

BAUANLEITUNG MIDI-MASTER-KEYBOARD LMK3**(überarbeitete Version 2)****Inhaltsverzeichnis**

1. Allgemeine Bausatz-Hinweise
2. Schaltungsbeschreibung
 - 2.1. Basisplatine
 - 2.1.1. Prozessorteil (Basisplatine)
 - 2.1.2. Keyboard-Teil
 - 2.1.3. After-Touch-Elektronik
 - 2.2. Bedienungsplatine
3. Schaltpläne
 - 3.1. Basisplatine
 - 3.2. Bedienungsplatine
4. Aufbauhinweise
 - 4.1. Aufbauhinweise Basisplatine
 - 4.2. Aufbauhinweise Bedienungsplatine
 - 4.3. Verbindung von Basis- und Bedienungsplatine
 - 4.4. Verbindung Basisplatine - Tastatur
 - 4.5. Anschluß und Justierung der Potentiometer
 - 4.6. Frontplatten- und Gehäusemontage
5. Test
6. Bestückungs- und Verdrahtungspläne
 - 6.1. Bestückungsplan Basisplatine
 - 6.2. Bestückungsplan Bedienungsplatine
 - 6.3. Verdrahtungsplan der Potentiometer
 - 6.4. Mechanischer Aufbau der Modulationsräder
7. Bauteilelisten
 - 7.1. Basisplatine
 - 7.2. Bedienungsplatine

ANHANG

- A. Allgemeine Aufbauhinweise zu allen Bausätzen
- B. Übersicht MIDI-Standard-Controller
- C. Anschluß der Tastatur mit 76 Tasten
- D. Funktionen der Brücken
- E. After-Touch beim LMK3+
- F. Literaturhinweise

1. Allgemeine Hinweise zum Bausatz und zur Bauanleitung

Unsere Bausätze setzen Elektronik-Kenntnisse voraus. Als Bausatzkunde sollten Sie alle elektronischen Bauteile und deren Funktion kennen, Erfahrung bei Bestücken und Löten von Platinen besitzen und mit Meßgeräten (Multimeter, Oszilloskop) umgehen können.

Für Laien oder Elektronik-Anfänger sind unsere Bausätze nicht geeignet!

Die Bauteile sind nicht einzeln verpackt und beschriftet. Es wird davon ausgegangen, daß der Bausatzkunde alle Bauteile kennt, sowohl vom Typ her (Widerstand, verschiedene Kondensatortypen etc.) als auch vom Wert her (Wertkennzeichnung bei verschiedenen Bauteilen, z.B. Farbcodierung etc.). Bitte prüfen Sie unbedingt vor dem Zusammenbau an Hand der Bauanleitung, ob Ihre Kenntnisse für den Aufbau und Test des Bausatzes ausreichend sind. Wir bieten aus diesem Grund alle unsere Bausätze auch als Fertiggeräte, bzw. Fertigmodule mit 6 Monaten Garantieanspruch an.

Bei Bausätzen können wir aus verständlichen Gründen keine Garantie gewähren.

Falls Sie vor dem Aufbau des Bausatzes feststellen, daß Ihre Kenntnisse hierzu nicht ausreichend sind, so können Sie den ungeöffneten Bausatz zurücksenden und gegen Aufzahlung des Differenzpreises das Fertigmodul erwerben oder den Bausatz gegen Rückerstattung des Kaufpreises (ohne Versandkosten) innerhalb 14 Tagen zurückgeben.

Dies gilt nicht mehr für bereits geöffnete, teilweise oder ganz aufgebaute Bausätze. Aus unserer Erfahrung kommt häufig die Reparatur eines fehlerhaft aufgebauten Bausatzes auf Grund der zur Reparatur benötigten Arbeitszeit teurer als der Differenzpreis zwischen Bausatz und Fertiggerät! Überlegen Sie also bitte bevor Sie den Aufbau beginnen, ob nicht eventuell das Fertiggerät für Sie geeigneter wäre.

Die Bauanleitung mag manchem Kunden - insbesondere dem elektronisch fortgeschrittenen - übertrieben ausführlich erscheinen. Aus unserer Erfahrung ist jedoch ein Wort zuviel besser als eines zu wenig. Wir hatten in der Vergangenheit häufig Rückfragen zu Bauanleitungen, da diese offenbar nicht ausführlich genug waren. Sie müssen jedoch nicht unbedingt die ganze Bauanleitung lesen, um das LMK3 aufzubauen. Wenn Sie die Schaltungsdetails nicht interessieren, können Sie gleich bei "Aufbau" weiterlesen. Sind Sie erfahrener Elektronik-Bastler, so können Sie auch die ausführlichen Aufbau-Hinweise am Ende der Anleitung auslassen. Die speziellen Aufbauhinweise zu den verschiedenen Platinen sollten Sie jedoch auch als erfahrener Elektroniker genau durchlesen, da hier auf einige - meist mechanische - Details eingegangen wird, die für den Aufbau sehr wichtig und nicht unbedingt selbstverständlich sind.

Überprüfen Sie bitte den Bausatz innerhalb von 14 Tagen nach Erhalt an Hand der Bauteilelisten sofort auf Vollständigkeit hin. Falls Teile fehlen sollten oder falsche Bauteile enthalten sind, liefern wir diese umgehend kostenlos nach. Ein kurzer Anruf und die Angabe Ihrer Kunden- und Rechnungsnummer genügt. Bei späteren Reklamationen können Teile nur gegen Berechnung nachgeliefert werden.

Falls in einem Bausatz ein defektes Bauteil enthalten ist, welches nicht durch Ihre Schuld zerstört wurde oder von Anfang an defekt war, leisten wir natürlich kostenlosen Ersatz. Bei Halbleitern ist dies - wie allgemein üblich - leider nicht möglich. Insbesondere der E510, der SAB80535 und das LC-Display werden vor Auslieferung geprüft und können nicht umgetauscht werden! Um das Selbstbaurisiko völlig auszuschließen sollten Sie das Fertiggerät mit 6 Monaten Garantie bestellen.

Alle unsere Bausätze sind sorgfältig geprüft und funktionieren bei korrektem und sorgfältigem Aufbau auf Anhieb. Falls Sie bei einem Bausatz trotz Ihrer Elektronik-Kenntnisse einmal nicht mehr weiter kommen, steht Ihnen unser Reparaturservice gegen Erstattung von Arbeitszeit und Ersatzteilen zur Verfügung.

Wir hoffen, daß der Bausatz Ihren Wünschen entspricht und auf Anhieb funktioniert. Für Anregungen und konstruktive Kritik sind wir jederzeit dankbar.

2. Die Schaltung

LMK3 besteht aus 2 Schaltungseinheiten. Der Basisplatine mit Prozessor, EPROM, RAM, Tastaturschaltung mit E510, After-Touch-Elektronik usw. und der Bedienungsplatine mit LC-Display, 3 Tastengruppen zu je 8 Tastern, wovon eine Tastengruppe mit LEDs ausgestattet ist.

Die Basisplatine kann schaltungstechnisch wiederum unterteilt werden in die Keyboard-Abtast-Elektronik um den E510, die After-Touch-Elektronik, den MIDI-Eingang und den Microcontroller-Teil.

2.1. Basisplatine

Diese beinhaltet:

Stromversorgung (mit externem Steckernetzteil)
 Keyboard-Abfrage-Einheit mit E510 für Diodenmatrixtastatur mit 88 Tasten
 MIDI-Eingangs-Elektronik (Optokoppler)
 After-Touch-Elektronik
 Prozessoreinheit mit Microcontroller SAB80535, EPROM, akkugepuffertem CMOS-RAM (6264)
 externe Ein/Ausgänge: Netzteileingang 7..12V/1A unstab., 1 x MIDI-Out, 1x MIDI-In, 6,3 mm Klinkenbuchsen-Eingänge für Doppelfußtaster und Fußregler, Steckverbindungen für Bedienungsplatine (34-polige Stiftleiste), Steckverbindung für Modulationsrad und Pitchbender (10-polige Stiftleiste), Anschluß für die After-Touch-Sensoren (3-poliger Anschluß zum Direktanlöten der Kabel), Verbindung zur Tastatur (40-polige Stiftleiste).

2.1.1. Prozessorteil (Basisplatine)

Der Prozessorteil ist rund um den Microcontroller SAB80535 aufgebaut. Diesen Baustein in allen Einzelheiten zu schildern würde den Rahmen dieser Bauanleitung sprengen. Wir verweisen hierzu auf entsprechende Literatur, die im Anhang angegeben ist. Es sollen nur die für die Schaltung notwendigen Details erwähnt werden.

Neben dem eigentlichen Mikroprozessor mit einem sehr umfangreichen Befehlssatz (u.a. auch Multiplikation und Division) enthält der SAB80535 zusätzlich folgende Einheiten:

6 bidirektionale 8-Bit-Ports P0...P5, wovon bei Verwendung von externem RAM und EPROM noch 4 zur freien Verfügung übrig bleiben, da P0 und P2 in diesem Fall als Daten und Adressbus arbeiten
 Serielle Schnittstelle (Ein/Ausgang) mit programmierbarer Baudrate und Übertragungsprotokoll, voll duplex
 8 analoge Eingänge mit 8-fach-Multiplexer, Sample&Hold und 8-Bit-Analog-Digital-Wandler, programmierbare Referenzspannungen
 3 16-Bit-Timer
 16-Bit-Watchdog-Timer
 6 externe Interrupt-Eingänge
 4 pulsbreitenmodulierbare Ausgänge (Compare/Capture) mit 16 Bit Auflösung
 12 Interrupt-Quellen (7 externe, 5 interne)
 4 Interrupt-Ebenen
 256 Byte internes RAM
 max. 64 kByte Programmspeicher (mit externem EPROM)
 max. 64 kByte Datenspeicher (mit externem RAM)

Die Aufzählung der Eigenschaften des SAB80535 läßt erkennen, daß es sich um einen sehr komplexen Controller-Baustein handelt. Bei Verwendung eines herkömmlichen Mikroprozessors wären eine Reihe von Peripheriebausteinen erforderlich, um dies alles zu ermöglichen.

Obwohl nicht alle Einheiten des SAB80535 beim LMK3 zum Einsatz kommen, so finden doch die meisten Verwendung:

Die Ports P0 und P2 dienen der Ansteuerung von Programmspeicher (EPROM) und Datenspeicher (akkugepuffertes RAM).

4 Bits des Port P1 (P1.0...P1.3) sind in der Lage wahlweise in der Pulsbreite einstellbare Rechtecksignale zu erzeugen oder als externe Interrupt-Eingänge zu arbeiten. P1.4 ist als weiterer externer Interrupt-Eingang zu verwenden, die restlichen Bits von Port 1 dienen für verschiedene Timerfunktionen. Werden die genannten Funktionen nicht benötigt, so arbeitet P1 als normaler 8-Bit-Parallelport. P1 wird in der Grundversion 1.0 des LMK3 nicht verwendet und ist für eventuelle spezielle zukünftige Aufgaben reserviert (z.B. zur Erzeugung eines softwaregesteuerten Kontrastes des LC-Displays über P1.0).

Die 8 Bits des Ports P3 haben ebenfalls spezielle Funktionen. P3.0 und P3.1 sind Ein- und Ausgang der seriellen Schnittstelle. P3.2 und P3.3 sind externe Interrupt-, P3.4 und P3.5 Timer-Eingänge. P3.6 arbeitet als Schreibsignal (WR) für das externe Daten-RAM, P3.7 als Lesesignal (RD). Werden die genannten Funktionen nicht benötigt, so arbeitet P3 als normaler 8-Bit-Parallelport. Im LMK3 werden verwendet P3.0 und P3.1 für MIDI-In (vom E510) und Out, P3.3 und P3.4 für die Abfragung des externen Doppelfußschalters, sowie P3.6 und P3.7 zur Ansteuerung des CMOS-RAM.

Die Ports P4 und P5 haben keine alternativen Funktionen, sondern arbeiten "nur" als normale 8-Bit-Parallelports. Sie werden im LMK3 als interner 8-Bit-Datenbus (P4) und 8-Bit-Adressbus (P5) für die Ansteuerung der Bedienungs- und Anzeigeelemente auf der Bedienungsplatine verwendet.

Den 8 Analogeingängen AN0...AN7 sind im LMK3 folgende Bedienungselemente zugeordnet:

AN0: Rad 1 (selbstrückstellend)
AN1: Rad 2 (nicht selbstrückstellend)
AN2: externer Fußregler 2 (hier kann ein zweites externes Potentiometer angeschlossen werden, es ist jedoch auf der Platine hierfür keine Buchse vorgesehen, die Verdichtung zum Potentiometer bzw. zur Buchse muß ggf. in freier Verdrahtung erfolgen)
AN3: externer Fußregler 1 (hier kann ein externes Potentiometer in Form eines Fußreglers angeschlossen werden, eine Klinkebuchse hierfür ist auf der Platine vorhanden)
AN4: Flachbahnregler 1 (frei programmierbar)
AN5: After-Touch
AN6: Flachbahnregler 2 (frei programmierbar)
AN7: Frontplattenpotentiometer 3 (Drehpoti, Data-Regler)

AN0 und AN1 sind mit 2 Potentiometern verbunden, die in Form von Handrädern links neben der Tastatur angebracht sind. AN4, AN6 und AN7 sind an 3 Potentiometer P3, P4 und P5 angeschlossen, die sich an der Frontplatte des LMK3 befinden. P3 und P4 sind als Flachbahnregler, P5 als Drehpotentiometer ausgeführt.

AN3 wird standardmäßig an eine Klinkebuchse geführt, an die ein Fußregler (Potentiometer) angeschlossen werden kann.
Alle Potentiometer werden zwischen AGND (analogue ground) und AREF (analogue reference) angeschlossen, was im vorliegenden Fall mit Masse und +5V identisch ist.

Welche MIDI-Funktion (z.B. Pitch-Bend, Modulation, Volumen) dem betreffenden Bedienelement bzw. dem After-Touch-Sensor zugeordnet ist, kann vom Benutzer in der Software selbst festgelegt werden. Ausgenommen hiervon ist nur der Data-Regler, der fest für Dateneingabe (z.B. MIDI-Kanal, Buchstaben des Preset-Namens etc.) vorgesehen ist.

AN2 wird standardmäßig nicht verwendet, kann jedoch auf eine analog zu BU4 frei verdrahtete Klinken-Buchse gelegt werden, so daß insgesamt 2 Fußtaster (bzw. ein Doppelfußtaster) und 2 Fußregler angeschlossen werden können. Ein 3-poliges Anschlußfeld hierfür ist vorhanden. Von der Software wird AN2 bereits unterstützt.

Im folgenden werden die Schaltungsdetails besprochen, falls Sie dies nicht interessiert, können Sie gleich bei Bestückung und Test weiterlesen.

P0 arbeitet als 8-Bit-Datenbus im Zeitmultiplex mit den unteren 8 Bit des Adress-Busses. Das Signal ALE (Adress Latch Enable) zeigt an, wenn Adressdaten anliegen und im 8-Bit-Latch (IC2, 74HC573) zwischengespeichert werden. Zu diesem Zweck sind die 8 Bits von P0 auf die Eingänge von IC2 und das ALE-Signal auf dessen Enable-Eingang geführt. Die 8 höherwertigen Bits der Adresse werden von P2 geliefert. Der Adressbus für EPROM (IC3) und RAM (IC4) setzt sich also aus den 8 Ausgängen von IC2 (unteres Adressbyte) und P2 (oberes Adressbyte) zusammen.

Sobald das untere Adressbyte in IC2 zwischengespeichert ist, arbeitet P0 als Datenbus und ist direkt auf die Datenleitungen D0...D7 von EPROM (IC3) und RAM (IC4) geführt.

Das Lesesignal des SAB80535 für externe Programmdateien ist /PSEN. Dieses Signal wird daher direkt mit dem Output Enable Anschluß (/OE) des EPROMs (IC3) verbunden.

Das Lesesignal für den Datenspeicher ist /RD und wird auf den Output Enable Eingang (/OE) des RAM (IC4) geführt. Das Schreibsignal für den Datenspeicher ist /WR und ist mit dem Write Enable Eingang (/WE) des RAM (IC4) verbunden.

Da die Schaltung für verschiedene EPROM-Typen von 2764 bis 27512 entwickelt wurde, sind 2 Brücken zu beachten, die den EPROM-Typ festlegen. Die erste Brücke (J1) bestimmt das Signal, das auf den Pin 27 des EPROMs gelangt. Bei den EPROM-Typen 2764 und 27128 ist dies +5V, daher wird in diesem Fall J1a gesetzt. Bei den EPROMs 27256 und 27512 ist dies der Adresseingang A14, daher wird nun J1b benötigt.

Die zweite Brücke (J2) bestimmt das Signal, das auf den Pin 1 gelangt. Bei den EPROMs 2764, 27128 und 27256 ist dies der Anschluß Vpp. Bei einigen Herstellern muß dieser Pin auf "1" gelegt werden, bei anderen auf "0". Wird "1" benötigt, so ist J2a zu setzen, andernfalls J2b. Dies verbindet Pin 1 mit A15, das aber immer auf "0" liegt, sofern nur die untere Hälfte des Adressbereichs (d.h. unter 32kByte) angesprochen wird und dies ist bei den EPROMs bis zum 27256 immer der Fall. Bei Verwendung eines 27512 liegt an Pin 1 die Adressleitung A15, auch in diesem Fall ist also J2b zu setzen.

Bis zur Software Version 3.0 wird ein EPROM vom Typ 27128 verwendet, ab der Software 4.0 ist ein 27256 oder 27512 erforderlich.

Die Taktfrequenz - im vorliegenden Fall 12MHz - wird vom Quarz X1 in Verbindung mit den beiden Kondensatoren C1 und C2 erzeugt. Aus den 12MHz läßt sich softwaremäßig eine Übertragungsrate von 31.25 kHz für die serielle Schnittstelle ableiten, wie für MIDI benötigt.

Der Vbb-Anschluß muß gemäß Hersteller-Unterlagen mit einem Kondensator (C3) 470pF...1nF gegen Masse beschaltet werden.

Der Reset-Eingang wird über den Spannungswächter IC5 (s.u.) angesteuert.

Die Portleitungen von P1, P4, P5 und die Analogeingänge AN4...7 sind auf die 34-polige Stiftleiste ST1 (Verbindung zur Bedienungsplatine) geführt.

Alle 8 Analog-Eingänge AN0...7 sind zusätzlich auf eine 10-polige Stiftleiste P2 gelegt. Von hier erfolgt die Verdrahtung von AN0 und AN1 zu den beiden Rädern links neben der Tastatur.

Der an BU5 anschließbarer Doppelfußtaster wird über P3.3 und P3.4, der an BU4 anschließbare Fußregler (Potentiometer) über AN3 abgefragt. Der hintere Anschluß der Klinkenbuchse BU4 (Fußregler) ist nicht direkt, sondern über einen Widerstand von 1k (R34) mit +5V verbunden. Dieser Vorwiderstand verhindert einen Kurzschluß zwischen Masse und +5V, falls in die Buchse für den Fußregler versehentlich der Fußschalter (Ruhekontakt!) eingesteckt wird. Für den optional anschließbaren zweiten Fußregler ist bereits ein 3-poliges Anschlußfeld vorgesehen (zwischen IC11 und R35, bezeichnet mit "FC2"). Der hierfür erforderliche Vorwiderstand (R35, 1k) ist bereits auf der Platine.

MIDI-In/Out

Der serielle Ausgang des SAB80535 (TxD, P3.1) gelangt über I1...I3, die als Puffer für das MIDI-Out-Signal dienen, auf die MIDI-Ausgangsbuchsen BU2 und BU3.

Ab der LMK3-Software 3.0 oder in der Controller-Version (alle Software-Versionen) wird eine der beiden MIDI-Buchsen (BU2) als MIDI-In beschaltet. Für alle älteren Software-Versionen (1.0X, 2.0X) werden beide MIDI-Buchsen als MIDI-Out beschaltet. Der Grund hierfür liegt darin, daß ab der Software 3.0 ein MIDI-Dump (Send & Receive) möglich ist und daher ein MIDI-Eingang benötigt wird, um Daten in das LMK3 zu laden.

Im Falle der Controllerversion wird die Tastaturabfragung rund um den E510 nicht bestückt, sondern der externe MIDI-Eingang benutzt, der das serielle Eingangssignal für den Microcontroller liefert.

Wird BU2 als MIDI-In beschaltet, so entfallen die Widerstände R28 und R29. Stattdessen werden die eingerahmten Bauteile R30, D3 und IC13 eingebaut. IC13 ist ein Optokoppler, der gemäß MIDI-Norm mit R30 und D3 beschaltet ist. Sein Ausgang ist vom Open-Collector-Typ und wird mit einem Pull-Up-Widerstand R27 gegen +5V beschaltet. Dies ist übrigens derselbe Widerstand der auch für die korrekte Beschaltung des MIDI-Ausgangs von IC6 (E510, siehe weiter unten) verwendet wird.

Werden beide MIDI-Buchsen als MIDI-Out beschaltet, so entfallen R30, D3 und IC13, stattdessen werden R28 und R29 bestückt.

Da der MIDI-Ausgang von IC6 und der Ausgang von IC13 beides Open-Collector-Typen sind, kann es bei gleichzeitiger Beschaltung des E510 und des Optokopplers schaltungstechnisch zu keinen Problemen kommen. Es darf jedoch jeweils nur eine der beiden Quellen MIDI-Daten senden, da es sonst zu Datenfehlern auf dem seriellen Eingang des SAB80535 kommt. Dies bedeutet, daß entweder hardwaremäßig dafür gesorgt wird, daß nur einer der beiden Sender physikalisch vorhanden ist (d.h. IC6 oder IC13 ist bestückt) oder man muß unbedingt darauf achten, daß während einer externen MIDI-In-Verbindung auf der Tastatur des LMK3 nicht gespielt wird! Die Beschaltung der zweiten MIDI-Buchse als MIDI-In sollte daher nur ab der LMK3-Software 3.0 oder in der Controllerversion des LMK3 vorgenommen werden. Beachten Sie auch die diesbezüglichen Hinweise in der Bedienungsanleitung zu der Software 3.0.

Speicherschutzschaltung

Die Stromversorgung und Speicherschutzschaltung des CMOS-RAMs (IC4) sind rund um den Akku A1 und den Spannungswächter-Schaltkreis IC5 aufgebaut. Ist das Gerät im Betrieb, so erfolgt die Stromversorgung des RAMs über D1 direkt aus der +5V-Versorgung. Gleichzeitig wird der Akku A1 über R1 ständig nachgeladen. Sinkt die +5V-Versorgung beim Ausschalten unter 2.4V, so wird das RAM über D2 vom Akku versorgt. Die Stromaufnahme des RAM ist in diesem Zustand so gering, daß der Akku über Monate hinweg die Datensicherung im RAM gewährleistet.

Alleine die Sicherstellung der Stromversorgung reicht jedoch nicht aus, um den Erhalt aller Daten im RAM zu gewährleisten. Während des Ein- und Ausschaltvorganges muß sichergestellt sein, daß nicht auf Grund undefinierter Zustände von Daten-, Adress- und Steuerleitungen fehlerhafte Daten ins RAM gelangen. Die ("1"-aktive) Chip-Select-Leitung CS2 der RAMs wird dazu benutzt, das RAM in den nicht selektierten Zustand zu bringen, bevor fehlerhafte Daten ins RAM gelangen können.

Der Spannungswächter-Baustein IC5 (TL7705) erzeugt nach dem Einschalten an seinem Reset-Ausgang ein "1"-Signal, das direkt mit dem Reset-Eingang des SAB80535 verbunden wird. Der Reset-Ausgang ist vom Open-Collector-Typ, daher muß er noch mit einem Pull-Up-Widerstand R2 beschaltet werden. Die Verzögerungszeit, mit der das Reset-Signal erscheint, ist mit C5 (=Ct des 7705) veränderbar.

Leider produziert der TL7705 beim Ein- und Ausschalten zusätzlich zu den im Datenblatt angegebenen Daten auch einen positiven Störimpuls mit ca. 2.5 V Amplitude, sobald die Versorgung unter etwa 3V sinkt. Wird der CS2-Eingang direkt mit dem Reset-Ausgang des 7705 verbunden, so sind sporadische Datenfehler im RAM die Folge. Daher wurde die Schaltung rund um den TL7705 um einige "Feinheiten" erweitert.

Zunächst wird der TL7705 nicht direkt aus den +5V versorgt, sondern über D5 und einen Haltekapazitor C10. Dieser Kondensator bewirkt, daß die Versorgung des TL7705 auch noch einige Zeit nach dem Abschalten der +5V anliegt und der IC noch eine ausreichend lange Zeit korrekt arbeitet. Leider ist diese Maßnahme aber noch nicht ausreichend, da Störimpulse beim Einschalten der Versorgung noch immer hin und wieder einige Speicherstellen des RAMs ändern können. Daher wurde zusätzlich der Spannungsteiler R3/R4 in die Leitung zum CE2-Eingang des RAMs eingebaut. Dieser Spannungsteiler hat folgenden Zweck: Die Spannungsschwelle, die das RAM noch als "1" interpretiert, liegt (laut Datenblatt) bei 2.2V. Der 2.5V-Störimpuls wird auf ca. 1.2V abgeschwächt und ist nicht mehr relevant. Andererseits wird das 5V-Reset-Signal nur etwa auf 2.5V abgeschwächt, liegt also noch immer über den 2.2V, die das RAM zur Erkennung von "1" benötigt. Diese Art der Datensicherung hat sich in zahlreichen Messung bewährt. Auch nach mehreren Hundert Ein-/Ausschaltvorgängen war keinerlei Datenverlust festzustellen.

Über den externen Reset-Eingang des TL7705 kann über einen Taster, der gegen Masse schaltet, ein Reset von Hand ausgelöst werden. Dies ist jedoch nur in der Testphase erforderlich, um nicht jeden Reset durch Aus-/Einschalten der Versorgung erzeugen zu müssen.

2.1.2. Keyboard-Teil

Die Keyboard-Abfrage ist rund um den MIDI-Spezial-IC E510 (IC6) aufgebaut. Dieser Baustein wurde speziell für die Abfragung von dynamischen Tastaturen entwickelt und liefert an seinem seriellen Ausgang bereits ein MIDI-Signal, das jedoch nur die Noteninformationen (Note On/Off mit Dynamik) enthält, und keinerlei Controller-Daten wie z.B. Programm-Nummer, Pitch-Bend, Modulation usw. Außerdem sendet der E510 nur auf Kanal 1 oder 2, ein Splitpunkt ist (ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand) nicht zu realisieren.

Die Funktionsweise des E510 soll hier kurz erläutert werden. Für weitergehende Informationen verweisen wir auf das Datenblatt, das Sie bei uns auf Wunsch kostenlos erhalten.

Der E510 hat 7 Adressausgänge (A0...A6), welche die bis zu 128 anschließbaren Tasten in der üblichen binären Zählweise adressieren. Die beiden Eingänge BS und BE dienen der Rückmeldung, ob die durch A0...A6 adressierte Taste gerade gedrückt ist. BE hat dabei die Funktion des durchgehenden Ruhekontaktes (Ruhesammelschiene), BS die des durchgehenden Arbeitskontaktes (Arbeitssammelschiene). Der Begriff Sammelschiene kommt aus dem elektronischen Orgelbau. Die von der Klaviatur mechanisch betätigten Kontaktfedern werden beim Betätigen einer Taste auf durchgehende Silber- oder Golddrähte gedrückt, wodurch eine elektrische Verbindung zwischen Sammelschiene und Tastenkontakt entsteht. Der E510 benötigt zwei dieser Sammelschienen (BE und BS), um aus der Zeitdifferenz zwischen Öffnen des Ruhekontaktes und Schließen des Arbeitskontaktes die Dynamikinformation abzuleiten.

Es sind 3 Schaltzustände zu unterscheiden:

Die adressierte Taste ist nicht gedrückt, d.h. sie befindet sich im Ruhezustand, der Ruhekontakt ist geschlossen, der Arbeitskontakt offen
Die Taste wurde gedrückt, der Kontakt ist gerade unterwegs vom Ruhe- zum Arbeitskontakt, beide Kontakte sind offen
Die Taste ist gedrückt, d.h. der Arbeitskontakt ist geschlossen, der Ruhekontakt offen.

Aus der Zeit, die vom Öffnen des Ruhekontaktes bis zum Schließen des Arbeitskontaktes vergeht, wird der Wert für die Anschlagdynamik abgeleitet. Intern beginnt beim Öffnen des Ruhekontaktes ein Zähler von 127 an rückwärts zu zählen und stoppt, wenn der Arbeitskontakt schließt. Der Zählerstand ist dann ein direktes Maß für die Anschlagdynamik.

Da beim LMK3 eine Tastatur mit einer Diodenmatrix (organisiert zu 8x11) verwendet wird, kann eine Taste nicht einfach durch Ausdekodierung der Adressen A0...A6 mit Multiplexern abgefragt werden. Es müssen die speziellen Gegebenheiten der Matrix berücksichtigt werden. Hierzu sind die integrierten Schaltungen IC7...11 erforderlich.

Die 3 niederwertigen Adressen A0...A2 adressieren einen Demultiplexer mit aktiv "1" Ausgängen vom Typ 74HC237 (IC9). Die 8 Ausgänge dieses Bausteins legen eine der mit G1...G8 bezeichneten Sammelleitungen der Keyboard-Matrix auf annähernd positives Versorgungspotential.

Die 4 höherwertigen Adressen A3...A6 adressieren die beiden Demultiplexer mit aktiv "0"-Ausgängen vom Typ 74HC138 (IC7, IC8). Die Ausgänge (Y0...Y7) dieser Bausteine sind über je 2 1k-Widerstände (R5...R26) mit den Teilsammelschienen verbunden. Jeweils ein Widerstand ist mit der betreffenden Arbeits-Teilsammelschiene (A1...A11), der zweite mit der Ruhe-Teilsammelschiene (R1...R11) verbunden. Jeweils alle Arbeits-, bzw. Ruhe-Teilsammelschienen sind auf ein Mehrfach-Nand-Gatter vom Typ 74HC133 (IC10, IC11) geführt. Die Ausgänge der Nand-Gatter sind mit den Sammelschienen-Eingängen BE und BS des E510 verbunden.

Ist die durch die Adressen des E510 adressierte Taste gedrückt, so liegt an der zugehörigen Arbeits-Teilsammelschiene (A...) "1" an, da diese über das "1"-Signal der betreffenden Sammelleitung (G...) auf positives Potential gezogen wird. Die Ruhe-Teilsammelschiene dieser Taste wird jedoch nicht auf "1" gezogen, da der Ruhekontakt offen ist. Da am zugehörigen Y-Ausgang des Multiplexer-Bausteins 74HC138 (IC7 oder IC8) jedoch "0" anliegt, führt die Ruhe-Teilsammelschiene "0"-Potential.

Bei nicht gedrückter Taste sind die Vorgänge genau umgekehrt, d.h. die betreffende Ruhe-Teilsammelschiene (R...) wird auf "1", die Arbeits-Teilsammelschienen auf "0" gezogen, solange die betreffende Taste adressiert ist.

Von allen 22 Teilsammelschienen kann also zu einem Zeitpunkt immer nur eine auf "0" sein. Bei nicht gedrückter Taste ist die Arbeits-Teilsammelschiene, bei gedrückter Taste die Ruhe-Teilsammelschiene, die zu der adressierten Taste gehört, auf "0", alle anderen auf "1". Falls ein Kontakt gerade "unterwegs" ist, sind alle Teilsammelschienen zum Abfragezeitpunkt auf "1".

Die Mehrfach-Nand-Gatter IC10 und IC11 fassen jeweils alle Arbeits-(IC11), bzw. Ruhe-Teilsammelschienen (IC10) zusammen und führen das so gewonnene Signal den Sammelschienen-Eingängen BS und BE des E510 zu, an denen nun genau die vom E510 benötigten Signale anliegen.

Über den Eingang C0 kann der MIDI-Kanal, auf dem der E510 sendet, zwischen Kanal 1 und 2 umgeschaltet werden. Beim LMK3 wird dieser Eingang fest auf Masse gelegt, so daß der E510 immer auf Kanal 1 sendet. Die Umwandlung auf andere Kanäle, andere Transponierungen, Splitpunkte usw. erfolgt im SAB80535.

Ansonsten benötigt der E510 kaum externe Bauteile, nur ein 4MHz Quarz mit 2 Kondensatoren für den Taktoszillator sind noch erforderlich.

Der MIDI-Ausgang SO des E510 ist ein Open-Collector-Ausgang und muß noch mit einem Pull-Up-Widerstand (R27) gegen +5V beschaltet werden. Der MIDI-Ausgang des E510 wird direkt mit dem seriellen Eingang P3.0 (= RxD) des SAM80535 verbunden.

Normalerweise wird die LMK3-Elektronik mit eigener Tastatur betrieben. Die Schaltung rund um den E510 wird daher voll bestückt.

Bei Verwendung der Platine als MIDI-Controller (ohne eigene Tastatur) wird Bu2 als MIDI-In verdrahtet (R28, R29 entfallen, R30, D3 und IC13 werden bestückt). Daher kann die LMK3-Elektronik als Keyboard-Elektronik oder nur als MIDI-Controller mit externem MIDI-Eingang verwendet werden. In der Controllerversion werden nur Note On und Note Off-Befehle auf MIDI-Kanal 1 verarbeitet.

Die Keyboard-Elektronik um den E510 und die MIDI-In-Buchse werden ab der Software 3.0 auch beim LMK3 als Masterkeyboard gleichzeitig beschaltet. Es muß jedoch dafür Sorge getragen werden, daß nicht beide Quellen gleichzeitig senden! D.h. beim Spiel auf dem Keyboard dürfen keine MIDI-Daten auf der externen Buchse erscheinen (am besten Kabel zur MIDI-In-Buchse abziehen). Andererseits darf nicht auf dem Keyboard gespielt werden, wenn externe MIDI-Daten auf der MIDI-In-Buchse anliegen.

2.1.3. After-Touch-Elektronik

Unter After Touch versteht man eine MIDI-Steuerfunktion, welche dem auf die Tastatur ausgeübten Druck nach Betätigen einer oder mehrerer Keyboard-Tasten entspricht. Man unterscheidet Channel After Touch (MIDI Status D0) und polyphonen After Touch (MIDI Status A0).

Beim Channel After Touch wird der Druck integral über die gesamte Tastatur gemessen. Hier ist nur eine Druckmessung des auf die gesamte Tastatur ausgeübten Drucks erforderlich. Es wird ein Status Byte (hexadezimal Dn, n steht für den MIDI-Kanal 0...F) gefolgt von einem Datenbyte (dem Druckwert, hexadezimal 00...7F) über MIDI gesendet.

Beim polyphonen After Touch befindet sich unter jeder Keyboard-Taste ein eigener Drucksensor, so daß der auf jede einzelne Taste ausgeübte Druck gemessen wird. Es wird über MIDI ein Status Byte (hexadezimal An, n steht für den MIDI-Kanal 0...F) gefolgt von 2 Datenbytes (Tasten-Nummer 00...7F und Druckwert 00...7F) gesendet. Letztere Art des After Touch findet man auf Grund der erforderlichen Aufwands (es werden 88 Drucksensoren mit Auswertelektronik, Analogmultiplexer und AD-Wandler benötigt) nur bei den Masterkeyboards der oberen Preisklasse. Außerdem gibt es nur wenig preiswerte Expander, die diese Information verarbeiten können.

Der LMK3-After-Touch ist ein Channel After Touch. Die Schaltung wird in folgenden besprochen. Falls Sie die Schaltung nicht interessiert, können Sie gleich bei Aufbau und Montage weiterlesen.

Als Drucksensoren werden preiswerte Piezo-Scheiben verwendet. Diese Bauelemente geben auf Druck Ladungen ab. Wird der Druck zurückgenommen, werden die Ladungen wieder zurückgezogen.

Im Prinzip müsste ein Piezo-Sensor also nur mit einem entsprechend dimensionierten Kondensator beschaltet werden, der sich bei Druckausübung auf die gewünschte Spannung (z.B. +5V) auflädt und wieder entlädt, wenn der Druck zurückgenommen wird.

Leider liegen die Verhältnisse nicht ganz so einfach, da Piezo-Sensoren sehr hochohmige Bauelemente sind und eine derartige Schaltung nicht belastbar wäre.

Man muß also zunächst dafür sorgen, daß die Kondensatorspannung (an C16, siehe Schaltbild) gepuffert wird. Hier würde ein nichtinvertierender Operationsverstärker (IC15) in der Elektrometerschaltung im Prinzip bereits das gewünschte Ergebnis liefern. Die Piezo-Sensoren sind jedoch so hochohmig, daß ein herkömmlicher Operationsverstärker (auch JFET-Typen wie z.B. TL081) die Schaltung bereits zu stark belasten würde. CMOS-Operationsverstärker aus der LinCMOS-reihe von Texas Instruments besitzen Eingangsimpedanzen in der Größenordnung von 1000 Giga-Ohm (10¹² Ohm) und sind für die Pufferung der Kondensatorspannung in der vorliegenden Anwendung optimal. Außerdem haben diese Operationsverstärker den Vorteil, daß sie direkt an Masse/+5V betrieben werden können und dennoch bis herunter zu 0V angesteuert werden können. Bei herkömmlichen Operationsverstärkern liegt die tiefstmögliche Ausgangsspannung meist 1.5V über der negativen Versorgungsspannung.

Die obere Aussteuerungsgrenze des TLC271 hat bei +5V Versorgungsspannung einen Wert von ca. +3.8V. D.h. die von der After-Touch-Schaltung abgegebene Spannung liegt also im Bereich 0...3.8V. In der Software wird zusätzlich der Bereich unter etwa 0.6V unterdrückt, da Spannungen im Bereich 0...0.6V von der After-Touch-Elektronik bereits bei sehr leichten Tastenbetätigungen ohne zusätzlichen Druck und bei leichten Stößen gegen das Gehäuse zustande kommen können.

Die Software wandelt durch geeignetes Setzen der Referenzspannungen für den internen AD-Wandler den Spannungsbereich von ca. 0.6...3.8V in After-Touch-Werte 1...127 (dezimal), bzw. 00...7F (hexadezimal) um.

Auch die LinCMOS-Operationsverstärker haben Leckströme in pA-Bereich, die den Kondensator C16 über einen längeren Zeitraum hinweg aufladen könnten, ohne daß auf den Piezo-Sensor Druck ausgeübt wird. Es muß also dafür gesorgt werden, daß die Schaltung den Kondensator automatisch entlädt, wobei die Entladezeit im Minutenbereich liegen sollte. Bei einer derart langen Zeitkonstante sind die Entladefehler der After Touch Spannung zu vernachlässigen. Nur bei einem gleichbleibenden Druck auf die Tastatur über Minuten hinweg würde die After Touch Spannung absinken, ohne daß der Druck weggenommen wurde. Für die Spielpraxis ist dieser Fall wohl ohne Belang.

Die Entladeschaltung sorgt gleichzeitig dafür, daß eventuelle Störimpulse (z.B. beim Einschalten), die den Kondensator C16 aufladen können, sich langfristig nicht auswirken.

Eine einfache Möglichkeit der Entladung wäre das Parallelschalten eines sehr hochohmigen Widerstandes (im Giga-Ohm-Bereich) parallel zu C16. Da derartig hohe Widerstandswerte kaum zu bekommen sind und bereits in der Größenordnung der Isolationswiderstände der Platine liegen, wurde eine andere Schaltung gewählt. Man entlädt C16 nicht gegen Masse, sondern gegen eine Spannung, die geringfügig unter der Kondensatorspannung selbst liegt. Am Ausgang von IC15 steht die an C16 anliegende Spannung gepuffert zur Verfügung. Mit dem Spannungsteiler R39/R37 wird eine Spannung erzeugt, die bei ca. 90% der Kondensatorspannung liegt. Über R38 wird der Punkt, an dem diese Spannung anliegt, mit C16 verbunden. C17 unterdrückt kurzfristige Störspannungen und glättet die Hilfsspannung über R37.

Über den passiven Tiefpaß R36/C18 wird die After Touch Spannung auf den Anschluß AN5 des Microcontrollers geführt. Der Tiefpaß glättet durch Einstreuung verursachte Stör- und Brummspannungen, die auf Grund des extrem hohen Eingangswiderstandes der Schaltung auftreten können.

Da ein einziger Piezo-Sensor nicht in der Lage wäre, den Druck über die gesamte Tastaturlänge hinweg richtig zu messen, werden mehrere der Sensoren parallel geschaltet und gleichmäßig unter der Tastatur verteilt. Die Verbindung zwischen Basisplatine und Sensoren sollte von der Basisplatine aus sternförmig und auf Grund der hochohmigen Eingangsschaltung mit abgeschirmten Leitungen erfolgen.

Der in der Schaltung eingezeichnete Kondensator C19 ist normalerweise nicht erforderlich. Es hat sich jedoch gezeigt, daß einige Typen von Piezo-Sensoren bereits ohne daß Druck ausgeübt wird eine Spannung abgeben. Dies äußert sich dadurch, daß die After-Touch-Spannung im Ruhezustand (d.h. ohne daß auf einen Sensor Druck ausgeübt wird) einen positiven Wert annimmt (bzw. "hochläuft"). In diesem Fall ist C19 erforderlich. Er koppelt von den Piezos verursachte Gleichspannungsanteile ab, läßt jedoch durch Druckänderung verursachte Spannungsänderungen passieren. C19 befindet sich nicht auf der Platine, sondern wird - sofern erforderlich - in der Leitung zwischengeschaltet.

2.2. Bedienungsplatine

Auf der Bedienungsplatine befinden sich alle Bedienungs- und Anzeigeelemente des LMK3. Dies sind:

2-zeiliges, 16-stelliges LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung

2 Tastengruppen zu je 8 Tastern ohne LEDs

Tastengruppe mit 8 Tastern mit LEDs

Trimpotentiometer für LCD-Kontrast

Trimpotentiometer für LCD-Hintergrundbeleuchtung

Außerdem befinden sich auf der Bedienungsplatine die Anschlüsse für die drei Frontplattenpotentiometer (P3, P4, P5) in Form der 16-poligen Stiftleiste ST7.

Die Verbindung zur Basisplatine wird über die 34-polige Stiftleiste ST1 mit einem 34-poligen Flachkabel mit aufgedruckten Steckverbindern in Schneid/Klemm-Technik hergestellt.

Die Ansteuerung der Bedienungs- und Anzeigeelemente erfolgt über einen durch die beiden Ports P4 und P5 simulierten jeweils 8 Bit breiten Daten- (P4) und Adress-Bus (P5).

Bemerkung: Die Ports des SAB80535 werden vom Hersteller mit P0...P5 bezeichnet, bitte verwechseln sie dies nicht mit den Potentiometerbezeichnungen, die ebenfalls P1...P5 lauten.

Der Datenbus P4 ist mit allen Datenein- und -ausgängen der Ein-/Ausgabe-Bausteine (L1, IC1...4) verbunden. Es ist zwischen Registern zu unterscheiden, die beschrieben werden (Register vom "write"-Typ, IC4 = 74HC574) und solchen die gelesen werden (Register vom "read"-Typ, IC1, IC2, IC3 = 74HC541). Das LC-Display nimmt eine Sonderstellung ein, da es sowohl beschrieben, wie auch gelesen werden kann (näheres s.u.).

Die niederwertigste Adressleitungen (P5.0) ist nur auf den Register Select Eingang (RS) des LC-Display geführt. Mit ihr wird zwischen Instruktionen ("0") und Datenregister ("1") umgeschaltet. Es wird nicht der volle Adressbereich ausgenutzt, bei den höheren Adressen (IC1...IC4) ist der logische Zustand von P5.0 ohne Belang.

Die 4 nächsthöheren Adressen (P5.1...P5.5) sind auf den Demultiplexer IC5 (74HC138) geführt. Er ist für die Anwahl eines der 5 Register verantwortlich. Seine Y-Ausgänge (Y0...Y4) sind mit den Output Enable Eingängen (/OE) der Register vom "read"-Typ, bzw. mit den Clock/Enable Eingängen der Register vom "write"-Typ verbunden. Die Zuordnung der Adressen (P5) und Ausgänge Y0...Y7 von IC5 ist die folgende:

Adr.	Y..	Bauteil	Funktion	Register-Typ
A0	Y0	L1	LC-Display Instruction-Register	write
A1	Y0	L1	LC-Display Data-Register	write
A2	Y1	IC4	8 x LED (Tasten unter LC-Display)	write
A3	Y1	-	nicht verwendet	
A4	Y2	IC3	8 Taster (mit LEDs)	read
A5	Y2	-	nicht verwendet	
A6	Y3	IC2	8 Taster (ohne LEDs, obere Reihe)	read
A7	Y3	-	nicht verwendet	
A8	Y4	IC1	8 Taster (ohne LEDs, untere Reihe)	read

A9 bis A15 (Y4...Y7) werden nicht verwendet.

Jeweils 8 Taster werden über einen nichtinvertierenden Tristate-Treiber vom Typ 74HC541 (IC1, IC2, IC3) abgefragt. Die Eingänge A1...A8 jedes Treibers sind über Pull-Up-Widerstände in Form eines Widerstandsnetzwerkes (RA1, RA2, RA3) mit +5V verbunden, so daß ein nicht gedrückter Taster "1", ein gedrückter Taster "0" entspricht. Ist ein Treiber über den OE-Eingang angewählt, so sind die an den Eingängen A1...A8 anliegenden logischen Zustände auch auf den Datenbus (P4) gelegt. Andernfalls befinden sich die Ausgänge Y1...Y8 im hochohmigen Tristate-Zustand.

Die 8 Leuchtdioden D1...D8 werden über ein 8-faches D-Flip-Flop vom Typ 74HC574 (IC4) angesteuert. Die Widerstände R1...R8 begrenzen den Leuchtdiodenstrom. Die Anoden aller LEDs sind mit +5V verbunden, daher entspricht eine "0" einer leuchtenden LED, eine "1" einer dunklen LED. Der Grund für diese Art der Beschaltung ist, daß die 74HC-Ausgänge im "0"-Zustand mehr Strom liefern als im "1"-Zustand. Die am Datenbus (P4) anliegenden Daten werden bei der positiven Flanke des Clock-Signals (= Y1 von IC5) übernommen.

Das LC-Display wird ebenfalls ähnlich dem 74HC574 angesteuert, jedoch erfolgt hier die Datenübernahme bei der negativen Flanke des Enable-Signals EN (= Y0 von IC5).

Die niederwertigste Adresse des Adressbusses P4 liegt am Register Select Eingang (RS) des LC-Displays. Dieses Bit entscheidet, ob das Instruktionsregister (RS = "0") oder das Datenregister (RS = "1") beschrieben wird.

Der Eingang des LC-Displays mit der Bezeichnung Vee ist der Steuereingang für den LC-Kontrast. Er wird gemäß Applikation mit einem Potentiometer (P1) mit Vorwiderstand (R10) gegen +5V beschaltet, da die hier benötigte Spannung etwa im Bereich 0...1.5V liegt.

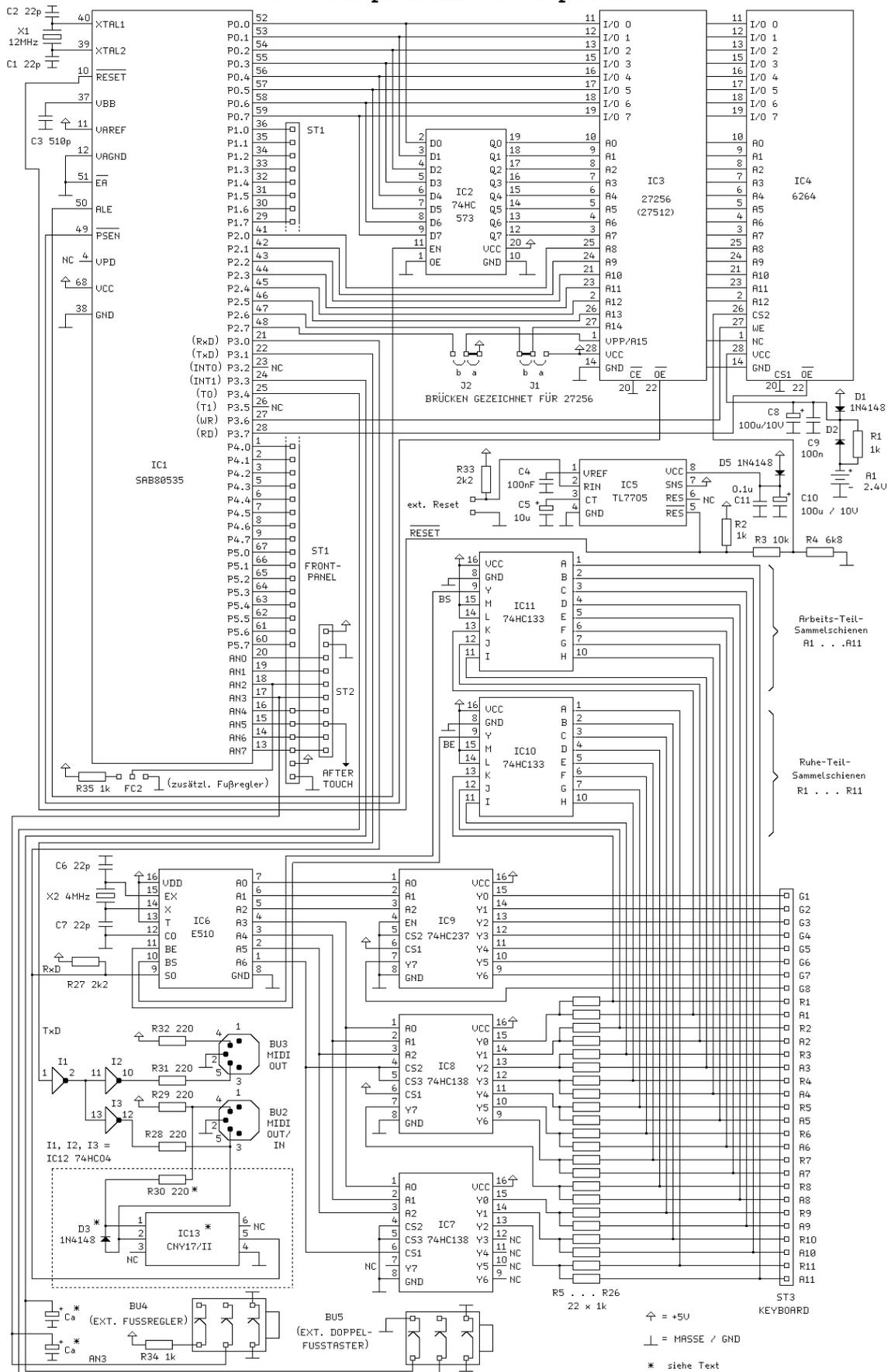
Der R/W-Eingang ist auf der Platine über eine dünne Leiterbahn mit Masse verbunden, d.h. das LC-Display wird standardmäßig nur beschrieben, nicht jedoch gelesen. Sollte sich herausstellen, daß für zukünftige Software-Versionen auch das Lesen des LCD-Inhaltes (insbesondere das Busy-Flag) erforderlich ist, so kann die Leiterbahn gegen Masse aufgetrennt werden und statt dessen R/W mit P5.7 verbunden werden. P5.7 steuert dann den R/W-Eingang des LC-Displays und schaltet zwischen Schreib- (= "0") und Lesebetrieb (= "1") um.

Das verwendete LC-Display ist mit einer LED-Hintergrundbeleuchtung ausgerüstet (Anschlüsse LED Anode, LED Kathode). Die interne LED ist intern mit einem Vorwiderstand zur Strombegrenzung ausgestattet. Über den Trimpotentiometer P2 kann Sie zusätzlich in der Helligkeit variiert werden.

Die auf der 34-poligen Stiftleiste ST1 anliegenden Analogeingänge AN4...7 sind auf eine weitere 16-polige Stiftleiste ST7 geführt, an der die drei Frontplattenpotentiometer P3, P4 und P5 an AN4, AN6 und AN7 angeschlossen werden. Die Kondensatoren C1...C4 unterdrücken etwaige Störungen auf den Potispannungen und sorgen für genügend Ladestrom der internen S&H-Einheit des SAB80535. Diese Kondensatoren sind übrigens doppelt vorhanden: auf der Basisplatine (4 x Ca, rechts neben C10/C11) und in Form von C1...C4 auf der Bedienungsplatine. Werden die 4 Kondensatoren Ca auf der Basisplatine bestückt, so entfallen C1...C4 auf der Bedienungsplatine (oder umgekehrt).

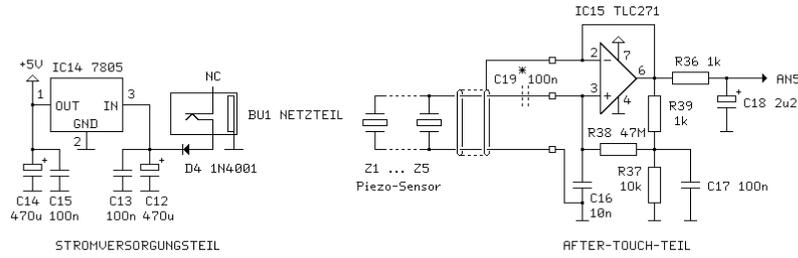
3. Schaltpläne

3.1. Schaltplan LMK3 Basisplatine

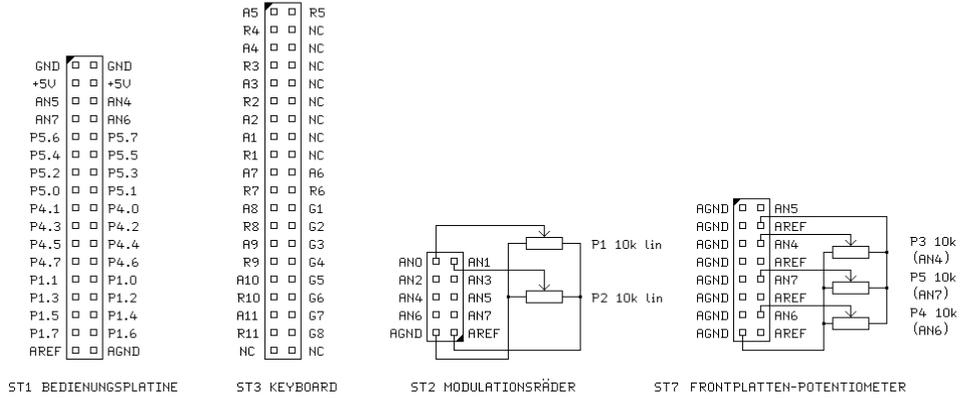


LMK3 V2 BASISPLATINE SCHALTBILD TEIL1: CONTROLLER UND KEYBOARD-ELEKTRONIK

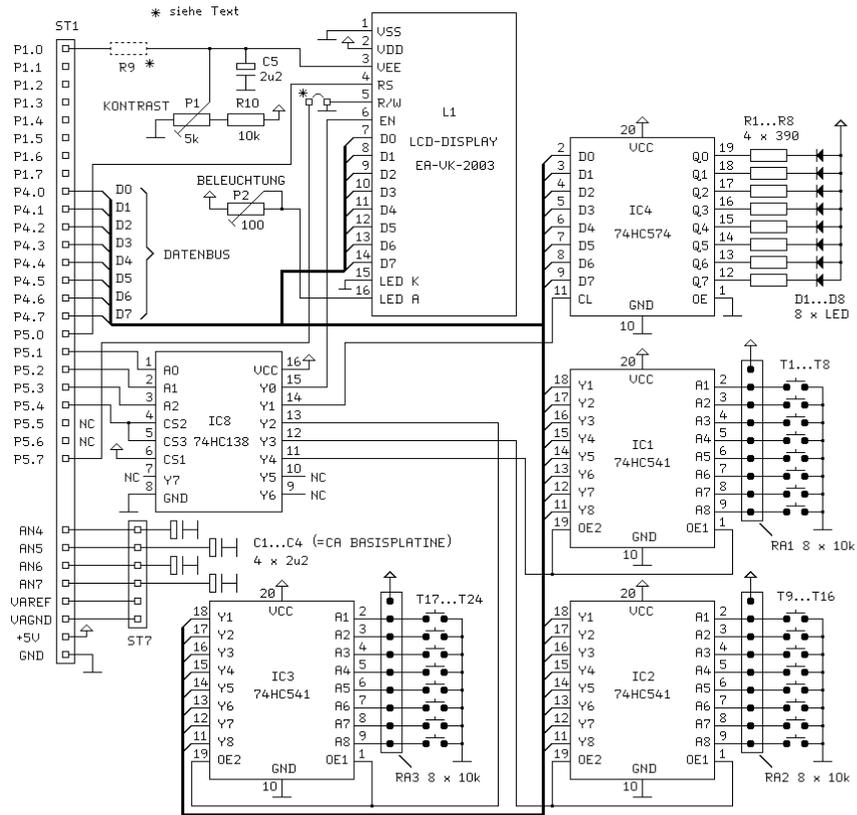
3.2. Schaltplan LMK3 Bedienungsplatine



LMK3 U2 BASISPLATINE SCHALTBIKD TEIL 2: STROMVERSORGUNG UND AFTER-TOUCH



LMK3 U2 BELEGUNG DER STIFTLLEISTEN



LMK3 U2 BEDIENTUNGSPLATINE SCHALTBIKD

4. Aufbau

Die LMK3-Elektronik wird auf 2 qualitativ hochwertigen doppelseitig durchkontaktierten Platinen mit Lötstoplack und Bestückungsdruck untergebracht. Wenn Sie die Schaltungen an Hand der Bestückungspläne und der Bauteilelisten aufbauen, so dürften eigentlich keine Schwierigkeiten auftauchen, wenn Sie die allgemeinen Aufbauhinweise für unsere Bausätze am Ende der Bauanleitung beachten. Erfahrene Elektroniker können diese Hinweise auslassen und gleich hier weiterlesen.

4.1. Spezielle Aufbauhinweise Basisplatine

Beim SAB80535 (IC1) erfolgt die Kennzeichnung über eine runde Vertiefung an der Gehäuse-Oberseite! Diese muß zur 34-poligen Stiftleiste hin zeigen. Die Stiftleisten ST1 und ST2 löten Sie am besten mit bereits aufgesteckten Buchsenleisten ein, damit ein ausreichender Abstand zur PLCC-Fassung für das Aufstecken der Buchsenleisten gewährleistet ist. Andernfalls kann es passieren, daß die Buchsen später nicht auf die Stiftleisten passen, wenn diese etwas schief in Richtung PLCC-Fassung eingelötet werden!

Ab Software 4.0 werden EPROMs vom Typ 27(C)256 oder 27(C)512 eingesetzt. In diesem Fall müssen eine oder zwei Brücken auf der Basisplatine geändert werden, wie auf der letzten Seite der Bedienungsanleitung beschrieben!

Ab Software 3.0 wird Bu2 als MIDI-In beschaltet. R28 und R29 entfallen, esd werden R30, D3 und IC13 bestückt. Beachten Sie, daß IC13 ein 6-poliges IC sein kann und dann zur Markierungskerbe hin eingesetzt wird (entscheidend ist immer die Lage von Pin 1!). Falls Sie die Dump-Möglichkeit über MIDI-In nicht nutzen wollen, können Sie die für MIDI-In vorgesehene Buchse auch als zusätzliche MIDI-Out-Buchse beschalten. In diesem Fall werden R28 und R29 bestückt, R30, D3 und IC13 entfallen.

Falls Sie einen zweiten Fußregler verwenden wollen, so schließen Sie Buchse hierfür an den 3-poligen Anschluß "FC2" (zwischen IC11 und R35) an. Die zusätzliche Buchse ist nicht im Lieferumfang enthalten. Sie wird analog zu BU4 (erster Fußregler) frei verdrahtet. Er wird in der Software als ext. Controller 1 verwaltet, ext. Controller 2 ist die standardmäßig vorhandene Klinkebuchse.

Falls Sie das LMK3+ (Hammer-Tastatur) mit After-Touch erhalten haben, so wird die After-Touch-Schaltung rund um IC15 nicht bestückt, sondern der After-Touch wie in Anhang E angegeben verdrahtet. Bei der Hammer-Tastatur ist der After-Touch-Sensor bereits eingebaut. Falls Sie das LMK3+ ohne After-Touch bestellt haben, so wird die Schaltung um IC15 ebenfalls nicht bestückt. Zusätzlich muß der Analogeingang AN5 an Masse gelegt werden, damit bei irrtümlich aktiviertem After-Touch keine sinnlosen After-Touch-Daten die Folge sind (siehe Bedienungsanleitung).

Alle mit Ce bezeichneten Kondensatoren dienen der Entkopplung der Stromversorgung und sind zwischen Masse und +5V angeschlossen. Es werden etwa jeweils zur Hälfte (gepolte) Tantal- oder Miniatur-Elektrolyt-Kondensatoren und (ungepolte) keramische Kondensatoren eingesetzt. Auf dem Bestückungsdruck ist jedoch sicherheitshalber bei allen mit Ce bezeichneten Kondensatoren die Polung eingezeichnet. Die Verteilung von keramischen und Tantal-Kondensatoren bzw. Miniatur-Elkos ist unkritisch, es sollten beide Typen auf der Platine etwa gleichmäßig verteilt sein.

Die 4 mit Ca bezeichneten Kondensatoren rechts neben C10/C11/R33 sind nochmals auf der Bedienungsplatine in Form von C1...C4 vorhanden. Es werden entweder die 4 Kondensatoren Ca auf der Basisplatine oder die 4 Kondensatoren C1...C4 auf der Bedienungsplatine bestückt.

Die Montage der Basisplatine im Gehäuse ist im Abschnitt "Frontplatten- und Gehäuse-Montage" beschrieben.

4.2. Spezielle Aufbauhinweise Bedienungsplatine

Die Bedienungsplatine wird auf beiden Seiten bestückt! Zuerst werden die Bauteile auf der Bestückungsseite eingelötet (auf dieser Seite befindet sich auch der Bestückungsdruck). Dies sind die Widerstände, Widerstandsnetzwerke, IC-Fassungen, Kondensatoren und Stiftleisten. Die Widerstände werden dabei vor dem Einlöten abgebogen und sehr kurz abgeschnitten, so daß sie auf der anderen Platinenseite nicht mehr herausragen. Sie werden am besten von der Bestückungsseite her angelötet (nicht wie die anderen Bauteile von der Lötseite her). Dies ist notwendig, da die überstehenden Drähte ein glattes Aufsitzen der Taster auf der anderen Platinenseite verhindern würden.

Bezüglich der mit Ce bezeichneten Entkopplungskondensatoren gelten die gleichen Hinweise wie bei der Basiskarte. Für den Entkopplungskondensator Ce zwischen der Stiftleiste ST1 und IC5 muß ein keramischer Kondensator verwendet werden, da ein Tantal-Kondensator oder Miniatur-Elko nicht ausreichend Platz hat.

Die Kondensatoren C1...C4 werden nur vorgesehen, wenn auf der Basisplatine die 4 Kondensatoren Ca (rechts neben C10/C11/R33) nicht bestückt wurden.

Beachten Sie, daß es sich bei den Widerstandsarray RA1...RA3 um gepolte Bauteile handelt! Einer der Endanschlüsse jedes Arrays ist mit einem Punkt gekennzeichnet. Diese Marke finden Sie auch auf dem Bestückungsdruck und im Bestückungsplan wieder.

Danach erfolgt die Bestückung der anderen Platinenseite mit den Tastern, Potentiometern, LEDs und dem LC-Display. Diese Bauteile sind auf dem Bestückungsdruck gestrichelt eingezeichnet.

Bei jedem der Taster lötet man zunächst nur einen der 4 Lötunkte und prüft, ob der Taster ganz auf der Platinenfläche aufliegt und gerade sitzt, bevor man die restlichen Anschlüsse lötet. Die Taster können sonst schief auf der Platine sitzen, was nicht sehr schön aussieht und darüberhinaus Probleme mit den Frontplattenausschnitten geben kann. Verwenden Sie nur die von uns gelieferten Taster! Löten Sie die Taster nicht zu lange, andernfalls kann das Kunststoffmaterial schmelzen und der Taster arbeitet dann nicht mehr korrekt.

Die Rechteck-LEDs lötet man ein, nachdem die Bedienungsplatine provisorisch an der Frontplatte montiert wurde (siehe "Frontplatten- und Gehäuse-Montage"). Hierdurch wird gewährleistet, daß Höhe und Lage der LEDs genau zu den Ausschnitten in der Frontplatte passen. Ein späteres Einpassen der bereits eingelöteten LEDs in die Frontplattenlöcher ist sehr umständlich und zeitraubend. Die LEDs sollten genau mit der Oberfläche der Frontplatte abschließen. Achten Sie auch auf die seitenrichtige Montage der LEDs. Die im transparenten LED-Gehäuse sichtbare größere Elektrode ist die Kathode (-), die kleinere die Anode (+). Löten Sie die LEDs nicht zu lange, dies kann die Helligkeit der LEDs verringern und im Extremfall die LEDs zerstören!

Das LC-Display wird erst ganz zum Schluß eingelötet, insbesondere müssen alle unter dem LCD-befindlichen Bauteile (auch die beiden 2-reihigen Steckverbinder ST1 und ST7) unbedingt vor dem LC-Display eingelötet werden. Lesen Sie daher zuvor auch die Abschnitte "Verbindung von Basis- und Bedienungsplatine" und "Anschluß und Justierung der Potentiometer", bevor Sie das LC-Display einlöten. Falls Drähte der unter dem LC-Display befindlichen Bauteile zu weit hervorstehen, um das Display genügend nahe an der Platine zu montieren, so müssen diese unbedingt gekürzt werden (Seitenschneider oder besser Microshear).

Das Display wird an der Platine mit 4 Schrauben (M2.5), Abstandsrollchen und Muttern montiert. Die Lötverbindungen zur Platine stellt man erst nach mechanischer Montage des Displays her. Auf diese Weise erreicht automatisch einen passenden Sitz.

Der Anschluß des LC-Displays kann im Prinzip auch steckbar (1-reihige 16-polige Stift- und Buchsenleiste) ausgeführt werden. Die verwendeten Steckverbinder müssen jedoch sehr flach sein, da für Stift- und Buchsenleisten nur ca. 4 mm Bauhöhe zur Verfügung stehen. Da die LC-Displays jedoch vom Hersteller 100% geprüft sind, kann das Display mit kurzen Drahtstücken oder einer 1-reihigen Stiftleiste direkt eingelötet werden.

Die Montage der Bedienungsplatine an der Frontplatte ist im Abschnitt "Frontplatten- und Gehäuse-Montage" beschrieben.

4.3 Verbindung von Basis- und Bedienungsplatine

Die Verbindung zwischen Basis- und Bedienungsplatine erfolgt mit einem 34-poligen Flachbandkabel. Auf der Seite der Bedienungsplatine wird ein 34-poliger Leiterplattenverbinder in Schneid/Klemm-Technik aufgepresst, der später direkt in die Bedienungsplatine eingelötet wird. Auf der Seite der Basisplatine wird eine 34-polige Buchsen in Schneid/Klemm-Technik aufgepresst. Achten Sie darauf, daß die etwas vorstehende "Nase" an der langen Seite der Buchsenleiste, welche später auf die Stiftleiste ST1 der Basisplatine aufgesteckt wird, im aufgesteckten Zustand von der Platine weg zeigen muß. Andernfalls kann die Buchse später wegen der sehr knapp sitzenden PLCC-Fassung nicht auf die Stiftleiste ST1 aufgesteckt werden. Die Buchse wird auf ST1 so aufgesteckt, daß das Flachbandkabel von der Basisplatine wegzeigt.

Pressen Sie zunächst die 34-polige Buchse auf das Kabel auf. Führen Sie hierzu das Kabel in die Buchse ein und pressen die Buchse in einem Schraubstock vorsichtig zusammen. Achten Sie darauf, daß das Kabel richtig in der Führung sitzt und nicht schief aufgepresst wird! Danach pressen Sie den 34-poligen Leiterplattenverbinder auf der anderen Seite auf. Verwenden Sie als Gegenstück beim Einpressen die zuvor bereits angepresste Buchse, damit die Anschlüsse des Leiterplattenverbinders beim Einpressen nicht verbogen werden.

Der 34-polige Leiterplattenverbinder wird auf der Bedienungsplatine auf der Bauteileseite (d.h. auf der Seite der IC-Fassungen, Widerstände etc.) eingesteckt und von der anderen Seite angelötet. Dies muß vor dem Anlöten des LC-Displays erfolgen, da man nach Einbau des LC-Displays nicht mehr an die Lötunkte für den 34-poligen Leiterplattenverbinder heran kommt. Die 34-polige Buchse auf der anderen Seite des Kabels wird unterhalb des SAB80535 auf die hier eingelötete 34-polige Stiftleiste gesteckt.

Achten Sie beim Verbinden der Platinen unbedingt darauf, daß diese seitenrichtig erfolgt (z.B. an Hand der am linken Ende liegenden Anschlüsse für Masse und +5V). Ein seitenverkehrtes Aufstecken zerstört Bauteile !

Der direkt eingelötete Leiterplattenverbinder an der Bedienungsplatine ist wegen der geringeren Bauhöhe erforderlich. Hier könnte eigentlich auch eine 34-polige Buchse und 34-polige Stiftleiste verwendet werden. Jedoch ist dann die Bauhöhe größer und bei der Montage der beiden Platinen in das von uns lieferbare Flightcase wird es etwas knapp. Falls Sie ein eigenes (höheres) Gehäuse verwenden, können an beiden Seiten des 34-poligen Kabel Buchsen vorgesehen werden.

In Bausätzen, die nicht in Verbindung mit dem Flightcase geliefert werden, können daher statt des 34-poligen Leiterplattenverbinders auch eine 34-polige Buchse mit Stiftleiste enthalten sein.

4.4. Verbindung Basisplatine - Tastatur

Die Verbindung zwischen Basisplatine und Tastatur erfolgt mit einem 40-poligen Flachbandkabel mit auf beiden Seiten aufgepressten 40-poligen Buchsen in Schneid/Klemm-Technik. Das Aufpressen der Buchsen erfolgt wie oben beschrieben. Ein seitenrichtiges Aufstecken ist auch hier für die korrekte Funktion erforderlich, jedoch kann ein falsches Aufstecken nichts zerstören. Die Keyboard-Abfragung arbeitet dann nur nicht korrekt. Falls Sie das LMK3 mit einer 76-Tasten-Tastatur betreiben wollen, so lesen Sie bitte im Anhang C ("Anschluß der Tastatur mit 76 Tasten") nach.

4.5. Anschluß und Justierung der Potentiometer

Über die 10-polige Steckverbindung ST2 auf der Basisplatine erfolgt der Anschluß der beiden Modulationsräder-Potentiometer P1 und P2 an AN0 und AN1. Es wird ein 10-poliges Flachbandkabel mit aufgepresster 10-poliger Buchse verwendet. Das Kabel wird an der Potentiometer-Seite frei verdrahtet. Falls Sie nicht sicher sind welcher Ader des Flachbandkabels welche Leitung entspricht (Masse, +5V, AN0 und AN1 werden benötigt), so sollten Sie sich mit einem Durchgangsprüfer Gewissheit verschaffen.

Auch beim Aufpressen der 10-poligen Buchse ist - wie bei ST1 - darauf zu achten, daß die vorstehende Nase der Buchse im aufgesteckten Zustand von der PLCC-Fassung wegzeigt. Die Buchse wird auf ST2 so aufgesteckt, daß das Flachbandkabel von der Basisplatine bzw. dem SAB80535 wegzeigt.

Die beiden Räder werden gemäß der Skizze ("Mechanischer Aufbau der Modulationsräder") aufgebaut.

Eines der beiden Räder wird selbstrückstellend aufgebaut. Hier muß die Rückholfeder mit Sicherungsscheibe montiert werden. Beim anderen Rad entfällt die Rückholfeder.

Beim Drehen eines der Modulationsräder wird nicht der volle Drehwinkel des Potentiometers von 270° überstrichen, da die mechanischen Endanschläge nur einen deutlich kleineren Winkel zulassen. In der Software wurde die Tatsache, daß die von den Rädern kommende Spannung nur ein Ausschnitt aus dem möglichen Bereich von 0...+5V ist, bereits berücksichtigt. Die absolute Lage des Winkelausschnitts muß jedoch noch durch Verdrehen der Potentiometer justiert werden.

Man zieht daher die Muttern der Potentiometer zunächst noch nicht fest an. Nachdem die LMK3-Elektronik in allen anderen Funktionen geprüft wurde (siehe Test), ordnet man dem selbstrückstellenden Rad die Pitch-Bend-Funktion zu (siehe Bedienungsanleitung) und dem nichtrückstellenden Rad einen beliebigen variablen Controller (z.B. Modulation oder Volumen).

Das Potentiometer des selbstrückstellendes Rades wird verdreht, bis in der Ruhestellung des Rades ein Pitch-Bend-Wert \$40 (hexadezimal), bzw. 64 (dezimal) gesendet wird. Überprüfen Sie, daß exakt dieser Wert gesendet wird, unabhängig davon, ob sich das Rad von oben oder von unten zurückstellt. In der Software ist ein gewisses Plateau um die Ruhestellung (\$40) programmiert, das mechanische Toleranzen ausgleicht, die dadurch entstehen, daß der Potentiometer nicht immer exakt die gleiche Ruhestellung einnimmt.

Das Potentiometer des nicht selbstrückstellenden Rades wird verdreht, bis bei Bewegen des Rades über den vollen Weg Controllerwerte von annähernd \$00 bis \$7F (hexadezimal) gesendet werden. Kleine Abweichungen (z.B. \$04 bis \$7D) sind hier möglich und können toleriert werden.

Zur Überprüfung der gesendeten MIDI-Daten sollte am besten ein MIDI-Monitor zur Verfügung stehen. Falls dies nicht der Fall ist, kann der

Pitch-Bend-Wert an einem Expander über die Verstimmung akustisch einjustiert werden. Zur Justierung des nichtrückstellenden Rades verwendet man ohne MIDI-Monitor am besten die Volumen-Funktion und überprüft ob in der unteren Stellung das Volumen wirklich ganz auf Null gestellt wird.

Über das Anschlußfeld ST7 auf der Bedienungsplatine werden die drei Frontplatten-Potentiometer P3, P4 und P5 angeschlossen. Bei Verwendung unseres Flightcases müssen die Anschlüsse wegen der erforderlichen geringen Bauhöhe direkt eingelötet werden. Bei Verwendung eines anderen, höheren Gehäuses kann hier auch eine 16-polige Steckverbindung eingesetzt werden. Es bietet sich jedoch an, die Potentiometer ohne Steckverbindung direkt über Drähte anzuschließen, da die Potentiometer zusammen mit der Bedienungsplatine an der Frontplatte montiert werden und eine mechanische Einheit bilden.

P3 und P4 sind als Flachbahnregler ausgeführt, P5 ist ein normaler Drehpotentiometer. Die Verdrahtungsskizze der Potentiometer (nach den Bestückungsplänen) zeigt den Anschluß der Potentiometer P1...P5 an die Flachbandkabel, welche zu den Steckverbindungen ST2 und ST7 führen.

Die Potentiometer P3, P4 und P5 müssen nicht justiert werden, da hier der gesamte Bereich von 0...+5V überstrichen wird. Die Software erwartet, daß diese Potentiometer wirklich Spannungen von 0...+5V liefern.

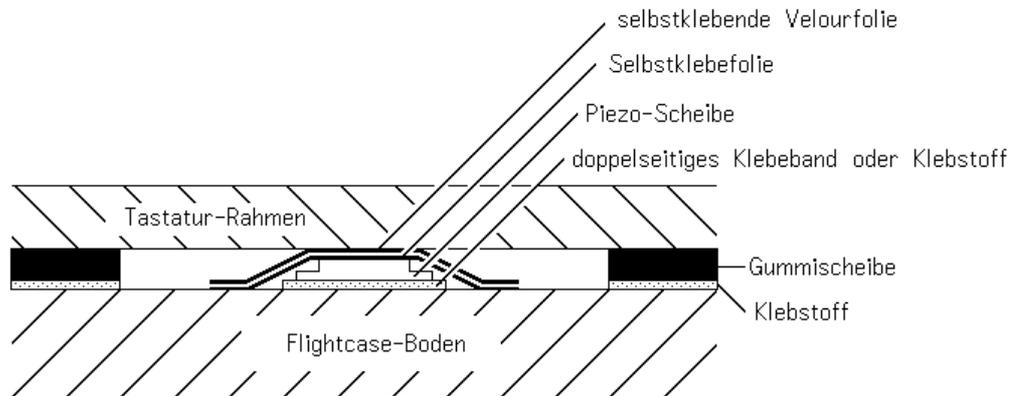
Die Montage der Räder und Potentiometer an der Frontplatte ist im Abschnitt "Frontplatten- und Gehäuse-Montage" beschrieben.

Die Frontplattenskizze zeigt die Anordnung der Bedienungselemente auf der Frontplatte.

4.6. Frontplatten- und Gehäusemontage

Bevor Sie sich an den Einbau von Tastatur und Elektronik in das Gehäuse machen, sollten Sie diese unbedingt zuvor außerhalb im nicht eingebauten Zustand testen (siehe Abschnitt "Test").

Das Flight-Case-Gehäuse und die Tastatur mit Diodenmatrix sind bereits fertig montiert. Bevor der Einbau der Tastatur in das Gehäuse erfolgt, müssen die Piezo-Sensoren für den After-Touch am Gehäuseboden montiert werden. Diese werden unter der vorderen Leiste des Tastaturrahmens angeordnet (siehe Montageskizze unten). Sie werden am Flightcase-Boden mit doppelseitigem Klebeband oder Klebstoff befestigt. Die 5 Sensoren werden gleichmäßig über die Tastatur verteilt. Zwischen jeweils zwei Sensoren werden 2 Gummischeiben oder ein Stück Gummimatte am Flightcaseboden festgeklebt, so daß der vordere Tastaturrahmen im wesentlichen auf den Gummischeiben ruht.



Montage der Piezo-Sensoren für After-Touch

Die Verdrahtung der Sensoren mit abgeschirmten Kabel sollte bei Verwendung von Klebstoff bereits vor dem Festkleben erfolgen, da andernfalls beim Anlöten des Kabels die Sensoren auf Grund thermischer Spannungen wieder abplatzen können. Sie können die kurzen Drahtstücke der Piezos ablöten und stattdessen das abgeschirmte Kabel vorsichtig direkt an den Piezoscheiben anlöten.

Die Verbindungskabel von den Piezosensoren zur Basis-Platine sollten am Gehäuseboden mit Klebeband mechanisch fixiert werden, damit sie beim späteren Einbau der Tastatur nicht beschädigt oder abgerissen werden. Nachdem die Sensoren fertig verdrahtet sind, müssen sie noch elektrisch gegen den später aufliegenden Tastaturrahmen isoliert werden. Sie können hierzu ein Klebeband oder selbstklebende Kunststoff-Folie (z.B. Reste der schwarzen Beschriftungsfolie) verwenden, die Sie direkt auf die Piezosensoren kleben.

Auf diese Folie kleben Sie nun noch 2 bis 3 Lagen der mitgelieferten selbstklebenden Velourfolie. Diese gleicht mechanische Toleranzen aus und schützt die Sensoren vor dem direkten Kontakt mit dem Tastaturrahmen.

Achten Sie darauf, daß der Tastaturrahmen nur auf der ebenen Fläche der Sensoren, und nicht auf den Lötunkten der Keramikfläche aufliegt. Ordnen Sie die Piezo-Sensoren so an, daß der Lötunkt jedes Sensors zur Rückwand des Flightcases zeigt. Montieren Sie die Sensoren möglichst nahe an der vorderen Aluschiene, so daß sie diese gerade noch nicht berühren.

Die Verbindung der Piezo-Sensoren mit der Basisplatine erfolgt sternförmig (von der Basisplatine aus) über ein abgeschirmtes 1- oder 2-poliges Kabel. Die große Messingscheibe der Sensoren ist der Masse-Anschluß, die helle Keramikscheibe der aktive Pol. Bei einem 1-poligen Kabel wird die Abschirmung an der Basisplatine mit Masse, an der anderen Seite mit den Messingscheiben der Piezos verbunden. Bei einem 2-poligen Kabel werden die beiden Anschlüsse der Piezos über die 2 Adern des Kabels mit den Anschlüssen auf der Basisplatine verbunden. Die Abschirmung des Kabels wird an der Basisplatine zusätzlich an Masse angeschlossen. C19 wird in beiden Fällen zunächst weggelassen (d.h. die von den Piezos kommenden Leitungen werden direkt an der Basisplatine angeschlossen).

Prüfen Sie vor dem Einbau der Tastatur die After-Touch-Elektronik in Verbindung mit den 5 Piezo-Sensoren. Schließen Sie die Sensoren an die Basisplatine an und prüfen Sie, ob sich die Ausgangsspannung des TLC271 auf ca. 3.8 V erhöht, wenn auf einen Sensor Druck ausgeübt wird und die Spannung wieder zurück geht, wenn der Druck weggenommen wird. Überprüfen Sie dies bei allen 5 Sensoren.

Falls sich herausstellt, daß die After-Touch-Spannung im Ruhezustand (d.h. bei unbelasteten Piezo-Sensoren) einen deutlichen Offset (einige Volt) aufweist oder "hochläuft", so muß C19 in die Leitung geschaltet werden. Man lötet hierzu den einen Anschluß von C19 direkt an den Piezo-Anschluß auf der Basisplatine an und die von den Piezos kommende Leitung an den anderen Anschluß von C19.

Die Empfindlichkeit des After-Touchs läßt sich durch Ändern des Kondensatorwertes C16 anpassen. Ein kleinerer Kondensatorwert erhöht die Empfindlichkeit, ein höherer verringert sie. Daher ist in der Bauteileliste ein Bereich von 4.7...33nF angegeben. Der im Bausatz enthaltene Standardwert ist normalerweise 10nF.

Schieben Sie nun vorsichtig die Tastatur in das Flightcase ein, schrauben Sie sie jedoch zunächst noch nicht fest. Prüfen Sie, ob die After-Touch-Funktion über die gesamte Tastatur hinweg gleichmäßig reagiert. Grobe Unterschiede durch mechanische Toleranzen des Tastaturrahmens oder des Gehäusebodens können durch Hinzufügen oder Entfernen von Folien-Lagen (Kunststoff- oder Velour-Folie) auf den Piezos ausgeglichen werden.

Sollte sich herausstellen, daß die After-Touch-Funktion zu sensibel oder zu unsensibel arbeitet, so kann man dies durch Ändern des Kondensatorwertes von C1 anpassen. Ein höherer Kondensatorwert erfordert einen höheren Druck (d.h. unsensibler), ein geringerer einen niedrigeren Druck für denselben After-Touch-Wert.

Falls die Gehäuse-Niete am vorderen rechten Rand des Flightcases zu hoch ist, so daß die Tastatur nicht auf den Sensoren aufliegt, gibt es 2 Möglichkeiten dies zu beheben. Entweder klopfen Sie mit einem Hammer die Niete platt, oder Sie biegen den Tastaturrahmen am rechten Rand etwas hoch. Am besten sägen Sie den Rahmen 1-2 cm ein und biegen die entstandene Lasche mit einer Zange nach oben weg.

Vergessen Sie nicht, das 40-polige Kabel für die Verbindung zwischen Tastatur und Basisplatine vor dem Einbau an die Tastatur anzuschließen. Achten Sie auch darauf, daß das Kabel beim Tastatureinbau nicht gequetscht oder von einer Montageschraube durchbohrt wird!

Schrauben Sie dann die Tastatur mit den hinteren fünf Montageschrauben fest. Die Tastatur ruht nun am vorderen Rahmen auf den Gummischeiben, bzw. Gummistreifen. Beim Druck auf die Tasten werden die Gummischeiben zusammengepresst und auf die Piezo-Sensoren wird ein Druck ausgeübt, den die Schaltung in eine entsprechende Spannung umsetzt.

Die Tastatur wird am Gehäuseboden von unten an den 5 hinteren Gewinden des Tastaturrahmens mit 5 M4-Schrauben montiert. Die Löcher im Gehäuse-Boden sind hierfür bereits gebohrt. Falls Sie keinen After-Touch einbauen, können auch Löcher für die 5 Montageschrauben des vorderen Tastaturrahmens gebohrt werden.

An der rechten Seite zwischen der höchsten Keyboard-Taste und dem rechten Seitenteil des Gehäuses wird die kleine schwarze Kunststoff-Abdeckung montiert. Die Abdeckung besteht aus einem Unterteil, auf das die eigentliche Abdeckung aufgesteckt und mit einer weiteren Schraube am Unterteil montiert wird. Bei den Piano-Feeling-Tastaturen (LMK1V2) wird das Unterteil am Tastaturrahmen festgeklebt oder mit zwei Blechschrauben festgeschraubt. Bei der Hammertastatur (LMK1V2+) wird das Unterteil auf einem Holzklötz montiert, da bei der Hammertastatur der Tastaturrahmen seitlich nicht übersteht.

Im Flightcase sind nur die hinteren 5 Löcher für die Tastaturmontage gebohrt. Falls Sie den After-Touch nicht einbauen, so kann die Tastatur mit allen 10 Montageschrauben befestigt werden. Es müssen dann auch die vorderen 5 Löcher für die Tastatur in das Flightcase gebohrt werden.

Damit beim Transport der vordere Teil der Tastatur nicht abheben kann, ist am vorderen Seitenbrett (an dem auch die Frontplatte befestigt wird) an der Innenseite ein Holzklötz oder ein Metallwinkel befestigt. Dieser sorgt dafür, daß die Tastatur festgehalten wird, auch wenn das Gerät auf den Kopf gelegt wird. Kleben Sie an der Unterseite dieses Klötzes eine Gummischeibe oder einen selbstklebenden Gehäusefuß aus Gummi fest, so daß der vordere Tastaturrahmen kein Spiel mehr nach oben hat. Um auch am rechten Rand der Tastatur eine Sicherung gegen das Abheben der Tastatur zu haben, kann eine kleine Metall-Lasche innen am vorderen Alurahmen festgeschraubt werden.

Zusätzlich können bei häufigem Transport des Gerätes 2 der vorderen Löcher für die Tastaturmontage gebohrt werden. Die Tastatur wird dann beim Transport mit 2 Sicherungsschrauben (z.B. 2 leicht zu entfernende Rändelschrauben) gehalten. Diese Schrauben dürfen jedoch nur leicht angezogen werden, um die After-Touch-Sensoren nicht zu beschädigen.

Die LMK3-Basisplatine wird mit 4 Abstandsbolzen (20 mm lang) am Gehäuseboden links neben der Tastatur montiert. Die Platine wird dabei so ausgerichtet, daß die Netzteil-, MIDI- und Controller-Buchsen genau im Ausschnitt an der Gehäuse-Rückseite zu liegen kommen. Auf diesen Ausschnitt wird später von hinten die Abdeckplatte mit den Bohrungen für die Buchsen angeschraubt.

Damit man eine Vorstellung bekommt, wie die Basisplatine später in dem Gehäuse Platz finden soll, schiebt man die bestückte und mit den 4 Abstandsbolzen versehene Platine probeweise in das Gehäuse an der linken Seite (wenn man die Tastatur in der gewohnte Weise wie zum Spiel vor sich liegen hat) von vorne in das Gehäuse ein. Die Bauteilseite muß dabei nach oben zeigen, die Print-Buchsen nach hinten. Man markiert sich am Gehäuseboden die Lage eines der beiden vorderen Löcher für die spätere Montage der Platine am Gehäuseboden. Achten Sie dabei auf die richtige Lage der Platine relativ zur hinteren Abdeckplatte, die später von außen angeschraubt wird. Der Abstand ist optimal, wenn die MIDI-Buchsen und die Netzteilbuchse die Abdeckplatte innen gerade berühren. Seitlich wird die Platine so verschoben, bis die Buchsen genau bei den zugehörigen Löchern der Abdeckung zu liegen kommen. Zur Überprüfung hält man hierzu die hintere Abdeckung von außen an das Gehäuse.

Man bohrt das angezeichnete Loch (ca. 3.5mm) und markiert an der Gehäuse-Außenseite die Lage der drei anderen Löcher für die Montage der LMK3-Basisplatine und bohrt diese Löcher ebenfalls. Bei Verwendung von Senkkopfschrauben werden die Bohrlöcher mit einem Senker oder einem größeren Bohrer eingesenkt. Die LMK3-Basisplatine wird nun am Gehäuse-Boden mit den 4 Abstandsbolzen und 4 Schrauben montiert.

Für die Montage der hinteren Abdeckplatte bohrt man die erforderlichen Befestigungslöcher an der Gehäuse-Rückwand und schraubt die Abdeckung mit kleinen Holz- oder Blechschrauben fest. Achten Sie beim Anzeichnen der Löcher darauf, daß die Stanzlöcher in der Abdeckung genau über den jeweiligen Buchsen (Netzteil, 2 x MIDI, 2 x Controller) sitzen.

Die fertig bestückte Bedienungsplatine, die Modulationsräder und die 3 Frontplattenpotis werden an der LMK3-Frontplatte montiert:

Die Montage der Bedienungsplatine an der Frontplatte erfolgt mit 4 Abstandsröllchen, Schrauben (M3 x 20, schwarz) und Muttern. Der Abstand zwischen Frontplatte und Platine sollte ca. 13 mm betragen. Da Abstandsbolzen in dieser Länge nicht erhältlich sind, wird jede der 4 Schrauben zunächst mit einem 10 mm langen Abstandsröllchen und einer M3-Mutter an der Frontplatte festgeschraubt. Auf diese Weise wird ein Abstand von ca. 13 mm erreicht. Die Bedienungsplatine wird dann mit 4 weiteren M3-Muttern montiert. Nach Montage der Bedienungsplatine an der Frontplatte wird das LC-Display mit dem zugehörigen Rahmen abgedeckt. Der Rahmen wird hierzu an der Frontplatte festgeklebt. Die transparente Abdeckscheibe wird in den Rahmen eingedrückt (Schnappmechanismus). Vergessen Sie nicht, zuvor die Schutzfolie auf beiden Seiten der Abdeckscheibe abzuziehen.

Die beiden Montagewinkel der Modulationsräder müssen mit ca. 5 mm Abstand von unten an die Frontplatte montiert werden. Es werden daher 5 mm lange Abstands-Rollen zur Montage verwendet. Ohne diesen Abstand von 5 mm läßt sich der Deckel des Flightcases nicht ganz schließen. Falls Sie dieses nicht verwenden, können Sie die Potentiometer-Winkel auch ohne Abstand direkt an der Frontplatte montieren.

Die Flachbahnregler P3 und P4 werden an der Frontplatte links neben der LMK3-Bedienungsplatine mit jeweils 2 Senkkopf-Schrauben an der Frontplatte montiert. In den Befestigungslöchern der Flachbahnregler sind bereits entsprechende M3-Gewinde zur Montage vorgesehen. P5 ist ein normales Drehpotentiometer und wird über den beiden Flachbahnreglern montiert.

Die komplett bestückte und verdrahtete Frontplatte wird am linken Rand des Flight-Cases an den beiden hierfür vorgesehenen Holzbrettchen festgeschraubt. Am Rand der Frontplatte sind hierfür entsprechende Montagelöcher vorgesehen. Die Bohrungen in den Holzbrettchen werden zuvor angezeichnet, indem man die Frontplatte provisorisch auflegt. Die Löcher in den Holzbrettchen werden mit ca. 1.5...2 mm Durchmesser gebohrt und dann die Frontplatte festgeschraubt.

Ihr LMK3 ist nun betriebsbereit. Bitte beachten Sie, daß alle Potentiometer angeschlossen sein sollten. Ein nicht angeschlossenes Potentiometer verursacht zufällige Spannungen am betreffenden Analogeingang. Ist einem solchen Analogeingang ein MIDI-Controller zugeordnet, so ist das Senden unkontrollierter Werte und die daraus resultierenden sinnlosen Reaktionen der angeschlossenen Geräte die Folge. Offene Analogeingänge sollten keinesfalls einem MIDI-Controller zugeordnet werden (siehe Bedienungsanleitung).

5. Test

Nachdem man die Platinen aufgebaut und nochmals optisch auf offensichtliche Fehler hin überprüft hat, beginnt man mit dem Test.

Verbinden Sie die beiden Platinen seitenrichtig mit dem 34-poligen Kabel.

Überprüfen Sie zunächst ob ohne eingesteckte ICs und ohne LC-Display die +5V zur Verfügung stehen.

- mögliche Fehlerursachen: Steckernetzteil, 7805 oder Elko defekt, Kurzschluss zwischen Leiterbahnen (Lötbrücke)

Stecken Sie dann bei ausgeschalteter Stromversorgung die ICs IC1 (SAB80535), IC2 (74HC573), IC3 (für LMK3 gebranntes EPROM 27256), IC5 (TL7705) und alle ICs der Bedienungsplatine (ohne LC-Display) in die Fassungen. Bei Einschalten der Versorgung müssen die LEDs je nach Software-Version (siehe Bedienungsanleitung, Software-Teil) nach einem bestimmten Muster aufleuchten. Dies ist der Test, ob der Prozessor korrekt arbeitet.

- mögliche Fehlerursachen: Verbindung Basis-Bedienung nicht korrekt, EPROM nicht gebrannt, LEDs seitenverkehrt eingelötet, Kurzschluss zwischen Leiterbahnen (Lötbrücke), defektes Bauteil

Montieren Sie dann bei ausgeschalteter Versorgung auch das LC-Display und IC4 (RAM 6264). Beim Einschalten der Versorgung müssen nun wie zuvor die LEDs aufleuchten und die Einschaltmeldung am LC-Display (u.a. Versionsnummer der Software) erscheinen. Kontrollieren Sie die Kontrast-Einstellung des Displays (P1) und stellen Sie die Hintergrundbeleuchtung (P2) auf einen gewünschten Wert ein.

- mögliche Fehlerursachen: LC-Display nicht korrekt angeschlossen, P1 weit außerhalb sinnvollem Kontrast, Kurzschluss auf Platine (Lötbrücke), LC-Display defekt

Setzen Sie nun bei ausgeschalteter Versorgung auch alle restlichen ICs in Ihre Fassungen und schließen Sie die Tastatur über das 40-polige Kabel an. Nach dem Einschalten der Versorgung muß die oben beschriebene Meldung am Display erscheinen und an dem über MIDI-Out angeschlossenen Expander (am besten zunächst auf Omni Mode einstellen) sollte beim Spiel auf der Tastatur schon etwas zu hören sein. Falls nichts zu hören ist, sollten Sie sicherheitshalber auch den RAM-Speicher initialisieren (siehe Bedienungsanleitung), da nach dem ersten Einschalten sinnlose Daten im RAM stehen und dies auch die Ursache sein kann, daß sich nichts tut (z.B. Transponierung +127).

- mögliche Fehlerursachen: Verbindung Basis-Tastatur nicht korrekt oder vertauscht, Kurzschluss, MIDI-Kabel defekt, MIDI-Kanal am Expander stimmt nicht (Omni Modus einstellen), Bauteil defekt
sinnlose Daten im RAM (erst initialisieren!)

Testen Sie nun die After-Touch-Elektronik. Schließen Sie einen einzelnen Piezo-Sensor provisorisch an und überprüfen Sie, ob sich die Ausgangsspannung des TLC271 erhöht, wenn auf den Sensor Druck ausgeübt wird und die Spannung wieder zurück geht, wenn der Druck weggenommen wird. Legen Sie über den Sensor eine Kunststoff-Folie, wenn Sie mit einem Finger drücken, da andernfalls der Netzbrumm auf Ihrer Haut das Ergebnis verfälscht. Falls sich ein Spannungsoffset oder ein "Hochlaufen" der Schaltung zeigt, so muß C19 eingebaut werden (siehe auch Schaltungsbeschreibung der After-Touch-Elektronik).

Falls bis hierher alles in Ordnung ist, so ist die Hardware Ihres LMK3 mit sehr großer Wahrscheinlichkeit in Ordnung. Einige Funktionsfehler (z.B. Fehler an einem Taster durch Kurzschluß) können jedoch erst nach Studium der Bedienungsanleitung überprüft werden. Wenn Sie beim Studium der Bedienungsanleitung feststellen, daß beispielsweise die Betätigung eines Tasters nicht das gewünschte Resultat liefert, das Gerät aber ansonsten einwandfrei arbeitet, ist dies mit Sicherheit ein Fehler in der Hardware.

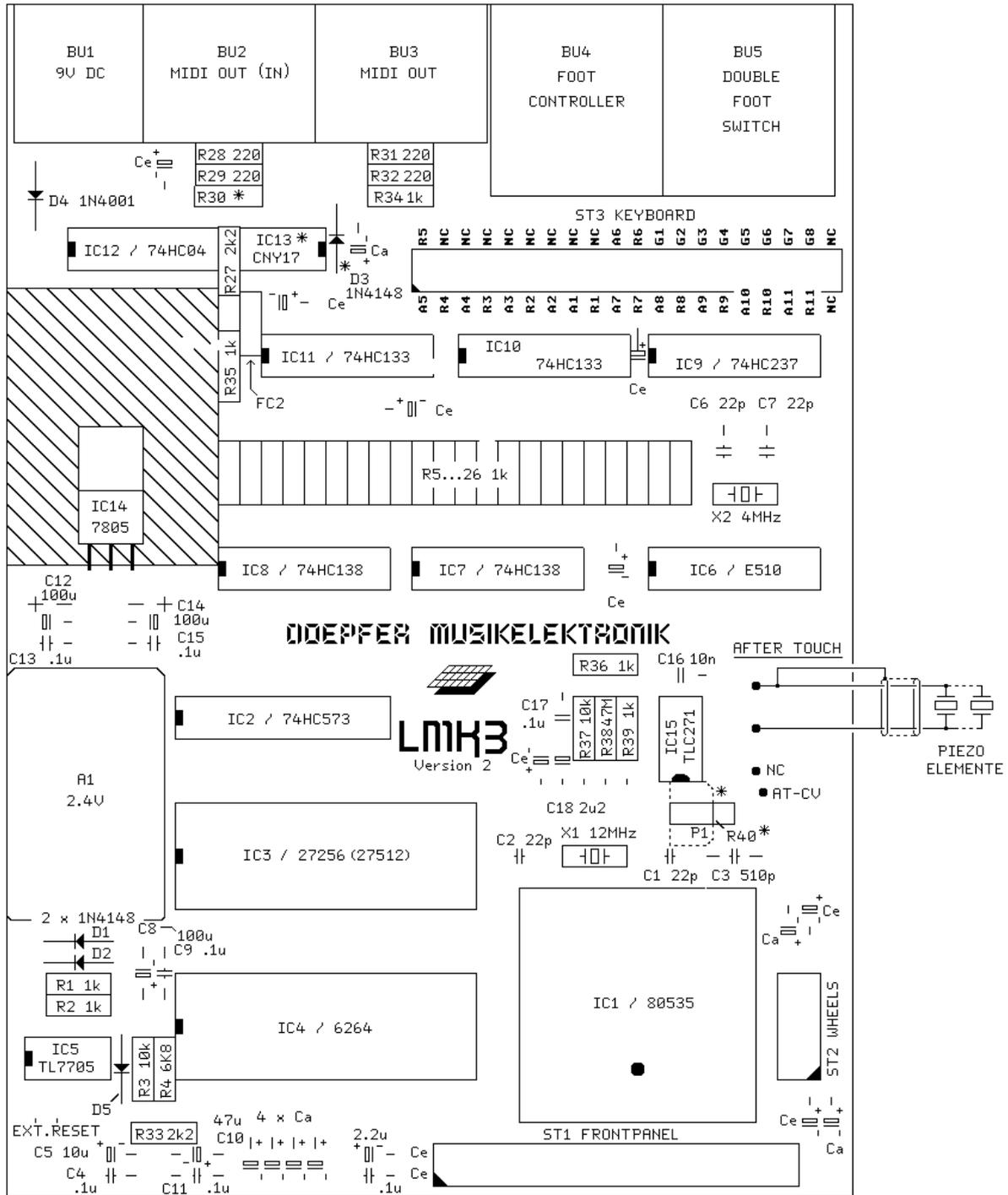
Schließen Sie nun noch die 5 Potentiometer (2 Räder, 3 an der Frontplatte) wie beschrieben an und machen Sie sich an das Studium der Bedienungs-funktionen (siehe Bedienungsanleitung).

Bei sorgfältigem Aufbau und Löten wird die Schaltung im allgemeinen auf Anhieb funktionieren. Falls Sie die Schaltung nicht zum Laufen bringen, so steht Ihnen unser Reparaturservice zur Verfügung, wobei wir die benötigte Arbeitszeit, sowie eventuell benötigte Ersatzteile in Rechnung stellen.

Falls Sie vor dem Aufbau des Bausatzes feststellen, daß Ihre Kenntnisse hierzu nicht ausreichend sind, so können Sie den ungeöffneten Bausatz zurücksenden und gegen Aufzahlung des Differenzpreises das Fertigmodul erwerben. Dies gilt nicht für bereits geöffnete oder teilweise aufgebaute Bausätze. Aus unserer Erfahrung kommt oft die Reparatur eines fehlerhaft aufgebauten Bausatzes auf Grund der zur Reparatur benötigten Arbeitszeit teurer als der Differenzpreis zwischen Bausatz und Fertiggerät! Wählen Sie im Zweifelsfall das Fertiggerät, sie ersparen damit sich und uns Ärger.

6. Bestückungs- und Verdrahtungspläne

6.1. Bestückungsplan LMK3 Basisplatine



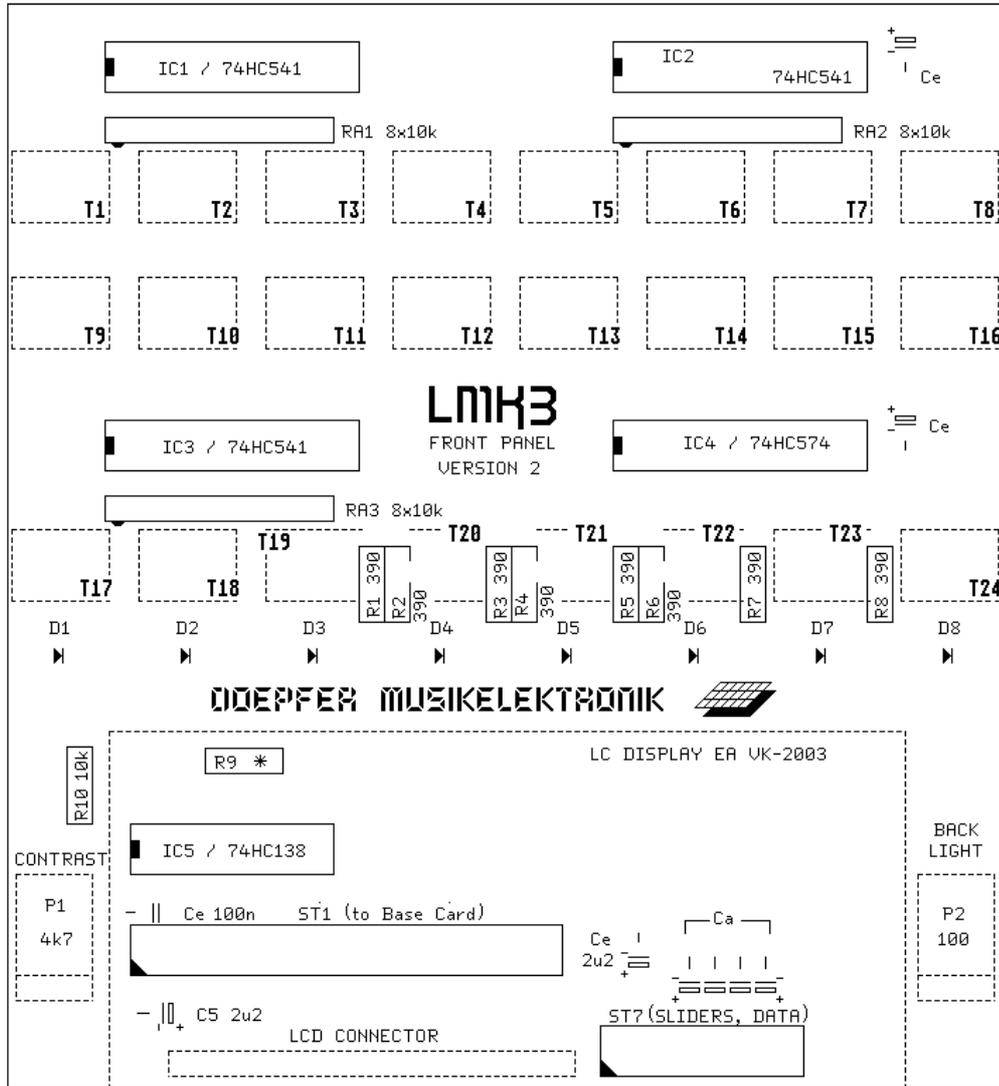
- ACHTUNG:**
1. DIE POLUNG VON IC13 (CNY17/II) IST AUF DEM BESTÜCKUNGSDRUCK DER PLATINE FALSCH ANGEZEIGT. DIE KERBE MUSS IN RICHTUNG DER DIODE D3 ZEIGEN (WIE AUF DIESEM BESTÜCKUNGSPLAN).
 2. R4 IST AUF DEM BESTÜCKUNGSDRUCK MIT 10K ANGEZEIGT. DER WERT WURDE DURCH 6K8 ERSETZT.
 3. DIE VERDRÄHTUNG DER PIEZOS ERFOLGT ANDERS ALS DER AUFDRUCK AUF DER PLATINE ZEIGT. BITTE VERDRÄHTEN SIE DIE PIEZOS WIE IM SCHALTBILD (UND AUF DIESEM KORRIGIERTEN BESTÜCKUNGSPLAN) ANGEZEIGT.
 4. P1 UND R40 ENTFALLEN, D.H. WERDEN NICHT BESTÜCKT

LMK3 V2 Basisplatine
Bestückungsplan

 ACHTUNG! Wichtiger Hinweis

Die Polung von IC13 (CNY17/II) ist auf dem Bestückungsdruck der Platine seitenverkehrt. Die Kerbe muß zur Diode D3 hin zeigen. In dem Bestückungsplan auf der folgenden Seite ist die Polung von IC13 korrekt eingezeichnet.

6.2. Bestückungsplan LMK3 Bedienungsplatine

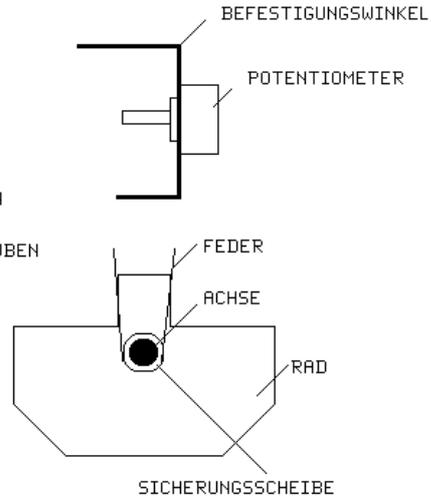


**LMK3 V2 Bedienungsplatine
 Bestückungsplan**

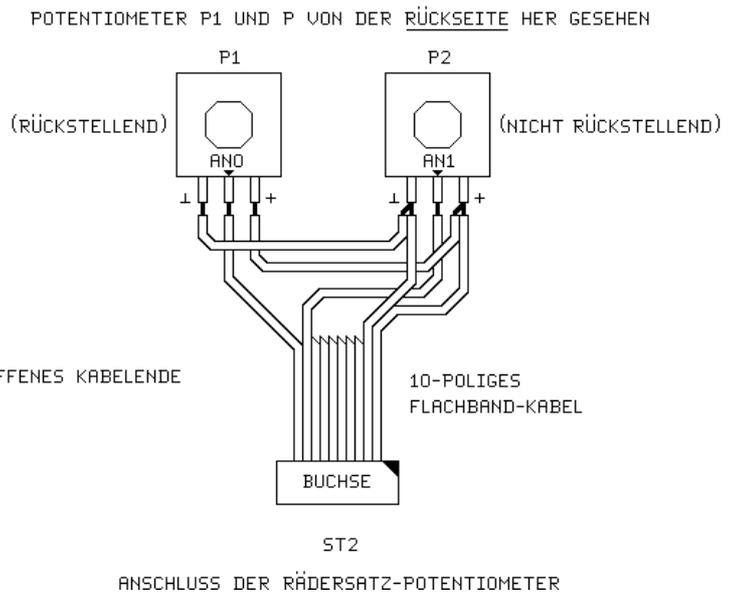
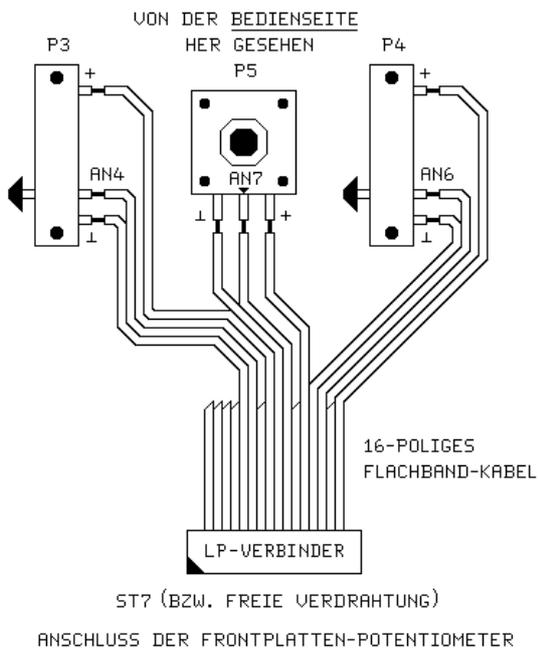
6.3. Mechanischer Aufbau der Modulationsräder / Verdrahtungsplan der Potentiometer

Aufbauhinweise zum Modulationsrädersatz

1. POTENTIOMETER AN DEN WINKEL FESTSCHRAUBEN
2. AUF EINES DER BEIDEN RÄDER DIE RÜCKHOLFEDER AUFSTECKEN UND MIT DER FEDERSCHEIBE SICHERN
3. DIE RÄDER AUF DIE POTENTIOMETER-ACHSEN STECKEN
4. DIE METALLWINKEL AN DER FRONTPLATTE FESTSCHRAUBEN
5. DIE GUMMI-MUFFEN AUF DIE LASCHEN DER BEIDEN WINKEL AUFSTECKEN (ANSCHLAGDÄMPFUNG)
6. DIE POTENTIOMETER EINJUSTIEREN



Anschluß der Potentiometer



7. Bauteilelisten

7.1. Bauteileliste LMK3 Basisplatine

Bezeichnung	Bauteil	Gesamtzahl
R1, R2, R5...R26	1k Kohleschichtwiderstand 5%	
R34...R36, R39	1k Kohleschichtwiderstand 5%	28
R3, R37	10k Kohleschichtwiderstand 5%	2
R4	6k8 Kohleschichtwiderstand 5%	1
R27, R33	2k2 Kohleschichtwiderstand 5%	2
R28...32	220 Kohleschichtwiderstand 5%	5
R38	47M Kohleschichtwiderstand 5%	1
(Bei Bestückung von R28/R29 entfallen R30/D3/IC13 und umgekehrt!)		
C1,C2,C6,C7	18...22p Kondensator (keramisch)	4
C3	470p...1.5n Kondensator (Folie)	1
C4,C9,C11, C13,C15,C17	10...100n Kondensator (Folie/keram.)	6
C5	6.8u...15u/16V Tantal- oder Miniatur-Elko	1
C8,C10	47...220u/10V Elko	2
C12, C14	220...1000u/16V Elko	2
C16 (siehe S.23)	10n (4.7...33n) Folienkondensator	1
C19 (siehe S.23)	10n (4.7...100n) Folienkondensator	1
Ce (siehe S.17)	10...100n Kondensator keramisch und 1.5...4.7u/10V Tantal- oder Miniatur-Elko (gemischt, siehe Text)	10
Ca (6x),C18 (siehe S.17)	1.5...4.7u/10V Tantal- oder Miniatur-Elko (davon 4 alternativ zu C1...C4 auf der Bedienungsplatine, siehe Text)	7
X1	Quarz 12MHz	1
X2	Quarz 4MHz	1
A1	Akku 2.4V (Varta Safetronic)	1
D1,D2,D3,D5	1N41418 o.ä.	4
D4	1N4001...4007	1
IC1	SAB80535 (Siemens, AMD)	1
IC2	74HC573	1
IC3	27(C)256 oder 27(C)512 (gebrannt)	1
IC4	6264LP-10/12/15, D4464C-10/12/15L D4364C-10/12/15L oder Vergleichstyp	1
IC5	TL7705	1
IC6	E510	1
IC7, IC8	74HC138, 74HCT138	2
IC9	74HC237, 74HCT237	1
IC10, IC11	74HC133, 74HCT133	2
IC12	74HC04, 74HC14	1
IC13	CNY17/II	1
IC14	UA7805	1
IC15	TLC271	1
ST1	Stiftleiste 2-reihig 34-polig	1
-	Buchse in Schneid/Klemmtechnik hierzu	1
-	Flachbandkabel 34-polig ca. 30 cm	

ST2	Stiftleiste 2-reihig 10-polig	1
-	Buchse in Schneid/Klemmtechnik hierzu	1
-	Flachbandkabel 10-polig ca. 30 cm	
ST3	Stiftleiste 2-reihig 40-polig	1
-	Buchse in Schneid/Klemmtechnik hierzu	2
-	Flachbandkabel 40-polig ca. 1m	
BU1	Kleinspannungsbuchse Printversion	1
BU2, BU3	5-polige DIN-Buchse Printversion	2
BU4, BU5	Stereo-Klinkenbuchse Printversion	2
-	IC-Fassung 8-polig	3
-	IC-Fassung 14-polig	1
-	IC-Fassung 16-polig	6
-	IC-Fassung 20-polig	1
-	IC-Fassung 28-polig	2
-	IC-Fassung 68-polig (PLCC)	1
-	Kühlkörper für IC14/7805	1
-	Schraube M3 x 8...15 hierzu	1
-	Mutter M3 hierzu	1
-	Platine LMK3 Basis	1

IC13 (Optokoppler CNY17/II) und die dritte 8-polige IC-Fassung werden nur in der Controller-Version des LMK3 oder ab der Software-Version 3.0 (mit Daten-Dump/Request) benötigt.

After-Touch:

Z1...Z5	Piezo-Sensor-Scheibe
-	Kabel 1- oder 2-polig abgeschirmt, ca. 3.5 m
-	selbstklebende Velourfolie, ca. 2 cm breit / ca. 40 cm lang
-	5 Streifen Gummifolie ca. 15 mm x 200 mm, 1 mm dick oder ca. 20 Gummischeiben 1 mm dick

P1 und R40 werden nicht verwendet. Sie werden bei Verwendung anderer Druck-Sensoren benutzt, die auf Druck ihren Widerstand ändern (Leitgummi). Voraussichtlich ab Oktober 91 ist eine solche Tastatur mit echter Hammer-Mechanik (die Tasten drücken auf drehend gelagerte Bleigewichte) und After-Touch-Sensoren auf Leitgummi-Basis lieferbar (Tastaturbezeichnung: TP10MD). Diese Tastatur ist jedoch nicht für den Einbau in das LMK3-Flightcase geeignet, da sie völlig andere Abmessungen hat und deutlich schwerer als die LMK3-Standard-Tastatur ist. Der Preis für diese neue Tastatur wird bei ca. 1000.-/1200.- (mit/ohne integrierte After-Touch-Sensoren) liegen. Der Tastatur-Anschluß ist zur LMK3-Elektronik kompatibel.

Für die Montage wird zusätzlich benötigt (nicht im Bausatz enthalten):

Klebstoff oder doppelseitiges Klebeband zum Befestigen der Piezos
Tesafilm, Plastikfolie oder Selbstklebefolie zum Isolieren der Piezos
Klebeband zum Befestigen des Kabels am Gehäuseboden

7.2. Bauteileliste LMK3 Bedienungsplatine

R1...R8	390...750 Kohleschichtwiderstand 5%	8
R10 (R9)	10k Kohleschichtwiderstand 5% nicht verwendet)	1
RA1, RA2, RA3	Widerstandsnetzwerk 8 x 1k...100k	3
P1	5k Trimpotentiometer Kohleschicht	1
P2	100..470 Trimpotentiometer Kohlesch.	1
C1...C4	1.5...4.7u/10V Tantal- oder Miniatur-Elko (alternativ zu 4 x Ca auf Basisplatine)	4
C5	1.5...4.7u/10V Tantal- oder Miniatur-Elko	1
Ce	10...100n Kondensator keramisch und 1.5...4.7u/10V Tantal- oder Miniatur-Elko (gemischt)	4
D1...D8	Rechteck-LED 5 x 2.5 mm rot	8
IC1, IC2, IC3	74HC541, 74HCT541	3
IC4	74HC574, 74HCT574	1
IC5	74HC138, 74HCT138	1
L1	LC-Display 2x16 EA-VK2003 oder Vergleichstyp	1
ST1	Leiterplattenverbinder 2-reihig 34-polig in Schneid/Klemmtechnik (wird direkt eingelötet!)	1
ST7	Leiterplattenverbinder 2-reihig 16-polig in Schneid/Klemmtechnik (wird direkt eingelötet!)	1
-	16-poliges Flachbandkabel ca. 30 cm	
T1...T24	Taster 1 x Ein Printmontage	24
-	IC-Fassung 16-polig	1
-	IC-Fassung 20-polig	4
	Montagematerial für LC-Display:	
-	Schraube M2.5 x 10...15	4
-	Mutter 2.5	4
-	Abstandsrollchen 4 mm	4
-	Platine LMK3 Bedienung	1

7.3. Mechanische Bauteile

Die mechanischen Bauteile sind im reinen Elektronik-Bausatz nicht enthalten, sondern nur im Frontplattensatz oder den entsprechenden Bausatz-Komplettpaketen mit Frontplattensatz, Tastatur und Flightcase.

7.3.1. Montagematerial Platinen

Material für Montage der Basisplatine am Flightcase-Boden:

-	Abstandsbolzen Innen/Außengewinde 20 mm lang	4
-	Senkkopf-Schraube M3 x 12...20 schwarz	4
-	Mutter M3 (bei Abstandsbolzen mit 2 x Innengewinde werden statt der 4 Muttern 4 weitere Schrauben M3 x 6...10 benötigt)	4

Material für Montage der Bedienungsplatine an der Frontplatte:

-	Senkkopf-Schraube M3 x 20, schwarz	4
-	Abstandsrollchen 10 mm	4
-	Mutter M3 (als zusätzlicher Abstand)	4
-	Mutter M3 (zur Montage)	4

7.3.2. Frontplattenbestückung

P1, P2	Drehpotentiometer 10k lin., 6mm-Achse, Ausführung in Form von Modulationsrädern (mit aufsteckbarem Modulationsrad, Montagewinkel, Gummimuffen, für ein Potentiometer Rückholfeder und Sicherungsscheibe)	2
	Schrauben für Frontplattenmontage hierzu, M3 x 12...20 Senkkopf, schwarz	4
	Abstandsrollchen hierzu, 5mm	4
	Muttern M3 hierzu	4
P3, P4	Flachbahnregler 10k lin., 58 mm Schiebeweg Knopf hierzu	2
	Schrauben für Frontplattenmontage hierzu, M3 x 12...20 Senkkopf, schwarz	4
P5	Drehpotentiometer 10k lin, 6 mm Achse	1
	Montage-Mutter hierzu	1
	Drehknopf hierzu	1
-	Frontplatte, schwarz eloxiert, gestanzt und beschriftet	1
-	Montageschrauben hierzu (3 x 8...10 Holz- oder Blechschauben, Senkkopf, schwarz)	5
-	Abdeckrahmen für LC-Display mit transparenter Scheibe	1

7.3.3. Tastatur und Flightcase

- Tastatur mit 88 gewichteten Piano-Feeling-Tasten 1

Die folgenden Bauteile sind nur in Bausatzversionen mit Flightcase enthalten:

- Flightcase, fertig montiert 1
- Montageschrauben für Tastatur am Flightcase-
Boden (M4 x 12...15 Senkkopf, schwarz) 5
- Seitenteil rechts 1
- Blechschrauben hierzu, Zylinderkopf 2
ca. 3,5 x 9,5 oder 3,9 x 9,5
- Abdeckplatte hinten 1
- Holz- oder Blechschrauben hierzu 3 x 6...10,
Zylinderkopf schwarz 4
- Selbstklebefolien mit Aufschrift "DOEPFER LMK3" 2

ANHANG A: Allgemeine Bausatz- und Aufbauhinweise

Lesen Sie die folgenden Aufbauhinweise bitte vor dem Aufbau des Bausatzes sorgfältig durch und beachten Sie alle Punkte. Falls Sie vor dem Aufbau des Bausatzes feststellen, daß Ihre Kenntnisse hierzu nicht ausreichend sind, so können Sie den ungeöffneten Bausatz zurücksenden und gegen Aufzahlung des Differenzpreises das Fertigmodul erwerben. Dies gilt nicht für bereits geöffnete oder teilweise aufgebaute Bausätze. Aus unserer Erfahrung kommt oft die Reparatur eines fehlerhaft aufgebauten Bausatzes auf Grund der zur Reparatur benötigten Arbeitszeit teurer als der Differenzpreis zwischen Bausatz und Fertiggerät! Bestellen Sie im Zweifelsfall das Fertiggerät, sie ersparen damit sich und uns Ärger.

Verwenden Sie einen geregelten LötKolben geringer Leistung (max. 60 Watt) mit einer möglichst feinen Lötspitze! Verwenden Sie nur dünnes Elektronik-Lötzinn (max. 1mm Durchmesser) und keinerlei Zusätze (Lötfett etc.)!

Verwenden Sie für die integrierten Schaltungen unbedingt Fassungen, die ICs niemals direkt einlöten! Beachten Sie unbedingt die Handhabungsvorschriften für elektrostatisch gefährdete CMOS-Bauteile (hierzu gehören neben den 74HC-Typen auch das Display, der E510, RAM, EPROM und der SAB80535)!

Prüfen Sie vor dem Einlöten Tantal-Kondensatoren auf eventuelle Kurzschlüsse mit dem Ohmmeter oder Durchgangsprüfer! Aus unserer Erfahrung hat etwa jeder 500. Tantal-Kondensator einen Kurzschluß. Die Prüfung vor dem Einbau erspart eine eventuelle spätere Fehlersuche.

Vergessen Sie kein Bauteil und keine Lötstelle!

Erzeugen Sie beim Löten keine Kurzschlüsse zwischen Leiterbahnen und/oder Lötstellen (aus unserer Erfahrung ist dies mit Abstand der häufigste Fehler bei den uns zur Reparatur eingesandten Baugruppen)!

Erzeugen Sie keine kalte Lötstelle (Löten bis das Zinn den Lötstift ganz ausfüllt)!

Achten Sie auf das seitenrichtige Einlöten bzw. Einstecken (ICs) gepolter Bauteile (Dioden, gepolte Kondensatoren, ICs, Widerstandsnetzwerke, Leuchtdioden, Taster usw.)!

Gehen Sie beim Aufbau am besten nach der Höhe der Bauteile vor:

Drahtbrücken - Widerstände und Dioden (liegend) - IC-Fassungen - Widerstandsnetzwerke - keramische, Tantal-, kleine Folien-Kondensatoren und kleine Elkos - Stift- und Buchsenleisten - Widerstände und Dioden (stehend) - Quarze - große Elkos - Spannungsregler mit Kühlkörper - Akkus - große Elkos - Taster - Leuchtdioden - LC-Display - Print-Buchsen - freie Verdrahtung.

Die liegenden Bauteile (Widerstände, Dioden etc.) müssen auf der Platine direkt aufliegen (nicht mit langen Anschlußdrähten in einigen cm Abstand von der Platine, wir hatten da schon die wildesten Aufbauten zur Reparatur, bei denen die Bauteildrähte nicht gekürzt waren)!

Alle mit Ce bezeichneten Kondensatoren dienen der Entkopplung der Stromversorgung und sind zwischen Masse und +5V angeschlossen. Es werden etwa jeweils zur Hälfte (gepolte) Tantal-Kondensatoren oder Miniatur-Elkos und (ungepolte) keramische Kondensatoren eingesetzt. Auf dem Bestückungsdruck ist jedoch sicherheitshalber bei allen mit Ce bezeichneten Kondensatoren die Polung eingezeichnet. Die Verteilung von keramischen und Tantal-Kondensatoren bzw. Miniatur-Elkos ist unkritisch, es sollten beide Typen auf den Platinen etwa gleichmäßig verteilt sein.

Die auf der Lötseite überstehenden Bauteildrähte werden möglichst kurz mit einem Seitenscheider oder Microshear abgezwickt, keinesfalls lang stehen lassen (Kurzschlußgefahr).

Falls sich ein- oder zweireihige Stiftleisten auf der Platine befinden, so ist im Bausatz meist nur eine entsprechend lange Stiftleiste enthalten, die in mehrere kleinere Stiftleisten zertrennt wird (Seitenschneider, Handsäge, kleine Trennscheibe). Längere Stiftleisten müssen teilweise auch aus 2 kürzeren Teilstücken zusammengesetzt werden, wenn sich dies aus den im Bausatz enthaltenen Stiftleisten ergibt.

Das Aufpressen von Buchsen oder Leiterplattenverbindern in Schneid-Klemm-Technik auf Flachbandkabel entsprechender Polzahl geschieht folgendermaßen:

Schneiden Sie das Flachbandkabel auf die gewünschte Länge zu und führen Sie das Flachbandkabel in die Buchse ein. Pressen Sie die Buchse in einem Schraubstock vorsichtig zusammen. Achten Sie darauf, daß das Kabel gerade aufgepresst wird und richtig in der Kabelführung der Buchse sitzt. Messen Sie nach dem Aufpressen das Kabel mit einem Ohmmeter durch, achten Sie auch auf eventuelle Kurzschlüsse zwischen benachbarten Leitungen durch ungenaues Aufpressen.

Bei der Verwendung eines direkt einlötbaren Leiterplattenverbinders (im folgenden LPV abgekürzt) gestaltet sich der Aufpressvorgang etwas anders als bei den Buchsenleisten. Pressen Sie zuerst eine Buchse auf das Flachbandkabel auf. Dann führen Sie das andere Ende des Flachbandkabels in den LPV ein und pressen diesen unter Zuhilfenahme der zuvor bereits gepressten Buchse ebenfalls zusammen. Die Stifte des LPVs werden in die Buchse eingeführt, die als Gegenstück bei Pressen dient (damit sich die Beinchen des LPVs nicht verbiegen). Danach messen das Kabel vor dem Einlöten des LPVs wie oben angegeben durch.

Eine Ader am Rand der Flachbandkabel ist farbig markiert. Diese Ader wird zur Polaritäts-Kennzeichnung verwendet und muß bei Aufstecken bei jeder Platine immer in Richtung der kleinen Dreiecksmarkierung des Steckverbinders zeigen (jede Steckverbindung ist auf den Bestückungsplänen der Platinen an einer Ecke mit einem kleinen Dreieck markiert). Dies ist meistens die Ecke in der sich bei jeder Steckverbindung der Masseanschluß befindet.

Bei der Verbindung der Platinen untereinander müssen Sie unbedingt darauf achten, daß bei jeder Steckverbindung die Polung stimmt. Eine seitenverkehrte Verbindung kann bei der späteren Inbetriebnahme (Einstecken des Netzteils) die Module zerstören!

Stecken Sie alle ICs erst nach dem Aufbau in die vorgesehenen Fassungen, nachdem Sie zuvor (mit eingestecktem Steckernetzteil) die korrekte Spannungsversorgung von +5V zunächst ohne eingesteckte ICs überprüft haben.

Achten Sie unbedingt auf das seitenrichtige Einstecken der ICs! Ein seitenverkehrt eingestecktes IC wird mit großer Wahrscheinlichkeit beim Einschalten zerstört!

Verbinden Sie die Schaltung über geeignete MIDI-Kabel mit dem Rest Ihres MIDI-Equipments. Stecken das Kabel des Steckernetzteils erst ganz zum Schluß in die hierfür vorgesehen Buchse.

Bei sorgfältigem Aufbau wird die Schaltung auf Anhieb funktionieren. Falls Sie die Schaltung trotz Ihrer Elektronikkenntnisse nicht zum Laufen bringen, so steht Ihnen unser Reparaturservice zur Verfügung, wobei wir die benötigte Arbeitszeit, sowie eventuell benötigte Ersatzteile in Rechnung stellen.

ANHANG B: Übersicht MIDI-Standard-Controller

Die folgende Übersicht wurde an Hand von MIDI-Implementationen gängiger MIDI-Expander und Synthesizer erstellt und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der eine oder andere Hersteller verwendet u.U. Controllerfunktionen, die in der Übersicht nicht aufgeführt sind. Diesbezügliche spezielle Informationen entnehmen Sie bitte den Unterlagen der von Ihnen benutzen Expander oder Synthesizer.

1. Kontinuierlich veränderliche Controller

Controller-Nummern 0...63

Controller- Nummer	MIDI-Funktion	Wertebereich
1	Modulation	0...127 (MSB)
2	Breath Controller	0...127 (MSB)
3		
4	Foot Controller	0...127 (MSB)
5	Portamento Time	0...127 (MSB)
6	Data Entry	0...127 (MSB)
7	Volume	0...127 (MSB)
10	Panorama	0...127 (MSB)
32...63	LSB's zu Controller 0...31	

2. Digital veränderlich Controller (Schalt-Controller)

Controller Nummern 64-121

Controller- Nummer	MIDI-Funktion	Wertebereich
64	Sustain	0/127
65	Portamento on/off	0/127
66	Sostenuto	0/127
67	Soft Pedal	0/127

3. Spezielle, nicht genormte Controller (u.a. DX7, K1r)

96	Data Increment (+1)	127
97	Data Decrement (-1)	127
100	Pitch Bend Sensitivity	0...127
101	Master Fine Tuning	0...127

4. Kanalmodus-Nachrichten

Controller 122-127

122	Local Control off/on	0/127
123	All Notes Off	0
124	Omni off, All Notes off	keine Daten
125	Omni on, All Notes off	0
126	Mono on, All Notes off	keine Daten
127	Poly on, All Notes off	keine Daten

ANHANG C: Anschluß der Tastatur mit 76 Tasten

Die Belegung des Keyboard-Anschlußsteckers ST3 ist für die Tastatur mit 88 Tasten ausgelegt. Da die Tastatur mit 76 Tasten eine abweichende Steckerbelegung (u.a. nur 34-polig) hat, muß beim Anschluß dieser Tastatur eine Adapterplatine zwischen ST3 und das von der Tastatur kommende 34-polige Flachbandkabel mit angepresster Buchse geschaltet werden.

Falls Sie das LMK3 in der Version mit 76 Tasten bestellt haben, so sollten zusätzlich folgende Teile dem Bausatz beiliegen:

- 1 x Adapterplatine "LMK3/76"
- 1 x 40-polige Buchsenleiste (zum Direkteinlöten)
- 1 x 34-polige Stiftleiste
- 2 x 34-polige Buchsenleiste in Schneid-Klemm-Technik
- ca. 70 cm 34-poliges Flachbandkabel

Auf der Adapterplatine befinden sich die Anschlüsse für eine 40-polige und eine 34-polige 2-reihige Steckverbindung. Am 40-poligen Anschluß wird eine 40-polige Buchsenleiste von der Lötseite (Leiterbahnseite) her eingesetzt und angelötet. Damit man ausreichend Platz zum Anlöten der Stifte hat, muß zwischen Platine und Buchsengehäuse etwas Abstand gelassen werden. Am 34-poligen Anschluß wird eine 34-polige Stiftleiste von der Bauteilseite (Seite ohne Leiterbahnen) her eingesetzt und von der Leiterbahnseite angelötet.

Zwischen den beiden Anschlüssen befinden sich noch 2 Lötunkte, die mit einer Drahtbrücke verbunden werden müssen.

Die Adapterplatine wird mit der 40-poligen Buchse auf ST3 der LMK3-Basisplatine aufgesteckt, und zwar so, daß die 34-polige Stiftleiste von den Klinkenbuchsen wegzeigt (andersherum läßt sich die Platine wegen der Klinkenbuchsen auch kaum aufstecken).

Auf das 34-polige Flachbandkabel werden die beiden 34-poligen Buchsenleisten in Schneid-Klemm-Technik an den Enden des Kabels aufgepresst. Auf die 34-polige Stiftleiste der Adapterplatine wird das von der Tastatur kommende 34-polige Kabel mit der aufgepressten 34-poligen Buchsenleiste gesteckt. Ein seitenrichtiges Aufstecken ist für die korrekte Funktion erforderlich, jedoch kann ein falsches Aufstecken nichts zerstören. Die Keyboard-Abfragung arbeitet dann nur nicht korrekt. Falls sich beim Spiel auf der Tastatur am LMK3-MIDI-Ausgang nichts tut, sollten Sie zunächst die 34-polige Buchse des Tastaturanschlusses andersherum aufstecken.

ANHANG D: Funktionen der Brücken

Achtung! Die Standardeinstellungen der Brücken sind auf der Platine bereits durch Leiterbahnen vorgegeben. Dieser Abschnitt ist für den normalen Aufbau des LMK3 ohne Belang. Um eine nicht-standardmäßige Brücke zu setzen muß zuvor ggf. die entsprechende Leiterbahn der Standard-Brückenversion aufgetrennt werden. Dies hat den Vorteil, daß Sie sich in der Standardversion nicht um das Setzen der Brücken kümmern müssen, sondern nur bei abweichenden Spezialversionen.

Die Brücken J1 und J2 sind durch nahe beieinander liegende quadratische Leiterflächen auf der Lötseite realisiert. Sie werden durch setzen eines Lötzinn-Kleckses hergestellt.

Es gibt 2 Arten von Brücken:

1. einfache Brücken, die gesetzt (+) oder nicht gesetzt (-) werden
2. alternative Brücken, die entweder die eine (a) oder andere (b) Verbindung herstellen.

Brücke (Standard)	Funktion
J1(a)	Pin 27/IC3 (EPROM) PGM/A14 verbindet Pin 27/IC3 mit +5V (J1a) oder A14 (J1b) bei Verwendung von 2764 oder 27128 : J1a (+5V) bei Verwendung von 27256 oder 27256: J1b (A14)
J2(b)	Pin 1/IC3 (EPROM) Vpp/A15 verbindet Pin 1/IC3 mit +5V (J1a) oder A15 (J1b) Normalerweise wird bei allen EPROM-Typen J2b (A15) gesetzt. Bei EPROMs vom Typ 2764/27128/27256 einiger Hersteller wird verlangt, daß Vpp an +5V liegt. Dann muß J2a gesetzt werden.

Auf der Bedienungsplatine:

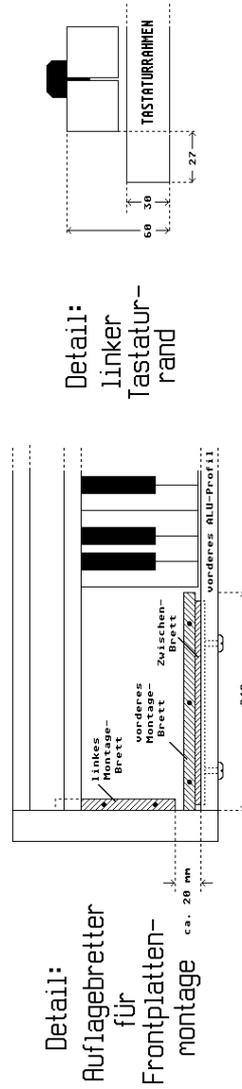
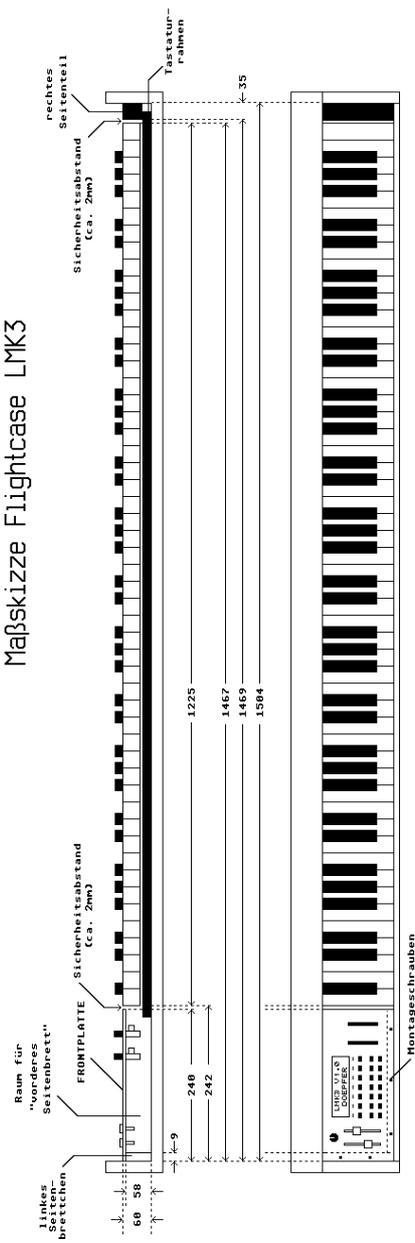
JB(-)	Verbindet den R/W-Eingang des LC-Displays mit P5.0 Normalerweise wird diese Brücke nicht gesetzt, da R/W an Masse liegt. Falls Sie gesetzt wird muß unbedingt zuvor die Leiterbahn von R/W nach Masse aufgetrennt werden! Andernfalls entsteht ein Kurzschluß zwischen P5.0 und Masse. Die Brücke wird ggf. dann gesetzt, wenn sich herausstellt, daß bei zukünftigen Software- Versionen das Abfragen des Busy-Flags des LC- Displays erforderlich wird. In den bisherigen Softwareversionen ist dies jedoch nicht vorgesehen.
-------	--

In Klammern ist jeweils die Standard-Konfiguration angegeben.
Das Minus-Zeichen (-) bedeutet bei einfachen Brücken, daß diese
nicht gesetzt wird, das Plus-Zeichen (+), daß Sie gesetzt wird.

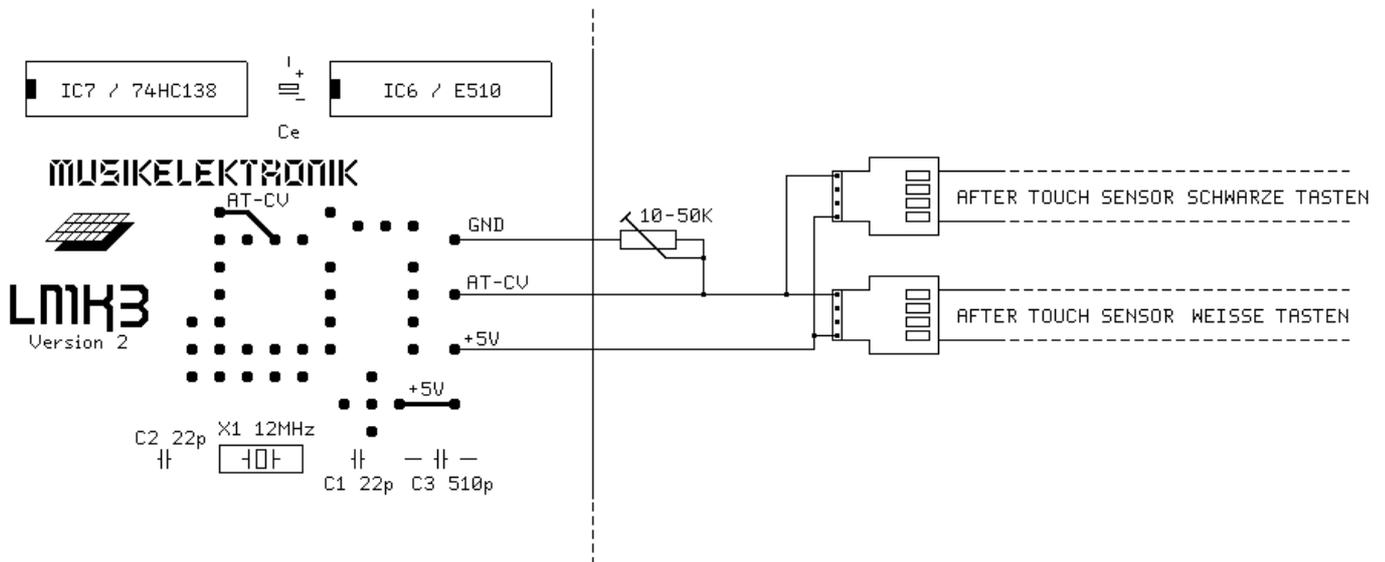
ANHANG F: Literaturhinweise

- SAB80515/535 Single-Chip Microcontroller User's Manual, Fa. Siemens
- Microcontroller Handbook, Fa. Advanced Micro Devices (AMD)
- MC-Baustein-Mitteilungen (MC Components Info) zu SAB 8051, herausgegeben von Siemens AG, Bereich Bauelemente WIS MCB Systemberatung, Balanstr. 73, 8000 München 80
- Otmar Feger, Die 8051 Mikrocontroller-Familie, Verlag Markt&Technik, Haar bei München, ISBN 3-89090-360-6
- Klaus-Peter Köhn, Die Familie 8051, Franzis-Verlag, München, ISBN 3-7723-9771-9
- Otmar Feger, Applikationen zur 8051 Mikrocontroller-Familie, Verlag Markt&Technik, Haar bei München, ISBN 3-89090-657-5
- Datenblatt E510, Doepfer-Musikelektronik, Lochhamer Str. 63, 8032 Gräfelfing, Tel (089) 85 55 78
- Doepfer/Assall/Marass/Langer, MIDI in Theorie und Praxis, Elektor-Verlag, Aachen 1990, ISBN 3-921608-86-4
- Matthias Marras, MIDIRigent, ELRAD Heft 10/1987, Seite 63-66, Heise-Verlag, Hannover
- Robert Langer, Drum-to-MIDI-Interface, ELRAD Heft 7+8/88, Heise-Verlag, Hannover
- Matthias Marras, MIDI-Basspedal, ELRAD Heft 9/88, Heise-Verlag, Hannover
- Dieter Doepfer, MIDI-Anschluß für Tastaturen, Funkschau Heft 12/88, Franzis-Verlag, München
- Hans Langhofer und Dieter Doepfer, Steuerzentrale für Synthesizer, Funkschau Heft 20/88, Seite 57 ff. und 89ff., Franzis-Verlag, München
- Jürk Habel und Dieter Doepfer, MIDI-Interface für Oldtimer, Funkschau Hefte 9/89, 10/89 und 11/89, Franzis-Verlag, München
- Dieter Doepfer, Mini-MIDI-Keyboard, Elektor Heft 11/1988, Elektor-Verlag, Aachen
- Dieter Doepfer, Universal MIDI Keyboard Interface, Elektor Electronics, Issues June + July 1989 (Vol.15, No. 168/169), London
- Christian Assall und Dieter Doepfer, Midi-Mode, ELRAD Heft 11/89, Seite 35 ff., Heise-Verlag, Hannover
- Philipp, MIDI-Kompendium II, Verlag Kaphel & Phillip, ISBN 3-925020-00-4
- Richard Aicher, Das MIDI-Praxis-Buch, Signum-Verlag, München, 1987 ISBN 3-924767-12-2

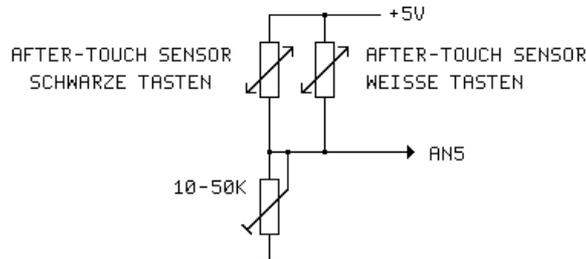
Maßskizze Flightcase LMK3



After-Touch beim LMK3+



Bestückung After-Touch-Schaltung LMK3+



Die After-Touch-Sensoren des LMK3+ sind veränderliche Widerstände, die auf Druck Ihren Widerstand verringern. Die Sensoren bilden zusammen mit dem Trimpoti einen Spannungsteiler. Ohne Druck sind die Sensoren hochohmig und die Spannung an AN5 ist nahe bei 0V. Bei Erhöhung des Drucks werden die Sensoren niederohmiger und die Spannung an AN5 steigt an. Mit dem Trimpoti wird das Verhalten des After-Touchs an die persönlichen Vorstellungen angepasst.

Schaltbild After-Touch-Schaltung LMK3+

Umbau auf Version 4

