

Lichteffekt-Klassiker und mehr

LED-Multieffekt-Lichtorgel WS2812

Die neue Lichteffekt-Schaltung erzeugt Steuersignale für serielle LEDs vom Typ WS2812/SK6812, wobei Audiosignale in visuelle Effekte, z. B. Lichtorgel oder VU-Meter, umgesetzt werden. Die Audiosignale kann man extern zuführen oder über das interne Mikrofon einspeisen. Zusätzlich stehen zahlreiche weitere Effekte wie Lauflicht oder Farbwechsel zur Auswahl, sodass das Steuergerät sehr universell für alle Arten von LED-Lichteffekten einsetzbar ist. Insgesamt lassen sich bis zu 1000 serielle LEDs (WS2812) ansteuern.

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10227

Montagevideo



#10231

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben



Infos zum Bausatz LED-WS2812



Schwierigkeitsgrad:
mittel



Ungefähre Bauzeit:
1,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
Nein



Lötterfahrung:
Ja



Programmierkenntnisse:
Nein



Elektrische Fachkraft:
Nein

Disco!

Fast jeder, der sich mit Elektronik beschäftigt, hat schon einmal ein Lichteffektgerät gebaut. Der Klassiker ist die gute alte Lichtorgel, und viele, die spätestens ab den Siebzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts das Lötten gelernt haben, haben so etwas selbst gebaut. Die Jüngeren konnten es dann schon fertig kaufen (Bild 1), und ELV als Bausatzhersteller hat entsprechende Bausätze in regelmäßigen Abständen auf den Markt gebracht (Bild 2). Im Wesentlichen bestand die traditionelle Technik dabei in drei bis sechs meist einstellbaren NF-Filterstufen, denen entsprechend leistungsfähige Schaltstufen vom



Bild 1: Einfache 3-Kanal-Lichtorgel, wie sie bis zum Erscheinen leistungsstarker LEDs auf keiner Party fehlen durfte.



Bild 2: Ein beliebtes Projekt für Elektronikbastler – hier Lichtorgel-Bausätze von ELV aus drei Jahrzehnten

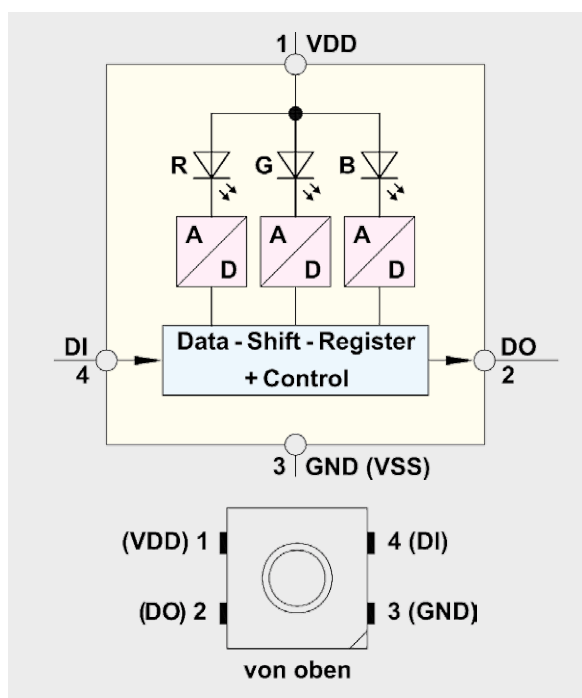


Bild 3: Blockschaltbild und Anschlussbelegung einer WS2812B

Niederspannungs-Schalttransistor bis zum Triac folgten, die die Leuchtmittel direkt schalten.

Heute nutzt man LED-Technik statt der guten alten farbigen PAR-Lampen, moderne serielle LEDs und Mikroprozessoren geben uns ganz andere Möglichkeiten zur flexiblen Programmierung von Lichteffekten in die Hand und erlauben früher kaum denkbare oder nur mit enormem Aufwand realisierbare Lichteffekte. Genau mit dieser Technik setzt unser neuer LED-WS2812-Lichtorgel-Bausatz an. Er steuert bis zu 1000 serielle LEDs des Typs WS2812/SK6812 an, kann dabei sowohl automatisch erzeugte bzw. abgespeicherte Lichteffekte abrufen als auch ganz klassisch Lichtorgel-Effekte erzeugen bzw. mit einer VU-Meter-Darstellung arbeiten. Dabei kann die Darstellung wie beim Klassiker entweder extern per Audiosignal oder intern über ein eingebautes Mikrofon gesteuert werden.

WS2812 – Grundlagen

Die zur Verwendung kommenden LEDs sind vom Typ WS2812 bzw. SK6812. In Bild 3 ist das Blockschaltbild und die Anschlussbelegung einer WS2812B dargestellt. Die LEDs sind einzeln oder als Stripe auf einer Rolle (Bild 4) erhältlich und können beliebig auf die

gewünschte Länge gekürzt werden. Das Besondere an diesen speziellen LEDs ist, dass die Ansteuerung seriell-digital erfolgt. Der LED-Treiber (Controller) für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau ist direkt in der LED integriert. In konventioneller Technik wird für jede einzelne LED eine Treiberstufe benötigt, um so jede RGB-LED separat in Helligkeit und Farbe verändern zu können. Der schaltungstechnische Aufwand hier ist verhältnismäßig hoch. Bei einer seriellen LED wie der WS2812 sind die Treiberstufen auf dem Chip integriert. Dies verringert nicht nur den Schaltungsaufwand, sondern minimiert auch den Verdrahtungsaufwand. Alle WS2812 können in Reihe geschaltet werden, d. h., das empfangene Datenpaket, welches über den Anschluss DI (Dateneingang) empfangen wird, wird über den Datenausgang DO zur nächsten LED weitergereicht. Dabei wird das serielle Datensignal gepuffert, also wieder verstärkt. Zusätzliche Treiberstufen für das Datensignal entfallen somit.

Jeder Controller verarbeitet den für ihn bestimmten Teil der ankommenden Daten (Farb- und Helligkeitswert) und gibt die dann folgenden Daten weiter an den nächsten Controller, also die nächste LED. Welcher Controller welchen Teil des Protokolls zu verarbeiten hat, ist mit einem entsprechenden Timing vom ansteuernden Mikroprozessor einzuteilen. Zur Ansteuerung solcher seriell verschalteter LEDs sind entsprechend leistungsstarke Mikrocontroller notwendig.

Mit der Anzahl der LEDs steigt auch der Rechenaufwand auf der Controllerseite. Das Datenprotokoll muss mit einer bestimmten Geschwindigkeit übertragen werden, dessen Timing vom Hersteller der LEDs vorgegeben wird. Jeder einzelnen LED ist ein bestimmter Abschnitt im Datenprotokoll zugeordnet. Je mehr LEDs angesteuert werden sollen, desto länger wird dieses Protokoll, und somit steigt auch der Rechenaufwand. Hier limitieren dann Timing und Rechenleistung oft auch die Anzahl der maximal ansteuerbaren LEDs.

Wichtig – die richtige Stromversorgung

Auch wenn die Ansteuerung der RGB-LEDs mit digitaler Technik vereinfacht wird, darf man das Thema „Spannungsversorgung“ keinesfalls außer Acht lassen. Alle LEDs müssen mit einer 5-V-Spannung versorgt werden und benötigen natürlich entsprechend Strom. Eine WS2812 benötigt bei voller Helligkeit aller drei LEDs einen Strom von 60 mA. Wenn beispielsweise ein LED-Stripe mit insgesamt 240 LEDs mit voller Helligkeit betrieben wird, ergibt sich ein Gesamtstrom von 14,4 A. Man beachte, dass dieser relativ hohe Strom nominell am Anfang eines LED-Stripes eingespeist wird und auf dem eher schmalen LED-Stripe von einer LED zur nächsten führt. Dies kann natürlich nicht ohne zusätzliche Maßnahmen funktionieren, denn der Spannungsabfall vom Anfang des Stripes bis zur letzten LED wäre viel zu hoch (bei 4 m ca. 1,5 V), und die letzte der 240 LEDs müsste mit einer Spannung von nur 3,5 V funktionieren. Für diesen Fall, dass alle LEDs gleichzeitig mit voller Helligkeit betrieben werden sollen, ist eine externe Verstärkung der Spannungsversorgung notwendig. Hierzu werden Kabel mit entsprechendem Leitungsquerschnitt parallel zum Stripe geführt, und nach einer bestimmten Anzahl von LEDs wird eine Verbindung zum Stripe hergestellt. Wie so etwas zu bewerkstelligen ist, erklären wir genauer im Abschnitt „Installation“.

Bild 4: LED-Stripes mit WS2812B, hier als Einzelstreifen und auf der 4-m-Rolle



Zusätzliche Information und Grundlagen zum Thema serielle LEDs finden sich im ELV Journal Artikel „LEDs mit Intelligenz – RGB-LED-Matrix mit WS2812B, Teil 1“ unter [1].

Funktion und Bedienung

Zur Bedienung des Geräts dienen die fünf Tasten auf der rechten Seite (Bild 5). Mit den Tasten ▲ und ▼ kann man das entsprechende Lichtprogramm auswählen. Optisch wird dies zum einen durch die LEDs auf der linken Seite und zum anderen auf dem Display durch die linke große Ziffer angezeigt. In jedem Lichtprogramm sind unterschiedliche Modi auswählbar. Dies geschieht mit den Tasten ◀ und ▶. Dieses Untermenü wird im Display durch die rechten großen Ziffern angezeigt.

Für die Audiosignalführung steht die Klemme KL2 zur Verfügung. Hier kann man zwischen „Low“- und „High“-Eingang wählen. Soll z. B. ein Lautsprecherausgang als Signalquelle genutzt werden, ist der Eingang „High“ zu verwenden. Bei Quellen mit niedrigen Spannungen ist hingegen der Eingang „Low“ zu verwenden.

Zum Ein- und Ausschalten dient die Taste „Ein/Aus“. Das Gerät wird dabei nicht komplett von der Spannungsversorgung getrennt, sondern in den Stand-by-Modus versetzt, und alle LEDs werden abgeschaltet.

Geschwindigkeit

Die Ablaufgeschwindigkeit kann für jedes Lichtsteuerprogramm separat eingestellt werden. Es stehen 9 Geschwindigkeitsstufen zur Verfügung, die durch die kleine Ziffer rechts im Display angezeigt wird. Nach einem Reset werden alle Defaultwerte wiederhergestellt. Das Einstellen der Geschwindigkeitsstufe geschieht durch eine Tastenkombination. Hierzu sind die Tasten ▶ und ▲ bzw. ▼ gleichzeitig zu drücken. Die Taste ▶ wird dabei gedrückt gehalten und mit Taste ▲ oder ▼ der Wert verstellt.

Im Folgenden sind die verschiedenen Lichtsteuerprogramme erklärt:

1: Lichtorgel

Hier können unterschiedliche Varianten einer Lichtorgel ausgewählt werden. Je nach Frequenz des Audiosignals werden unterschiedliche LED-Farben aktiviert, wie man es von einer klassischen Lichtorgel kennt. Das Frequenzband ist dabei in 3 oder 6 Bereiche aufgeteilt. Jedem Frequenzband wird eine Farbe zugeteilt, die dann in Abhängigkeit der Lautstärke unterschiedlich hell aufleuchtet. Die einzelnen Effekte sind, numerisch gekennzeichnet, mit den Tasten ◀ und ▶ auszuwählen:

- 1:1 - Klassische Lichtorgel mit 3 unterschiedlichen Frequenzbändern. Jedem Frequenzband ist eine LED-Farbe zugeordnet.
- 1:2 - Wie 1:1, jedoch mit 15 LEDs Abstand
- 1:3 - Wie 1:1, jedoch mit 30 LEDs Abstand
- 1:4 - Wie 1:1, jedoch mit Anzahl der Spalten als Abstand
- 1:5 - Klassische Lichtorgel mit 6 unterschiedlichen Frequenzbändern. Jedem Frequenzband ist eine LED-Farbe zugeordnet.
- 1:6 - Wie 1:5, jedoch mit 15 LEDs Abstand
- 1:7 - Wie 1:5, jedoch mit 30 LEDs Abstand

- 1:8 - Wie 1:5, jedoch mit Anzahl der Spalten als Abstand
- 1:9 - Farbmischung: Alle Farben der zugehörigen Frequenzbänder werden in einer RGB-LED zusammengemischt.
- 1:10 - (Stream) Hier wird am Anfang eines Stripes, je nach Lautstärke ein verschiedenfarbiger Punkt (LED) generiert, der ähnlich einem Schieberegister durchgeschoben wird.
- 1:11 - Eine Besonderheit stellt der Menüpunkt „Auto“ dar (Anzeige: Aut), der den Automatikmodus für das Programm „Lichtorgel“ realisiert. Hierbei werden im Abstand von ca. 20 Sekunden alle Effekte der Reihe nach weitergeschaltet.

2: Lauflicht

In diesem Programm finden sich zahlreiche unterschiedliche Lauflichtmuster. Auf eine Aufzählung der einzelnen Muster und Effekte verzichten wir an dieser Stelle, da die zahlreichen Effekte schwer bildlich darzustellen sind.

Eine Besonderheit stellt auch hier der Menüpunkt „Auto“ dar. Hierbei werden im Abstand von ca. 20 Sekunden alle Effekte automatisch der Reihe nach weitergeschaltet.

3: Farbwechsel

Mit den drei Grundfarben Rot, Blau und Grün der LED wird durch additive Farbmischung und in zeitlicher Abfolge (fast) das gesamte Farbspektrum erzeugt. Es können neun unterschiedliche Geschwindigkeitsstufen gewählt werden von 3:1 (langsam) bis 3:9 (schnell).



Bild 5: Die Bedien- und Anschlüsselemente des LED-WS2812



Im Prinzip wiederholt sich folgendes Muster:

- 4:1 Feste Farbe ohne Peakhold
- 4:2 Feste Farbe mit Peakhold
- 4:3 Feste Farbe mit weißem Peakhold
- 4:4 Variable Farbe ohne Peakhold
- 4:5 Variable Farbe mit Peakhold
- 4:6 Variable Farbe mit weißem Peakhold
- usw.

Die unterschiedlichen Modi sind dabei folgendermaßen gruppiert:

- 1-15: VU-Meter mit unterschiedlichen Farben
- 16-31: Spektrumanalyzer mit unterschiedlichen Farben
- 32-45: VU-Meter, wie 1-15, jedoch von der Mitte ausgehend
- 46-60: Spektrumanalyzer, wie 16-31, jedoch von der Mitte ausgehend
- 61-75: VU-Meter, wie 1-15, jedoch von beiden Seiten zur Mitte zeigend
- 76-90: Spektrumanalyzer, wie 16-31, jedoch von beiden Seiten zur Mitte zeigend

5: Zufall

Wenn dieser Programmpunkt aktiviert ist, werden alle möglichen Effekte der bisher genannten Programme in zufälliger Abfolge aktiviert.

Es können hier 3 unterschiedliche Modi eingestellt werden. Dies geschieht mit den Tasten ◀ und ▶. Im Display werden diese Modi wie folgt angezeigt.

5:x Es werden alle verfügbaren Lichteffektprogramme zufällig ausgeführt

6:x Es werden nur die Programme ausgewählt, die kein Audiosignal benötigen (Laufflicht und Farbwechsel)

7:x Es werden nur die audiofähigen Programme ausgeführt (Lichtorgel und VU-Meter)

x = zufällig gewählter Effektmode

Schaltung

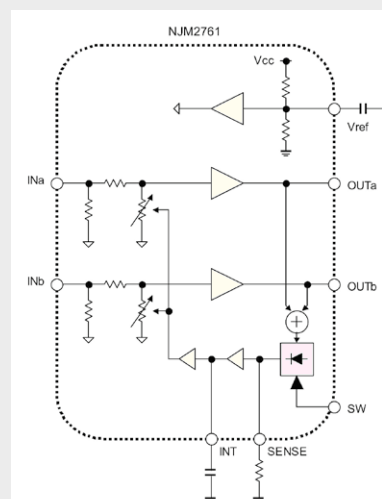
Das Schaltbild der Lichtorgel LED-WS2812 ist in Bild 6 zu sehen. Wie man erkennt, sind zwei Mikrocontroller vorhanden. Die Hauptsteuereinheit bildet der Mikrocontroller IC2 vom Typ STM32F107RC. Dieser 32-Bit-Controller ist recht leistungsstark und besitzt einen relativ großen Flash-Speicher. Hauptaufgabe des Controllers ist es, das Audiosignal zu analysieren. Dazu kommt die Ansteuerung der externen seriellen LEDs.

Der zweite Mikrocontroller IC1 ist nur für die Ansteuerung des LC-Displays (LCD1) zuständig, damit der Hauptcontroller entlastet wird. Über ein serielles Protokoll werden die Daten zwischen den beiden Controllern ausgetauscht.

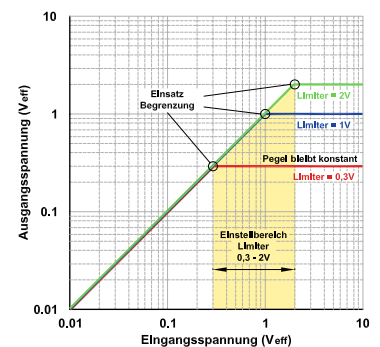
Audio-Limiter NJM2761

Mit einem Limiter kann, wie der Name schon sagt, etwas begrenzt werden (engl. to limit = begrenzen). In unserem Fall wollen wir damit ein Audiosignal in seiner Amplitude, also der Lautstärke, begrenzen. Der Limiter soll ab einem einstellbaren Pegel einen weiteren Anstieg verhindern. Unterhalb dieser Schwellenschwelle (Threshold) findet keine Beeinflussung des Signals statt. Anwendungsbeispiele für solch einen Lautstärkebegrenzer finden sich im Alltag zahlreich, etwa am Beispiel Lautsprecher- oder Lärmschutz: Der Limiter wird zwischen Vorverstärker und Endstufe geschaltet. Jetzt kann ein bestimmter Pegel (Lautstärke) nicht überschritten werden, der Limiter schützt somit die Lautsprecher vor Überlastung und die Zuhörer vor zu hohem Schallpegel.

Das Blockschaltbild des Limiters NJM2761 ist im Bild links dargestellt. Das Grundprinzip ist die automatische Verstärkungsregelung. Hierzu wird aus der Ausgangsspannung an OUTa und OUTb (Stereo) mittels eines Gleichrichters eine Gleichspannung gewonnen. Mit dem Widerstand am Anschluss „Sense“ wird der Schwellwert, also der Einsatzpunkt der Regelung, festgelegt. Der Kondensator am Anschluss „INT“ bestimmt die Regelgeschwindigkeit. Je größer dieser Kondensator ist, desto langsamer reagiert die Schaltung. Hierbei bleibt die Ansprechzeit (Attack) immer relativ klein, denn die Schaltung soll ja möglichst schnell auf Pegeländerungen reagieren. Was sich mit der Kondensatorkapazität ändert, ist die Abfallzeit (Release). Mit



Blockschaltbild vom NJM2761



Kennlinienverlauf des Limiters

der so gewonnenen Gleichspannung werden die elektronischen Potis am Eingang der Verstärkerstufe gesteuert. Hiermit kann der Pegel abgeschwächt werden, und es entsteht ein geschlossener Regelkreis. Im Diagramm (Bild rechts) ist gut zu erkennen, wie diese Regelung funktioniert. Auf der X-Achse (waagerecht) ist in logarithmischer Aufteilung die Eingangsspannung dargestellt. Die Y-Achse (senkrecht) zeigt die Ausgangsspannung. Wenn wir nun virtuell auf der X-Achse von links (Pegel klein) nach rechts fahren, sehen wir auf der Y-Achse (Ausgang), dass bis zu einem gewissen Punkt die Ausgangsspannung linear steigt. Es findet also keine Beeinflussung statt. Ab einer einstellbaren Schwellenschwelle steigt das Ausgangssignal nicht mehr an und bleibt konstant. Der Einsatzpunkt des Limiters ist am Knick in der Kennlinie erkennbar. In diesem Diagramm sind drei Beispiele für unterschiedliche Schwellenschwellen dargestellt.

Datenblatt zum NJM2761: <https://www.njr.com/semicon/products/NJM2761.html>



Schauen wir uns zuerst den Audioeingangsbereich etwas genauer an. Das Audiosignal für die Ansteuerung der Schaltung stammt entweder von einem extern zugeführten Audiosignal oder vom internen Mikrofon.

An Klemme KL2 wird das externe Audiosignal eingespeist. Hier steht, je nach Signalpegel, ein „Low“- und „High“-Pegel-Anschluss zur Verfügung. Beim Eingang „High“ wird der Signalpegel über den Spannungsteiler R17 und R18 herabgesetzt. Mit dem Trimmer R18 kann man den Pegelbereich in einem weiten Bereich anpassen.

Nun folgt ein sogenannter Audio-Limiter, der aus dem Baustein IC8 (NJM2761) besteht. Dieser hat die Aufgabe, das Audiosignal in einem bestimmten Bereich zu begrenzen, damit der A/D-Wandler des nachfolgenden Mikrocontrollers nicht übersteuert wird. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Abschnitt „Elektronikwissen“.

Dem Limiter ist ein Tiefpassfilter 4. Ordnung, gebildet durch die Operationsverstärker IC6A und IC6B, nachgeschaltet. Die Grenzfrequenz liegt bei ca. 12 kHz, sodass höhere Frequenzen abgeschwächt werden. Frequenzen oberhalb von 12 kHz kann der A/D-Wandler nicht korrekt verarbeiten, und es würden zudem Störungen bei der A/D-Wandlung auftreten.

Die schon erwähnte zweite Audiosignalquelle ist das eingebaute Mikrofon MIC1. Dieses besitzt einen internen Verstärker (Impedanzwandler),

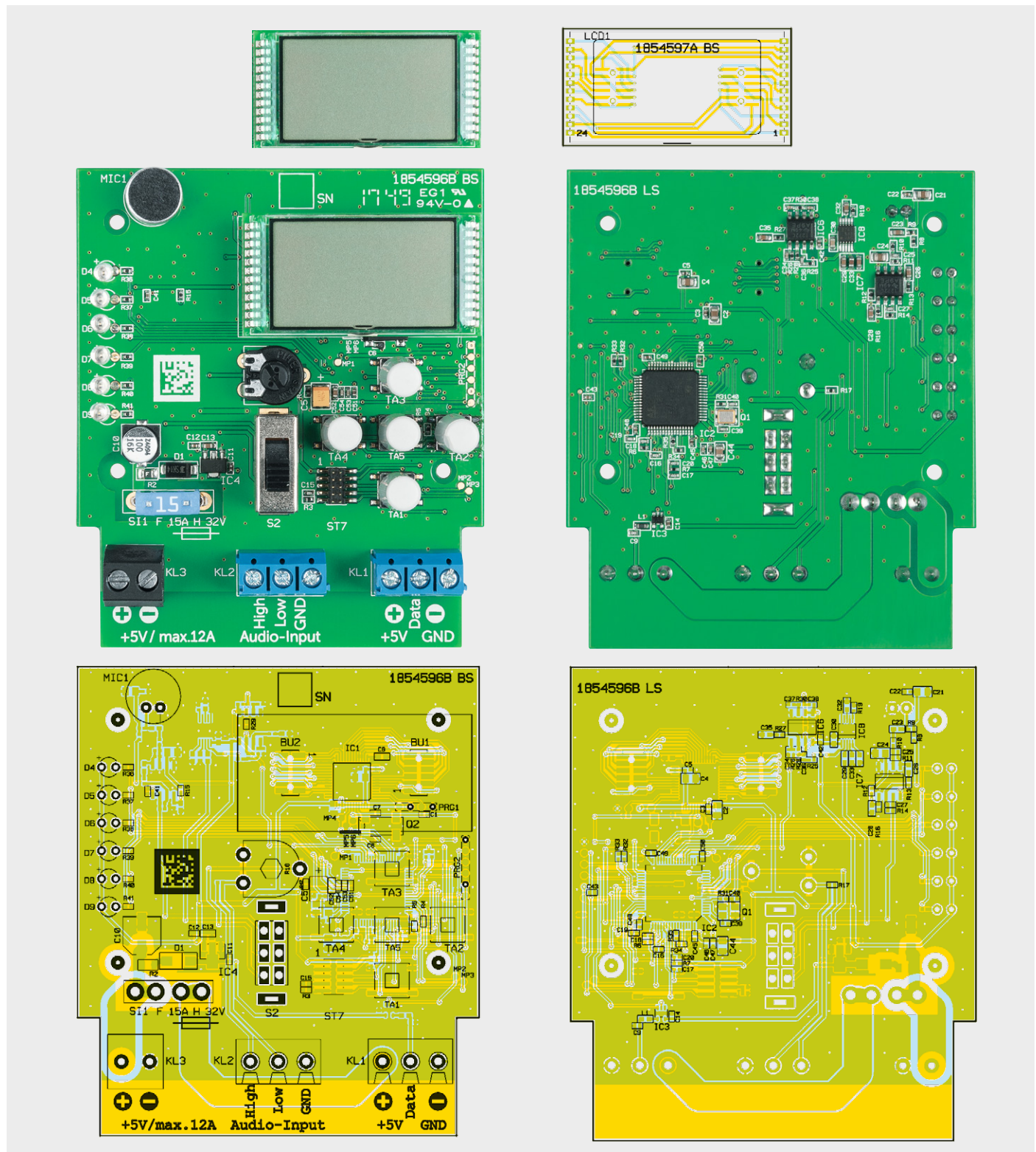


Bild 7: Die Platinfotos der Display- und der Hauptplatine mit den zugehörigen Bestückungsplänen

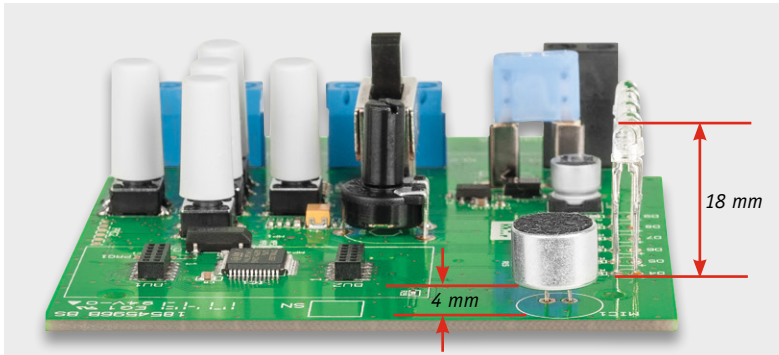


Bild 8: Seitliche Ansicht der bestückten Platine – die Oberkante der LEDs muss genau 18 mm über der Platine liegen

der mit Spannung versorgt werden muss. Aus diesem Grund wird dem Mikrofon Ausgang über die Widerstände R8 und R9 eine Versorgungsspannung zugeführt.

DC-entkoppelt wird über C23 das vom Mikrofon aufgenommene Signal auf einen nachfolgenden Verstärker weitergeleitet. Dieser 2-stufige Verstärker, gebildet von IC7A und IC7B, hat eine Gesamtverstärkung von 220. Mit dem Schalter S2 kann zwischen externem und internem Audiosignal gewählt werden. Vom Ausgang IC6A gelangt das so aufbereitete Signal auf den internen A/D-Wandler des Controllers IC2. Wie schon erwähnt, findet im Controller IC2 eine Signalauswertung, bei der Funktion „Spektrumanalyzer“ sogar eine FFT-Analyse [3] statt.

Die Ausgabe der vom Mikrocontroller generierten Daten für die Lichteffekte erfolgt seriell. Da der Controller mit einer Spannung von 3,3 V arbeitet und ein 5-V-Signal für WS2812-LEDs erzeugt werden muss, ist noch ein Pegelwandler IC3 vom Typ 74VC1G14 zwischengeschaltet, der zusätzlich noch als Ausgangstreiber dient. Die Bauteile L1 und C9 im Signalweg dienen der Störunterdrückung, da das Datenprotokoll sehr steilflankige Impulse und somit hochfrequente Anteile enthält.

Betrachten wir nun die Spannungsversorgung der Schaltung. Die Betriebsspannung UB (KL3) muss genau 5 V betragen, da diese auch gleichzeitig die Versorgungsspannung für die WS2812-LEDs ist. Eine höhere Spannung würde die angeschlossenen LEDs zerstören!

Über die Schmelzsicherung SI1 wird die 5-V-Spannung auf die Klemme KL3 geführt, an der die externen seriellen LEDs angeschlossen werden. Der PTC-Widerstand R2 dient als Sicherung und ist reversibel, d. h., im Fehlerfall wird dieser spezielle Widerstand hochohmig und begrenzt den Strom. Ist der Fehler nicht mehr vorhanden, kühlt der PTC wieder ab und wird niederohmig.

Als Verpolungsschutz dient die Diode D1. Hierbei ist zu beachten, dass der Verpolungsschutz nur für die Steuerelektronik gedacht ist. Die angeschlossenen LEDs sind nicht durch einen Verpolungsschutz abgesichert. Für den Controller und die restliche Elektronik wird die 5-V-Eingangsspannung mit dem Spannungsregler IC4 nochmals auf 3,3 V stabilisiert.

Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen Basisplatine und einer relativ kleinen Displayplatine. Die Grundlage für den Aufbau bilden die Platinenfotos (Bild 7), Bestückungspläne, Stücklisten und die im Folgenden erläuterten Detailaufnahmen. Da alle SMD-Bauteile schon vorbestückt sind, muss man nach einer Bestückungskontrolle nur noch wenige bedrahtete Bauteile bestücken.

Im ersten Arbeitsschritt wird der Trimmer R18 bestückt. Die Steckachse für den Trimmer kann schon vor dem Bestücken eingesteckt werden. Im Anschluss werden die fünf Taster eingesetzt und verlötet. In gleicher Weise werden die Anschlussklemmen KL1 bis KL3 und des Schalters S2 bestückt.

Bei den LEDs D4 bis D9 ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Den auf der Platine markierten Pluspol (Anode) der LED erkennt man am etwas längeren Anschlussdraht. Der Abstand zwischen

LED-Oberkante und Platine sollte 18 mm betragen (siehe Bild 8). Beim Einsetzen der Mikrofonkapsel MIC1 (Bild 9) ist ebenfalls auf die richtige Einbaulage zu achten. Da die Anschlüsse des Mikrofons etwas seitlich versetzt angeordnet sind, wird hierdurch die Einbaulage vorgegeben. Das Mikrofon sollte nicht auf der Platine aufliegen, sondern wie in Bild 8 zu sehen, etwas erhöht montiert werden.

Nun folgt die Bestückung des Sicherungshalters, der aus zwei Kontaktschuhen besteht. Zweckmäßigerweise werden diese auf die Sicherung aufgeschoben und anschließend bestückt. Die Anschlüsse müssen mit reichlich Lötzinn verlötet werden, damit ein möglichst niederohmiger Übergang für den relativ hohen Betriebsstrom erreicht wird.

Schließlich wird die Platine in das Gehäuseunterteil eingesetzt und mit 4 Schrauben 2,2 x 5 mm befestigt.

Nun widmen wir uns der kleinen Displayplatine. Hier braucht nur das eigentliche Display aufgelötet zu werden. Das Display ist von der Oberseite so auf die Platine zu setzen, dass der Anguss im Displayglas mit der entsprechenden Markierung auf der Platine übereinstimmt (siehe Bild 10). Die Pinabstände (Rastermaß der Anschlüsse) sind sehr klein. Aus diesem Grund sollte das Verlöten sehr sorgfältig erfolgen. Nach Abschluss der Lötarbeiten kann die Displayplatine auf die Buchsenleisten der Basispla-



Bild 9: An der Elektret-Mikrofonkapsel sind die seitlich versetzten Anschlüsse gut zu erkennen. Die Mikrofonkapsel ist genau übereinstimmend mit der Markierung auf der Platine zu bestücken.

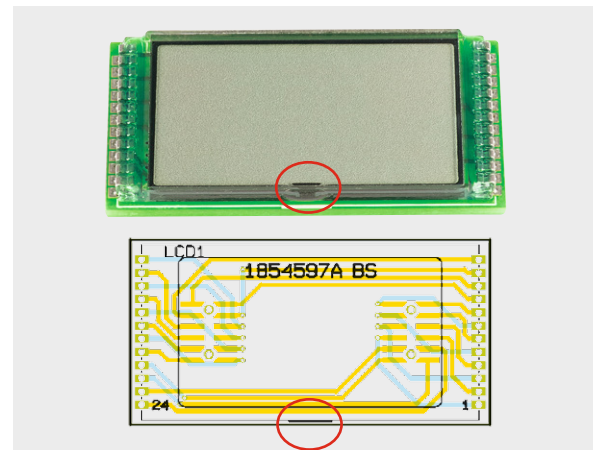


Bild 10: Das LC-Display ist so in die Platine einzusetzen, dass die Angussnase mit der Markierung auf der Platine korrespondiert.



Bild 11: So erfolgt das Abziehen der Display-Schutzfolie.

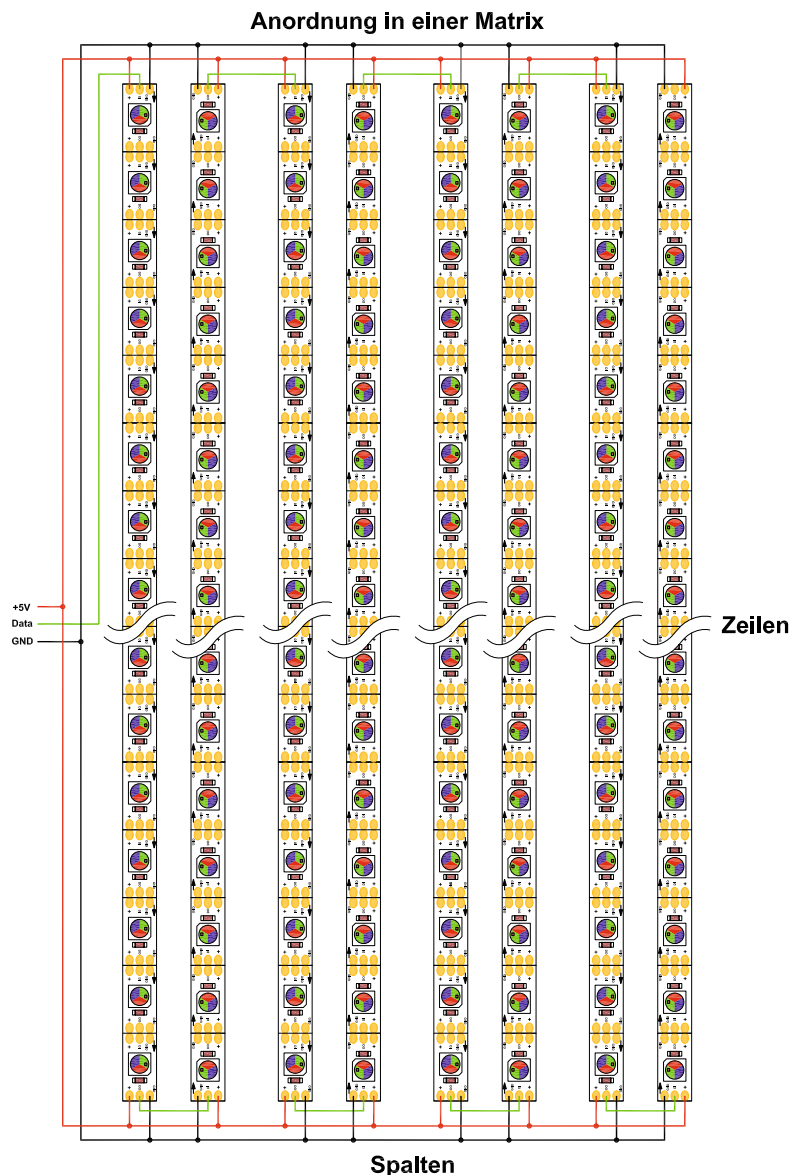


Bild 12: So erfolgt die Anordnung der LED-Stripes in einer Matrix.



Bild 13: Hier sind LEDs in einer 15x15-Matrix angeordnet.

tine aufgesteckt werden. Auch hier dient die schon erwähnte Display-Markierung, die sich auch auf der Basisplatte wiederfindet, der richtigen Einbaulage. Die Display-Schutzfolie ist wie in Bild 11 gezeigt abzuziehen. Das Gehäuseoberteil ist abschließend mit zwei Schrauben 2,9 x 5 mm zu verschrauben.

Anordnung in einer Matrix

Um z. B. einen Spektrumanalyzer darstellen zu können, ist eine Anordnung der LEDs in einer Matrix erforderlich, wie in Bild 12 zu sehen ist. Hierdurch ergibt sich ein zweidimensionales Anzeigenfeld. Mit unserer Schaltung kann eine Matrix mit maximal 32 x 32 LED realisiert werden. Die Einstellung hierfür erfolgt im Menü „Setup“, denn die Steuerelektronik muss wissen, aus wie vielen LEDs die Matrix besteht.

Das Bild 13 zeigt solch eine fertig aufgebaute Matrix mit 15 x 15 LEDs. Anzumerken ist hier, dass die LEDs immer noch in Reihe geschaltet sind, nur die Anordnung ändert sich. Bei der seriellen Verdrahtung unterscheiden wir zwischen mäanderförmiger und „normaler“ Verdrahtung (siehe Bild 14). Hierbei geht es nur um die Datenrichtung. Bei der Mäanderform wird der Datenausgang (DO) auf der gleichen Seite mit dem Dateneingang (DI) des nächsten Stripe verbunden. Im Vergleich hier die im unteren Teil von Bild 14 dargestellte Verdrahtung, wo der Datenstrom bei jedem Stripe wieder zurückgeführt wird. Letztendlich sind alle LEDs, egal wie diese mechanisch angeordnet sind, immer in Reihe geschaltet. In Bild 15 ist zu sehen, dass man auch Stripes parallel schalten kann. Die Gesamtanzahl der Anzahl der LEDs erhöht sich hierdurch zwar, aber für den Controller sind parallel geschaltete LEDs nicht erkennbar und spielen für die Berechnung des Datenprotokolls keine Rolle. Wie aus den technischen Daten ersichtlich, kann das Datenprotokoll max. 1000 LEDs ansteuern. Durch Parallelschalten gibt es aber auch die Möglichkeit, zwei oder mehrere Stränge à 1000 LEDs anzusteuern.

Installation

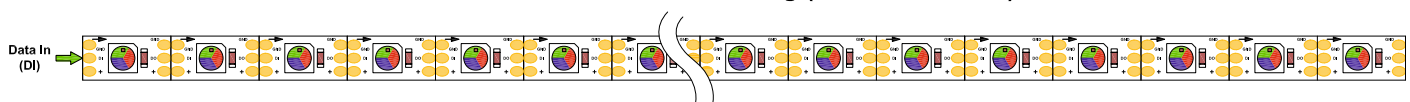
In Bild 16 ist ein typisches Anwendungsbeispiel dargestellt. Zuerst sollte man sich die Frage nach dem mechanischen Aufbau stellen, also, wie die LEDs angeordnet werden sollen: Will man die LEDs als Matrix anordnen oder sollen sie als Stripe in voller Länge erhalten bleiben? Informationen zum Aufbau einer Matrix sind im vorherigen Abschnitt „Anordnung als Matrix“ ausführlich erklärt.

Einer der wichtigsten Punkte ist die Spannungsversorgung. Nicht zu unterschätzen ist die maximale Stromaufnahme der LEDs, denn die theoretische Stromaufnahme einer einzelnen WS2812 liegt bei 60 mA. In diesem Fall wären alle Grundfarben auf voller Helligkeit und die LEDs würden als Ergebnis der additiven Farbmischung annähernd weiß leuchten. Hat man ein gängiges Stripe mit ca. 4 m Länge und einer Anzahl von 240 LEDs im Einsatz, läge die Gesamtstromaufnahme bei 14,4 A. Wenn man sich einen LED-Stripe einmal genauer anschaut, erkennt man schnell, dass die Kupferbahnen, die seitlich neben den LEDs geführt werden, nicht für einen Strom von 14,4 A ausreichend dimensioniert sind. Aus die-



Bild 14: Anordnung der LEDs in Mäanderform (oben) und in „normaler“ Anordnung (unten)

"normale" serielle Anordnung (max. 1000 LEDs)



"parallele" Anordnung (max. 1000 LEDs pro Strang)

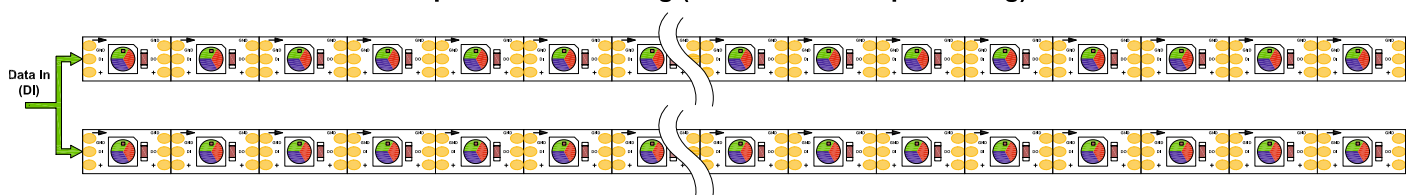


Bild 15: Bei einer Parallelschaltung von Stripes ist die Anzahl der LEDs quasi beliebig wählbar.

sem Grund empfehlen wir, diese Verbindungen zu verstärken, wie es in Bild 17 dargestellt ist. Eine parallel geführte Litze von $> 0,75 \text{ mm}^2$ und ca. alle 60 LEDs einer Verbindung zu dem Stripe hat im Testlabor sehr gute Ergebnisse erzielt. Auf jeden Fall sollte man vor solch einer Maßnahme erst einmal testen, wie hoch der Spannungsabfall bei einem LED-Stripe tatsächlich ist. Die Erfahrung zeigt: man kann die gemachten Vorschläge nicht verallgemeinern, denn jeder Hersteller von LED-Stripes verwendet andere Materialien und Materialstärken. Der Spannungsabfall kann einfach mit einem Multimeter ermittelt werden. Unsere Lichtorgel LED-WS2812 kann kurzzeitig einen Strom von 12 A ausgeben. Aus diesem Grund ist die max. Strombelastung des Spannungsausgangs mit 12 A angegeben und mit einer 15-A-Sicherung abgesichert. Dieser Strom reicht für die Versorgung von ca. 240 LEDs.

Für die Spannungsversorgung empfehlen wir ein Schaltnetzteil mit 12-A-Ausgangsstrom, wie es in Bild 18 dargestellt ist. Sollen mehr als

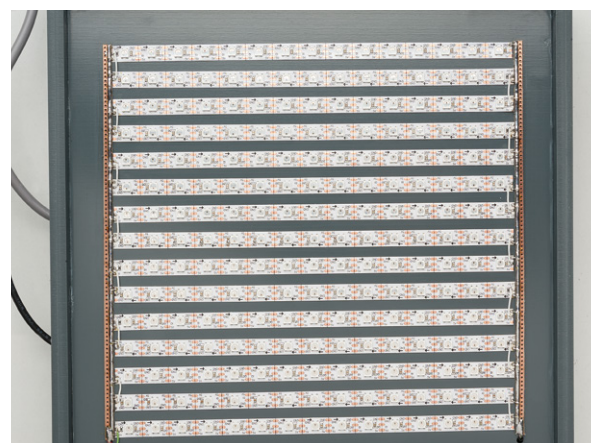


Bild 16: Die fertig verdrahtete Matrix



240 LEDs betrieben werden, ist dies auch kein Problem. Hierzu bildet man ein neues, wie wir es nennen, Cluster. Für die weiteren 240 LEDs ist dann auch wieder ein separates Netzteil erforderlich (siehe Bild 19). Natürlich könnte man in diesem Fall auch ein Netzteil mit 24 A nehmen. Diese Netzteile, wenn man sie überhaupt irgendwo findet, liegen dann allerdings preislich weit über dem, was zwei einzelne 12-A-Netzteile kosten. Die Signalansteuerung des neuen Clusters erfolgt von der letzten LED des ersten Clusters. Hierbei ist zu beachten, dass nur die Datenleitung und Masse (GND) weiterführt werden. Auf keinen Fall darf die Versorgungsspannung vom Hauptgerät auch für das zweite Cluster verwendet werden – also die Plusleitungen nicht miteinander verbinden!

Set-up-Menü

Um in das Set-up-Menü zu gelangen, ist die Taste „Ein/Aus“ für mindestens 3 Sekunden gedrückt zu halten. Das Set-up-Menü ist durch eine blinkende Ziffer (kleine Anzeige) und die LED „Setup“ zu erkennen. Mit den Pfeiltasten ◀ und ▶ kann der Set-up-Menüpunkt ausgewählt werden. Anschließend wird mit „Ein/Aus“ bestätigt, woraufhin der einzustellende Wert blinkt. Durch längeres Drücken der „Ein/Aus“-Taste verlässt man das Set-up-Menü wieder. Alternativ

wird das Set-up-Menü automatisch nach ca. 20 Sekunden beendet. Folgende Einstellungen können bzw. müssen vorgenommen werden.

➊ Anzahl der angeschlossenen LEDs

Mit den Tasten ▲ und ▼ kann die Anzahl der LEDs eingestellt werden. Es zählen nur die LEDs, die seriell in Reihe geschaltet werden. Parallel geschaltete LEDs müssen nicht berücksichtigt werden (siehe Bild 15). Um die Einstellung zu vereinfachen, und damit die LEDs nicht unbedingt gezählt werden müssen, werden die LEDs entsprechend der Reihe nach eingeschaltet. Leuchtet die letzte LED auf, ist die eingestellte Anzahl der LEDs korrekt. Mit der Taste „Ein/Aus“ wird der neue Wert gespeichert.

➋ Matrix-Darstellung

Art der seriellen Verkettung: Mäander oder Normal

2:0 - Normal (default)

2:3 - 90° gedreht

2:1 - Mäander

2:4 - 90° gedreht + Mäander

➌ Anzahl der Spalten

Dies ist nur bei einer Matrixdarstellung notwendig (siehe Bild 12). Sind die LEDs nicht in einer Matrix zusammengeschaltet, wird für die Anzahl der Spalten „1“ eingestellt. Die Anzahl der Reihen wird vom Programm automatisch berechnet und ergibt sich aus der Anzahl der LEDs/Spalten.

➍ Reset

In diesem Menüpunkt wird ein Werksreset durchgeführt

0 = nein

1 = ja -> dann „Ein/Aus“-Taste drücken

ELV

Basis-Einheit

Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R31
22 Ω/SMD/0402	R42
220 Ω/SMD/0402	R36–R41
1 kΩ/SMD/0402	R32
2,2 kΩ/SMD/0402	R8, R9
2,7 kΩ/SMD/0402	R27
3,9 kΩ/SMD/0402	R28, R29
8,2 kΩ/SMD/0402	R30
10 kΩ/SMD/0402	R3, R10, R12, R13, R15, R16, R33–R35
22 kΩ/SMD/0402	R19, R25, R26
100 kΩ/SMD/0402	R4–R7, R14
220 kΩ/SMD/0402	R11, R17
PT10 für Sechskantachse/liegend/10 kΩ	R18
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R2

Kondensatoren:

12 pF/50 V/SMD/0402	C6, C7
27 pF/50 V/SMD/0402	C39, C40
47 pF/50 V/SMD/0402	C25
100 pF/50 V/SMD/0402	C9, C15–C20, C27
470 pF/50 V/SMD/0402	C36
1 nF/50 V/SMD/0402	C34, C37, C47, C54
8,2 nF/16 V/SMD/0402	C38
10 nF/50 V/SMD/0402	C46, C53
22 nF/50 V/SMD/0603	C33
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3, C5, C11, C12, C14, C22, C41–C43, C45, C48–C51
1 µF/50 V/SMD/0603	C8, C13, C23, C26, C28, C29, C30, C31, C32, C35, C52
4,7 µF/SMD/0805	C44
10 µF/16 V/SMD/0805	C2, C4, C21, C24
47 µF/10 V	C55
100 µF/16 V	C10

Halbleiter:

ELV171579/SMD	IC1
ELV171580/SMD	IC2
74LVC1G14/SMD	IC3
TS9011SCY RM/SMD	IC4
TLV272/SMD	IC6, IC7
NJM2761RB2/SMD	IC8
Diode/SK14/SMD	D1
LED/3 mm/rot/low current/klares Gehäuse	D4–D9

Sonstiges:

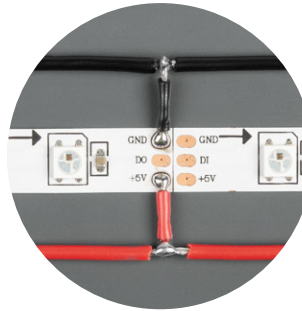
Chip-Ferrit, 1000 Ohm bei 100 MHz, 0603	L1
Quarz, 24,000 MHz, SMD	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q2
Elektret-Einbaukapsel, 2-polig	MIC1
Kfz-Sicherungshalter für Mini-Flachstecksicherung, print, stehend	SI1
Mini-Flachstecksicherung für Kfz, 15 A	SI1
Buchsenleisten, 2x 6-polig, SMD	BU1, BU2
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1–TA5
Tastkappen	TA1–TA5
Schraubklemmleisten, 3-polig, print	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL3
Schiebeschalter, 2x um, hoch, print	S2
Potisteckachse	
Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Display-Einheit

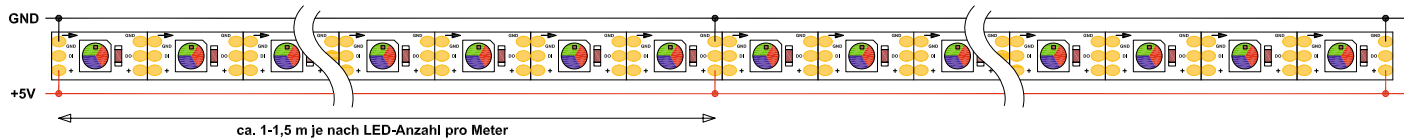
LC-Display	LCD1
Stiftleisten, 2x 6-polig, 8,8 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD	ST1, ST2



Bild 17: So sieht die abschnittsweise Zuführung der Spannung aus, um die spannungsführenden Leiterbahnen von zu hohen Strömen zu entlasten.



Verstärkung der Spannungsversorgungsleitung durch zusätzliches parallel geführtes Kabel Querschnitt >0,75 mm²

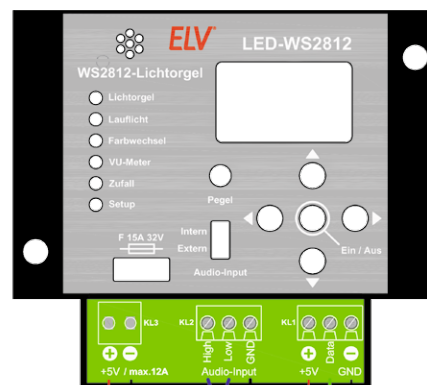


Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	LED-WS2812
Versorgungsspannung:	5 V
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,2 W
Stromaufnahme:	12 A max.
Ansteuerung:	serielles Protokoll WS2812
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	68 x 58 x 24 mm
Gewicht:	55 g



Bild 18: Sicher und leistungsfähig – Schaltnetzteil der Meanwell-Reihe LPV-100-5



Weitere Infos:

- [1] LEDs mit Intelligenz – RGB-LED-Matrix mit WS2812B
Teil 1:
www.elv.de: Webcode #10240
- [2] Teil 2:
www.elv.de: Webcode #10239
- [3] https://de.wikipedia.org/wiki/Schnelle_Fourier-Transformation

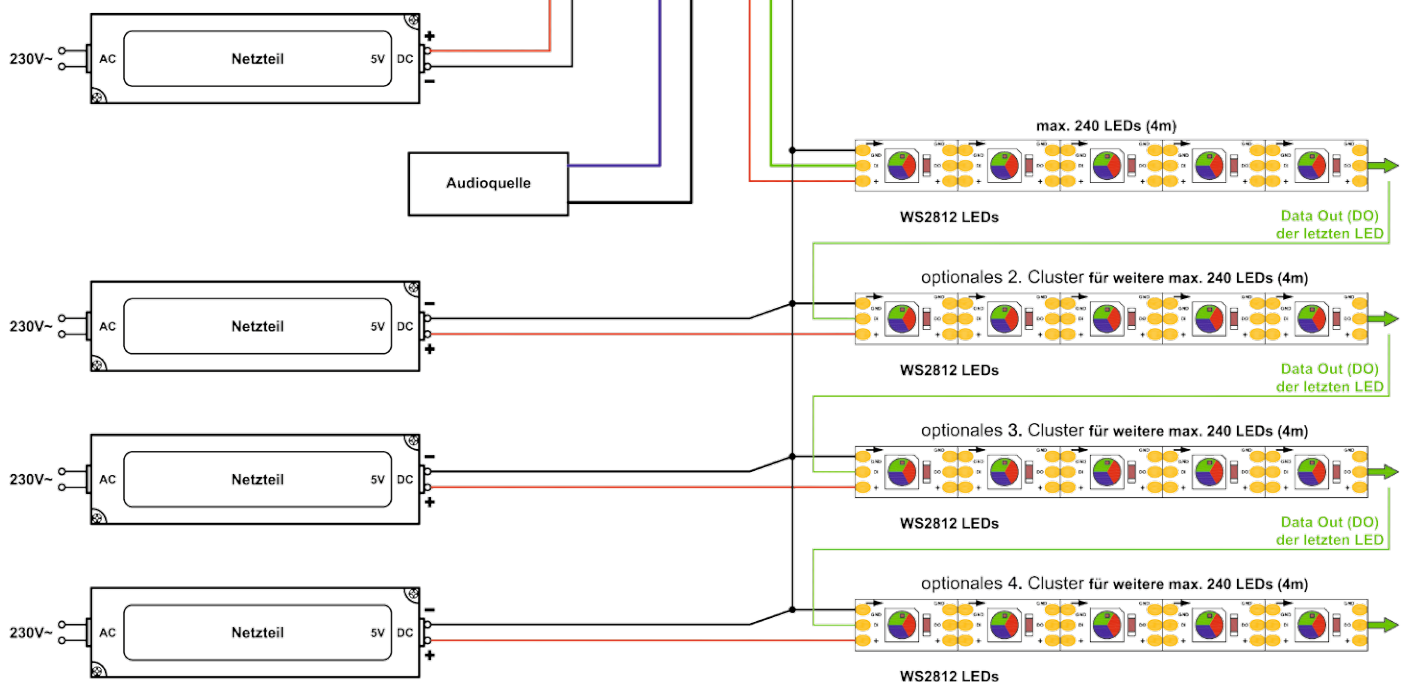


Bild 19: So erfolgt die Spannungsversorgung bei LED-Anordnungen von mehr als 240 LEDs.