



## Slider-/Key-Potentiometer SKP 100

Potentiometer und Schalter/Taster verschleifen bei jeder Benutzung, aber auch durch Umwelteinflüsse wie Staub, Luftfeuchtigkeit usw. Abhilfe schafft hier ein berührungslos und ohne mechanisch bewegte Elemente arbeitender Taster/Schleifer, das digitale Taster-/Slider-Potentiometer.

### Ganz ohne Mechanik

Jeder kennt es, Potentiometer verschleifen ebenso wie Taster bei jeder Benutzung. Zusätzlich sind sie empfindlich gegen Verunreinigungen und sonstige klimatische Einflüsse. Dabei existiert eine funktionelle und universell einsetzbare Abhilfe: rein elektronisch arbeitende, berührungslose Taster/Schleifer, die verschleißfrei und extrem langlebig sind. Diese Funktion bietet u. a. der Sensor-Controller QT 1106 der Firma Quantum. Dieser verfügt über sieben Taster und daneben über eine Schleiferfunktion, dies es ihm ermöglicht, in Verbindung mit einem Potentiometer-IC als Potentiometer mit fein abgestuften Einstelleigenschaften zu fungieren. Zusätzlich verfügt der QT 1106 über weitere neuartige Schlüsseigenschaften, die ihn für unser Slider-/Key-Potentiometer SKP 100 prädestinieren. Darunter z. B. das patentierte „Adjacent Key Suppression“, kurz AKS. Diese spezielle Erfassungsfunktion löst das Problem großer Finger, enger Tastenfelder und Bedienung mit Handschuhen: Wenn bei einer Tastenbetätigung mehr als ein Taster berührt wird, meldet der QT 1106 nur den dominantesten als gedrückt. Dabei spielen das Design und die Größe der Taster eher eine untergeordnete Rolle. Der

QT 1106 verfügt darüber hinaus über eine automatische Driftkompensation und benötigt insgesamt nur eine spartanische externe Beschaltung aus wenigen Bauteilen.

Das SKP 100 fasst ein Potentiometer-Bedienfeld und ein Tastenfeld mit vier Tasten + Entriegelungstaste (sichert gegen unbeabsichtigtes Schalten bei versehentlicher Näherung, z. B. bei Kindern) sowie eine Tastenstatus-Anzeige auf einem universell einsetzbaren Bedienfeld zusammen. Durch die Integration in ein IP-65-Gehäuse wird das SKP 100 zur wetter- und schmutzfesten Bedienbox, kann aber auch natürlich in eigene Bedienfelder, Frontplatten usw. integriert werden. Die Betriebsspannung kann das SKP 100 direkt aus der zu steuernden Schaltung beziehen.

### Wie arbeitet das Detektorprinzip des QT 1106?

Der Sensor arbeitet nach dem Funktionsprinzip eines kapazitiven Näherungssensors, bei dem ein elektrisches Feld durch das Annähern der menschlichen Hand, die bestimmte dielektrische Eigenschaften aufweist, verändert wird (Abbildung 1). Der QT 1106 lädt während der Kalibrierung zunächst die Berührungselektroden, die eine unbekannte Kapazität haben, mit einem bekannten Potential auf. Diese Elektrode ist typischerweise eine gedruckte Kupferfläche auf der Platinenunterseite (hier in Form von Tastern und einem Schleifer). Die Ladungsänderung wird in eine Mess-Schaltung übertragen. Durch ein- oder mehrfaches Laden und Messen kann die Kapazität der Berührungselektroden ermittelt werden. Wenn nun ein Finger die Oberfläche der Frontplatte im Bereich der Elektrode berührt, wirkt dies wie eine zusätzliche Kapazität und induziert eine Ladungsverschiebung an diesem Punkt. Dies wird vom QT 1106 als ein Tastendruck gewertet. Der

### Technische Daten: SKP 100

Spannungsversorgung:	extern über Wannenstecker
Betriebsspannung:	5 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme:	ca. 40 mA
Abmessungen (B x H x T):	
Taster- und Schleiferplatine:	73 x 54 x 2 mm
Controllerplatine:	73 x 54 x 2 mm
Frontplatte:	88 x 64 x 1 mm

QT-1106-Mikrocontroller ist zusätzlich übrigens auch in der Lage, im Nahbereich die Näherung eines Fingers in Richtung der Frontplatte zu detektieren.

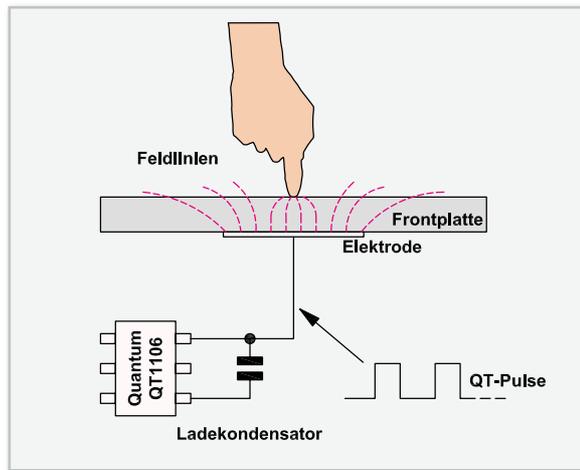


Bild 1: Das Funktionsprinzip des QT 1106

## Das Potentiometer-IC

Als eigentliches Potentiometer dient der ISI 95710 der Firma Intersil (Abbildung 2). Dieser Schaltkreis besteht aus einem Widerstandsfeld, Schleiferschaltern, einer Kontrolleinheit und einem nichtflüchtigen Speicher. Das Widerstandsfeld besteht aus 127 Widerstandselementen.

Die Position des Schleifers wird durch eine Dreidrahtschnittstelle über die Ports DEVICE SELECT (CS), UP/DOWN (U/D) und INCREMENT (INC) gesteuert.

Der Abgriff des Widerstandswertes wiederum erfolgt über RH (High), RW (Schleifer) und RL (Low).

Die Speicherung der aktuellen Schleiferstellung und deren Wiederherstellung nach einem erneuten Gerätestart werden mithilfe eines nichtflüchtigen Speichers realisiert.

Damit das Potentiometerverhalten mit dem Aufdruck der Frontplatte übereinstimmt, sind die Anschlüsse RH und RW wie in Abbildung 5 gezeigt zu wählen.

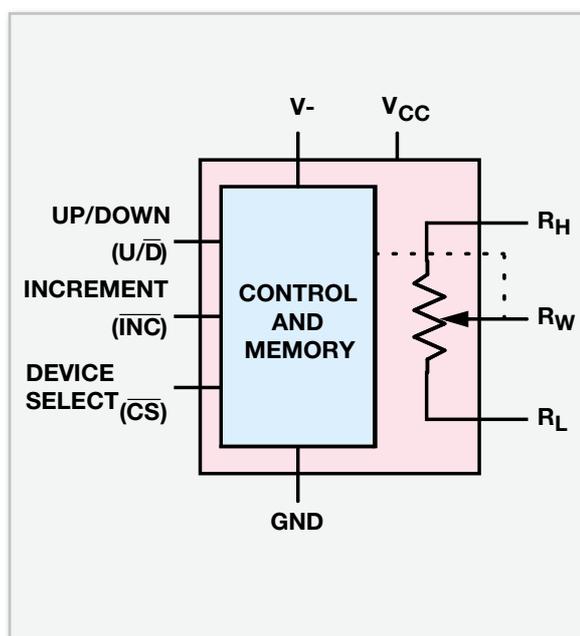


Bild 2: Die Anschlüsse des ISL 95710

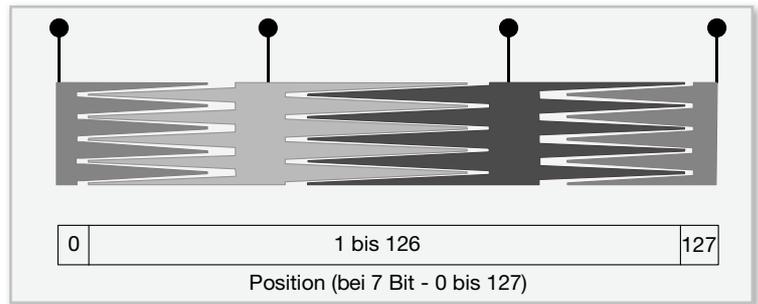


Bild 3: Schleiferelement und Schleiferauflösung des QT 1106

## Kommunikation zwischen dem QT 1106, ATmega 88 und ISL 95710

Der QT 1106 kommuniziert mit dem ATmega-Mikrocontroller der Firma Atmel über ein Serial Peripheral Interface (SPI, synchroner, serieller Datenbus mit Master-Slave-Kommunikation zwischen einem Host-Controller und prinzipiell beliebig vielen, parallel geschalteten Busteilnehmern).

Dabei wird durch die CHANGE-Leitung des QT 1106 eine Berührung der Taster oder des Schleifers angezeigt. Der Schleifer arbeitet mit einer eingestellten Auflösung (Abbildung 3) von 7 Bit. Die ermittelte Schleiferposition dient als Index für die Einstellung des Potentiometer-ICs, das über die bereits erwähnte Dreidrahtschnittstelle mit dem Mikrocontroller kommuniziert.

## Frontplatte

Die Frontplatte (siehe Abbildung 4) des SKP 100 ist mit einer universellen Beschriftung versehen, die eine individuelle Einbaurichtung erlaubt. Die Schaltzustände der vier Kanäle werden mit jeweils zugeordneten LEDs gekennzeichnet. Die Funktion des Entriegelungstasters (Schlüsselsymbol) wird im Kapitel „Inbetriebnahme und Bedienung“ näher beschrieben, er sichert gegen unbeabsichtigtes Schalten bei versehentlicher Näherung.

Bild 4: Die universell einsetzbare Frontplatte des SKP 100. Für eine individuelle Gestaltung gibt es eine unbedruckte, transparente Frontplatte dazu.



Die Schleiferfläche ist ebenfalls zweckdienlich beschriftet. Zusätzlich wird eine transparente Frontplatte mitgeliefert, die eine individuelle Gestaltung der Bedruckung erlaubt.

## Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 5) besteht aus zwei Teilen, dem Taster-/Schleifer-Teil und dem Controllerteil. Beide sind über Lötkontakte verbunden.

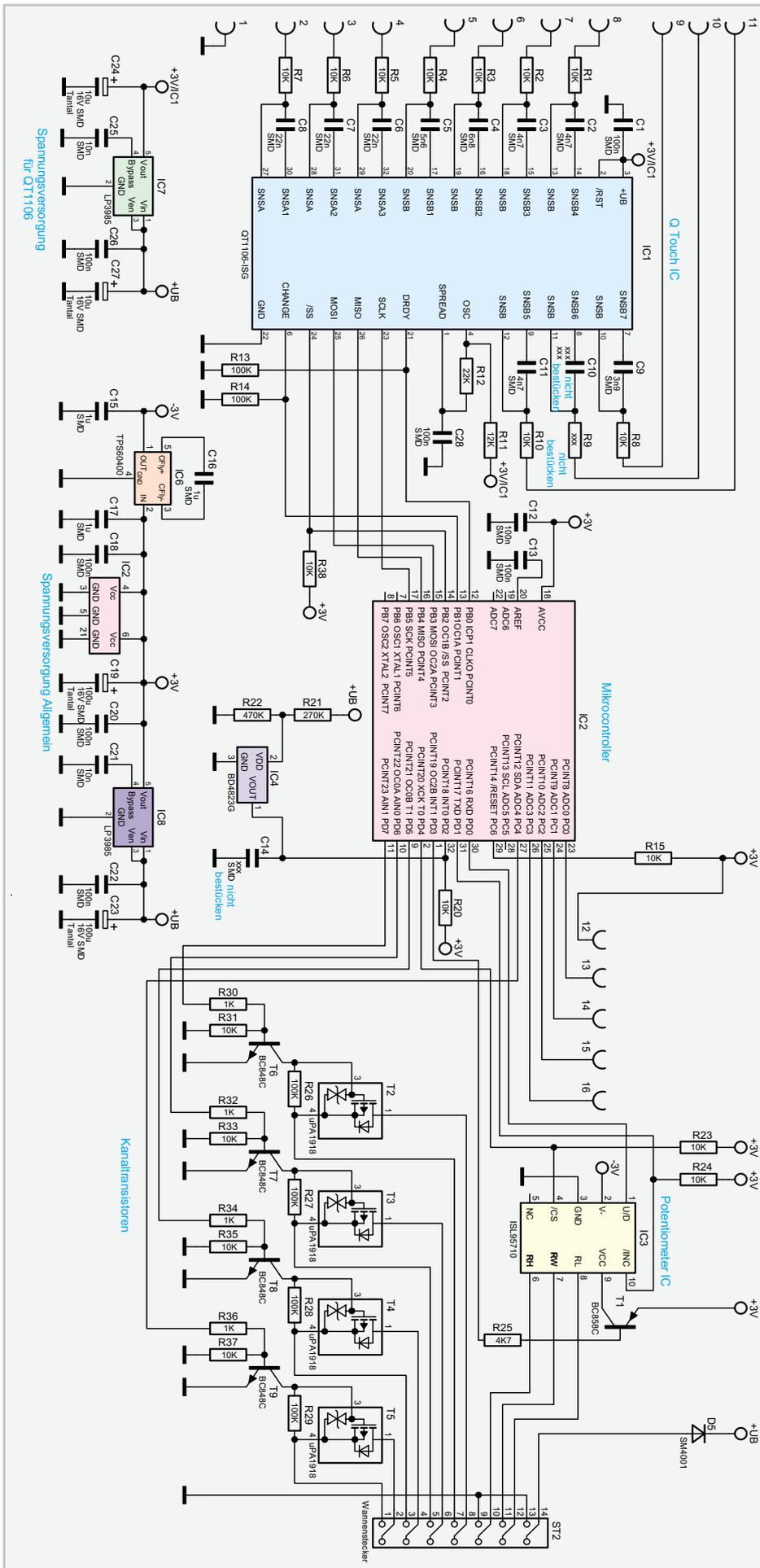


Bild 5: Die Gesamtschaltung des SKP 100

## Controllerschaltung

Beginnen wir mit der Controllerplatine. Der QT 1106 (IC 1) samt Beschaltung und die übrigen Bauelemente verfügen jeweils über eine eigene Aufbereitung der Spannungsversorgung. Die Betriebsspannung von 5 V wird über den Wannenstecker zugeführt.

Über die Verpolungsschutzdiode D 5 wird der Spannungsregler IC 8 mit der 5-V-Betriebsspannung versorgt. Er erzeugt die 3-V-Betriebsspannung für alle Schaltungsteile außer IC 1. Die Kondensatoren C 15 bis C 23 werden für die Siebung und Störunterdrückung verwendet, C 18 blockt Störungen unmittelbar an IC 2 ab. C 12 und C 13 dienen der Beschaltung des AVCC- und AREF-Eingangs des Mikrocontrollers.

Der Potentiometerbaustein IC 3 benötigt für seine Funktion auch eine negative Versorgungsspannung, die vom IC 6 bereitgestellt wird. Die Kondensatoren C 15 bis C 17 dienen auch hier der Siebung, Störunterdrückung sowie der funktionellen Beschaltung des Spannungsreglers. Außerdem werden die Eingänge mit den Pull-up-Widerständen R 23 und R 24 beschaltet. Auch wird mit T 1 und R 25 für eine schaltbare Spannungsversorgung nach einem Reset gesorgt.

## Mikrocontroller

Als auswertendes und steuerndes Element bildet der Mikrocontroller ATmega 88 der Firma Atmel das Herzstück des SKP 100. Der Mikrocontroller wird mit dem Reset-Widerstand R 15 beschaltet, dieser dient einem sicheren Start des Controllers beim Einschalten der Betriebsspannung. Auf der Controller- bzw. SPI-Seite legt R 13 die DRDY-Leitung und R 14 die CHANGE-Leitung bei Inaktivität und Reset auf „Low“-Pegel.

Die Kommunikation zwischen dem QT 1106 (IC 1) und dem auswertenden und steuernden Mikrocontroller (IC 2) erfolgt über die bereits erwähnte SPI-Schnittstelle, zu der die Anschlüsse MOSI (Master Out Slave In), MISO (Master In Slave Out), SCLK (Serial Clock Input) sowie zusätzlich die Leitung SS (Slave Select) gehören. Diese wird mit dem Pullup-Widerstand R 38 versehen.

Während über die drei erstgenannten Busleitungen der normale Datenverkehr zwischen IC 2 und IC 1 abgewickelt wird, gehört es zu den Eigenheiten des SPI, dass der jeweilige Busteilnehmer (Slave) über die SS-Leitung angesprochen wird. Wenn ein Taster oder der Schleifer berührt wird, stellt sich auf der Change-Leitung (CHANGE) ein „High“-Potential ein. Wenn der QT 1106 anschließend bereit zur Datenübermittlung ist, geht

die Ready-Leitung (DRDY) auf „High“ und signalisiert dem Controller, dass die Datenabfrage beginnen kann.

Der sogenannte Voltage-Detection-IC (IC 5) wird über eine Widerstandsschaltung (R 21 und R 22) mit der externen Betriebsspannung versorgt. Diesem IC kommt bei einer Trennung der Versorgungsspannung die Aufgabe zu, rechtzeitig einen Interrupt im Mikrocontroller IC 2 auszulösen, um die Schleifer und Tasterdaten vom Controller speichern zu lassen. Als Pullup-Widerstand des entsprechenden Mikrocontrollerports dient hier R 20.

### Schaltkanäle 1-4

Die Schaltung der Kanäle erfolgt technisch über die Transistoren T 2 bis T 4 und deren Widerstände R 30 bis R 37, dabei bilden die ungeraden Stifte des Wannensteckers 1, 3, 5 und 7 diejenigen, an die das durchzuschaltende Potential angelegt werden muss (max. 20 Vdc). Die geraden Stifte 2, 4, 6 und 8 des Wannensteckers hingegen bilden die Ausgänge der Schaltkanäle.

### Der QT 1106

Als Nächstes wollen wir genauer auf die Beschaltung des QT 1106 eingehen. IC 7 erzeugt exklusiv für IC 1 aus der Versorgungsspannung eine stabile 3-V-Spannung. Die Kondensatoren C 24 bis C 27 dienen auch hier der Siebung und Störunterdrückung, C 1 blockt Störungen unmittelbar an IC 1 ab.

Die gewählten Werte für die sogenannten „Sample“-Kondensatoren (C 2–C 11) und Widerstände (R 1–R 10) sind durch die Hersteller-Applikationsvorschrift empfohlene Werte, die auf die hier verwendete Frontplatte abgestimmt sind. Der

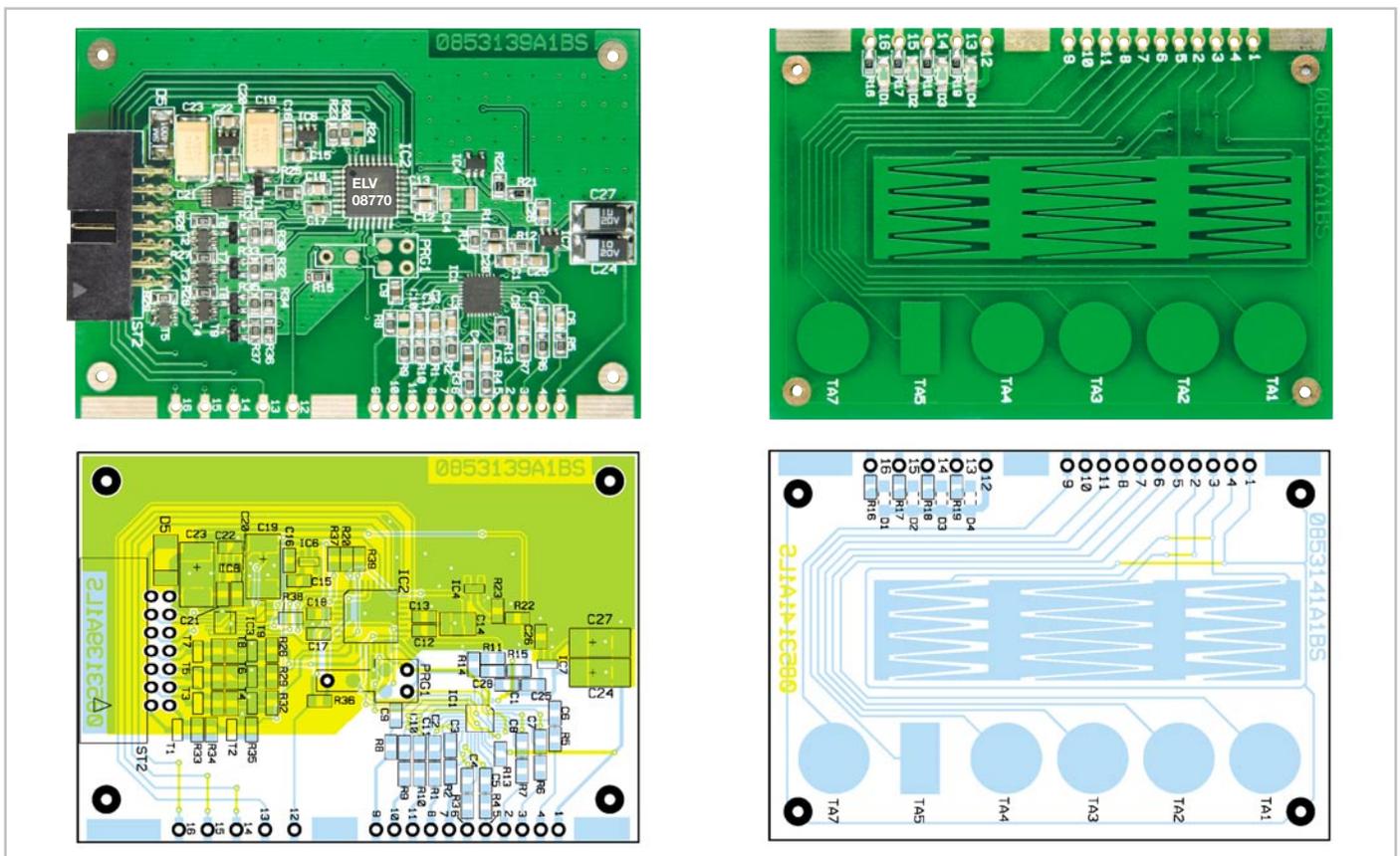
QT 1106 bietet die Möglichkeit, seine Taktfrequenz zu spreizen, um die Empfindlichkeit gegen externes Rauschen zu erhöhen und gleichzeitig HF-Störungen zu reduzieren. Dazu werden die Ausgänge OSC und SPREAD des QT 1106 mit R 11, R 12 und C 28 beschaltet.

### Taster- und Schleiferschaltung

Die eigentlichen Schleifer und die Tasten bestehen aus Leiterplattenflächen, die an R 5, R 6 und R 7, bzw. R 1 – R 4, R 8 und R 10 angeschlossen sind. Insgesamt ist der Baustein für 7 Tasten vorgesehen, wobei in unserem Fall aber nur 6 genutzt werden. Die Schleiferfläche bildet in sich verzahnte Leiterplattenflächen (s. Abbildung 3). Ebenfalls befinden sich die vier Status-Leuchtdioden D 1 – D 4 in dieser Schaltung. Diese zeigen den Status der vier Schaltkanäle an (an = durchgeschaltet, aus = gesperrt). Als Vorwiderstände kommen R 16 – R 19 zum Einsatz. Kommen wir nun zum Aufbau dieser interessanten Schaltung.

### Nachbau

Beim SKP 100 kommen auf beiden Leiterplatten nahezu ausschließlich Bauelemente in SMD-Ausführung zum Einsatz, die bereits ab Werk bestückt sind. Daher beginnt der Zusammenbau mit dem Verlöten des Wannensteckers. Dessen Kontakte sind so in die Controllerplatine (Bestückungsseite) einzusetzen, dass der Steckerkörper völlig plan auf der Platine aufliegt. Erst dann sind seine Kontakte auf der Lötseite mit reichlich Lötzinn zu verlöten. Anschließend erfolgt die



Bestückte Platinen des SKP 100 mit Bestückungsplan, links Controllerplatine, rechts Tast-/Schalterplatine

## Stückliste: SKP 100

**Widerstände:**

120 $\Omega$ /SMD/0805	R16–R19
1 k $\Omega$ /SMD/0805	R30, R32, R34, R36
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805	R25
10 k $\Omega$ /SMD/0805	R1–R8, R10, R15, R20, R23, R24, R31, R33, R35, R37
12 k $\Omega$ /SMD/0805	R11
22 k $\Omega$ /SMD/0805	R12
100 k $\Omega$ /SMD/0805	R13, R14, R26–R29
270 k $\Omega$ /SMD/0805	R21
470 k $\Omega$ /SMD/0805	R22

**Kondensatoren:**

3,9 nF/SMD/0805	C9
4,7 nF/SMD/0805	C2, C3, C11
5,6 nF/SMD/0805	C5
6,8 nF/SMD/0805	C4
10 nF/5 %/SMD/0805	C21, C25
22 nF/SMD/0805	C6–C8
100 nF/SMD/0805	C1, C12, C13, C18, C20, C22, C26, C28
1 $\mu$ F/SMD/0805	C15–C17
10 $\mu$ F/16 V/SMD	C24, C27
100 $\mu$ F/16 V/SMD/tantal	C19, C23

**Halbleiter:**

QT1106-ISG/SMD	IC1
ELV08770/SMD	IC2
ISL95710WIU10Z/SMD	IC3
BD4823G/SMD	IC4
TPS60400/SMD	IC6
LP3985IM5-3.0/SMD	IC7, IC8
BC858C	T1
$\mu$ PA1918/SMD	T2–T5
BC848C	T6–T9
SM4001/SMD	D5
LED mit Linse, SMD, Rot	D1–D4

**Sonstiges:**

Wannen-Steckleiste, winkelprint, 2 x 8-polig	ST2
1 Frontplatte mit doppelseitigem Klebeband, bearbeitet und bedruckt	
1 Frontplatte mit doppelseitigem Klebeband, bearbeitet, transparent	

Verbindung der Taster- und Schleiferplatine mit der Controllerplatine. Dies erfolgt angewinkelt in einem Winkel von 45° (siehe Abbildung 6). Als letzter Schritt ist die Frontplatte aufzukleben, dabei ist die richtige Montagerichtung zu beachten (siehe Abbildung 7). Die Ausrichtung erfolgt dabei anhand der LEDs. Wenn allerdings die transparente Variante gewählt wird, muss zunächst das durch den Benutzer bedruckte Frontlabel und dann erst die Frontplatte aufgebracht werden. Zum



**Bild 6:** Verbindung der Taster- und Schleiferplatine



**Bild 7:** Aufgeklebte Frontplatte



**Bild 8:** Einsatzvariante für den robusten Außenbetrieb – das SKP 100 ist in einem wasserdichten IP-65-Gehäuse untergebracht. Die Befestigung im Gehäuse erfolgt durch die aufgeklebte Frontplatte.

Schluss noch einige Hinweise zur Montage des Flachbandkabels auf den in den Wannenstecker zu steckenden Pfostenverbinder. Eine Seite des Flachbandkabels ist mit einem Pfostensteckverbinder zu versehen. Auf dessen Messerkontakte ist das Flachbandkabel aufzuquetschen. Dafür setzt man zweckmäßigerweise eine spezielle Quetschzange ein. Aber auch das Aufpressen mithilfe eines Schraubstocks ist möglich, da auch hier die Kraftübertragung gleichmäßig über die gesamte Kabelbreite erfolgt. Das Flachbandkabel ist gerade in den Pfostenverbinder zu legen, und anschließend werden beide Hälften des Pfostenverbinders langsam und vorsichtig zusammengequetscht. Das überstehende Kabelende schneidet man mit einem scharfen Messer direkt am Stecker ab. Zur Identifizierung von Pin 1 ist am Pfostenverbinder eine kleine Markierung angebracht.

## Montage, Inbetriebnahme und Bedienung

Bei der Inbetriebnahme ist zu beachten, dass die Taster- und Schleiferplatine mit einem Mindestabstand von 15 mm zur nächsten Platine oder einem Gehäuse montiert werden muss. In Abbildung 8 ist ein möglicher Einsatzort des SKP 100 zu sehen. Dabei erfolgte der Einbau in ein IP-65-Gehäuse. Hier wurde das SKP 100 über die Frontplatte mit dem Gehäuse verbunden. Somit ist eine wetter- und schmutzefeste Schaltung entstanden. Im Betrieb kann entweder der Schleifer mit einer typischen Bewegung geregelt werden oder auch durch Drücken des gewünschten Bereiches. Bei der Auswahl der Schaltkanäle ist zu beachten, dass der gewünschte Kanal immer nur zusammen mit der Schaltfläche mit dem Schlüsselsymbol (Entriegelungstaster, siehe Abbildung 9) ausgelöst wird. Damit wird unbeabsichtigtes Schalten, z. B. durch versehentliche Annäherung, vermieden. **ELV**



**Bild 9:** Sicher vor unbeabsichtigter Bedienung – die Einzeltasten sind nur in Kombination mit der Entriegelungstaste auslösbar.