

# Flexibler Datensammler



## Serieller Datenlogger für microSD-Speicherkarten

Der SDDS1 ist ein leistungsfähiger Datenlogger, der die bidirektionalen Daten einer RS232-Schnittstelle mit Zeitstempeln versehen auf eine microSD-Karte speichert. Über eine zweite Schnittstelle können alternativ serielle Rx/Tx-Signale mit einem Pegel von 3 bis 5 V aufgezeichnet werden, so dass der SDDS1 auch direkt an Mikrocontroller angeschlossen werden kann, ohne die Datenkommunikation zu stören. Das beleuchtete Textdisplay und ein Dreh-Drück-Schalter ermöglichen eine einfache Bedienung, und durch die Batterien ist sogar eine mobile Datenerfassung möglich.

### Mithorchen, Speichern und Auswerten

„Informationsflut“, „Datensammler“ und „Vorratsdatenspeicherung“ – diese und ähnliche Begriffe begegnen uns fast täglich in den Medien. Preisgünstige Speichermedien und Controller führen dazu, dass immer mehr digitale Daten erzeugt, übertragen, gespeichert und auch ausgewertet werden. Dies betrifft alle Lebensbereiche wie beispielsweise Beruf, Bildung, Freizeit, Verwaltung und Geschäftsverkehr. Neben Film- und Foto-Dokumenten sind das im großen Umfang auch E-Mails und Geschäftsdaten, die allesamt digital gespeichert werden. Laut einer Studie des Speicherherstellers EMC wird die weltweite Gesamtmenge an digitalen Daten bis Ende 2011 auf rund 1.800 Exabyte (1.800.000.000 Terabyte) geschätzt. Der größte Teil dieser Daten beruht sicherlich auf digitalen Ton- und Bildaufzeichnungen.

Eher klein fällt dagegen der Anteil an Steuerungs- und Messdaten innerhalb von Geräten aus, der jedoch für Entwickler, Techniker, Hobbyelektroniker und Servicekräfte häufig von großem Interesse ist. Meist sind es gar nicht die Datenmassen, die besonders interessieren, sondern eher wenige, aber dafür ganz bestimmte Bits und Bytes, die zwischen elektronischen Schaltkreisen ausgetauscht werden. Bereits ein einziges falsches Bit in der Datenübertragung zwischen zwei Controllern kann schon einen Fehler hervorrufen, dessen Suche Stunden kosten kann. Eine gezielte Auswertung

des Datenverkehrs auf einer Schnittstelle hingegen kann bestimmte Fehler sofort sichtbar machen. Dafür ist es nötig, die Daten mitzuspeichern, ohne die Kommunikation selber zu beeinflussen oder gar zu unterbrechen.

### Technische Daten: SDDS1

Datenerfassung 1:	9-polige RS232-Buchse/Stecker (EIA-232), Signaldurchleitung mit Abgriffen an: TxD, RxD, CTS, RTS, 1x frei
Datenerfassung 2:	3–5 V, TTL-Pegel, Aufzeichnung von TxD, RxD, 3x frei
Datenformat (RxD/TxD):	300–230.400 bit/s, 5, 6, 7, 8 oder 9 Datenbit, 1 oder 2 Stoppbit
Speicherformat:	Rohdaten oder formatiert, mit/ohne Zeitstempel (CSV)
Speichermedium (Dateisystem):	microSD, microSDHC (FAT16/FAT32)
Display:	grün beleuchtetes LCD, 2x 16 Zeichen
Bedienelemente:	Dreh-Drück-Schalter (Menü-Bedienung), Schiebeschalter (Batterie-Betrieb Ein/Aus)
Zeitstempel:	Sekunde, Minute, Stunde, Tag, Monat, Jahr
Externe Spannungsversorgung:	optional, 5–7 Vdc
Stromaufnahme:	max. 200 mA
Batterie/Akku:	2x Micro (AAA/LR03)
Abmessungen (B x H x T):	58 x 35 x 154 mm



**Bild 1:** Hier sind die Schnittstellen des SDDS1 gezeigt. Von links nach rechts: 3-bis-5-V-TTL-Eingang, RS232-Buchse, RS232-Stecker, externe 5-bis-7-Vdc-Versorgung.

Neben dem bidirektionalen Datenverkehr interessieren häufig auch bestimmte Programmzustände, Fehlermeldungen oder Messwerte, die ein Gerät über eine Schnittstelle zur Auswertung ausgibt. Ein vielfacher Wunsch Elektronik-Interessierter ist es, solche Daten am besten über lange Zeiträume loggen zu können und diese vorher noch um eindeutige Zeitstempel zu ergänzen, damit später nachverfolgt werden kann, wann welches Telegramm aufgezeichnet worden ist. Für solche Ausgaben wird häufig eine serielle UART-Schnittstelle (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) verwendet, mit der fast jeder Mikrocontroller ausgestattet ist. Sowohl die Datenausgabe als auch die spätere Auswertung ist bei einer UART-Schnittstelle relativ einfach realisierbar. Im einfachsten Fall gibt ein Gerät direkt Meldungen im ASCII-Format aus, die sofort „lesbar“ sind.

Für manche dieser Aufgaben könnte zwar auch direkt ein PC verwendet werden, soll jedoch eine bidirektionale Datenverbindung (gleichzeitig RxD und TxD) zwischen zwei Geräten aufgezeichnet werden oder soll die Aufzeichnung im mobilen Betrieb erfolgen, ist ein PC dafür nicht ohne weiteres einsetzbar. Ist zusätzlich noch der Zustand einer bestimmten Handshake-Leitung (z. B. CTS/RTS) von Interesse oder sollen die Daten direkt von einer Mikrocontrollerschaltung aufgezeichnet werden, benötigt man einen Datenlogger wie den SDDS1, der genau für diesen Anwendungsbereich konzipiert worden ist.

### Flexibel und leistungsfähig

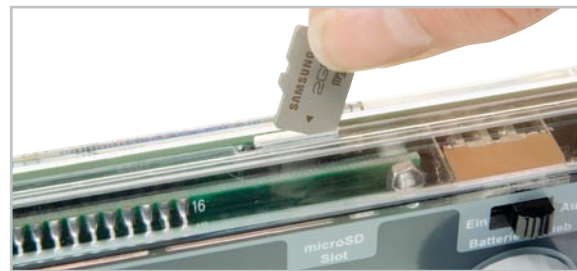
Bei der Realisierung des SDDS1 wurde versucht, ein möglichst variabel einsetzbares und gleichzeitig leistungsstarkes Gerät zu entwickeln. Die seriellen Daten können daher auf zwei unterschiedlichen Wegen in den SDDS1 gelangen. Entweder über die RS232-Schnittstelle für Datensignale mit  $\pm 3$  bis 15 V, wie sie beispielsweise am COM-Port eines PCs, bei Messgeräten (z. B. Multimeter) oder bestimmten Steuergeräten üblich sind, oder alternativ über die TTL-Schnittstelle für Datensignale mit Spannungen zwischen 3 und 5 V (High-Pegel). Die Eingänge des SDDS1 sind in Abbildung 1 dargestellt. Die RS232-Schnittstelle mit ihrem Ein- und Aus-



**Bild 2:** Der SDDS1 lässt sich, wie gezeigt, zum Aufzeichnen in eine bestehende Datenverbindung einfügen, ohne diese zu beeinflussen.

gangsport kann mit einem kurzen Stück Verlängerungskabel verglichen werden, da alle Pins dieser Schnittstelle ohne Unterbrechung im Gerät durchgeführt sind. Die Datenaufnahme erfolgt über interne Abgriffe auf dieser Durchführung. Abbildung 2 zeigt einen in ein Kabel eingefügten SDDS1, der dadurch den kompletten Datenverkehr aufzeichnen kann, ohne von den Endgeräten überhaupt „bemerkt“ zu werden.

Als Datenspeicher kommen beim SDDS1 microSD- und microSDHC-Speicherkarten zum Einsatz, die heute trotz riesiger Speichervolumen von mehreren Gigabyte sehr preisgünstig zu haben sind. Ein weiterer Vorteil dieser Speicherlösung ist der schnelle Zugriff auf die gesamten gesammelten Daten über ein Kartenlesegerät am PC. Die zum Auslesen nötigen microSD-auf-SD-Adapter liegen microSD-Karten meistens bereits bei. Da eine Speicherkarte am SDDS1 auch sehr schnell gegen eine zweite Karte getauscht werden kann (Abbildung 3), würde sich die Unterbrechung einer Datenaufzeichnung auf wenige Sekunden beschränken, was für bestimmte Einsatzgebiete sehr nützlich sein kann. Da der SDDS1 das FAT16- und das FAT32-Dateisystem unterstützt, können die aufgezeichneten Daten am PC direkt von der Karte gelesen, kopiert und ausgewertet werden. Im einfachsten Fall geschieht die Auswertung mit Hilfe eines Texteditors, eines Hex-Editors wie „HxD“ [1] oder „Hex-Editor MX“ [2], einem CSV-Editor [3] oder anderen auf die vorliegenden Daten spezialisierten Tools.



**Bild 3:** Die microSD-Karte wird seitlich am SDDS1 eingesteckt und tief hineingedrückt, bis ein „Klick“ hörbar ist, und schließt danach bündig mit dem Gehäuse ab.

Alle Einstellungen am SDDS1 werden über das LC-Display und den Dreh-Drück-Knopf vorgenommen. Dies sind unter anderem das Daten- und das Aufzeichnungsformat, die Zeit- und Datumseinstellung, die Wahl der Schnittstelle und weitere Parameter, die im zweiten Teil dieses Artikels ausführlich behandelt werden.

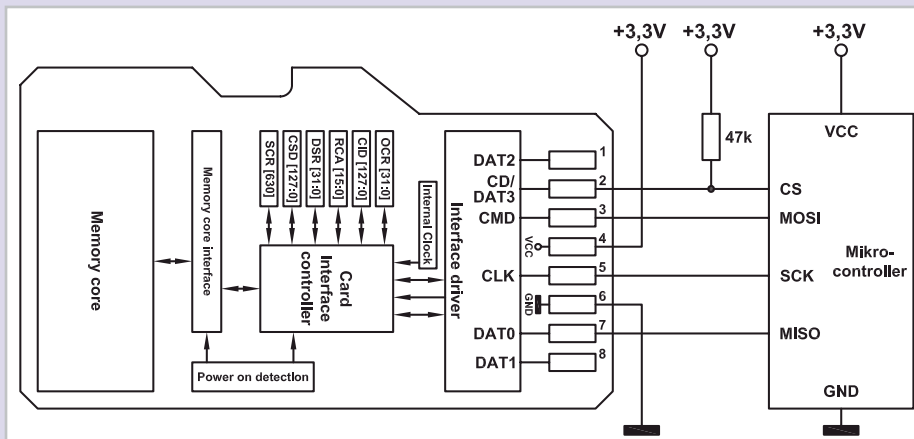
### Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des SDDS1 verteilt sich auf die Schaltbilder Abbildung 4 (Batterieplatine) und Abbildung 5 (Hauptplatine). Verbunden sind die beiden Platinenteile über die Stiftleisten ST 7 und ST 8, die sich auf beiden Schaltbildern wiederfinden.

#### Batterieplatine – Energie bis zum letzten Rest

Das Ziel bei der Entwicklung der Spannungsversorgung war es, sowohl eine externe Spannungsversorgung als auch eine Batterieversorgung gleichzeitig zu ermöglichen. Da der Da-

## Elektronikwissen – Anschluss einer microSD-Card am SPI-Bus



Die SD-Karten-Familie hat sich mittlerweile als Speicherartenlösung auf breiter Front durchgesetzt. Zu dieser Familie gehören zum einen die „normale“ SD- und die für größere Speicherlösungen entwickelte SDHC-Card. Neben diesen von fast allen Consumer-Digitalkameras unterstützten Karten gibt es die in ihren Abmessungen etwas kleineren miniSD/miniSDHC-Karten, die vom Markt bereits fast wieder verschwunden sind. Das liegt hauptsächlich an den deutlich kleineren microSD/microSDHC-Karten, die sich aufgrund ihrer minimalen Abmessungen sehr schnell verbreitet haben und im Handy-Bereich bereits Standard gelten. Praktischerweise können microSD-Karten über passende Adapter auch als miniSD- oder SD-Karten verwendet werden.

Neben dem Formfaktor hängt der Erfolg der SD-Card sicherlich auch mit der SD-Schnittstelle zusammen, die auch in ihrer modernsten Variante noch immer abwärtskompatibel zur altbekannten SPI-Schnittstelle ist. Im einfachsten Fall lässt sich eine microSD-Karte mit der oben abgebilde-

ten Schaltung als externer Flash-Speicher in fast jede Mikrocontroller-Schaltung integrieren. Über einen Low-Pegel auf der Chip-Select-Leitung (CS) wird die Schnittstelle der Karte aktiviert und über Master-out-Slave-in (MISO), Slave-out-Master-in (MOSI) und die Taktleitung (CLK/SCK) werden die Daten übertragen. Master ist in diesem Fall der Mikrocontroller, während die SD-Karte das Slave-Gerät ist.

Da SD-Karten mit 3,3 V betrieben werden sollten, benötigt man einen Pegel-Konverter für den SPI-Bus, wenn der Mikrocontroller mit einer anderen Spannung (z. B. 5 V) betrieben wird. Dafür gibt es im Internet Realisierungsvorschläge mit simplen Spannungsteilern, die jedoch problematisch sein können. Eine bessere Lösung wird im Elektronikwissen-Teil „Bidirektionaler Pegelwandler“ [„ELVjournal“ 2/10] behandelt. Weitere umfangreiche Informationen zu SD-Karten finden sich z. B. unter [4] oder in zahlreichen PDF-Dokumenten, die mit Hilfe einer Suchmaschine zu finden sind, wenn als Suchwörter „Specification“ und „microSD“ oder „microSDHC“ eingegeben werden.

tenlogger aber klein und kompakt bleiben sollte, stand lediglich genug Platz für zwei Micro-Batterien zur Verfügung. Diese sollten daher möglichst effektiv genutzt werden, um die Laufzeit des SDSA1 im mobilen Betrieb zu maximieren. Aus diesem Grund kamen zur Erzeugung der 3,3-V- und der 4,6-V-Spannungen nur die hochwertigen Step-up-Wandler TPS61070 (IC 2 und IC 3) von Texas Instruments in Frage, die eine Effizienz von annähernd 90 % aufweisen. Durch die Fähigkeit dieser Bausteine, selbst aus einer Eingangsspannung von nur 0,9 V noch die gewünschte Ausgangsspannung erzeugen zu können, werden die Batterien sozusagen bis auf den letzten Rest „leergesaugt“. Die Ausgangsspannungen der Wandler werden über die Spannungsteiler R 7 und R 8 auf 4,6 V bzw. über R 11 und R 12 auf 3,3 V eingestellt.

Die Strecke zwischen den Batterien und den Step-up-Wandlern ist ebenfalls verlustarm ausgelegt, da statt einer regulären Einweg-Sicherung die selbststrückstellende PTC-Sicherung R 1 mit geringerem Innenwiderstand zum Einsatz kommt und zur Abschaltung der Batterieversorgung zwei besonders niederohmige MOSFETs (T 1 und T 2) verwendet werden. Die Batterieabschaltung dient unter anderem dazu, bei externer Versorgung über die Buchse BU 3 die Batterie automatisch abzutrennen, damit diese nicht belastet und auf kei-

nen Fall aufgeladen wird. Liegt an BU 3 jedoch keine Spannung an, bestimmt der Schiebeschalter S 1, ob die Batterie an- oder abgeschaltet ist. Im eingeschalteten Zustand zieht S 1 über R 4 und D 7 die Gate-Spannung von T 1 und T 2 auf Masse, wodurch die Transistoren leitend werden. Den Zustand des Schiebeschalters S 1 kann der Mikrocontroller IC 7 über D 3 auf der Leitung „ON\_HOLD“ erkennen und seinerseits die Batterie über den Schaltausgang „IN\_S1“, R 5 und den Transistor T 8 auch dann noch eingeschaltet lassen, wenn der Schalter S 1 vom Anwender wieder in die AUS-Position geschoben wird. Dadurch wird verhindert, dass die Spannungsversorgung unkontrolliert abgeschaltet wird. Sollte nämlich beim plötzlichen Abschalten der Mikrocontroller gerade Daten in eine geöffnete Datei schreiben, wäre diese Datei anschließend unbrauchbar und die Daten verloren. Erkennt der Mikrocontroller nun aber den Wunsch zum Abschalten, kann er schnell noch den Schreibvorgang beenden und die Datei schließen. Erst danach sperrt er den Transistor T 8 und schaltet damit die Batterie ab. Vollständig lässt sich die Batterie-Versorgung aber nicht abschalten, da diese die Echtzeituhr IC 4 (Hauptplatine) über die Diode D 6 stets mit Spannung versorgt. Dieser Strom liegt dann allerdings bei ca. 1  $\mu$ A und ist daher vernachlässigbar. Zudem



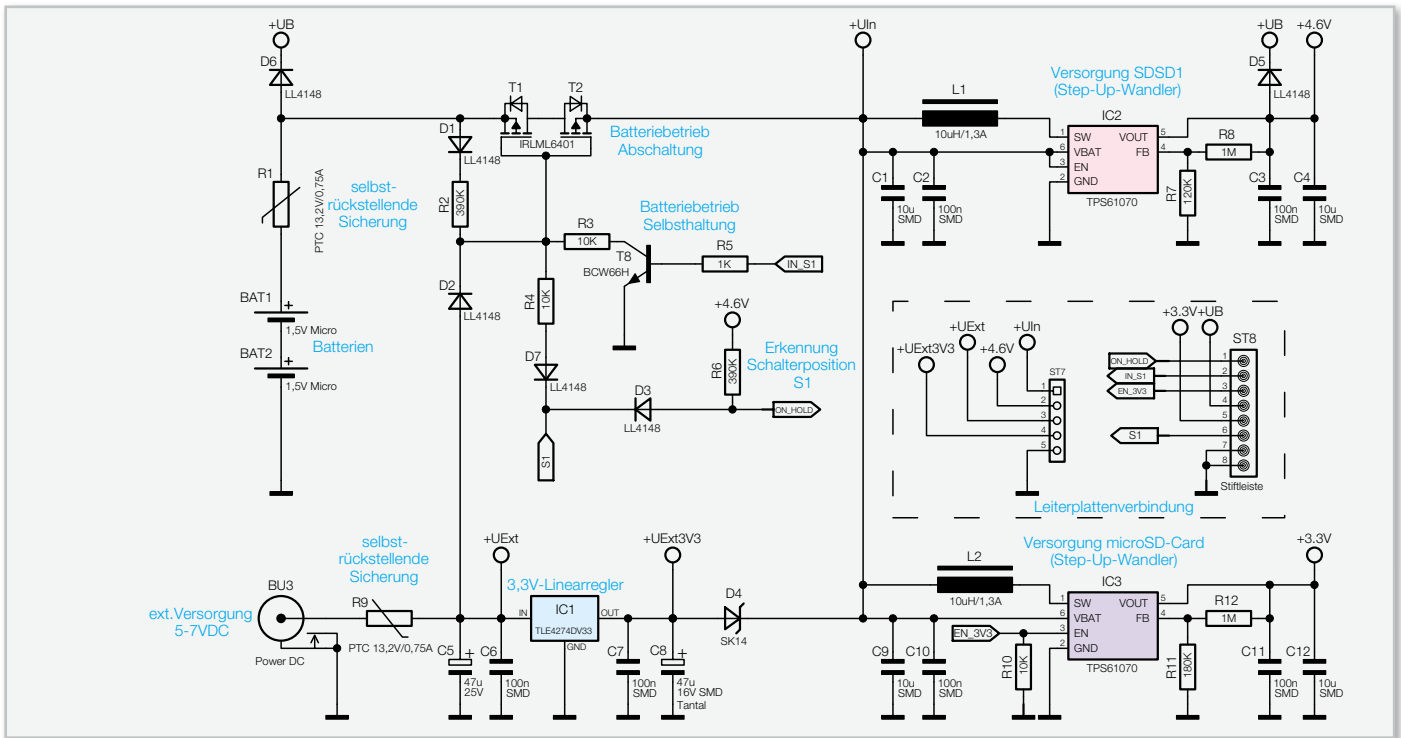


Bild 4: Das Schaltbild der Spannungsversorgung des SDD1 enthält die Bauelemente der Batterieplatte.

möchte man ja nicht nach jedem Ein-/Ausschalten die Uhr erneut einstellen müssen.

## Hauptplatine – Daten sammeln & speichern

Als zentrales Element arbeitet im SDD1 der Mikrocontroller IC 7 ein Atmel ATmega64A. Bei diesem relativ neuen Controller handelt es sich um eine energiesparende Variante des altbekannten ATmega64, der im Betrieb ca. 40 % und im Idle-Modus sogar 65 % weniger Strom benötigt als der Vorgänger. Auch dieser Vorteil führt zu einer längeren Batterielaufzeit.

Zur Bedienung des SDD1 stehen dem Anwender der bereits beschriebene Schiebeschalter S 1 und der Dreh-Drück-Schalter DR 1 zur Verfügung. Dieser um einen Taster erweiterte Inkrementalgeber erleichtert die Menübedienung, die keiner weiteren Tasten bedarf.

Das beleuchtete zweizeilige Text-Display LCD 1 ist über einen 8 Bit breiten parallelen Bus am Mikrocontroller angeschlossen. Über den Transistor T 7 kann dessen Beleuchtung geschaltet werden. Zur Kontrasteinstellung des Displays dient das Potentiometer R 32, das bei Raumtemperatur gegen den Uhrzeigersinn gedreht auf Anschlag stehen sollte.

Die serielle Datenaufnahme des Mikrocontrollers erfolgt über seine zwei USART-Schnittstellen, deren Eingänge an den Portpins 2 (RxD0=ROUT[2]) und 27 (RxD1=ROUT[1]) liegen. Über die restlichen Datenleitungen ROUT[3], ROUT[4] und ROUT[5] können bei Bedarf weitere Signalpegel (z. B. für Hardware-Handshake) mitgeloggt werden. ROUT[3] und ROUT[4] sind über Pegelwandler mit den Leitungen CTS und RTS verknüpft, während ROUT[5] über IC 5 mit der Stiftleiste ST 1 verknüpft ist. Mit Hilfe eines Jumpers kann als Signalquelle DCD, DSR, DTR oder RI gewählt werden. Je nach gewählter Schnittstelle gelangen die Signale entweder über

den RS232-Pegelwandler IC 5 und Buchse BU 1/BU 2 oder über den Tri-State-Bustreiber IC 6 und die Stiftleiste ST 2 zum Mikrocontroller. Die Wahl der Schnittstelle geschieht über die Menübedienung am Display und bewirkt letztlich die Aktivierung/Deaktivierung der Ausgänge von IC 5 bzw. IC 6. Die jeweils nicht verwendeten Ausgänge werden hochohmig geschaltet (Tri-State).

Während die RS232-Eingänge durch den hochwertigen MAX3243IDB-Treiberbaustein IC 5 abgesichert sind, übernehmen das an der 3-bis-5-V-Schnittstelle ST 2 die Widerstände R 15 bis R 19 und der 74AC241-Bustreiber IC 6. Die Widerstände schützen den Bustreiber, indem sie den Eingangsstrom begrenzen, wenn Eingangsspannungen oberhalb von 4,6 V anliegen. Ab 5 V werden die in IC 6 integrierten Schutzdioden (die gegen die Versorgungsspannung geschaltet sind) leitend und begrenzen dadurch die Eingangsspannung auf ca. 5 V.

Die Verbindung zwischen den RS232-Ports BU 1 und BU 2 kann als kurzes Kabelstückchen verstanden werden, da alle Pins 1:1 durchgeführt sind. Das Loggen der Daten erfolgt über hochohmige „Abgriffe“ an den Signalleitungen.

Eine über den Adapter CR 1 (Push-Push-Connector) verbundene microSD-Karte wird über den SPI-Bus des Mikrocontrollers angesprochen, an dem gleichzeitig der Ricoh-Echtzeituhren-Baustein IC 4 angeschlossen ist. Welches SPI-Slave-Device der Mikrocontroller jeweils anspricht, bestimmt dieser über die beiden Chip-Select-Leitungen „UHR\_CE“ und „SD\_CARD\_CS“. Zwischen der microSD-Card und dem Mikrocontroller befinden sich vier bidirektionale Pegel-Wandler, die für die Konvertierung der Spannungspegel von 3,3 V auf 5 V und umgekehrt sorgen. Wie diese Schaltung genau funktioniert, ist aus dem Elektronikwissen-Teil des 3D-Beschleunigungs-Sensor-Artikels aus „ELVjournal“ 2/2010 ersichtlich.

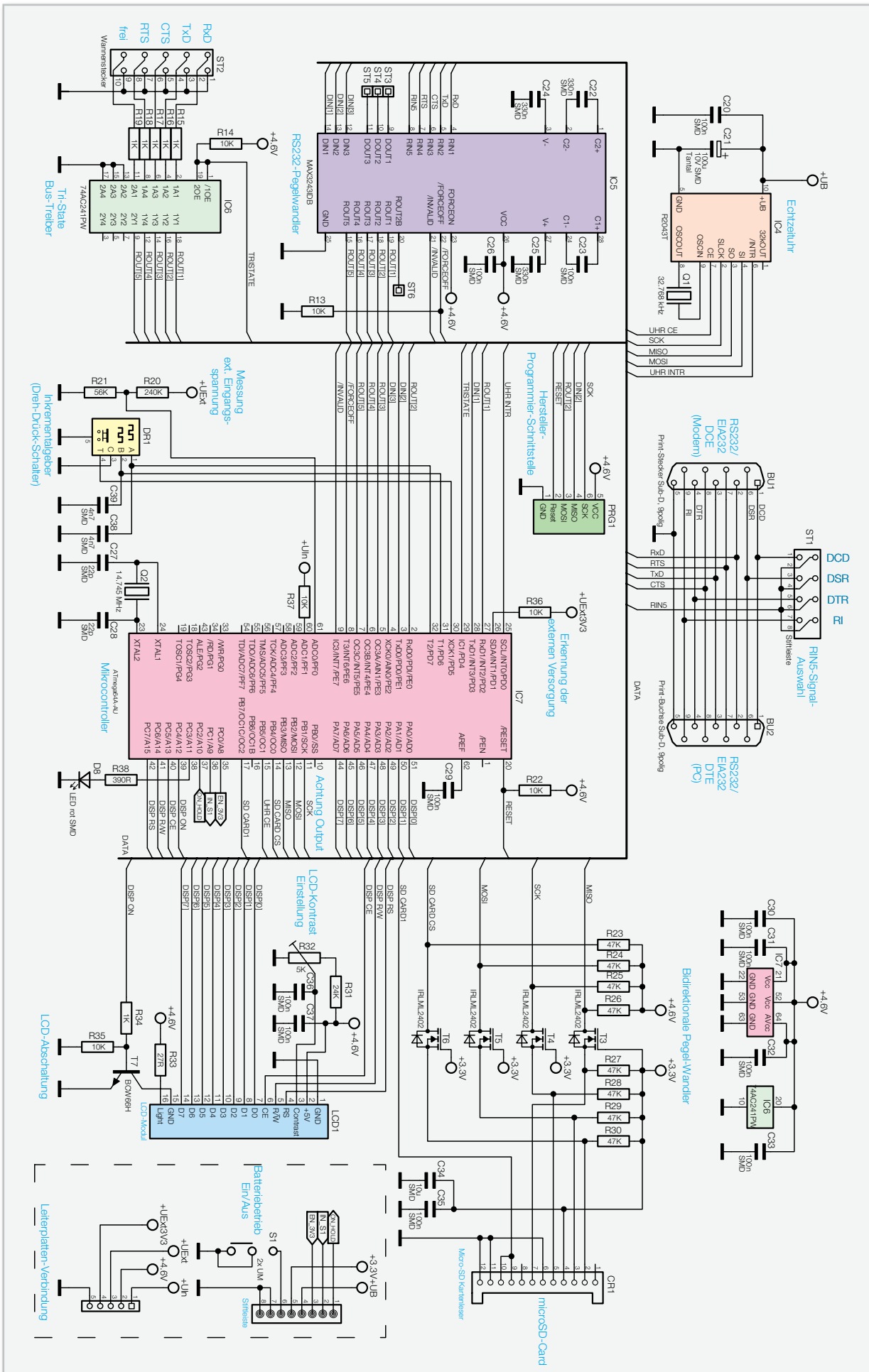
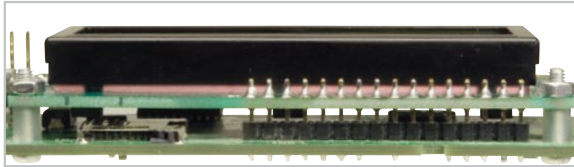


Bild 5: Das Hauptschaltbild des SSSD1, das alle Bauelemente der Hauptplatine enthält.

## Nachbau

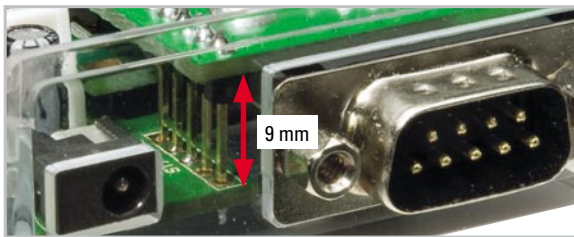
Im Lieferumfang des Bausatzes befindet sich unter anderem der mit allen SMD-Komponenten bestückte, aber noch nicht entzweigeteilte SDSD1-Platinensatz. Mit Ausnahme des LCD-Moduls kann die Bestückung der bedrahteten Komponenten durchaus vor dem Teilen der Platinen erfolgen. Vor dem Lötén ist bei allen Bauteilen darauf zu achten, dass diese dicht auf der Platine aufliegen. Lediglich der Quarz Q 1 ist liegend zu montieren und dessen Gehäuse nach dem Anlöten der sehr dünnen Anschlussdrähte zusätzlich noch mit etwas Klebstoff mechanisch zu sichern.



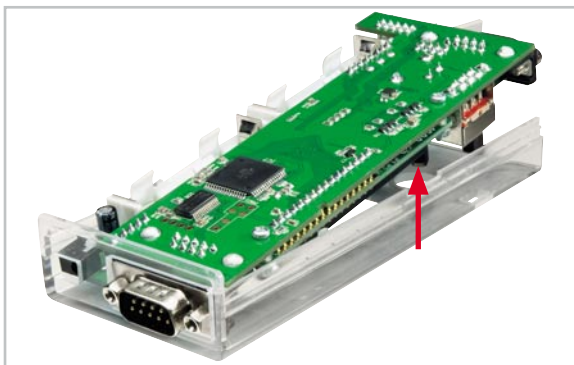
**Bild 6:** So wird das LCD-Modul montiert. Vor dem Verlöten der Stiftleiste von der Oberseite ist das Modul mit zwei Schrauben, Distanzstücken und Muttern zu befestigen. Die Schraubköpfe zeigen dabei nach unten. Erst danach wird die Stiftleiste von oben verlötet.

Die beiden Stiftleisten ST 7 und ST 8 sollten unbedingt auf die Batterieplatine und nicht auf die Hauptplatine gelötet werden, da dadurch später der Abstand zwischen beiden Platinen eingehalten wird, ohne die 9 mm (siehe Abbildung 7) noch messen zu müssen. Die Stiftleisten LCD 1, ST 1, ST 7 und ST 8 müssen alle mit den kurzen Kontakten in die Platinen gesteckt und plan aufliegend von der Unterseite her festgelötet werden.

Lediglich beim Elko C 5 ist auf die richtige Polarität zu achten. Auf dem Gehäuse des Bauteils ist der Masse-Anschluss mit einem Minus gekennzeichnet, während auf der Platine



**Bild 7:** Damit alle Buchsen in die Fräsungen passen, müssen die Platinen plan und parallel zueinander ausgerichtet mit einem Abstand von 9 mm zusammengelötet werden.



**Bild 8:** Die SDSD1-Elektronikeinheit wird für die Montage über Kopf von schräg oben zuerst in die stirnseitigen Fräsungen der Gehäuseoberseite gesteckt. Nur so passt auch die mit dem Pfeil gekennzeichnete Dreh-Drück-Schalter-Achse durch die runde Fräsung.



**Bild 9:** Erst nach dem Kürzen aller mehr als 1,5 mm abstehenden Kontakte sollte das Gehäuse durch Aufschieben des Unterteils geschlossen werden. Vorher können natürlich noch Batterien eingelegt werden.

der Plus-Anschluss mit einem + gekennzeichnet ist. Vor dem Anlöten der Batteriekontakte werden die weißen Kunststoffhalter in die Platine gesteckt. Die Kontakte sind exakt aufrecht stehend anzulöten, wobei besonders darauf zu achten ist, dass die Unterseite der Kontakte vollständig auf der Platine aufliegt.

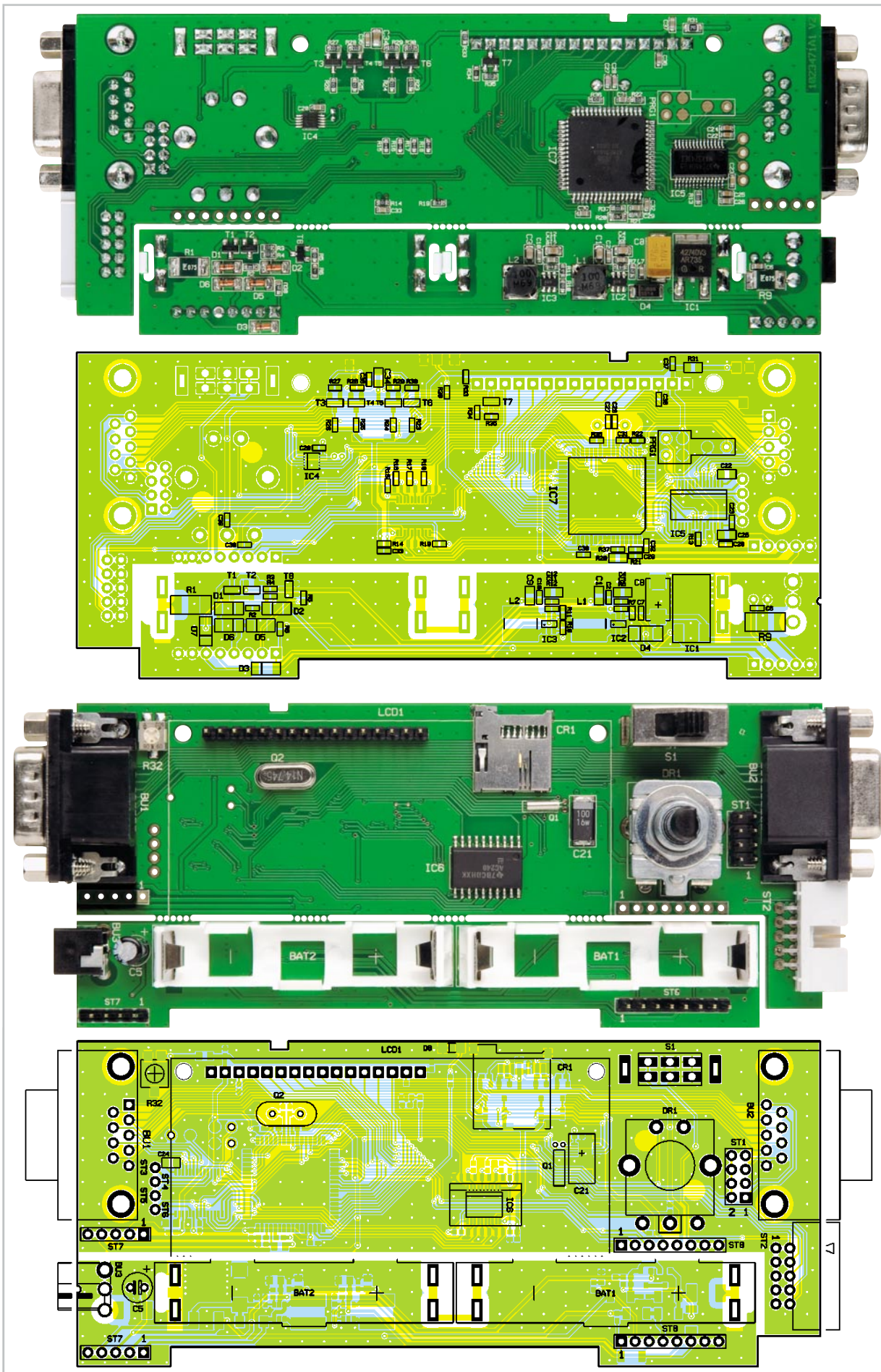
Vor dem Auseinanderbrechen beider Platinenteile sollten die Bruchstellen beidseitig mit einem scharfen Messer vorsichtig angeritzt werden. Anschließend sollten die hervorstehenden Bruchstellen plan gefeilt werden.

Nun ist das LC-Display auf die bereits in die Hauptplatine gelötete 16-polige Stiftleiste zu stecken, aber noch nicht anzulöten, sondern zuerst mit den beiden M2,5x12-mm-Schrauben, den 5-mm-Distanzstücken und den Muttern wie in Abbildung 6 gezeigt aufzuschrauben. Erst nach dieser Montage wird die Stiftleiste auch auf der LCD-Modulplatine festgelötet. Durch diese Reihenfolge der Arbeitsschritte wird sichergestellt, dass der Abstand exakt stimmt, ohne dass die Lötkontakte beim Festschrauben mechanisch belastet werden.

Nun sind beide Platinen so weit fertig, dass sie miteinander verbunden werden können. Dabei müssen am Ende die Oberflächen parallel zueinander ausgerichtet sein und zwischen ihnen (also von Unterseite zu Oberseite) ein Abstand von 9 mm (siehe Abbildung 7) verbleiben, damit die Buchsen auch exakt in die Gehäusefräsungen passen. Am besten ist die Montage zu realisieren, indem die Hauptplatine umgedreht auf die Stiftleisten ST 7 und ST 8 der Batterieplatine aufgesteckt und zusammen in die Fräsungen des Gehäuseoberteils geführt werden. Dies geschieht wie in Abbildung 8 gezeigt – nur dass die Stiftleisten ST 7 und ST 8 in diesem Arbeitsschritt noch nicht, wie in der Abbildung zu sehen, angelötet sind. Die Fräsungen sorgen nun automatisch dafür, dass die noch lose verbundenen Platinen im richtigen Abstand zueinander stehen. Nun kann man die in der Gehäusehälfte liegende Batterieplatine so weit anheben, bis die Kontakte von ST 8 genauso weit aus der Hauptplatine ragen wie die Kontakte von ST 7. In dieser Position werden die Kontakte beider Stiftleisten angelötet.

Bevor das Gehäuse zum ersten Mal wie in Abbildung 9 durch das Aufschieben der Gehäuseunterseite geschlossen wird, müssen unbedingt alle über 1,5 mm abstehenden Kontakte auf 1,5 mm gekürzt werden, da diese ansonsten das Schließen verhindern bzw. die empfindliche Kunststoffoberfläche zerkratzen. Insbesondere die seitlichen Montagestifte der RS232-Buchsen BU 1 und BU 2 und die Stiftleisten ST 7 und ST 8 sind zu kürzen.





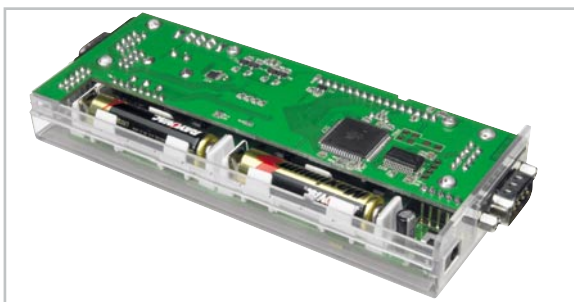
Bis auf das LC-Display sind die Platinen in dieser Ansicht fertig bestückt. Die Haupt- und die Batterieplatine sind hier noch nicht voneinander getrennt. Unterhalb der Platinenabbildungen finden sich die zugehörigen Bestückungsdrucke.

**Bild 10:** Der Drehknopf muss so aufgesteckt werden, dass 1 mm Abstand zum Gehäuse bleibt, damit die Tastfunktion möglich ist.

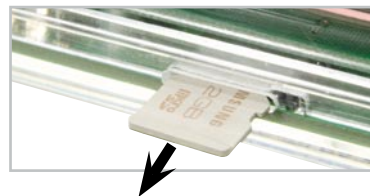


Als letzter Arbeitsschritt ist der in Abbildung 10 gezeigte Drehknopf auf die Achse des Dreh-Drück-Schalters so aufzustecken, dass zwischen Knopf und Schalter noch mindestens 1 mm Platz für die Tastfunktion bleibt. Die seitliche Bohrung am Knopf muss sich dabei auf der abgeflachten Seite der Drehachse befinden. An dieser Stelle wird der Knopf mit der M3x4-mm-Madenschraube festgeschraubt. Zu guter Letzt wird der Deckel auf den Drehknopf aufgedrückt.

Zum Wechseln der Batterien oder Akkus (Abbildung 11) kann das Gehäuse später jederzeit leicht durch Auseinanderschieben



**Bild 11:** Nach dem Entfernen der Speicherkarte lässt sich das Gehäuse auseinanderchieben, um die Batterien austauschen zu können.



**Bild 12:** Vor dem Öffnen des Gehäuses ist unbedingt die Datenaufnahme zu beenden und die microSD-Karte zu entnehmen!

ben geöffnet werden. Vorher ist unbedingt darauf zu achten, dass zuerst die Datenaufnahme beendet und anschließend die microSD-Karte entnommen wird! Solange die Speicherkarte noch im microSD-Slot steckt, lässt sich das Gehäuse nicht öffnen. Zudem kann bei dem Versuch die Karte beschädigt werden!

Zum Entnehmen wird die Speicherkarte mit dem Fingernagel erst ein Stückchen weiter hineingedrückt, wodurch sie anschließend so weit ausgeworfen wird, dass sie sich mit den Fingern herausziehen lässt (Abbildung 12).

Im zweiten Teil des Artikels werden anhand einiger Beispiele nützliche Anwendungsgebiete aufgezeigt. Zudem wird die Bedienung des SDSL1, die möglichen Speicherformate, die Aufzeichnungsoptionen und vieles mehr beschrieben. **ELV**

#### Internet:

- [1] Kostenfreier Hex-Editor: <http://mh-nexus.de/de/>
- [2] Kostenfreier Hex-Editor: <http://www.nextsoft.de/>
- [3] Kostenfreier CSV-Editor: <http://csved.sjfrancke.nl>
- [4] Hilfreiche Infos zu MMC- und SD-Karten: [http://www.mikrocontroller.net/articles/MMC-\\_und\\_SD-Karten](http://www.mikrocontroller.net/articles/MMC-_und_SD-Karten)

## Stückliste: SDSL1

### Widerstände:

27 Ω/SMD/0603	R33
390 Ω/SMD/0603	R38
1 kΩ/SMD/0603	R5, R15–R19, R34
10 kΩ/SMD/0603	R3, R4, R10, R13, R14, R22, R35–R37
24 kΩ/SMD/0805	R31
47 kΩ/SMD/0603	R23–R30
56 kΩ/SMD/0603	R21
120 kΩ/SMD/0603	R7
180 kΩ/SMD/0603	R11
240 kΩ/SMD/0805	R20
390 kΩ/SMD/0603	R2, R6
1 MΩ/SMD/0603	R8, R12
Polyswitch, 13,2 V, 0,75 A, SMD, 1812	R1, R9
SMD-Cermet-Trimmer, 5 kΩ	R32

### Kondensatoren:

22 pF/SMD/0603	C27, C28
4,7 nF/SMD/0603	C38, C39
100 nF/SMD/0603	C2, C3, C6, C7, C10, C11, C20, C23, C26, C29–C33, C35–C37
330 nF/SMD/0805	C22, C24, C25
10 µF/SMD/0805	C1, C4, C9, C12, C34
47 µF/16 V/Tantal/SMD	C8
47 µF/25 V	C5
100µF/10 V/SMD/tantal	C21

### Halbleiter:

TLE4274DV33/SMD	IC1
TPS61070DDC/SMD	IC2, IC3
R2043T/SMD	IC4
MAX3243/SMD	IC5
74AC241/SMD	IC6
ELV09937/SMD, ATmega 64A	IC7

IRLML6401/SMD	T1, T2
IRLML2402TRPBF/SMD	T3–T6
BCW66H/SMD	T7, T8
LL4148	D1–D3, D5, D6
SK14/SMD	D4
LCD-Modul HTM1602-22PSYH6TLYB, 2x 16 Zeichen	LCD1
LED/Rot/SMD/1206	D8

### Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 10 µH/1,3 A	L1, L2
Quarz, 32,768 kHz, 8 ppm	Q1
Quarz, 14,745 MHz, HC49U4	Q2
Micro-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1, BAT2
4 Micro-Batteriekontakte, print	BAT1, BAT2
MicroSD-Kartenhalter, Push/Push, SMD	CR1
Inkrementalgeber mit Taster, 12 Impulse/360 °	DR1
Stiftleiste, 1x 16-polig, gerade, print	LCD1
SUB-D-Stiftleiste, 9-polig, abgewinkelt	BU1
SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig, print	BU2
DC-Buchse, print	BU3
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade, print	ST1
Wannenstecker, 10-polig, winkelprint	ST2
Stiftleiste, 1x 5-polig, 16,5 mm, gerade, print	ST7
Stiftleiste, 1x 8-polig, 16,5 mm, gerade, print	ST8
Schiebeschalter, 2x um, hoch, print	S1
Drehknopf mit 6 mm Innendurchmesser, 21 mm, Hellgrau	DR1
Knopfkappe, 21 mm	DR1
Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm	DR1
2 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
2 Muttern, M2,5	
2 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm	
1 Profil-Gehäuse, Typ PG97GLP, transparent, komplett, bearbeitet und bedruckt	