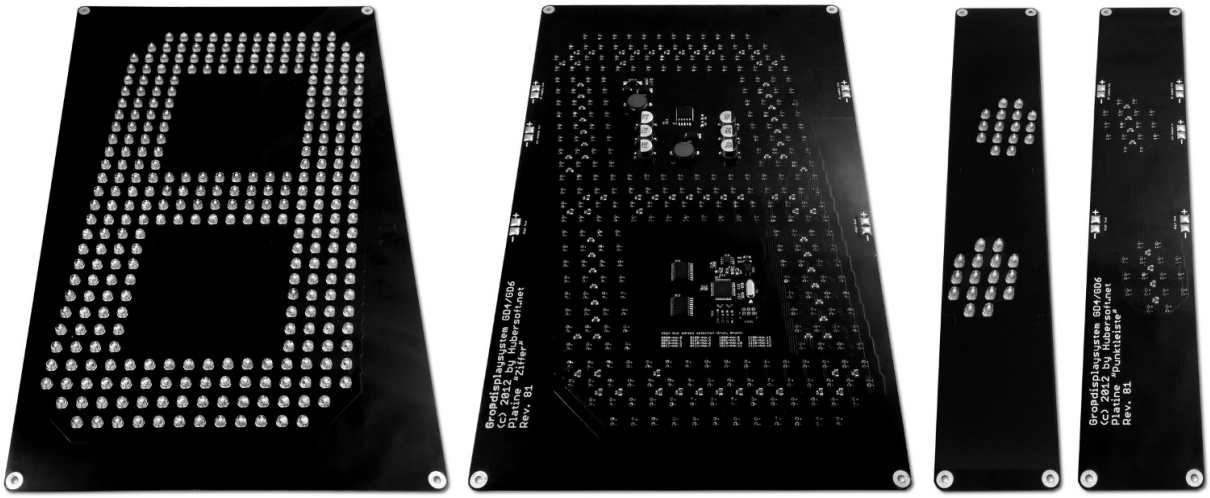
Hubersoft®

Ziffern- und Punktleistenmodul

Zum Aufbau von sonnenlichttauglichen LED-Großdisplays



Version 1.0 vom 16.01.2016

Bauanleitung für Spar-Set

Vielen Dank für den Kauf des Spar-Sets zum Aufbau eines Hubersoft® Ziffern- und Punktleistenmoduls!

Mit dem Ziffern- und Punktleistenmodul lassen sich extrem helle und große Displays mit brilliantem Erscheinungsbild aufbauen. Die Ziffer setzt sich aus 13 Segmenten zusammen, was im Vergleich zu üblichen 7-Segment-Anzeigen ein viel schöneres Schriftbild ergibt. Jedes Ziffernmodul besitzt einen eigenen Spannungsregler und einen eigenen Decoder, dessen DisplayBus-Adresse (0..5) über einen DIP-Schalter einstellbar ist.

Somit sind alle Ziffernplatinen absolut gleich, arbeiten völlig unabhängig voneinander und können an jeder der möglichen sechs Ziffern-Positionen des Großdisplays eingesetzt werden. Jedes Modul holt sich aus dem DisplayBus-Signal des Steuergeräts genau die Information, die es an seiner zugewiesenen Position anzeigen soll. Das Ziffernmodul hat einen Ausgang für eine (optionale) Punktleiste, die jeweils rechts der jeweiligen Ziffer angeordnet wird. Diese Punktleiste arbeitet passiv, d.h. sie enthält nur LEDs und Vorwiderstände.

Um mit den Ziffern- und Punktleistenmodulen ein Display aufzubauen, werden die Module einfach aneinander gereiht und z.B. oben und unten auf jeweils eine Leiste geschraubt. Die elektrische Verbindung der Module untereinander erfolgt über Lötbrücken auf der Rückseite, somit sind im gesamten Display keine Kabel notwendig. Die Versorgungsspannung und das Signal des DisplayBus werden so über alle Module verteilt, deren Anschluss ist daher nur an einer Stelle notwendig.

Durch verschiedene mögliche Anordnungen der Ziffern und Punktleisten können Sie Ihr individuelles Display für Ihre spezielle Anwendung erstellen: Vom PremiumLine Steuergerät werden folgende Formate unterstützt: (00:00), (00:000), (0:00:00), (00:00:00), (0:00:000), (000:000). Vom EcoLine Steuergerät werden die Formate (00:00:00), (00:00) und (000:000) unterstützt. Natürlich können Sie bei der Gestaltung Ihres Displays auch nicht benötigte Ziffern weglassen und so z.B. auch 2-stellige Displays realisieren, z.B. für eine kompakte Temperaturanzeige. Die Verbindung der Module untereinander ist anwendungssicher: Ein falsches Aneinanderreihen der Ziffern- und Punktleisten-Module ist nicht möglich, da die Lötbrücken sich dann nicht gegenüberstehen würden.

Die Ziffern haben einen Eingangsspannungsbereich von 19-30 Volt, leuchten selbstverständlich unabhängig von ihrer Eingangsspannung immer gleich hell und nehmen spannungsunabhängig immer die gleiche Leistung auf. Über das Steuergerät (Premium- und EcoLine) können die Ziffern und Punktleisten über 100 Stufen gedimmt werden, um für den Aussen- und Innenbereich die optimale Helligkeit einstellen zu können. Da die LEDs im Gegensatz zu gängigen Videoleinwänden nicht gemultiplext sind, sondern statisch angesteuert werden, erreichen sie eine deutlich höhere Helligkeit.

Die geringe Dicke von 19 mm an der dicksten Stelle der Ziffern- und Punktleistenmodule ermöglicht superflache Großdisplays. So können beispielsweise mit zwei 3-mm starken Plexiglasscheiben vorne und hinten Großdisplays mit einer Gesamtdicke von nur 25 mm aufgebaut werden!

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis 3
2. Features der LED-Ziffer / Punktleiste 3
3. Vorgehensweise beim Aufbau 4
4. Schaltschema 5
5. Berechnung der Widerstandswerte 6
5.1 Forward-Spannung Ihrer LEDs ermitteln 6
5.2 Segment-Vorspannung über R1/R2 einstellen 6
5.3 Strangwiderstände RA, RB und RC berechnen 7
5.4 Prüfen der Berechnungen 8
6. Beschaffung der LEDs 9
6.1 Herstellung und Vertrieb von LEDs 9
6.2 Das Problem der unterschiedlichen Selektionsklassen 10
6.3 Forwardspannung / Helligkeit / Farbabweichung 11
6.4 Regeln zum Einkauf von LEDs 12
7. Bestückungspläne 13
8. Stücklisten 15
9. Fotos der bestückten Platine 16
10. Fehlersuche 17
11. Technische Daten 19

2. Features der LED-Ziffer / Punktleiste

- Extrem hell durch 308 ultrahelle LEDs je Ziffer und 32 LEDs je Punktleiste, dadurch perfekt bei Sonnenlicht ablesbar.
- Schöne Schrift mit abgerundeten Ecken dank 13 anstatt wie üblich 7 Segmenten.
- Gleichbleibende Helligkeit unabhängig von der Versorgungsspannung, gute EMV-Eigenschaften.
- Jede Ziffer arbeitet völlig eigenständig durch eigenen Spannungsregler, DisplayBus-Decoder und Segment-LED-Treiber.
- Jede Ziffer besitzt einen Ausgang für eine optionale Punktleiste.
- Nur ein Platinentyp, Ziffernposition (Adresse) 0..5 über DIP-Schalter einstellbar.
- Module sind aneinanderreihbar und werden über Lötbrücken verbunden, es sind keine Verbindungskabel notwendig!
- Ein falsches Anordnen der Ziffern (z.B. 180° verdreht) ist ausgeschlossen
- Montagebereich 3 cm am oberen und unteren Displayrand bietet ausreichend Platz zur optimalen Befestigung der Module.
- Statische Ansteuerung der LED-Segmente: kein Multiplexing wie bei gängigen Videoleinwänden.
- Großer Blickwinkelbereich von 120° mit voller Helligkeit.
- Sehr energiesparend durch LED-Technik (nur ca. 25 Watt pro Ziffer bei Anzeige „8“ und voller Helligkeit).
- Platine bestückbar mit allen gängigen LED-Farben, die Forward-Spannung ist über Widerstände anpassbar.
- Helligkeit in 100 Stufen über das Steuergerät regelbar.

3. Vorgehensweise beim Aufbau

Gehen Sie beim Aufbau des Ziffernmoduls und der Punktleiste auf Grundlage des Spar-Sets folgendermaßen vor:

1. Lesen Sie das Kapitel 4 über das Schaltschema des Ziffernmoduls, um den Zusammenhang zwischen den LEDs, deren Strang-Vorwiderstände RA, RB und RC und der Segment-Vorspannung, die über die beiden Widerstände R1 und R2 eingestellt wird, zu verstehen.

2. Lesen Sie das Kapitel 5 über die Berechnung der LED-Strangwiderstände RA, RB und RC sowie der Widerstände R1 und R2, die zur Einstellung der Segment-Vorspannung dienen.

3. Lesen Sie das Kapitel 5 zu den Hintergrundinformationen über die Herstellung und die Vertriebswege von LEDs sowie unsere Empfehlungen, wie Sie bei der Beschaffung der LEDs für Ihre Ziffernmodule vorgehen sollten.

4. Entscheiden Sie sich für eine LED-Farbe und beschaffen Sie die LEDs in ausreichender Stückzahl.

5. Beschaffen Sie die übrigen Bauteile gemäß Stückliste in Kapitel 6, mit Ausnahme der Widerstände RA, RB und RC. Bestellen Sie von den von Ihnen berechneten RA, RB und RC nur einige Testexemplare. Sie müssen noch prüfen, ob Ihre Berechnungen der Praxis entsprechen.

6. Bestücken Sie alle LEDs und die übrigen Bauteile mit Ausnahme der Strang-Vorwiderstände RA, RB und RC. Achten Sie bei allen Bauteilen, insbesondere bei den LEDs, auf die richtige Polarität! Orientieren Sie sich dazu an den Abbildungen in Kapitel 9. Alle LEDs der Platine sind gleich ausgerichtet, die beiden Kontakte sind jeweils mit einem + und einem - Zeichen beschriftet.

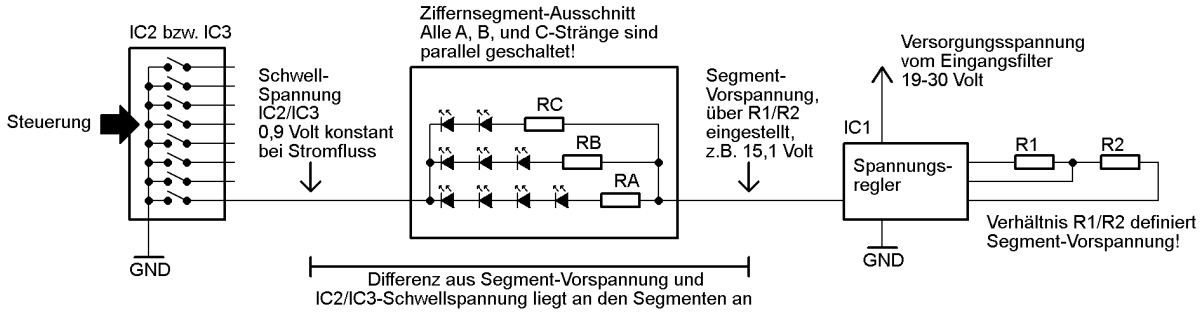
7. Bestücken Sie für jeweils einen oder zwei der Stränge A, B und C einen der Widerstände RA, RB und RC. Löten Sie jedoch nur einen einzelnen Kontakt des Widerstands fest, so dass der Stromkreis noch nicht geschlossen ist.

8. Nehmen Sie das Ziffernmodul in Betrieb, indem Sie es an die Versorgungsspannung und den DisplayBus des Steuergeräts anschließen. Messen Sie zunächst die Segment-Vorspannung und prüfen sie, ob diese Ihren Berechnungen entspricht. Diese Vorspannung können Sie an den Pufferkondensatoren C7, C8 oder C9 abgreifen. Stellen Sie über den DIP-Schalter SW1 nun die Adresse 0 (Position 0000) ein, wählen am Steuergerät den Zähler und stellen den Wert auf 8. Vergessen Sie nicht, das Großdisplay am Steuergerät mit dem Ein/Aus-Taster einzuschalten. Auf dem Display würden nun alle Segmente leuchten, wenn die Widerstände eingelötet wären.

9. Messen Sie den tatsächlichen Strangstrom der LED-Stränge A, B, und C mit einem Multimeter. Wenn der Strangstrom in Ordnung ist (Strom kleiner als 20 Milliampere und bei allen drei Strangtypen ähnlich (Abweichung untereinander weniger als 20%), löten Sie alle übrigen Widerstände RA, RB und RC ein.

4. Schaltschema

Die Großdisplay-Ziffer ist in 13 unabhängig schaltbare LED-Leuchtsegmente unterteilt. Jedes Segment besteht aus einer Parallelschaltung mehrerer LED-Stränge. Ein Strang besteht aus einer Reihenschaltung von mehreren LEDs und einem Vorwiderstand. Die meisten Stränge enthalten vier LEDs (Typ A). Da die Segmente der Ziffer jedoch sehr unterschiedlich geformt sind, ist die Anzahl LEDs pro Segment nicht immer durch vier teilbar. So enthalten einige der 13 Segmente auch Stränge mit drei LEDs (Typ B) oder zwei LEDs (Typ C). Je nach Anzahl der LEDs pro Strang (4, 3 oder 2) benötigen die Stränge unterschiedliche Vorwiderstände, weil durch die Parallelschaltung an allen Strängen die gleiche sogenannte „Segment-Vorspannung“ anliegt. Das Schalten der Segmente erfolgt über zwei ULN2803-Darlington-Arrays, dabei handelt es sich jeweils vereinfacht um 8 Transistoren in einem Chip. Diese Transistoren verbinden das jeweilige Segment mit der Masse, wenn es leuchten soll. Diese Transistoren haben jedoch eine Schwellspannung, die unabhängig von ihrem Strom immer recht genau bei 0,9 Volt liegt. Diese Spannung muss bei der Berechnung der Widerstände (siehe Kapitel 5) berücksichtigt werden. Das folgende Schema zeigt den schematischen Aufbau der Großdisplay-Ziffer: Jede Ziffer hat 13 Segmente, jedes Segment mehrere A-Stränge und je nach Form auch B- und C-Stränge:



Um die Verwendung beliebiger LEDs für die Ziffer zu ermöglichen, kann die Segment-Vorspannung durch die Auswahl der beiden Widerstände R1 und R2 eingestellt werden. Deren Verhältnis bestimmt die Segment-Vorspannung, welche die Ausgangsspannung des Spannungsreglers IC1 ist. Diese Vorspannung bleibt immer konstant, auch bei schwankender Eingangsspannung des Ziffernmoduls zwischen 19 und 30 Volt.

5. Berechnung der Widerstandswerte

Sie können die LED-Ziffer mit beliebigen 5-mm-LEDs aller gängigen Farben bestücken. Dabei ist jedoch unbedingt eine Anpassung der Widerstände R1, R2, RA, RB und RC an die verwendeten LEDs erforderlich. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

5.1 Forward-Spannung Ihrer LEDs ermitteln

Messen Sie die Forward-Spannung von vier LEDs in Reihe. Schalten Sie die vier LEDs in Reihe und bestromen Sie diese mit konstant 20 Milliampere. Wie Sie das machen, ist egal (z.B. mit Vorwiderständen, Konstantstromquelle, …). Wichtig ist nur, dass durch die LEDs möglichst genau ein Strom von 20 mA fließt. Messen Sie nun die zwischen den beiden Anschlüssen des LED-Strangs anliegende Spannung und teilen Sie diesen Wert durch vier, um die durchschnittliche Forward-Spannung einer einzelnen LED zu ermitteln (also diejenige Spannung, die direkt an der LED abfällt). Ist Ihnen eine Messung der Forward-Spannung der LEDs nicht möglich, nehmen Sie folgende Richtwerte an:

- Rot: 1,8 Volt
- Gelb: 2,2 Volt
- Grün: 3,0 Volt
- Blau: 3,1 Volt
- Weiss 3,1 Volt

5.2 Segment-Vorspannung über R1/R2 einstellen

Die Ausgangsspannung des Spannungsreglers „IC1“ wird als „Segment-Vorspannung“ der LED-Segmente bezeichnet (siehe Schema in Kapitel 4). Diese muss mindestens 2 Volt, besser jedoch 3 Volt höher liegen als vier mal die Forward-Spannung einer LED. Diese Differenzspannung von 2-3 Volt ist notwendig, weil 0,9 Volt im Transistorarray abfallen und zudem geringe Unterschiede in Forwardspannung zwischen den LEDs durch den Vorwiderstand des Strangs ausgeglichen werden müssen. Hinzu kommt, dass die Forward-Spannung einer LED im Betrieb mit zunehmender Temperatur leicht abnimmt. Je höher Sie diese Differenzspannung wählen, desto gleichmäßiger leuchtet später das Display, jedoch ist der Stromverbrauch dann auch höher. Ein guter Kompromiss sind hier 3 Volt. Bitte beachten Sie auch, dass die von Ihnen gewählte Segment-Vorspannung mindestens 4 Volt niedriger liegt als die Eingangsspannung des Ziffernmoduls. Bei 19 Volt Mindestbetriebsspannung ergibt sich daraus eine Mindest-Segment-Vorspannung von 15 Volt, was für den Betrieb aller LEDs ausreicht. Sie könnten diese Segment-Vorspannung auch höher als 15 Volt einstellen, dann erhöht sich jedoch die Mindest-Versorgungsspannung des Moduls um diesen Betrag.

Wenn Sie sich für einen Soll-Wert der Segment-Vorspannung entschieden haben, müssen Sie diesen durch die Wahl geeigneter Widerstände **R1** und **R2** einstellen, deren Verhältnis die Segment-Vorspannung bestimmt. Verwenden Sie für R1 und R2 Präzisionswiderstände mit +/- 0.1% Abweichung und maximal 100 kOhm. Sie können geeignete Werte anhand folgender Formel berechnen oder ein geeignetes Wertepaar aus Tabelle 1 entnehmen:

[Segmentvorspannung in Volt] = 1,23 V + (1 + R2 / R1)

Tabelle 1: Resultierende Vorspannung in [Volt] in Abhängigkeit der Widerstandswerte R1 und R2 in [kΩ]. Verwenden Sie hierfür Präzisionswiderstände mit +/- 0.1%.

U [V] IC1	R2 (Kiloohm)																							
R1 (Kiloohm)	10,0	11,0	12,0	13,0	15,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0	43,0	47,0	51,0	56,0	62,0	68,0	75,0	82,0	91,0
1	13,53	14,76	15,99	17,22	19,68	20,91	23,37	25,83	28,29	30,75	34,44	38,13	41,82	45,51	49,20	54,12	59,04	63,96	70,11	77,49	84,87	93,48	102,09	113,16
1,1	12,41	13,53	14,65	15,77	18,00	19,12	21,36	23,59	25,83	28,07	31,42	34,78	38,13	41,48	44,84	49,31	53,78	58,26	63,85	70,56	77,27	85,09	92,92	102,98
1,2	11,48	12,51	13,53	14,56	16,61	17,63	19,68	21,73	23,78	25,83	28,91	31,98	35,06	38,13	41,21	45,31	49,41	53,51	58,63	64,78	70,93	78,11	85,28	94,51
1,3	10,69	11,64	12,58	13,53	15,42	16,37	18,26	20,15	22,05	23,94	26,78	29,61	32,45	35,29	38,13	41,91	45,70	49,48	54,21	59,89	65,57	72,19	78,81	87,33
1,5	9,43	10,25	11,07	11,89	13,53	14,35	15,99	17,63	19,27	20,91	23,37	25,83	28,29	30,75	33,21	36,49	39,77	43,05	47,15	52,07	56,99	62,73	68,47	75,85
1,6	8,92	9,69	10,46	11,22	12,76	13,53	15,07	16,61	18,14	19,68	21,99	24,29	26,60	28,91	31,21	34,29	37,36	40,44	44,28	48,89	53,51	58,89	64,27	71,19
1,8	8,06	8,75	9,43	10,11	11,48	12,16	13,53	14,90	16,26	17,63	19,68	21,73	23,78	25,83	27,88	30,61	33,35	36,08	39,50	43,60	47,70	52,48	57,26	63,41
2	7,38	8,00	8,61	9,23	10,46	11,07	12,30	13,53	14,76	15,99	17,84	19,68	21,53	23,37	25,22	27,68	30,14	32,60	35,67	39,36	43,05	47,36	51,66	57,20
2,2	6,82	7,38	7,94	8,50	9,62	10,18	11,29	12,41	13,53	14,65	16,33	18,00	19,68	21,36	23,03	25,27	27,51	29,74	32,54	35,89	39,25	43,16	47,08	52,11
2,4	6,36	6,87	7,38	7,89	8,92	9,43	10,46	11,48	12,51	13,53	15,07	16,61	18,14	19,68	21,22	23,27	25,32	27,37	29,93	33,01	36,08	39,67	43,26	47,87
2,7	5,79	6,24	6,70	7,15	8,06	8,52	9,43	10,34	11,25	12,16	13,53	14,90	16,26	17,63	19,00	20,82	22,64	24,46	26,74	29,47	32,21	35,40	38,59	42,69
3	5,33	5,74	6,15	6,56	7,38	7,79	8,61	9,43	10,25	11,07	12,30	13,53	14,76	15,99	17,22	18,86	20,50	22,14	24,19	26,65	29,11	31,98	34,85	38,54
3,3	4,96	5,33	5,70	6,08	6,82	7,19	7,94	8,68	9,43	10,18	11,29	12,41	13,53	14,65	15,77	17,26	18,75	20,24	22,10	24,34	26,58	29,18	31,79	35,15
3,6	4,65	4,99	5,33	5,67	6,36	6,70	7,38	8,06	8,75	9,43	10,46	11,48	12,51	13,53	14,56	15,92	17,29	18,66	20,36	22,41	24,46	26,86	29,25	32,32
3,9	4,38	4,70	5,01	5,33	5,96	6,28	6,91	7,54	8,17	8,80	9,75	10,69	11,64	12,58	13,53	14,79	16,05	17,31	18,89	20,78	22,68	24,88	27,09	29,93
4,3	4,09	4,38	4,66	4,95	5,52	5,81	6,38	6,95	7,52	8,10	8,95	9,81	10,67	11,53	12,39	13,53	14,67	15,82	17,25	18,96	20,68	22,68	24,69	27,26
4,7	3,85	4,11	4,37	4,63	5,16	5,42	5,94	6,46	6,99	7,51	8,30	9,08	9,87	10,65	11,44	12,48	13,53	14,58	15,89	17,46	19,03	20,86	22,69	25,04
5,1	3,64	3,88	4,12	4,37	4,85	5,09	5,57	6,05	6,54	7,02	7,74	8,47	9,19	9,91	10,64	11,60	12,57	13,53	14,74	16,18	17,63	19,32	21,01	23,18
5,6	3,43	3,65	3,87	4,09	4,52	4,74	5,18	5,62	6,06	6,50	7,16	7,82	8,48	9,14	9,80	10,67	11,55	12,43	13,53	14,85	16,17	17,70	19,24	21,22
6,2	3,21	3,41	3,61	3,81	4,21	4,40	4,80	5,20	5,59	5,99	6,59	7,18	7,78	8,37	8,97	9,76	10,55	11,35	12,34	13,53	14,72	16,11	17,50	19,28
6,8	3,04	3,22	3,40	3,58	3,94	4,12	4,49	4,85	5,21	5,57	6,11	6,66	7,20	7,74	8,28	9,01	9,73	10,46	11,36	12,44	13,53	14,80	16,06	17,69
7,5	2,87	3,03	3,20	3,36	3,69	3,85	4,18	4,51	4,84	5,17	5,66	6,15	6,64	7,13	7,63	8,28	8,94	9,59	10,41	11,40	12,38	13,53	14,68	16,15
8,2	2,73	2,88	3,03	3,18	3,48	3,63	3,93	4,23	4,53	4,83	5,28	5,73	6,18	6,63	7,08	7,68	8,28	8,88	9,63	10,53	11,43	12,48	13,53	14,88
9,1	2,58	2,72	2,85	2,99	3,26	3,39	3,66	3,93	4,20	4,47	4,88	5,28	5,69	6,10	6,50	7,04	7,58	8,12	8,80	9,61	10,42	11,37	12,31	13,53

5.3 Strangwiderstände RA, RB und RC berechnen

Die Strang-Vorwiderstände RA, RB und RC berechnen Sie bei gegebener Segment-Vorspannung und gegebener LED-Forwardspannung für einen LED-Strom von 20 Milliampere wie folgt:

RA [Ω] = (Segmentvorspannung - 0,9 V - (4 * LEDforwardspannung)) / 0,020 A
RB [Ω] = (Segmentvorspannung - 0,9 V - (3 * LEDforwardspannung)) / 0,020 A
RC [Ω] = (Segmentvorspannung - 0,9 V - (2 * LEDforwardspannung)) / 0,020 A

Da nicht alle beliebigen Widerstandswerte kommerziell erhältlich sind, sollte der nächst **größere** passende Wert der E12- oder E24-Reihe verwendet werden, da der Strangstrom maximal 20 Milliampere betragen darf. Um dann zu überprüfen, welcher LED-Strom bei diesem nächstgrößeren Widerstandswert fließen wird, kann die Formel umgestellt werden und eine Proberechnung für diesen (tatsächlich erhältlichen) Widerstandswert durchgeführt werden:

StrangstromA = 1000 * (Segmentvorspannung - 0,9 - (4* LEDforwardspannung)) / RA
StrangstromB = 1000 * (Segmentvorspannung - 0,9 - (3 * LEDforwardspannung)) / RB
StrangstromC = 1000 * (Segmentvorspannung - 0,9 - (2 * LEDforwardspannung)) / RC

Achtung: Kein Strangstrom A, B oder C darf 20 mA überschreiten, das würde zur vorzeitigen Alterung der LEDs führen!

Beispielrechnung:

- *Gemessene Forwardspannung der gekauften LEDs:* ***3,12 V*** *pro LED*
- *Forward-Spannung für vier LEDs berechnen: 4 * 3,12V =* ***12,48 V***
- *Segment-Vorspannung muss 2-3 Volt höher liegen. Eine passende Spannung aus Tabelle 1 aussuchen, z.B.* ***15,07 V****. Diese wird erreicht durch* ***R1 = 2,4 kΩ*** *und* ***R2 = 27 kΩ****.*

- *Strangwiderstände für maximalen Strangstromvon 20 mA berechnen:*

  *RA = (15,07 V - 0,9 V - (4 *** ***3,12 V****)) / 0,02 A =* ***84,5 Ω***
  *RB = (15,07 V - 0,9 V - (3 *** ***3,12 V****)) / 0,02 A =* ***240,5 Ω***
  *RC = (15,07 V - 0,9 V - (2 *** ***3,12 V****)) / 0,02 A =* ***396,5 Ω***

- *Nächstgrößere Werte der E12-Reihe wählen, hier*

  RA = ***100 Ω****, RB =* ***270 Ω****, RC =* ***470 Ω***

- *Rückrechnung durchführen, es sind folgende Strangströme zu erwarten:*

  *Strang_A [mA] = 1000 * (15,07 V - 0,9 V - (4* 3,12 V)) / 100 Ω =* ***16,9 mA***
  *Strang_B [mA] = 1000 * (15,07 V - 0,9 V - (3 * 3,12 V)) / 270 Ω =* ***17,8 mA***
  *Strang_C [mA] = 1000 * (15,07 V - 0,9 V - (2 * 3,12 V)) / 470 Ω =* ***16,9 mA***

Das wäre in Ordnung, weil die Ströme unter 20 Milliampere liegen und die Unterschiede zwischen den Strängen A, B und C klein sind.

5.4 Prüfen der Berechnungen

Löten Sie von RA, RB und RC jeweils einen LED-Strang ein und messen Sie, ob der berechnete LED-Strom auch tatsächlich fließt! Er sollte sich zwischen 10 und 20 Milliampere bewegen und für alle drei Strangtypen A, B und C möglichst ähnlich sein. Falls er zu stark abweicht oder in einem Strang unter 10 oder über 20 Milliampere liegt, prüfen Sie ihre Rechnung oder passen Sie die Widerstände an.

Löten Sie anschließend alle anderen Widerstände RA, RB und RC ein.

6. Beschaffung der LEDs

Sie können für die Bestückung der Großdisplay-Ziffer und Punktleiste grundsätzlich 5-mm-LEDs aller gängigen Farben verwenden. Es werden für ein Ziffernmodul 308 LEDs und für ein Punktleistenmodul 32 LED benötigt. Bevor Sie jedoch die LEDs beschaffen, sollten Sie unbedingt folgende Informationen über LEDs, ihre Herstellung und ihren Vertrieb lesen!

6.1 Herstellung und Vertrieb von LEDs

Die Qualität einer LED wird maßgeblich durch folgende drei Faktoren bestimmt:

1. Forward-Spannung
2. Helligkeit bei Nennstrom (i.d.R. 20 mA)
3. Farbabweichung vom Sollwert

Unter der Forward-Spannung versteht man die Spannung in Durchlassrichtung, die man zwischen den beiden Anschlüsen anlegen muss, damit der im Datenblatt angegebene Nennstrom (i.d.R. 20 mA) durch die LED hindurch fließt. Anders ausgedrückt, wenn man (z.B. mithilfe einer Konstantstromquelle) den Nennstrom durch die LED hindurchfließen lässt, stellt sich zwischen den beiden Anschlüssen genau die Forward-Spannung ein. Diese Forward-Spannung wird in erster Linie durch die Farbe der LED bestimmt. Sie beträgt z.B. bei Infrarot-LEDs ca. 1,4 Volt, bei roten LEDs ca. 1,8 V, bei gelben LEDs ca. 2,2 V, bei grünen LEDs 2,0-3,0 V (je nach Chip-Technologie) und bei blauen sowie weißen LEDs ca. 3,1 Volt. Die steigende Forward-Spannung von rot nach blau erklärt sich durch den höheren Energiegehalt von kürzerwelligem Licht, so dass für seine Erzeugung mehr Leistung benötigt wird. Weiße LEDs sind eigentlich blaue LEDs, bei denen eine Phosphoreszenz-Schicht (ähnlich zu Leuchtstoffröhren) auf den Chip aufgebracht wurde. Daher verhalten sich blaue LEDs in Bezug auf ihre Forwardspannung genau wie weiße LEDs.

Bei der Herstellung von LEDs fallen jedoch prozessbedingt LEDs sehr unterschiedlicher Qualität an, die hergestellten LEDs schwanken in Bezug auf Forwardspannung, Helligkeit und Farbabweichung um den Sollwert. So werden Schwankungen bei der Helligkeit von ca. 50-200%, Schwankungen der Forward-Spannung von einigen 100 Millivolt und Farbabweichungen von einigen wenigen Nanometern erhalten.

Verständlicherweise hat der LED-Hersteller Interesse daran, möglichst alle der hergestellten LEDs zu verkaufen. Da seine Kunden jedoch in der Regel LEDs gleichbleibender Qualität benötigen, sortiert er alle produzierten LEDs mithilfe eines Automaten. Dabei wird jede LED einzeln bestromt, optisch vermessen und anschließend in eine der „Bins“ (=Behälter) sortiert. Pro LED-Typ (z.B. Flachkopf-LED „Rot“) eines Herstellers fallen typischerweise ca. 10 verschiedene Qualitätsklassen an.

Würde man die LEDs direkt beim Hersteller kaufen, bietet dieser die verschiedenen Qualitätsklassen zu unterschiedlichen Preisen an. LEDs hoher Helligkeit und geringer Forwardspannung sind effizienter und daher teurer als LEDs geringer

Helligkeit und hoher Forwardspannung. Kleine LED-Mengen (z.B. 2000 Stück) kann man aber nicht beim Hersteller kaufen, so wie man den eigenen PKW nicht direkt bei der Raffinerie betanken kann. Stattdessen kauft man LEDs bei Händlern ein, auch wenn diese sich oftmals als „Hersteller“ bezeichnen.

Die Händler bieten aber meistens nur einen einzigen Typ einer LED an, z.B. „LED Flachkopf blau, 1000 mcd“. Leider wissen viele Händler gar nichts von der Existenz der LED-Selektionsklassen, bzw. es ist ihnen egal. Ein Endabnehmer, der vielleicht 50 Stück zum Basteln kauft, merkt das meist gar nicht.

Das Datenblatt der LEDs (vom Hersteller oder Händler) gibt zudem meist keinen Aufschluss über die verschiedenen Selektionsklassen. Vielmehr ist es so gestaltet, dass es alle Selektionsklassen abdeckt. So ist z.B. für eine „Flachkopf-LED Blau“ eine Forward-Spannung von 2,9-3,3 Volt angegeben. Die Forwardspannung einer einzelnen LED ist aber immer konstant (mit Ausnahme einer geringen Temperaturabhängigkeit). D.h. man bekommt, wenn man sich die Selektionsklasse nicht aussuchen kann, manchmal LEDs mit 2,9 Volt und manchmal LEDs mit 3,3 Volt Forwardspannung vom Händler geliefert. Ein ähnliches Problem ist die Helligkeit: In einem (halbwegs seriösen) Datenblatt wird z.B. eine Helligkeit von 600-1000 mcd genannt. D.h. es gibt verschiedene Klassen von 600 mcd bis 1000 mcd – und alle entsprechen der „Spezifikation“! In etlichen Datenblättern steht allerdings leider nur ein einzelner Wert, z.B. 800 mcd. Der unbedarfte Kunde geht dann davon aus, alle bestellten LEDs mit einer Helligkeit von genau 800 mcd zu bekommen. Das ist ein Trugschluss und technisch unmöglich! Solche Angaben sind in Datenblättern, besonders in den von Händlern selbst erstellten, leider trotzdem weit verbreitet. Das kann daran liegen, dass diese Händler die Existenz der Selektionsklassen nicht kennen, je LED nur einen Artikel in ihrem Warenwirtschaftssystem anlegen wollen, oder es ihnen schlicht egal ist. Welcher Kunde, der 50 LEDs bestellt, hat schon eine Ulbricht-Kugel zur Helligkeitsmessung zur Verfügung?

6.2 Das Problem der unterschiedlichen Selektionsklassen

Wenn Sie nur zwei leuchtende LEDs mit 50% unterschiedlicher Helligkeit direkt nebeneinander betrachten, fällt Ihnen kein Unterschied auf. Wenn Sie jedoch eine große Fläche mit vielen LEDs unterschiedlicher Helligkeiten betrachten, erscheint diese Fläche aus größerem Abstand fleckig.

Hinzu kommt ein weiteres Problem: angenommen, Sie würden blaue LEDs aus allen Selektionsklassen (2,9-3,3V Forwardspannung) gemischt einkaufen und löten diese zufällig in die Großdisplayziffer, können folgende zwei Extremsituationen auftreten:

Fall 1: Sie löten zufällig vier LEDs mit 3,3 Volt Forwardspannung in einen Strang A
Fall 2: Sie löten zufällig vier LEDs mit 2,9 Volt Forwarsspannung in einen Strang A

In Fall 1 läge die Gesamt-Forwardspannung bei 13,2 Volt.
In Fall 2 läge die Gesamt-Forwardspannung bei 11,6 Volt.

Wenn Sie nun eine Segment-Vorspannung von 15 Volt und einen Widerstand von 100 Ohm gewählt haben, würde gemäß des Schaltschemas in Kapitel 4 in Fall 1 ein Strom von 8 Milliampere durch den Strang fließen, in Fall 2 wären es 24 Milliampere

(!). D.h. selbst bei LEDs gleicher Helligkeitsklasse ergäbe sich hier ein Helligkeitsunterschied von 300%, weil die Helligkeit nahezu linear mit dem Strom ansteigt.

Um das Problem abzumildern, könnten Sie nun die Vorspannung und den Strangwiderstand erhöhen. Bei einer Vorspannung von 16 Volt und 180 Ohm Strangwiderstand ergäbe sich in Fall 1 ein Strangstrom von 10 mA, in Fall 2 wären es 18,9 mA.

Stellen Sie sich vor, die LEDs in Fall 1 hätten neben ihrer hohen Forwardspannung auch noch eine geringe Helligkeit (bei Nennstrom) und die LEDs in Fall 2 eine geringe Forwardspannung und eine hohe Helligkeit (bei Nennstrom)! Es ergäben sich bei diesem Extrembeispiel Helligkeitsunterschiede von teilweise 500% zwischen zwei benachbarten LEDs! Glücklicherweise sind diese Extremfälle nicht sehr wahrscheinlich. Trotzdem soll diese Rechnung verdeutlichen, wie wichtig die Verwendung von LEDs der gleichen Selektionsklasse für Ihr Display ist, um ein fleckig wirkendes Erscheinungsbild zu vermeiden.

6.3 Forwardspannung / Helligkeit / Farbabweichung

Die absolute Helligkeit der LEDs ist für den optischen Eindruck gar nicht so entscheidend, da das menschliche Auge Unterschiede von 50% Helligkeit zwischen zwei getrennten Großdisplays nicht unterscheiden kann, wenn man diese nacheinander betrachtet. Auch die absolute Forwardspannung ist relativ egal, man kann die Vorwiderstände daran anpassen. Viel wichtiger ist, dass alle LEDs aus der gleichen Selektionsklasse stammen! Dies gilt ebenso für die Farbabweichung.

Wenn man es sich aussuchen kann, ist natürlich eine geringe Forwardspannung und eine hohe Helligkeit ideal, weil diese LEDs die effizientesten sind. Leider i.d.R. auch am teuersten…

6.4 Regeln zum Einkauf von LEDs

Um die obigen Ausführungen zusammenzufassen, beachten Sie beim Einkauf der LEDs für Ihr Großdisplay daher unbedingt folgende Regeln:

- Fragen Sie den Händler nach den Selektionsklassen seiner LEDs. Redet der Hersteller von „alle LEDs gleich“ und „immer neueste Technologie“, hat er – mit Verlaub – wenig Ahnung von seinem Geschäft.

- Verlangen Sie unbedingt LEDs einer einzigen Selektionsklasse! Wenn der Händler von „Chargen“ redet, ist das meist auch in Ordnung. Verlangen Sie explizit alle LEDs aus einer „Charge“. Die LED-Hersteller vermischen nie LEDs unterschiedlicher Selektionsklassen. Wenn der Händler einen an ihn gelieferten Beutel als „Charge“ bezeichnet, ist da auch nur eine Selektionsklasse drin. Sind es zwei Beutel, sieht die Sache schon anders aus. Fragen Sie nach! Was bedeutet für diesen Händler eine „Charge“?

- Vorsicht vor Billigangeboten! Bei der LED-Herstellung geht auch mal was schief. Es muss aber seitens der Hersteller (fast) alles verkauft werden, einschließlich der Fehlproduktionen und dem Ausschuss, der nicht einmal der schlechtesten Qualitätsklasse genügt. Solche Ware landet häufig über Zwischenhändler bei ebay. Es sind dann sehr häufig alle Selektionsklassen gemischt und es kommt auch vor, dass diese LEDs nach kurzer Zeit gehäuft ausfallen, weil die Bonddrähte nicht richtig am Chip halten oder Kurzschlüsse im Chip auftreten. Die LED beginnt zu flackern und fällt einige Zeit später ganz aus.

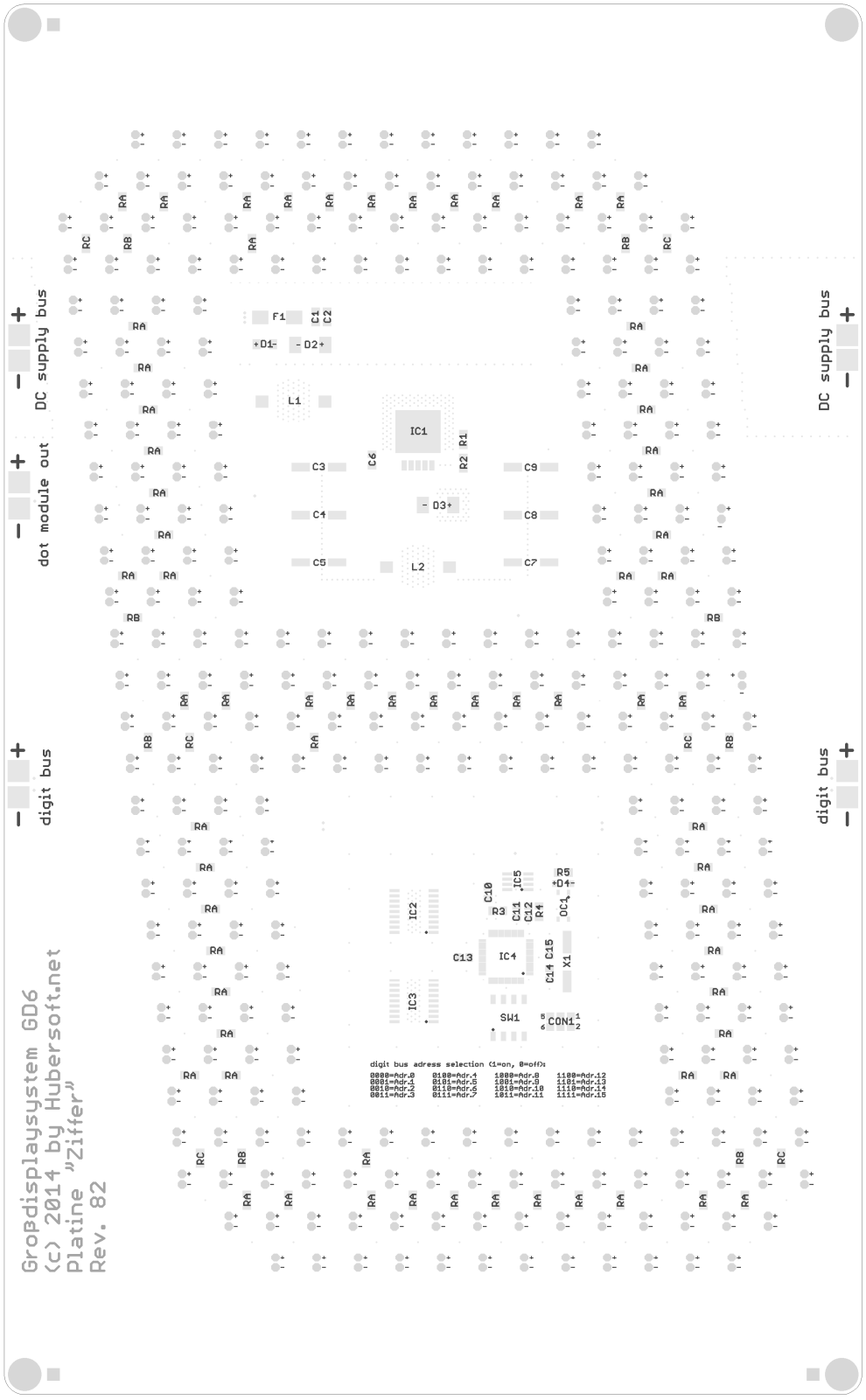
- Eine qualitativ hochwertige LED sollte bei einer Abnahme von 2000 Stück rund 10 Cent kosten. Dies ist ein Richtwert (Jahr 2015). Es gibt auch billige LEDs ab 2 Cent in China, das ist aber i.d.R. Ausschuss. Bei LED-Preisen über 20 Cent für eine „normale“ 5 mm-LED drängt sich der Verdacht einer ausgezeichneten Marge eines Zwischenhändlers auf.

- Kaufen Sie 10% mehr LEDs als Sie brauchen. So können Sie „Ausrutscher“ in Bezug auf Helligkeit oder Forwardspannung nachträglich korrigieren und haben Ersatz-LEDs der gleichen Selektionsklasse, falls es im Laufe der Zeit zum Ausfall einzelner LEDs kommt.

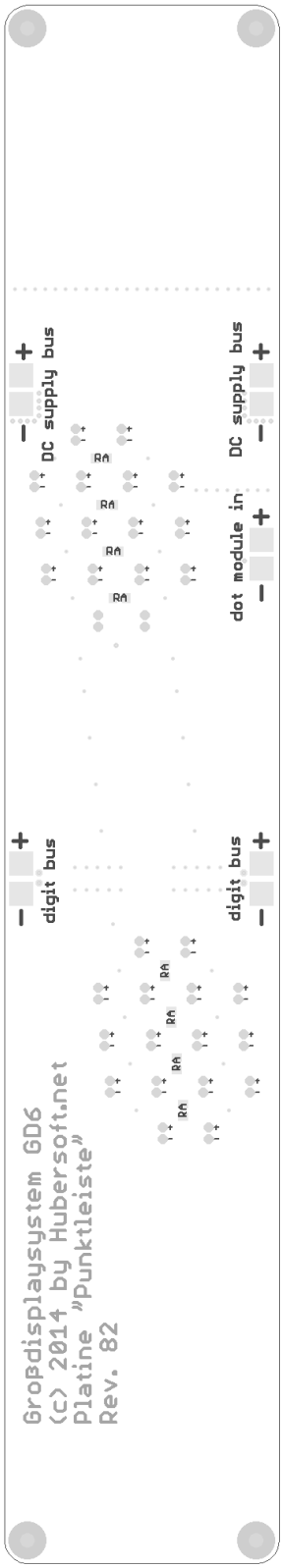
- Kaufen Sie für das Display ungefärbte, klare Flachkopf-LEDs (englisch „Strawhat LEDs“). LEDs mit gefärbtem Gehäuse bringen keinen Vorteil und sind wegen der geringeren Stückzahlen i.d.R. teurer. LEDs mit diffusem Gehäuse LEDs sehen im Display zwar schön „weich“ aus, leiden aber im Kontrast, weil durch den 180°-Abstrahlwinkel ausgeschaltete benachbarte Segmente angeleuchtet werden, die dann wiederum selbst schwach leuchten. Flachkopf-LEDs sind in Bezug auf ihren Abstrahlwinkel von 120° optimal.

7. Bestückungspläne

Bestückungsplan des Ziffernmoduls, Ansicht der Platine von hinten.



Bestückungsplan des Punktleistenmoduls, Ansicht der Platine von hinten.



8. Stücklisten

Tabelle 2 listet die benötigten Bauteile für ein Ziffernmodul auf, Tabelle 3 die Bauteile für ein Punktleistenmodul. Beschaffen Sie die LEDs bei einem Händler Ihrer Wahl, Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der Händlerauswahl finden Sie in Kapitel 6. Der programmierte Mikrocontroller ist im Set enthalten. Die übrigen Bauteile beschaffen Sie beim Elektronik-Händler Ihres Vertrauens. Beispielhaft sind hier die Bestell-Nummern von Reichelt-Elektronik aufgeführt (www.reichelt.de).

Tabelle 2: Stückliste für ein Ziffernmodul

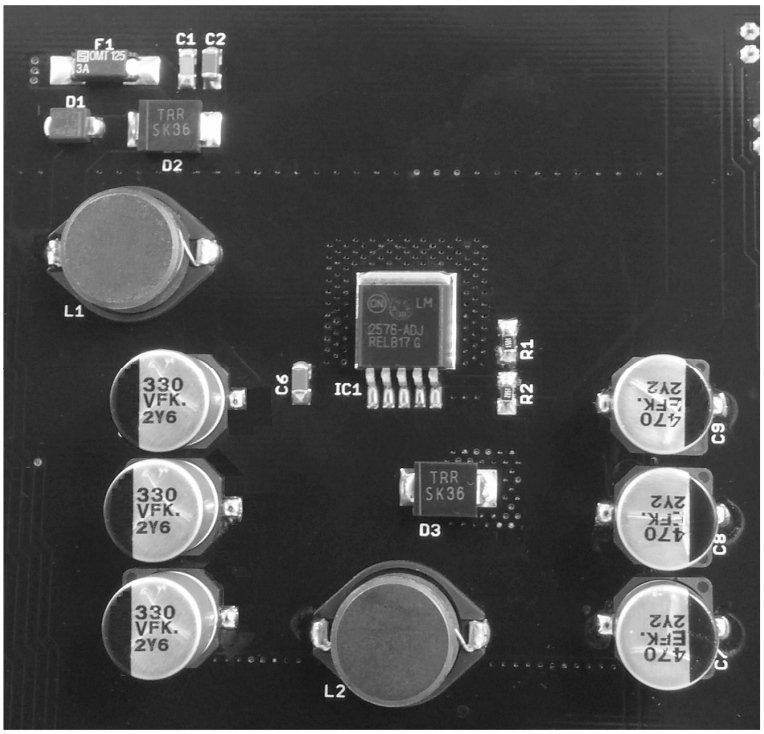
Bauteil	**Beschreibung**	**Reichelt-Best. Nr.**
C1, C6	Keramikkondensator 1206/X7R/4.7µF/50V	X7R-G1206 4,7/50
C3, C4, C5	Panasonic VF 330/35 K-G (330µF / 35 V / 80 mR)	VF 330/35 K-G
C7, C8, C9	Panasonic VF 470/25 K-G (470µF / 25 V / 80 mR)	VF 470/25 K-G
C11	Keramikkondensator 1206/X7R/10µF/16V	X7R-G1206 10/16
C2, C10, C12, C13	Keramikkondensator 1206/NPO/100nF/50V	X7R-G1206 100N
C14, C15	Keramikkondensator 1206/NPO/22pF/50V	NPO-G1206 22P
D1	TVS-Diode SM6T33A (33V/600 W)	P6SMB 33A SMD
D2, D3	Schottky-Diode MBRS360T3 (Schottky 3A/60V)	MBRS 360 SMD
D4	SD103BW (Schottky 350mA/30V)	SD 103BW
F1	Schurter OMT 125 3,0A (Sicherung 3A, träge)	OMT 125 3,0A
IC1	Texas Instruments LM2576S-ADJ/NOPB	LM 2576 S-ADJ
IC2, IC3	Darlington-Array ULN2803ADW	ULN 2803 D
IC4	Programmierter Mikrocontroller "Ziffer"	***[im Set enthalten]***
IC5	Linearer Spannungsregler LM78L05 SO8	µA 78L05 SMD
L1	Fastron PISR-101X-04 (100 µH / 170 mR / 3.1 A)	L-PISR 100µ
L2	Fastron PISR-331X-04 (330 µH / 520 mR / 1.9A)	L-PISR 330µ
LED (308 Stück)	Flachkopf-LED, bei geeignetem Händler beschaffen	***[siehe Kapitel 6]***
OC1	Optokoppler Kingbright KB357NT SO4	LTV 357T-SMD
RA (68 Stück)	Typ-A-Widerstand für LED, siehe Beschreibung	SMD 1/4W [Wert]
RB (8 Stück)	Typ-B-Widerstand für LED, siehe Beschreibung	SMD 1/4W [Wert]
RC (6 Stück)	Typ-C-Widerstand für LED, siehe Beschreibung	SMD 1/4W [Wert]
R1	Widerstand für Spannungsregler, siehe Beschreibung	SPR-1206 [Wert]
R2	Widerstand für Spannungsregler, siehe Beschreibung	SPR-1206 [Wert]
R3, R4	Widerstand 1.00 k / 5%	SMD 1/4W 1,0K
R5	Widerstand 180 R / 5%	SMD 1/4W 180
SW1	4-fach DIP-Schalter SMD (z.B. Reichelt "NT 04-SMD")	NT 04-SMD
X1	Quarz 7,3728 MHz, HC18, 30 ppm	7,3728-HC49-SMD

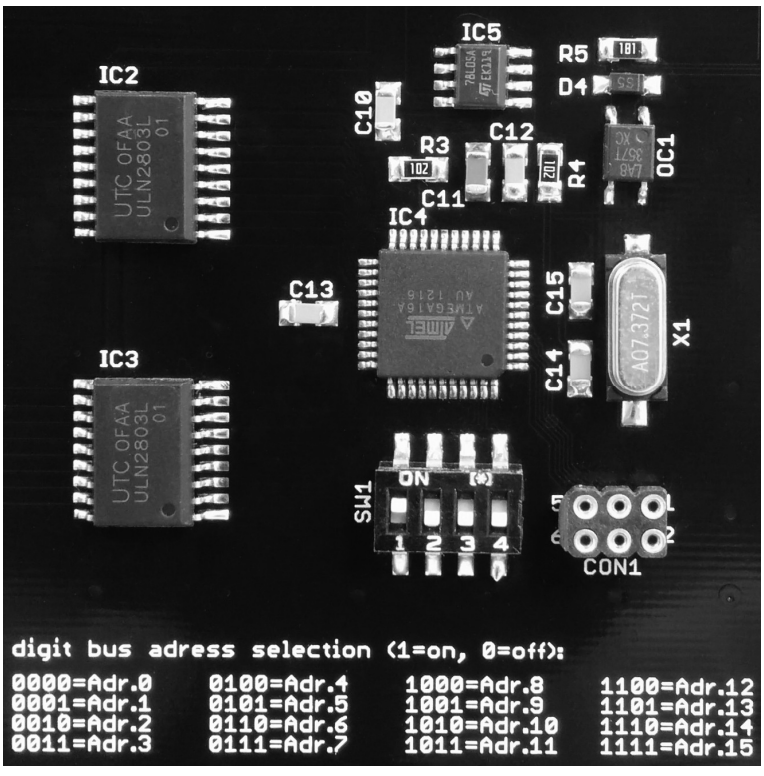
Tabelle 3: Stückliste für ein Punktleistenmodul

Bauteil	**Beschreibung**	**Reichelt-Best. Nr.**
LED (32 Stück)	Flachkopf-LED, bei geeignetem Händler beschaffen	***[siehe Kapitel 6]***
RA (8 Stück)	Typ-A-Widerstand für LED, siehe Beschreibung	SMD 1/4W [Wert]

9. Fotos der bestückten Platine

Fotos sind die eine große Hilfe, um bei der Bestückung nichts falsch zu machen und Bauteilorientierungen schnell zu erkennen. Es sei angemerkt, dass CON1, anders als auf dem Foto, von Ihnen nicht bestückt werden muss! Die folgenden Fotos zeigen den Bereich Eingangsfilter/Spannungsregler (oben) und den Logikbereich (unten).





10. Fehlersuche

Es kann vorkommen, dass sich beim Aufbau des Ziffernmoduls Fehler eingeschlichen haben. Um Ihnen die Fehlersuche zu erleichtern, sind im Folgenden die Beschreibung einiger typischer Fehlerbilder, ihre Ursache und Möglichkeiten zur Behebung aufgeführt.

Eine LED-Reihe (2, 3 oder 4 benachbarte LEDs) leuchten nicht. Welche Ursache kann das haben?

Ein Ausfall einer LED-Reihe kann unterschiedliche Ursachen haben:

- Eine „kalte“ Lötstelle. Sie sieht korrekt verlötet aus, hat jedoch keinen elektrischen Kontakt.
- Sie haben vergessen, beide Beinchen eines Widerstand oder einer LED zu verlöten.
- Eventuell hat sich das Lötauge von der Leiterplatte durch zu starke Hitze und gleichzeitige starke mechanische Beanspruchung (ziehen/zerren) während des Lötvorgangs abgelöst?
- Eine LED in der Reihe ist defekt.
- Sie haben eine LED in der Reihe falsch herum eingelötet.

Um die Ursache des Ausfalls herauszufinden, gehen Sie wie folgt vor:

1. Prüfen Sie zunächst alle Lötstellen der betroffenen Reihe und löten Sie sie gegebenenfalls nach.
2. Prüfen Sie, ob eine der LEDs der Reihe falsch herum eingelötet ist. Vergleichen Sie hierzu die LEDs in der Seitenansicht untereinander. LEDs haben jeweils eine große und eine kleine Metallfläche im durchsichtigen Gehäuse. Bei blauen LEDs ist die große Metallfläche der Minuspol, die kleine Metallfläche der Pluspol.
3. Messen Sie nun die Spannung, die an den einzelnen LEDs der Reihe anliegt, während das betroffene Segment eingeschaltet ist. Liegt die Spannung an einer LED über 4 Volt, ist entweder die LED defekt oder die dort hinführende Leiterbahn wurde beim Lötvorgang beschädigt. Tauschen Sie entweder die LED aus oder überbrücken Sie die defekte Leiterbahn mithilfe eines kurzen Stücks einer Schaltlitze.

Ziffern des Großdisplays werden falsch dargestellt. Welche Ursache kann das haben?

Wenn im Betrieb des Großdisplays einzelne Segmente fehlen oder Segmente leuchten, die nicht leuchten sollten, hat dies meist fehlende Lötstellen oder ungewünschte Lötbrücken zur Ursache. Suchen Sie die Leiterbahnen des betroffenen Leuchtsegments nach Lötbrücken und nicht korrekt verlöteten Lötstellen ab.

Ein Ziffernmodul zeigt nichts an, obwohl das Steuergerät angeschlossen ist

Wenn ein Ziffernmodul nichts anzeigt, obwohl es an das Steuergerät angeschlossen wurde, kann das folgende Ursachen haben:

- Die Stromversorgung des Ziffernmoduls wurde nicht, falschherum oder mit einer falschen Spannung angeschlossen.
- Eine nicht korrekt verlötete Lötstelle oder eine Lötbrücke
- Der Datenbus ist falsch gepolt an das Ziffernmodul angeschlossen
- Das Großdisplay ist am Steuergerät ausgeschaltet (schalten Sie es ein!)
- Die Sicherung (F1) ist durchgebrannt

Nur die Ecken der LED-Ziffernmodule leuchten schwach, der Rest des Moduls gar nicht

Sie haben das Ziffernmodul an eine zu niedrige Versorgungsspannung angeschlossen oder die Stromquelle hat zu wenig Leistung. Schließen Sie die Ziffernmodule an eine Stromquelle mit einer Spannung 19-30 Volt mit einer minimalen Leistung von mindestens 30 Watt pro Ziffer an.

Darf ich testweise auch nur 1 Ziffer an den seriellen Datenbus anschließen?

Ja. Alle Ziffernmodule funktionieren unabhängig voneinander, Sie können bis zu 18 Ziffernmodule parallel an den seriellen Datenbus anschließen.

Nach einiger Betriebszeit fallen LEDs an einer bestimmten Position aus, der entsprechende Vorwiderstand ist verkohlt. Woran liegt das?

Vermutlich haben Sie einen zu niedrigen Vorwiderstand eingelötet, z.B. Typ A anstatt Typ B oder Typ C.

11. Technische Daten

Platine „Ziffer“

Parameter	Wert
Platine, Außenabmessungen	340 mm x 210 mm (vertikal, horizontal)
Platine, Abstand der Bohrlöcher	330 mm x 200 mm (vertikal, horizontal)
Platine, Durchmesser Befestigungslöcher	3,5 mm
Anzahl LEDs	308
Betriebstemperatur	-10..50 °C
Luftfeuchtigkeit	0 .. 90 % (nicht kondensierend)
Betriebsspannung	19 .. 30 V DC
Leistungsaufnahme	typisch 25 Watt, abhängig vom LED-Typ
Eingangspegel DisplayBus	5,0 V (high) / 0 V (low)
Ausgang für Punktleiste, Spannung	[Vorspannung abzüglich 0,9 Volt]
Ausgang für Punktleiste, Strombelastbarkeit	200 mA
ESD-Beständigkeit	15 kV HBM

Platine „Punktleiste“

Parameter	Wert
Platine Außenabmessungen	340 mm x 60 mm (vertikal, horizontal)
Platine, Abstand der Bohrlöcher	330 mm x 50 mm (vertikal, horizontal)
Platine, Durchmesser Befestigungslöcher	3,5 mm
Anzahl LEDs	32
Betriebstemperatur	-10..50 °C
Luftfeuchtigkeit	0 .. 90 % (nicht kondensierend)
Betriebsspannung	[abhängig von RA und LEDs]
Leistungsaufnahme	Max. 160 mA (8 Stränge Typ A)

© 2016 Hubersoft.net. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten!