

LED-Anzeigeplatinen für statische oder Multiplex-Ansteuerung

Für Mikrocontroller-Schaltungen kommen häufig 7-Segment-LED-Anzeigen als Ausgabeorgane zur Anwendung. Für die schnelle Entwicklung dieser Schaltungen und zum Experimentieren mit ihnen stellen wir zwei universell einsetzbare 8-stellige LED-Anzeigeeinheiten mit 7-Segment-Anzeigen und Einzel-LEDs vor. Die Anzeigeplatinen sind sowohl für die statische (LAS 8) als auch für die Multiplex-Ansteuerung (LAM 8) verfügbar.

Schnelle Anzeige

Bei der Entwicklung von Mikrocontroller-Schaltungen ist man immer wieder vor die Aufgabe gestellt, irgendwelche Daten auf einer Anzeige auszugeben, seien es die endgültigen Anzeigen der fertigen Schaltung oder Zwischenergebnisse, die der Fehlersuche oder der Verfolgung des Programmablaufs dienen. So sind z. B. wäh-

rend der Entwicklung und des Debuggings Probeausgaben bestimmter Register- und Variableninhalte sehr hilfreich.

Häufig wird in der Entwicklungsphase an sogenannten Experimentierboards programmiert, bei denen die Controllerports über Stiftleisten herausgeführt sind, an die sich leicht eigene Versuchsaufbauten anschließen lassen. Dieses Vorgehen hat mehrere Vorteile. Einzelne Hardwareteile können leicht ausgetauscht oder abgeän-

Technische Daten:

LAM 8:	
Abmessungen:	119 x 53 (x 10) mm
Betriebsspannung:	5 V
Stromaufnahme:	200 mA
LAS 8:	
Abmessungen: ...	128 x 128 (x 10) mm
Betriebsspannung:	5 V
Stromaufnahme:	320 mA

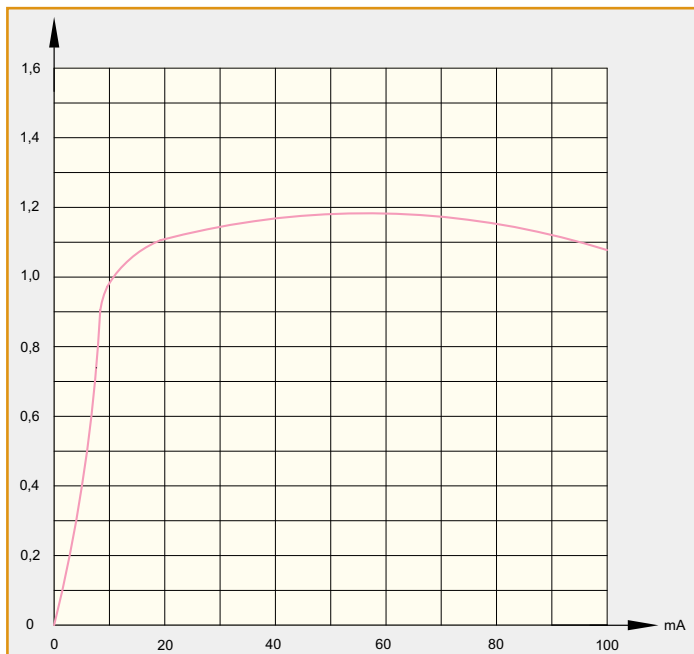


Bild 1:
Relative Leuchteffektivität in Abhängigkeit vom Pulsstrom (Mittelwert ≤ 10 mA) bezogen auf 10 mA bei einer Multiplexfrequenz von 1 kHz

dert werden, ohne jedes Mal eine ganz neue Schaltung aufbauen zu müssen. Besitzt man für diese Entwicklungsarbeit verschiedene Ein- und Ausgabeplatinen, so hat man schnell ein funktionsfähiges System aufgebaut, mit dem sich das spätere Endprodukt gut simulieren lässt.

Ist das Experimentierboard mit einem Vertreter der jeweiligen Mikrocontroller-Produktfamilie ausgestattet, der über zahlreiche Funktionen und Portleitungen verfügt, so hat man beispielsweise die Möglichkeit, während der Entwicklungs- und Debugging-Phase die zusätzlichen Anschlüsse dieses Controllers für zusätzliche Kontrollausgaben zu nutzen. Später, in der Endversion der Software, werden dann diese Ausgaben unterbunden und es ist ein kleinerer, billigerer Vertreter der Produktfamilie einsetzbar.

Die hier vorgestellten universellen Anzeigeplatinen eignen sich beispielsweise für das ELV-Mikrocontroller-Experimentier-Set, das auf dem 8051-kompatiblen 80C31 basiert. Beide Anzeigeplatinen besitzen acht 7-Segment-Anzeigen, wobei statt der letzten 7-Segment-Anzeige auch acht einzelne LEDs ansteuerbar sind.

Während die Anzeigeplatine LAS 8 statisch angesteuert wird, erfolgt dies bei der Version LAM 8 im Multiplexbetrieb. Bei der Wahl einer der Steuerungsarten für den jeweiligen Einsatz spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Die Vor- und Nachteile der statischen und Multiplex-Ansteuerung sollen hier deshalb zunächst erläutert werden, bevor wir zur Schaltungstechnik und zum Aufbau der beiden Platinen kommen.

Statische Ansteuerung oder Multiplex-Betrieb?

Der Aufbau einer statischen Anzeige ist

einfach nachzuvollziehen: Jeder Anzeige ist ein Zwischenspeicher vorgeschaltet, der die über den Datenbus hereinkommenden Daten speichert. Ein zusätzlicher Stellentreiber wird so angesteuert, dass durch Freigabe des jeweiligen Zwischenspeichers die richtigen Daten in der richtigen Anzeigestelle erscheinen. Für die Synchronisation beider Vorgänge sorgt die Mikrocontrollerschaltung. Dieser Aufbau lässt sich beliebig kaskadieren.

Der Vorteil der statischen Anzeige ist ein relativ einfaches Zeitregime bei der Ansteuerung, das den ansteuernden Mikrocontroller kaum überfordern kann. Dieser muss für den Anzeigevorgang auch nicht einen eigenen Timer „freistellen“,

wie es bei der Multiplexanzeige erforderlich ist.

Wie man jedoch schnell bei einem Vorab-Blick auf die Schaltbilder und Platinenfotos unserer beiden Anzeigeplatinen erkennen kann, ist der Bauteileaufwand bei der Multiplex-Anzeige deutlich geringer als bei der Anzeige mit statischer Ansteuerung. Hier ist also der große Vorteil in den geringeren Kosten und dem geringeren Platzbedarf der Anzeige zu sehen.

Jedoch lassen sich im Multiplexbetrieb nicht beliebig viele Anzeigen ansteuern. Hier sind Grenzen durch die technischen Daten der Anzeigen (LEDs) gesetzt. Betreibt man beispielsweise acht Anzeigen im Multiplexbetrieb, so wird jedes einzelne Digit für nur etwa 1/8 der Gesamt-Anzeigezeit angesteuert. Dadurch scheint die Anzeige auch nur 1/8 so hell wie im statischen Betrieb. Um eine ausreichende Helligkeit zu erhalten, werden die Anzeigen deshalb mit einem Vielfachen des nominellen (Dauer-) Segment-Stroms angesteuert. Inwieweit dies von den verwendeten Anzeigen toleriert wird, ist dem entsprechenden Datenblatt zu entnehmen. Bei den von ELV häufig verwendeten Anzeigen des Typs DJ700A beträgt der maximale statische Strom pro Segment 25 mA. Der nominelle statische Strom sollte bei etwa 10 mA liegen. Bei einer Multiplexfrequenz von 1 kHz an der Anzeige liegt der maximal zulässige Pulsstrom bei einer Einschaltdauer von 10% bei 100 mA. Beispielfhaft zeigen die Abbildungen 1 bis 5 einige Kennlinien zum rot leuchtenden DJ700A-Typ, die bei der Dimensionierung eigener Schaltungen helfen.

Ein weiteres zu lösendes Problem bei

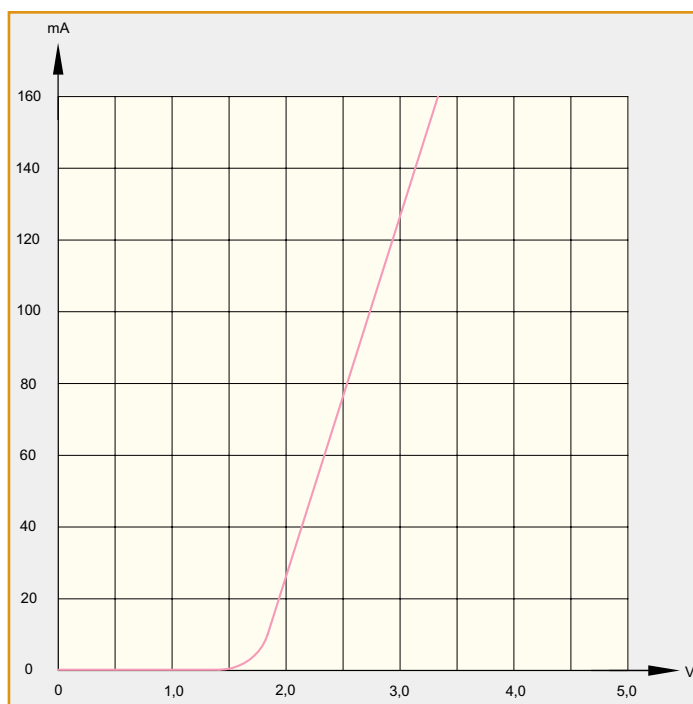


Bild 2:
LED-Strom in Abhängigkeit von der LED-Spannung

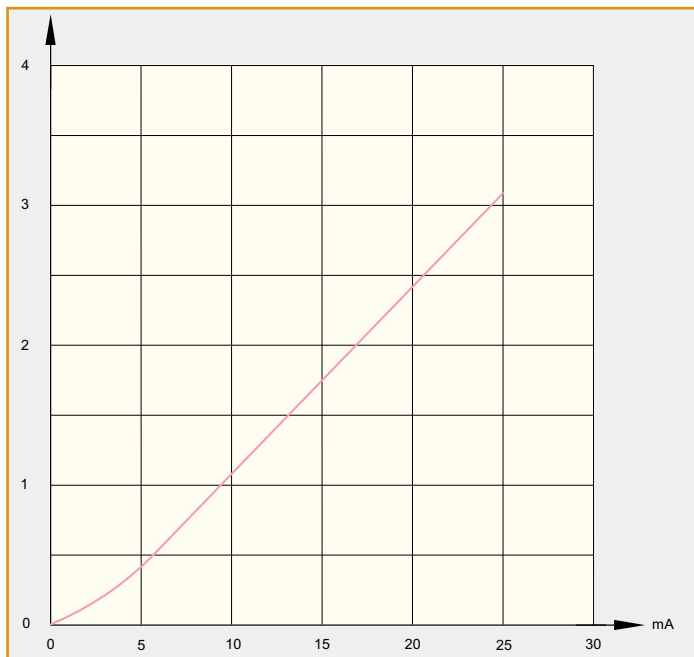


Bild 3: Relative Leuchtintensität in Abhängigkeit vom LED-Strom bezogen auf 10 mA

Die notwendige Folge wäre der Einsatz leistungsfähigerer Schalttransistoren bzw. Treiberbausteine oder zumindest eine aufwändige Kühlung.

Bei einer Anzahl von 8 Digits ergibt sich beim Richtwert von 50 Hz pro Digit eine Multiplexfrequenz von 400 Hz. Jedes Digit wird somit für 2,5 ms angesteuert. Um alle Digits einmal anzusteuern, werden also 20 ms benötigt. Die Display-Refresh-Rate beträgt damit 50 Hz. Um innerhalb der 2,5 ms die Ausgaberoutine abzuarbeiten und noch genügend Zeit für das Hauptprogramm übrig zu haben, ist bereits eine gewisse Rechengeschwindigkeit des Controllers nötig. Weiterhin muss dieser über mindestens einen Timer verfügen. Würde man die Anzeige hingegen statisch ansteuern,

der Multiplex-Ansteuerung ist die flackerfreie und gleich helle Darstellung der einzelnen Zeichen. Damit alle Zeichen gleich hell erscheinen, ist durch einen Timer-Interrupt dafür zu sorgen, dass die einzelnen Digits stets in exakt gleichen Zeitabständen angesteuert werden. Um eine möglichst flackerfreie Darstellung zu erhalten, sollte man die Multiplexfrequenz hoch genug wählen. Dabei sollten Werte von 50 Hz oder höher pro Digit angestrebt werden. Nachteil: Je höher die gewählte Multiplexfrequenz ist, desto stärker wird jedoch auch die Störabstrahlung durch die Schaltung. Würde man, um die Störabstrahlung zu mindern, die durch die Schalttransistoren erzeugten Schaltflanken abflachen, so entstünden enorme Wärmeverluste durch die hohen Schaltverluste im Übergangsbereich.

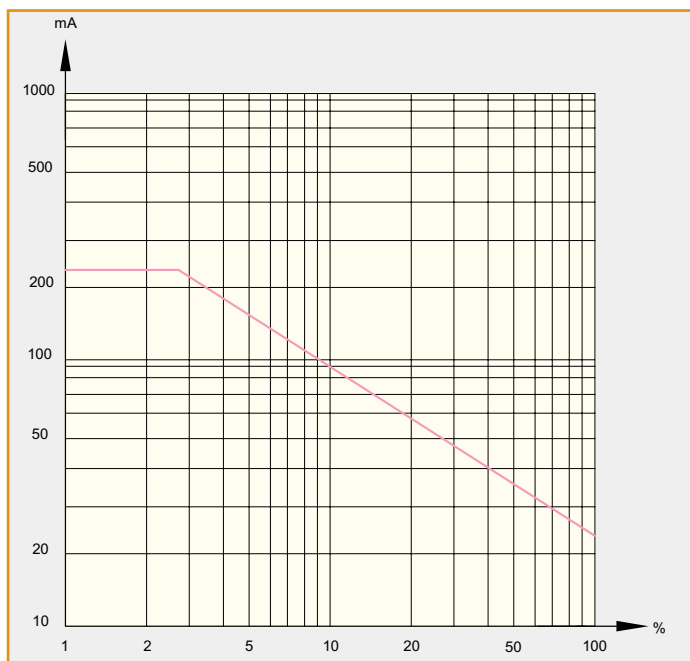


Bild 5: Maximaler Pulsstrom in Abhängigkeit von der Aktiv-Dauer bei einer Multiplexfrequenz von 1 kHz

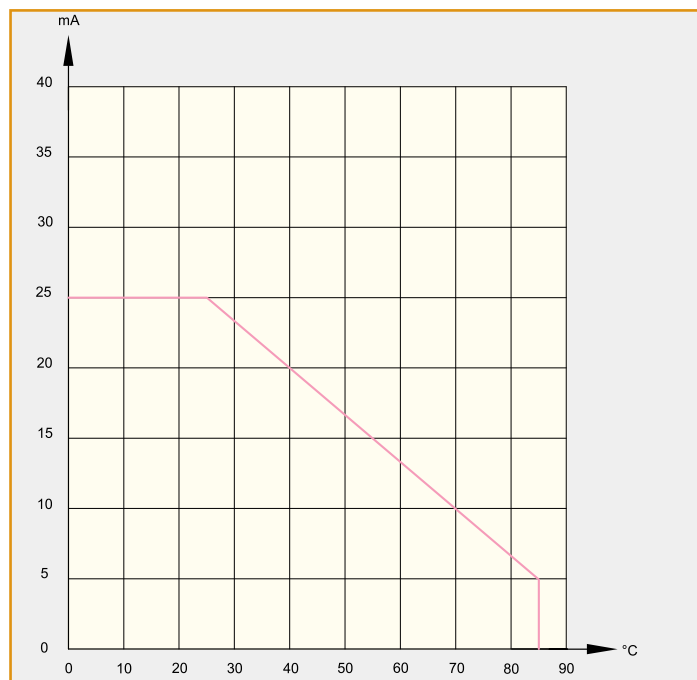


Bild 4: Maximaler LED-Strom in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur

ern, würden, wie erwähnt, hier keine Zeitprobleme auftreten, man könnte einen Controller ohne Timer und mit niedriger Rechengeschwindigkeit einsetzen bzw. die Taktfrequenz senken.

Bei der Multiplex-Anzeige wiederum besteht durch entsprechende Programmierung eine einfache Möglichkeit, die Helligkeit der Anzeigen in einem gewissen Rahmen zu dimmen, wenn in die Multiplex-Software Dunkel-Zyklen eingebaut werden, in denen kein Digit angesteuert wird. Die statische Anzeige würde hierzu einen gewissen Hardware-Aufwand erfordern.

Bei der Programmierung der Ansteuer-Software für eine Multiplex-Anzeige ist darauf zu achten, dass beim Multiplex-Vorgang immer erst das aktuell leuchtende Digit dunkel geschaltet wird, bevor die neuen Segment-Daten angelegt und das nächste Digit angesteuert werden. Andernfalls sieht man in der Anzeige Geister-

bilder der benachbarten Digits, weil die gerade aktuellen Digits sehr kurz mit falschen Daten angesteuert wurden.

Wie man aus diesen Ausführungen ersehen kann, haben beide Anzeige-Konstruktionen Vor- und Nachteile, die man entsprechend dem zu realisierenden Projekt beachten sollte.

Schaltung der Multiplex-Anzeige

Bei der Multiplex-Anzeige werden die einzelnen Anzeigestellen, die auch als Digits bezeichnet werden, über je eine Transistorstufe angesteuert. Die einzelnen Digits werden somit einzeln nacheinander zur positiven Versorgungsspannung durchgeschaltet, wenn die entsprechende Digit-Dezimal-Leitung nach Masse gezogen wird.

Dies kann direkt über die Stiftleiste ST 2 erfolgen, wenn IC 1 nicht bestückt ist. Stehen hingegen nur wenige Portleitungen des Controllers zur Verfügung, so kann man durch den zusätzlichen Einsatz von IC 1 Portleitungen am Controller einsparen, indem das anzusteuernende Digit als BCD-Wert an ST 3 ausgewählt wird. Der BCD-Dekoder IC 1 besitzt invertierende Ausgänge und schaltet somit die über ST 3 ausgewählte Leitung nach Masse. Sind an ST 3 Werte größer 9 eingestellt, so wird kein Ausgang nach Masse geschaltet und die Anzeigen bleiben dunkel. Um nun die gewünschten Daten auf die Anzeigen zu bekommen, sind an die Segmentleitungen der Digits die zum angesteuerten Digit passenden Daten anzulegen. Da die Digits über einen Treibertransistor zur positiven Versorgungsspannung durchgeschaltet werden, sind die Segmentleitungen über einen Vorwiderstand nach Masse zu schalten. Hierfür kommt der Treiber-Baustein IC 2 zum Einsatz, der aus acht Darlington-Transistorstufen besteht, die jeweils bis zu 500 mA schalten können. Durch die invertierende Funktion des ULN2803 sind die Segment-Daten in positiver Logik an ST 1 anzulegen, wodurch die ausgewählten Segmentleitungen nach Masse geschaltet werden und die zugeordneten Segmente der Anzeige leuchten. In Abbildung 6 ist die

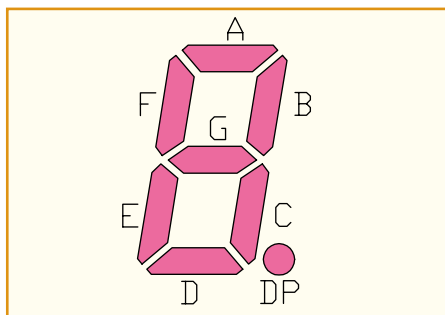


Bild 6: Zuordnung der einzelnen Segmente

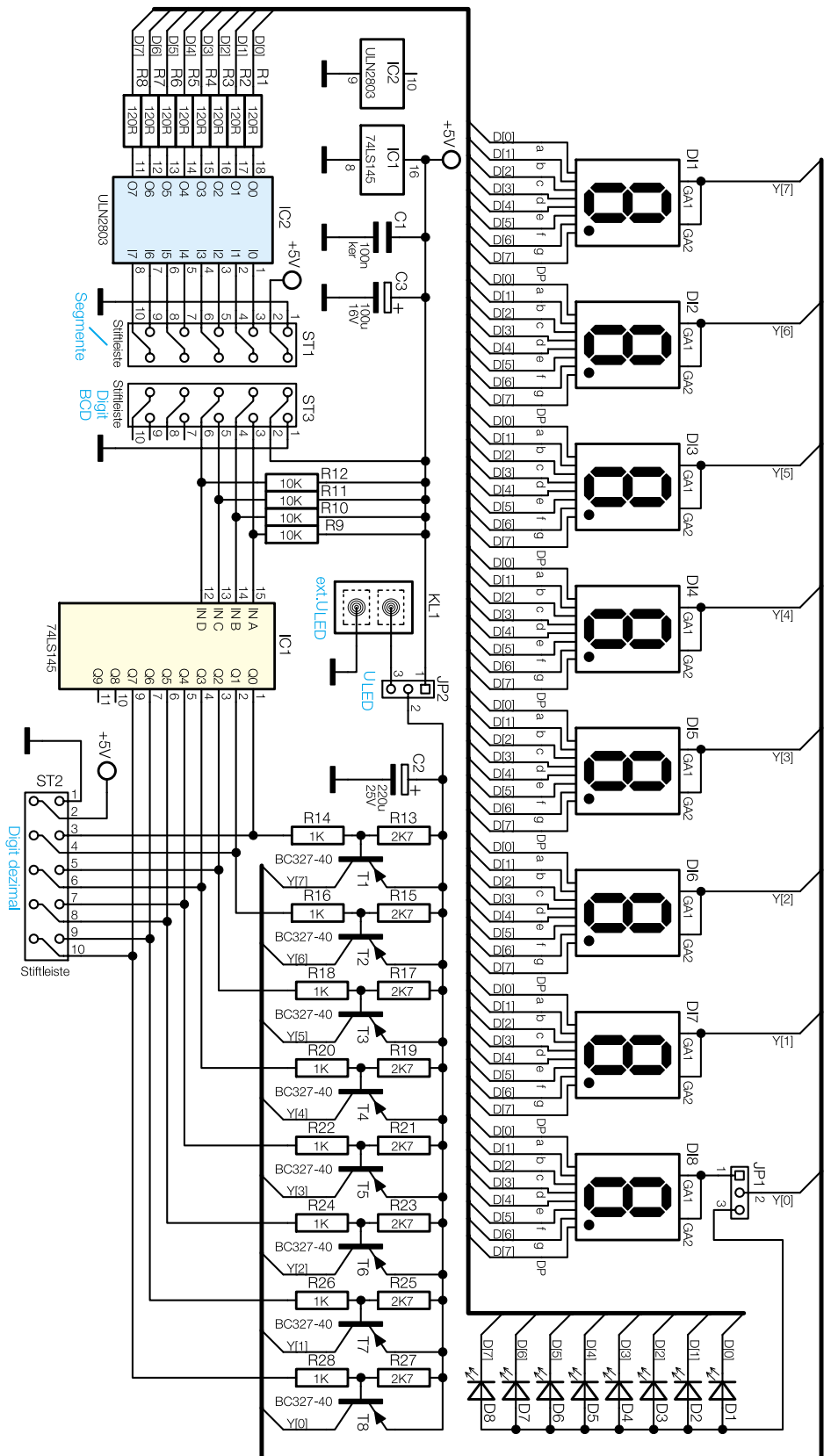


Bild 7: Schaltbild der Multiplex-Anzeige

Zuordnung der einzelnen Segmente zu den im Schaltbild verwendeten Bezeichnungen zu sehen. Mit dem Jumper JP 1 besteht die Möglichkeit, statt der letzten 7-Segment-Anzeige acht einzelne LEDs, etwa als Kontrollanzeigen, anzusteuern.

Die Spannungsversorgung der Platine

mit 5 V erfolgt üblicherweise direkt aus der Controllerschaltung über die entsprechenden Kontakte der Stiftleisten ST 1, ST 2 oder ST 3. Kann die Spannungsversorgung der Controllerschaltung nicht genügend Strom liefern, um auch die Leuchtanzeigen der Anzeigeplatine zu versorgen, so

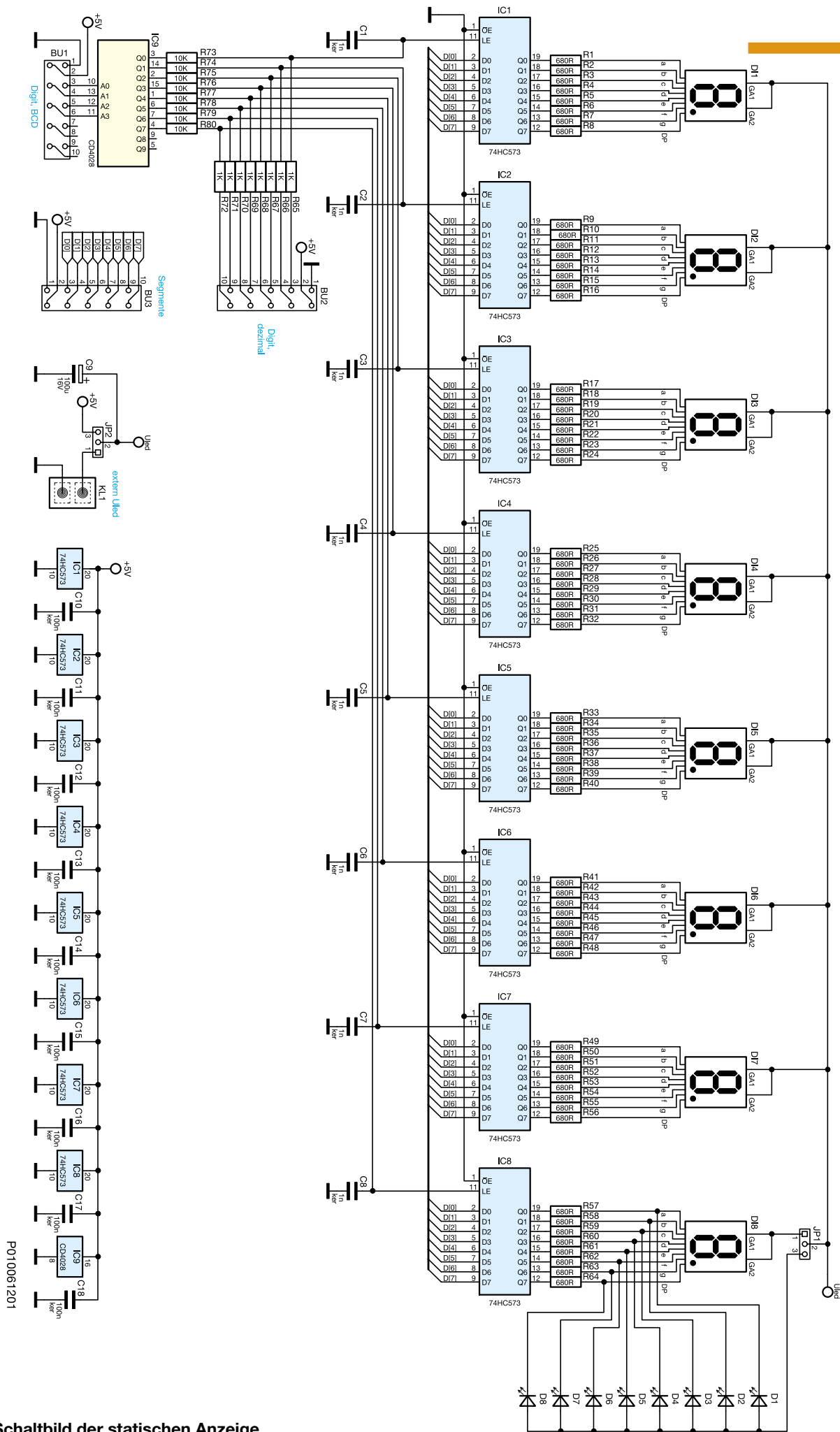
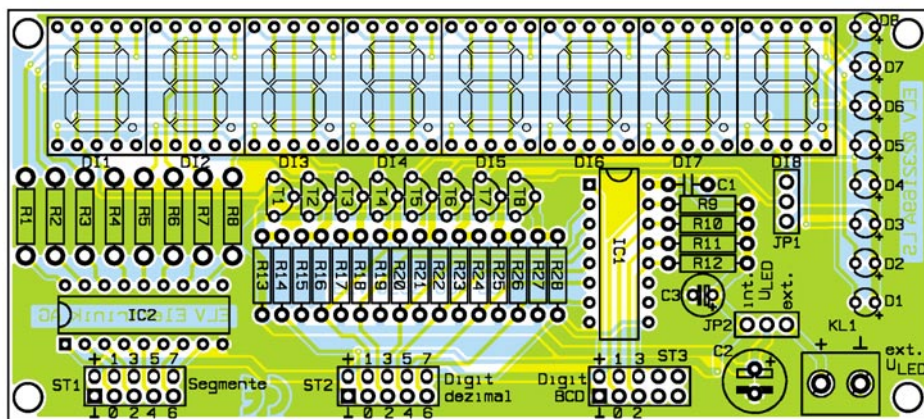
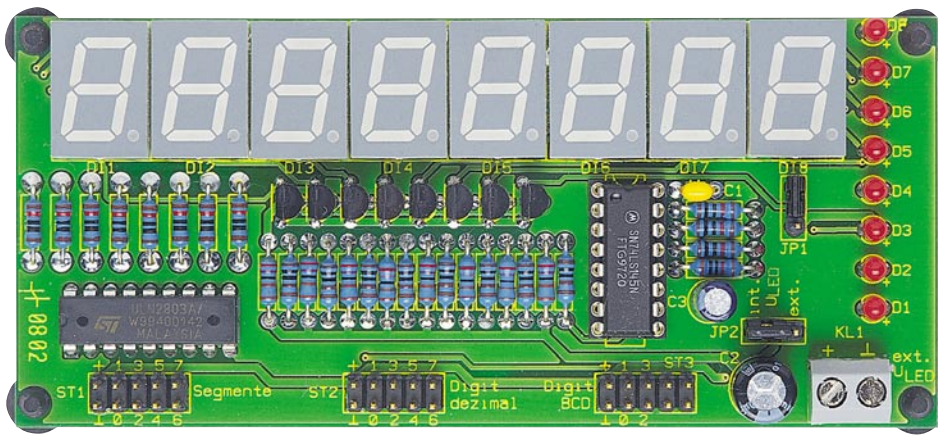


Bild 8: Schaltbild der statischen Anzeige



Ansicht der fertig bestückten Platine der Multiplex-Anzeige mit zugehörigem Bestückungsplan

können die Anzeigen über KL 1 extern mit Spannung versorgt werden. Der Jumper JP 2 ist dazu von intern auf extern umzustecken. Die angelegte LED-Spannung sollte üblicherweise ebenfalls 5 V betragen. Will man die Anzeigen mit höheren Spannungen betreiben, sind im Bereich der Digit-Auswahl entsprechende Schaltungsmodifikationen z. B. durch Einfügen von Z-Dioden oder zusätzlichen Transistorstufen im Basis-Zweig der Transistoren T 1 bis T 8 vorzunehmen. Für eigene Schaltungen sind die Widerstände R 1 bis R 8 gegebenenfalls an die gewünschte Helligkeit unter Beachtung der bereits erwähnten Grenzdaten anzupassen. Insbesondere sollte hier die an den Widerständen entstehende Verlustleistung berücksichtigt werden.

Schaltung der statischen Anzeige

Bei der Anzeige für statische Ansteuerung sind die Anoden der LEDs direkt mit der positiven Versorgungsspannung verbunden. Ihre Katoden sind jeweils einzeln über Vorwiderstände auf ein D-Register pro Digit geführt. Die an allen D-Register-Eingängen gemeinsam anliegenden Segment-Daten werden durch einen Übernahme-Impuls auf einer Digit-Leitung in dem zugeordneten Register gespeichert und so

auf den entsprechenden Anzeigen ausgegeben. Die Segment-Daten sind dabei in invertierter Form über die Stiftleiste BU 3 einzuspeisen. Bei einem High auf einer Segment-Leitung ist das zugeordnete Anzeige-Segment dementsprechend dunkel. Die Übernahme-Impulse an die Register zum Speichern der aktuell anliegenden Segment-Daten können in BCD-Form auf BU 1 gegeben werden, wobei IC 9 dann in positiver Logik die entsprechenden Leitungen ansteuert. Die Pulse kann man aber auch direkt in dezimaler Form auf BU 2 geben, wenn Bauteile gespart werden sollen und die Anzahl der belegten Portleitungen keine Rolle spielt. Werden an BU 1 Daten mit Zahlenwerten größer 9 angelegt, so bleiben alle Ausgänge auf Low.

Die Funktionen der Jumper JP 1 (Ansteuerung der Einzel-LEDs D 1 bis D 8 statt der 7-Segment-Anzeige DI 8) und JP 2 (Anschluss einer externen Spannungsversorgung) entspricht denen der Multiplex-Ansteuerschaltung.

Nachbau

Der Aufbau der beiden Schaltungen erfolgt auf jeweils einer einseitig mit konventionellen Bauelementen zu bestückenden Platine (Abmessungen siehe Technische Daten).

Stückliste: Multiplex-LED-Anzeige LAM 8

Widerstände:

120Ω	R1-R8
1kΩ	R14, R16, R18, R20, R22, R24, R26, R28
2,7kΩ	R13, R15, R17, R19, R21, R23, R25, R27
10kΩ	R9-R12

Kondensatoren:

100nF/ker	C1
100µF/16V	C3
220µF/25V	C2

Halbleiter:

74LS145	IC1
ULN2803	IC2
BC327-40	T1-T8
LED, 3 mm, rot	D1-D8
DJ700A, rot	DI1-DI8

Sonstiges:

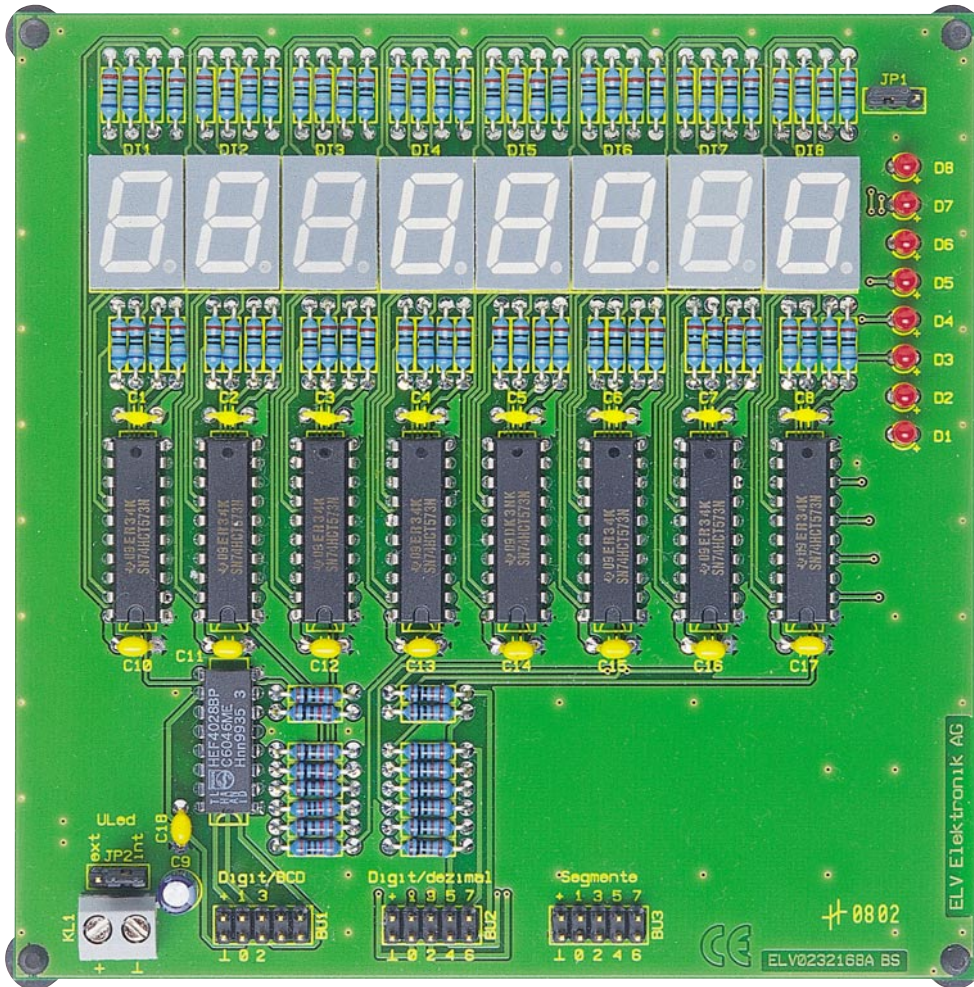
- Schraubklemme, 2-polig
- Stiftleisten, 2 x 5-polig
- Stiftleisten, 1 x 3-polig
- 2 Jumper
- 1 Präzisions-IC-Fassung, 16-polig
- 4 Gummi-Gehäusefüße, zylindrisch, 1,5 mm

Die Bestückung ist jeweils anhand der Stückliste, des Bestückungsplans, des Bestückungsdrucks auf der Platine und ggf. zusätzlich anhand des Platinfotos vorzunehmen.

Sie beginnt mit den Widerständen, gefolgt von den ungepolten Kondensatoren, den ICs, Jumpern, Elkos, den Transistoren auf der Multiplex-Platine und den passend abgetrennten Stiftleisten. Bei den ICs ist wie bei den Elkos auf die polrichtige Einbaulage entsprechend Bestückungsplan und Bestückungsdruck zu achten (Kerbe im IC bei Pin 1 bzw. Minus-Kennzeichnung am Elko-Gehäuse). Bei der Multiplex-Platine wird IC 1 nicht direkt auf die Platine gelötet, sondern ein passender IC-Sockel verwendet, damit IC 1 für die Ansteuerung der Digits über BU 2 entfernt werden kann. Die Einbaulage der Transistoren auf der Multiplex-Platine ergibt sich anhand des Bestückungsdrucks und der Lage der Lötungen.

Bei der Bestückung von KL 1 ist darauf zu achten, dass der Körper der Schraubklemme plan auf der Platine aufliegt, bevor die Anschlüsse verlötet werden. Das verhindert eine mechanische Belastung beim späteren (vermutlich relativ oft wiederholten) Verschrauben von Leitungen in der Schraubklemme.

Die 7-Segment-Anzeigen sind ebenfalls

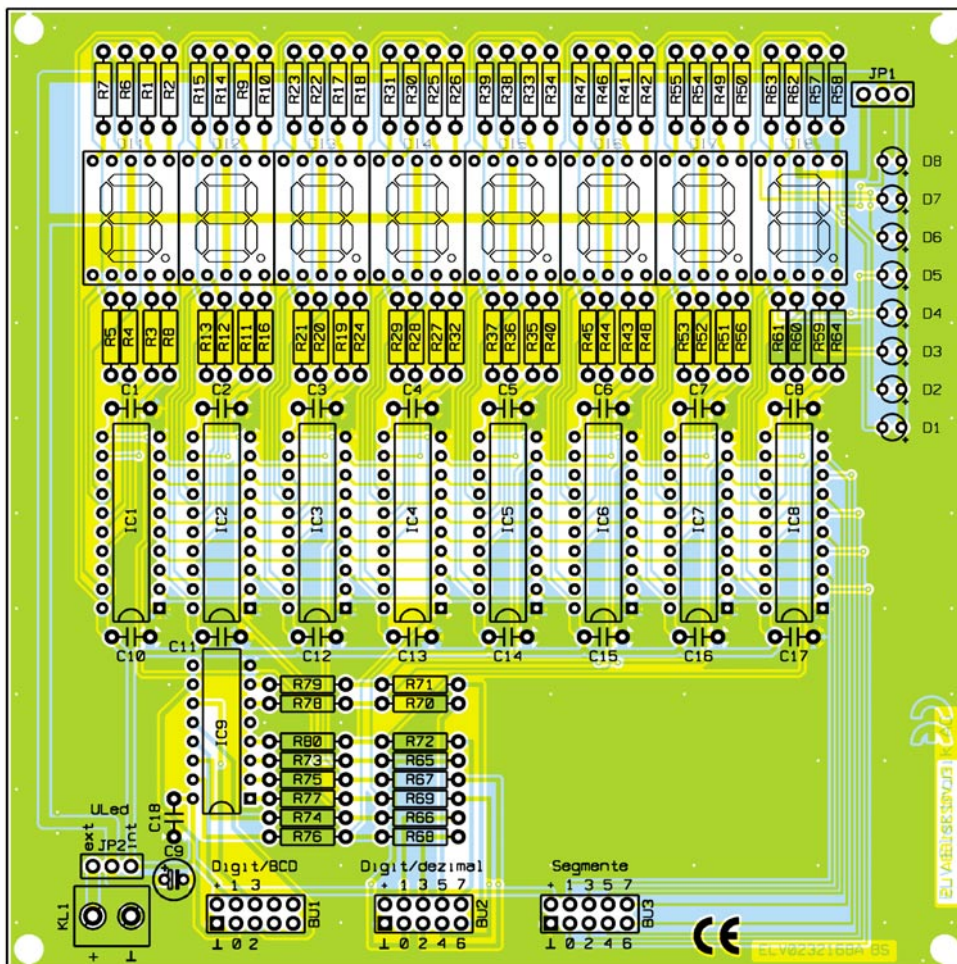


Ansicht der fertig bestückten Platine der statischen Anzeige mit zugehörigem Bestückungsplan

polrichtig einzusetzen, im Bestückungsdruck ist die Lage der Dezimalpunkte gekennzeichnet.

Abschließend erfolgt das Bestücken der Leuchtdioden D 1 bis D 8. Dabei ist zum einen auf polrichtiges Einsetzen (langer Anschluss = Anode, an der Plus-Markierung einsetzen) zu achten und zum anderen praktischerweise bzw. aus optischen Gründen darauf, dass die Oberseiten der LED-Gehäuse mit denen der 7-Segment-Anzeigen abschließen.

Damit ist die Bestückung bereits vollendet. Nach nochmaliger Bestückungs- und Lötfehler-Kontrolle sind jetzt nur noch jeweils 4 GummifüÙe in die Bohrungen der Platinecken einzurasten und die Schaltung kann in Betrieb genommen werden. **ELV**



Stückliste: Statische 8-fach LED-Anzeige LAS 8

Widerstände:

- 680Ω R1-R64
- 1kΩ R65-R72
- 10kΩ R73-R80

Kondensatoren:

- 1nF/ker C1-C8
- 100nF/ker C10-C18
- 100µF/16V C9

Halbleiter:

- 74HC573 IC1-IC8
- CD4028 IC9
- LED, 3 mm, rot D1-D8
- DJ700A, rot DI1-DI8

Sonstiges:

- Schraubklemme, 2-polig KL1
- Stiftleisten, 2 x 5-polig .. BU1-BU3
- Stiftleisten, 1 x 3-polig JP1, JP2
- 2 Jumper
- 4 GummigehäusefüÙe, zylindrisch, 1,5 mm