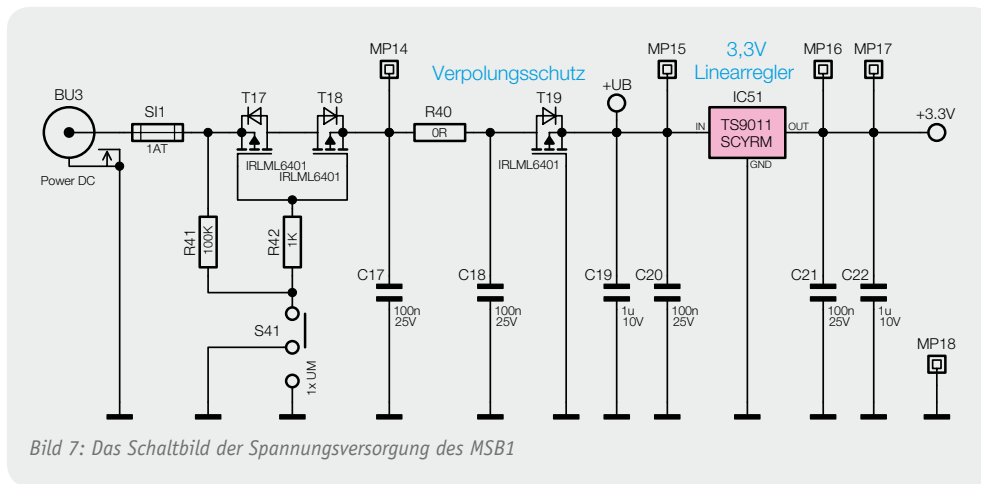


Bild 6: Das Auswahl- und Einstellfenster für die Samples



Das Gerät wird beim nächsten Einschalten der Spannungsversorgung wieder normal starten.

Nach der Auswahl der Updatedatei beginnt automatisch die Übertragung des Firmwareupdates.

Die Schaltung

Kommen wir nun zur Schaltungsbeschreibung. In den Bildern 7 bis 10 ist die komplette Schaltung der MSB1-Basisplatine dargestellt, Bild 11 zeigt das Schaltbild der ersten fünf Wippenplatinen mit den farblich unterschiedlichen LEDs.

Spannungsversorgung

Das Schaltbild der Spannungsversorgung ist in Bild 7 zu sehen. Die für den Betrieb des MSB1 benötigte Spannung wird über die DC-Buchse BU3 bereitgestellt. Das Marble Sound Board benötigt maximal 1,0 A und wird mit einer Eingangsspannung von 7,5 V betrieben. Über den Schalter S41 und die beiden MOSFET-Transistoren T17 und T18 kann die komplette Schaltung ein- sowie ausgeschaltet werden. Der zusätzliche MOSFET-Transistor T19 wird als Verpolungsschutz genutzt. Aus den anliegenden 7,5 V, welche für den Betrieb der LEDs direkt genutzt werden, erzeugt der Linearregler IC51 von Typ TS9011SCYRM eine Spannung von 3,3 V. Mit dieser niedrigeren Spannung werden der Mikrocontroller IC1, der LED-Treiber IC2 und der Dekadenzähler IC50 versorgt.

Mikrocontroller (Bild 8)

Als zentrales Steuerelement kommt ein Mikrocontroller vom Typ STM8L-151C8U6 (IC1) der Firma ST Microelectronics zum Einsatz, der über einen internen RC-Oszillator mit 16 MHz getaktet wird. An dem Mikrocontroller sind der LED-Treiber, der Dekadenzähler, die Tastaturmatrix und der USB-UART-Wandler angeschlossen. Der Mikrocontroller erfasst zyklisch die Tasterzustände und übermittelt diese an den angeschlossenen Computer. Zudem steuert der Controller über den LED-Treiber die einzelnen LEDs passend zum Tasterzustand.

LED-Treiber und Dekadenzähler

Die rechts in Bild 8 dargestellte LED-Matrix besteht aus den 40 farbigen LEDs D1 bis D40 der einzelnen Wippenplatinen (siehe auch Bild 11) und den 64 rechteckigen roten LEDs D41 bis D104 für die Beat-Line. Diese Matrix wird in einem Multiplexverfahren mit insgesamt 8 Multiplexstufen angesteuert. Diese 8 Multiplexstufen werden über einen Dekadenzähler (IC50) und die High-Side-Treiberschaltung mit T1 bis T16 zyklisch angesteuert (Bild 9). Der Dekadenzähler erhält bei jedem Wechsel der Multiplexstufe (ca. 2 ms) über den Portpin PD1 des Mikrocontrollers einen Taktimpuls, wodurch der jeweils nächste Ausgang auf High-Pegel schaltet und über die angeschlossene Treiberschaltung die entsprechende LED-Spalte der Matrix ansteuert. T9 bis T16 dienen hierbei als Inverter, die den jeweils zugehörigen P-Kanal-MOSFET (T1 bis T8) durchschalten las-

sen. Pro Stufe liegen dann jeweils 13 Anoden aus einer LED-Spalte der Matrix gemeinsam an der LED-Versorgungsspannung „+UB“.

Gleichzeitig wird der Low-Side-Treiber (Stromsenke) IC2 vom Mikrocontroller IC1 angesteuert. An seinen Ausgängen sind die Kathodenanschlüsse der LEDs angeschlossen.

Diese Treiberbausteine sind hochwertige 16-Kanal-LED-PWM-Treiber des Typs TLC5946 von Texas Instruments, die speziell zur Ansteuerung von LED-Anzeigen entwickelt wurden und die neben einer

Konstantstromregelung (max. 40 mA/Kanal) auch über 6-Bit-Weißabgleichsregister und 12-Bit-PWM-Helligkeitsregister verfügen.

Die Höhe der Ströme, die IC2 pro Kanal bereitstellt, wird gemeinsam für alle Kanäle über die Widerstände R1 und R2 definiert. Der hier gewählte Gesamtwert von 1,33 k Ω stellt einen maximalen Strom von ca. 39 mA pro LED ein. Nach ungefähr 2 ms Anzeigedauer sperren sowohl die Low-Side-Treiber als auch der gerade aktive P-Kanal-Transistor auf der High-Side und die nächste Multiplexstufe kann angesteuert werden.

Der beschriebene Ablauf zur Ansteuerung der einzelnen Multiplexerstufen wiederholt sich von Stufe 1 bis Stufe 8. Anschließend erhält der Dekadenzähler IC50 einen Reset-Impuls über den Controllerport PDO und der Durchlauf beginnt erneut mit Stufe 1.

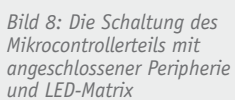
Tastaturmatrix

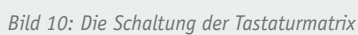
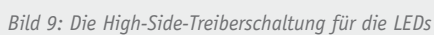
In Bild 10 ist das Schaltbild der aus 40 Detektorschaltern bestehenden Tastaturmatrix dargestellt. Um eine solche Anzahl von Tasten ohne die gleiche Anzahl an Portpins abzufragen, sind diese als 8x5-Matrix geschaltet. Durch die Anordnung als Matrix kann man mit 8 Portpins als Spaltentreiber (SPALTE1 bis SPALTE8) und 5 Portpins als Zeilenleser (ZEILE1 bis ZEILE5) die kompletten Tasten einzeln erfassen. Da bei der Anwendung des MSB1 auch mehrere Schalter gleichzeitig betätigt sein können, muss für eine sichere Auswertung gesorgt werden. Hierzu befinden sich in Reihe zu jedem Schalter Entkoppelungsdioden. Mehr zu dem Thema „Tastaturmatrix“ ist in der Rubrik „Elektronikwissen“ nachzulesen.

USB-Anschluss

Die Daten der Schalterzustände, die der Mikrocontroller zyklisch erfasst, werden ebenso zyklisch an den angeschlossenen Computer übertragen. Da der STM8L151C8U6 zwar über eine USART-Schnittstelle, nicht aber über integrierte USB-Hardware verfügt, dient hier IC3, ein CP2102 von Silicon Labs, als USB-UART-Wandler. Mit diesem Baustein werden die Daten mit einer Geschwindigkeit von 115,2 Kbit/s zwischen dem MSB1 und dem Computer ausgetauscht.

Im zweiten Teil des Artikels werden wir uns dem Nachbau und der Inbetriebnahme des Marble Sound Board widmen.





- www.elvjournal.de

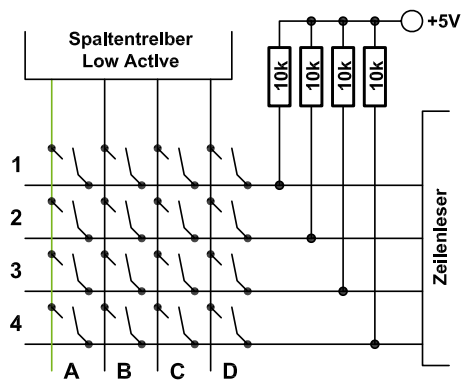


Bild A: Der Aufbau einer einfachen Tastaturmatrix und ihre Abfrage durch einen Mikrocontroller. Spalte A ist hier momentan aktiv (Low-Pegel).

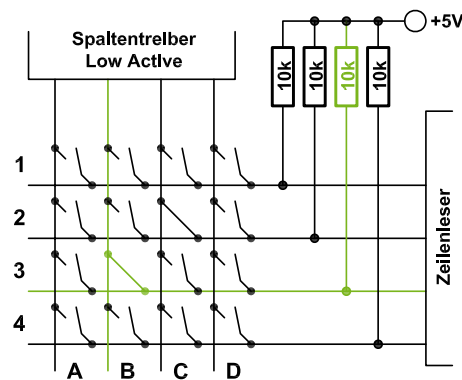


Bild B: Durch das zeilen- und spaltenweise Abfragen können zwei gedrückte Tasten differenziert werden.

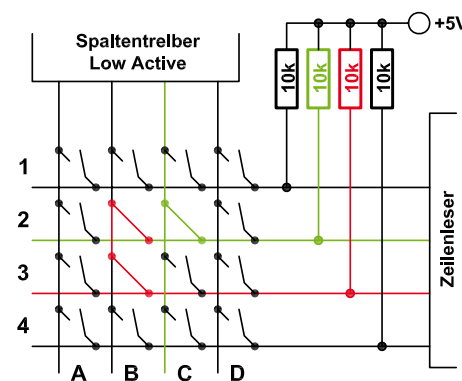


Bild C: Bei mehr als zwei gedrückten Tasten ist mit der einfachen Matrix keine Erkennung mehr möglich.

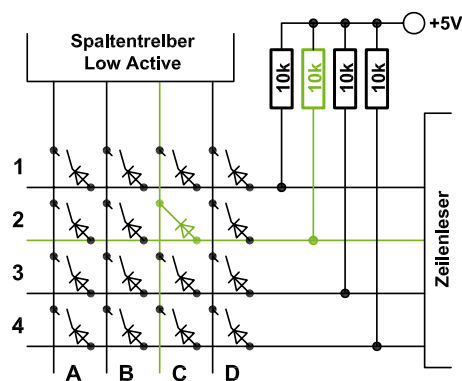


Bild D: Durch die Entkopplung mit Dioden ist jede Taste im Zuge des Zeitmultiplex-Durchgangs eindeutig identifizierbar.

Tastenmatrix an Mikrocontrollern

Ein häufiges Problem bei der Entwicklung von Mikrocontrollerschaltungen mit kleinen Controllern ist die Knappheit an Portpins. Zu schnell sind die Pins für die Datenkommunikation oder für die Messung analoger und digitaler Signale aufgebraucht. Wenn dann noch viele Tasten für die Einstellungen benötigt werden, ist der „kleine“ und damit oft „günstige“ Mikrocontroller nicht mehr einsetzbar, man muss zum größeren und teureren Modell greifen.

Eine Lösung, um den Zustand vieler Taster bzw. Schalter abzufragen, bietet der Aufbau einer Tastaturmatrix. Der Aufbau ist relativ einfach, die zu überwachenden Taster werden, wenn möglich, in einer quadratischen Anordnung angelegt. Eine quadratische Anordnung hat das günstigste Verhältnis zwischen der Anzahl an möglichen Tastern und den zur Abfrage benötigten Portpins. Ein entsprechendes Schaltbild ist in Bild A zu sehen. Zu erkennen ist hierbei, dass die eine Seite der Taster mit einem als Treiber vorgesehenen Portpin und die andere Seite mit einem als Leser vorgesehenen Portpin verknüpft sind.

Durch zyklisches Setzen der Treiber-Pins auf einen Low-Pegel kann nun im Fall einer betätigten Taste an den Lese-Pins eine Änderung des Pegels festgestellt werden. Dieses Zeitmultiplexverfahren muss in der entsprechenden Firmware abgefragt und den Tasten zugeordnet werden.

In Bild B sind die beiden Taster 2C und 3B betätigt, der eine wird in der aktuellen Multiplexstufe schon erkannt, der andere würde in der nächsten Stufe folgen.

Das Problem bei dieser Matrix-Schaltung ist, dass nur maximal 2 Tasten sicher erkannt werden. Falls eine dritte Taste hinzukommt, die sich in einem Kreuzungspunkt von zwei anderen Tasten befindet, Bild C zeigt ein solches Beispiel, erkennt der Mikrocontroller den Taster 3C ebenfalls als betätigt. Um dieses Problem zu umgehen, werden Entkopplungsdioden in Reihe zu jedem Taster eingesetzt. Bild D zeigt eine entsprechende Modifikation, mit der dann auch alle Tasten sicher erkannt werden.

Quellen:

www-user.tu-chemnitz.de/~heha/Mikrocontroller/Tastenmatrix.htm
de.wikipedia.org/wiki/Tastatur