



## Immer Locker Bleiben Teil 2

***Nachdem im letzten Teil die Spielanleitung dieser neuen Form des altbekannten und beliebten Gesellschaftsspiels ausführlich beschrieben wurde, widmen wir uns in diesem zweiten und abschließenden Teil der Schaltung und deren Nachbau. Hierbei haben wir besonders darauf geachtet, dass auch der Elektronikneuling alle Sachverhalte gut verstehen und leicht nachvollziehen kann.***

### Schaltung

Das gesamte Schaltbild des Spieles „Immer Locker Bleiben“ ist in Abbildung 5 dargestellt. Zentrales Bauelement ist der Mikrocontroller IC 2 aus der 8051-Familie. Hierbei handelt es sich um einen einfachen 8-Bit-Controller mit Standardperipheriebeschaltung: An Pin 9 finden wir

zunächst die Reset-Schaltung, bestehend aus C 9, R 1 und D 69. An den Pins 18 und 19 sorgt der 12-MHz-Quarz mit den dazugehörigen Kondensatoren C 10 und C 11 für die stabile Takterzeugung. An die Pins 20 und 40 ist die Betriebsspannung angeschlossen.

Die Versorgungsspannung für das gesamte Gerät wird an der Klinkenbuchse BU 1 zugeführt. Die Diode D 68 verhindert

dabei ein versehentliches Verpolen der Spannung und der Kondensator C 12 sorgt für eine zusätzliche Siebung.

Mittels des Ein/Start/Aus-Tasters TA 7 schaltet man das Spiel ein. Durch das Drücken des Tasters wird die Basis des Längstransistors T 9 gegen Masse gezogen, dessen Emitter-Kollektor-Strecke leitend und so die gesamte Schaltung mit Spannung versorgt.

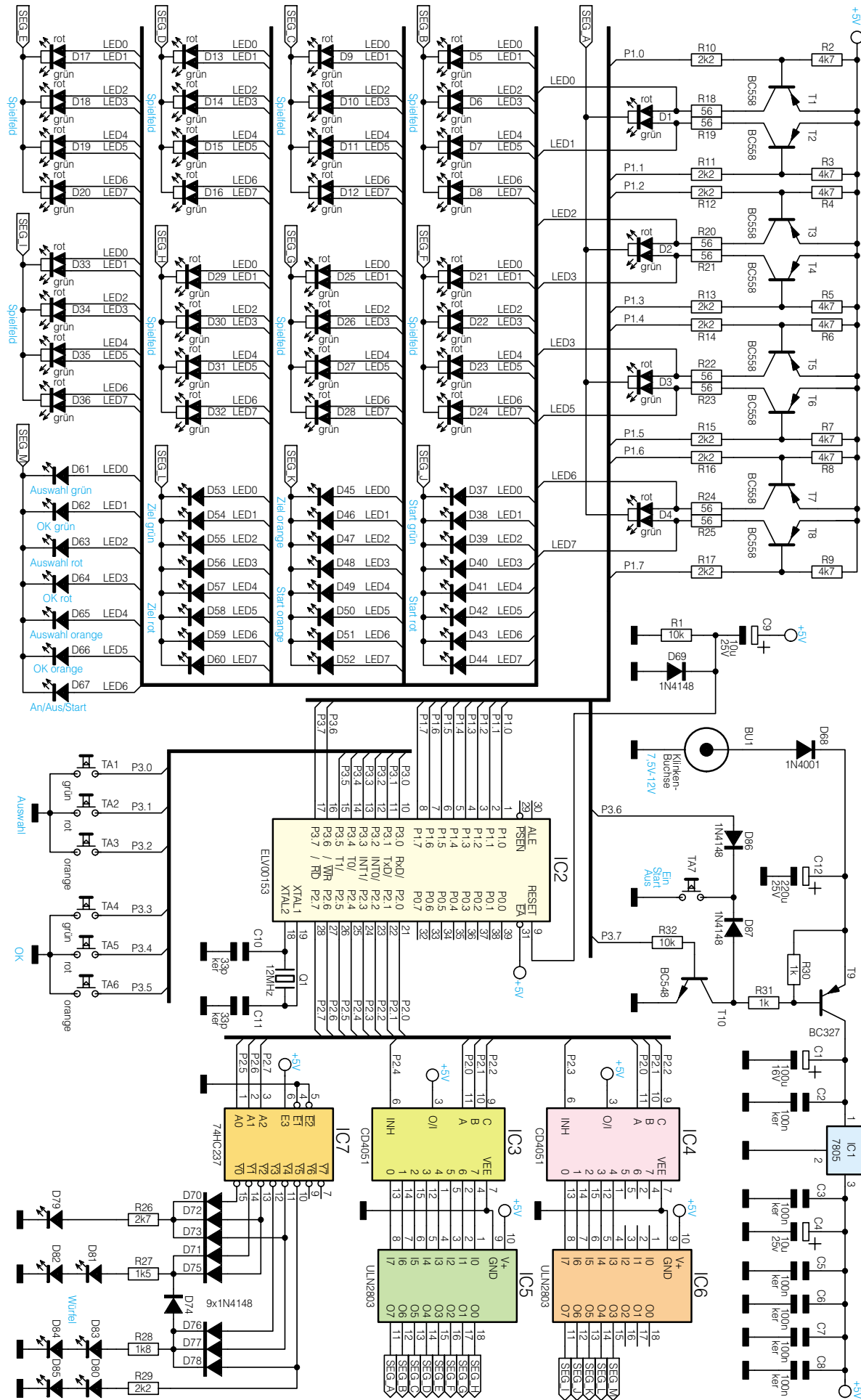
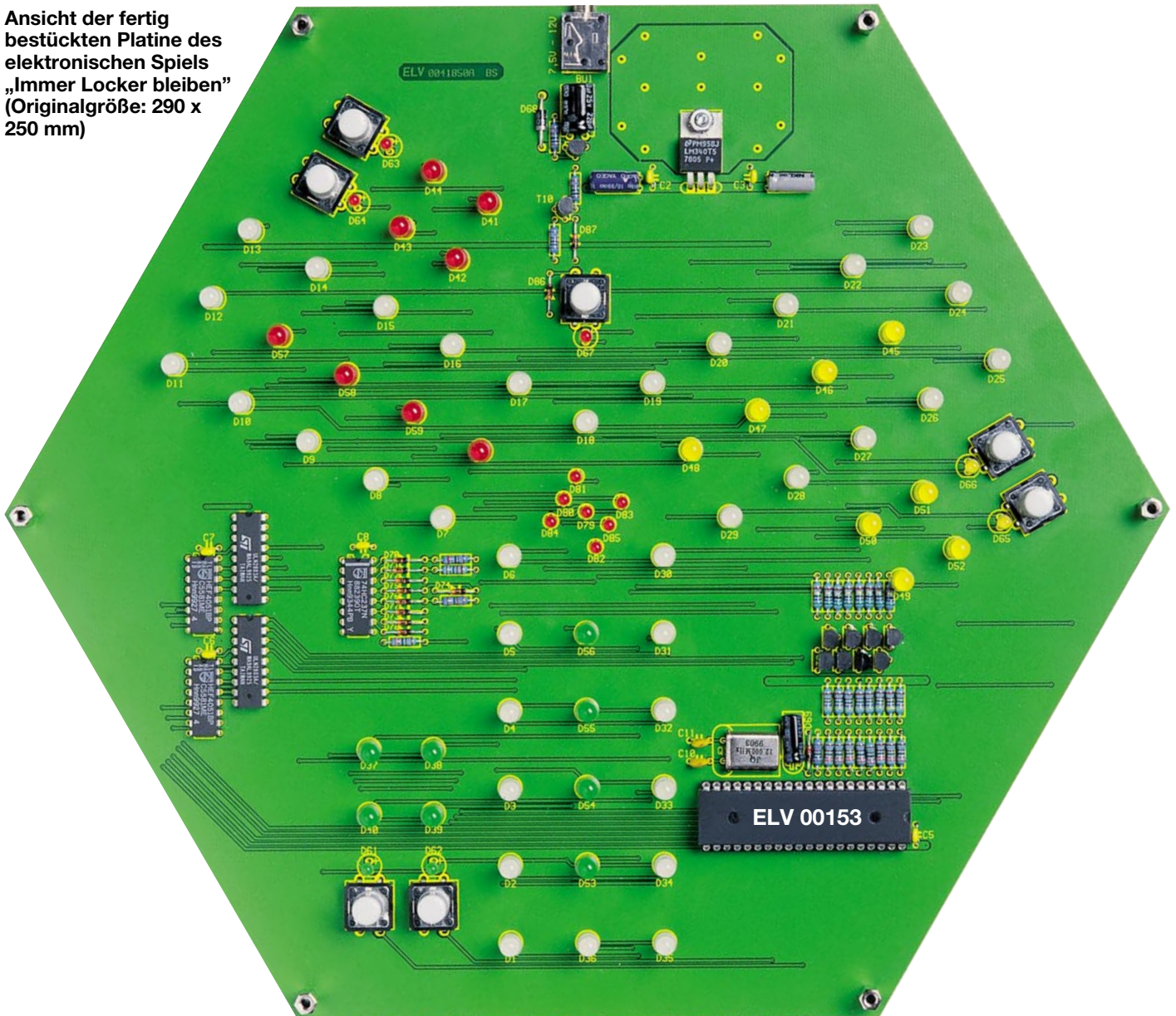


Bild 5: Schaltbild des elektronischen „Immer Locker Bleiben“-Spiels



Ansicht der fertig bestückten Platine des elektronischen Spiels „Immer Locker bleiben“ (Originalgröße: 290 x 250 mm)



Während des Einschaltmomentes bildet der Kondensator C 9 einen Kurzschluss. So entsteht am Reseteingang des Prozessors ein positiver Impuls, welcher diesen in einen definierten Startzustand versetzt.

Durch die Resetroutine des Controllers wird der Port 3.7 auf High-Level gesetzt. Der so durchgesteuerte Transistor T 10 übernimmt den Basisstrom von T 9 und erzeugt quasi eine Selbsthaltung. Die Spannung bleibt somit auch nach dem Loslassen von TA 7 eingeschaltet. Über Port 3.6 wird der Taster TA 7 für die Start/Aus-Funktion abgefragt. Die beiden Dioden D 86 und D 87 sorgen für eine Entkopplung zwischen Prozessorport und T 10. Will man das Spiel ausschalten, ist die Ein/Start/Aus-Taste zu betätigen. Der Controller legt danach den Port 3.7 auf Masse, sperrt den Transistor T 10 und somit auch den Längstransistor T 9. Die Schaltung wird abgeschaltet.

An den Port-Pins P 3.0 bis P 3.5 liegen die übrigen Taster, die zur Spielsteuerung

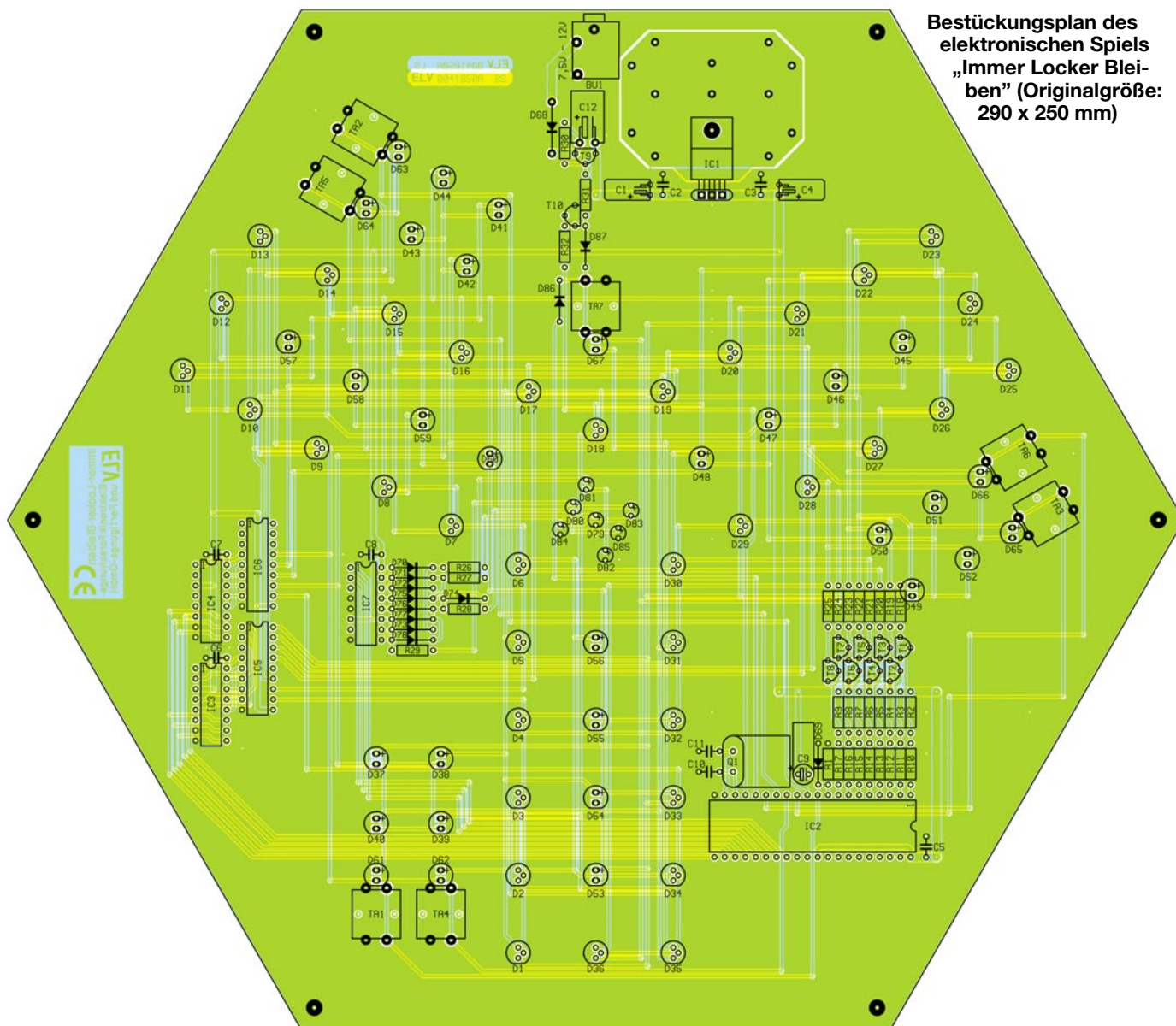
eingesetzt werden. Sie legen den entsprechenden Port-Pin bei Betätigung einfach auf Massepotential.

Die beiden Ports 1 und 2 dienen der Ansteuerung der Anzeigeelemente und des Würfels. Die LEDs, mit Ausnahme der Würfel-LEDs, werden im Zeitmultiplexverfahren angesteuert. Auf die Funktionsweise gehen wir später noch näher ein. Zunächst beschäftigen wir uns mit dem Würfel. Er besteht aus IC 7, den Dioden D 70 bis D 78 sowie den Widerständen R 26 bis R 28 und natürlich den LEDs D 79 bis D 85. Die Ports P 2.5 bis P 2.7 steuern den Binär-zu-Dezimal-Wandler IC 7 an. Wird der Würfel nicht benötigt, soll also keine seiner LEDs leuchten, gibt der Prozessor einen Wert größer 5 (binär) aus. Hierdurch erfolgt die Aktivierung eines Ausgangs von IC 7, an dem keine LED angeschlossen ist. Die Diodenlogik, bestehend aus D 70 bis D 78, ermöglicht die Darstellung einer kompletten Zahl (1 bis 6) durch das Aktivieren jeweils eines einzi-

gen Ausgangs. Ein umständliches Ansteuern einzelner LEDs entfällt somit.

Die Ansteuerung der Spielstein-LEDs erfolgt, wie bereits erwähnt, mit Hilfe der Zeitmultiplexmethode. Multiplexbetrieb bedeutet, dass alle leuchtenden Elemente nicht ständig angesteuert werden, sondern der Reihe nach nur für kurze Zeit. Dies geschieht jedoch so schnell, dass für das menschliche Auge aufgrund seiner natürlichen „Trägheit“ der Eindruck entsteht, sie würden gleichzeitig angesteuert. Durch diese Methode spart man einen großen Teil der nötigen Ansteuerleitungen und vereinfacht so auch das Platinenlayout, muss jedoch auch einen größeren Schaltungsaufwand in Kauf nehmen. Zur Verbesserung des optischen Eindrucks wird durch die LEDs ein wesentlich höherer Strom geschickt, der die LEDs für die kurze Ansteuerzeit heller leuchten lässt, als sie im Dauerbetrieb in der Lage wäre. Da aber die Einschaltdauer extrem kurz ist, nehmen sie hierdurch keinen Schaden. Bei Blitz-An-





Bestückungsplan des elektronischen Spiels „Immer Locker Bleiben“ (Originalgröße: 290 x 250 mm)

wendungen mit LEDs fließen noch weit höhere Ströme.

Da der Prozessor einen 8-Bit-Port besitzt, bietet es sich an, die LEDs jeweils zu Blöcken mit 8 Elementen zusammenzufassen. Das bedeutet, dass jeweils nicht nur eine LED, sondern 8 gleichzeitig aktiviert werden. Aufgrund dieser Aufteilung ergeben sich 13 Gruppen (104 LEDs). Diese Gruppen werden jeweils über die CMOS-Bausteine IC 3 und IC 4 ausgewählt, welche als 1-aus-8-Dekoder arbeiten und von den Prozessorports P 2.0 bis P 2.4 angesteuert werden. Hierbei übernehmen die Ports P 2.0 bis P 2.2 die Auswahl des aktiven Ausgangs der beiden 4051, die Ports P 2.3 und P 2.4 hingegen übernehmen die Chipauswahl. Beide Bausteine erhalten somit die Daten parallel, jedoch wird nur ein IC mittels des INH-Eingangs Pin 6 freigeschaltet. Die beiden folgenden ICs IC 5 und IC 6 vom Typ ULN 2803 liefern den nötigen Strom, um die maximal 8 angesteuerten LEDs zu treiben.

Kommen wir nun zur anderen Seite der Ansteuerung: zur Auswahl der einzelnen LEDs des aktiven Blocks. Hierfür erfolgt die Ausgabe der nötigen Daten (LED an oder aus) über den Prozessor-Port P 1 auf die Treibertransistoren T 1 bis T 8. Wird einer dieser Transistoren mit einem Low-Pegel angesteuert, so schaltet dieser durch und die entsprechende LED leuchtet.

Geht man davon aus, dass zum Betrachtungsbeginn eine LED-Gruppe bereits leuchtet, sieht die zeitliche Abfolge dieser Multiplexansteuerung somit wie folgt aus: die entsprechende Gruppe wird mit Hilfe des INH-Eingangs des entsprechenden 4051 abgeschaltet, indem der Pin 6 des zugehörigen ICs auf High-Potential gelegt wird. Anschließend erhält Port 1 den Wert, also die Zustände der nächsten LED-Gruppe, gefolgt durch die Aktivierung dieser Gruppe mittels des betreffenden 4051.

Nach einer Wartezeit, in der die betreffenden LEDs leuchten, wiederholt sich diese Reihenfolge ständig - nach der

Segmentgruppe „SEG\_M“ folgt erneut „SEG\_A“.

Nach dieser ausführlichen Schaltungsanalyse folgt nun die Beschreibung des Nachbaus.

### Nachbau

Bei der Entwicklung haben wir besonderen Wert auf eine einfache und sichere Nachbaubarkeit gelegt. Somit ist auch der Elektronikneuling in der Lage, dieses elektronische Gesellschaftsspiels erfolgreich aufzubauen.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes. Den Nachbau beginnen wir mit der Bestückung der niedrigen Bauteile, wie Widerstände und Dioden. Hierzu werden die Beine im nötigen Rastermaß abgewinkelt, von der Bestückungsseite durch die Bohrungen gesteckt, von der Lötseite verlötet und die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider abge-

## Stückliste: Immer Locker Bleiben

### Widerstände:

56Ω	R18-R25
1kΩ	R30, R31
1,5kΩ	R27
1,8kΩ	R28
2,2kΩ	R10-R17, R29
2,7kΩ	R26
4,7kΩ	R2-R9
10kΩ	R1, R32

### Kondensatoren:

33pF/ker	C10, C11
100nF/ker	C2, C3, C5-C8
10µF/25V	C4, C9
100µF/16V	C1
220µF/25V	C12

### Halbleiter:

7805	IC1
ELV00153	IC2
CD4051	IC3, IC4
ULN2803	IC5, IC6
74HC237	IC7
BC558	T1-T8
BC327	T9
BC548	T10
1N4001	D68
1N4148	D69-D78, D86, D87
Duo-LED, rot/grün	D1-D36
LED, 5mm, grün	D37-D40, D53-D56
LED, 5mm, rot ...	D41-D44, D57-D60
LED, 5mm, orange	D45-D52
LED, 3mm, grün	D61, D62
LED, 3mm, rot	D63, D64, D67, D79-D85
LED, 3mm, orange	D65, D66

### Sonstiges:

Quarz, 12 MHz	Q1
Klinkenbuchse, 3,5mm, print, mono	BU1
Mini-Druck-Taster, B3F-4050	TA1-TA7
7 Tastknöpfe, grau, 10 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
6 Senkkopfschrauben M3 x 12 mm	
6 Senkkopfschrauben M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
6 Abstandsbolzen, 5 mm, Innengewinde, M3	
6 Abstandsbolzen, 10 mm, Innengewinde M3	
1 Präzisions-IC-Fassung, 40-polig	
3 Klebefüße	
1 Frontplatte, bearbeitet und bedruckt	
1 Bodenplatte, bearbeitet	

kniffen. Bei den Dioden ist die Polarität zu beachten: auf dem Gehäuse befindet sich eine Farbmarkierung (Katode), die mit dem Querstrich im Symbol auf dem Bestückungsdruck übereinstimmen muss.

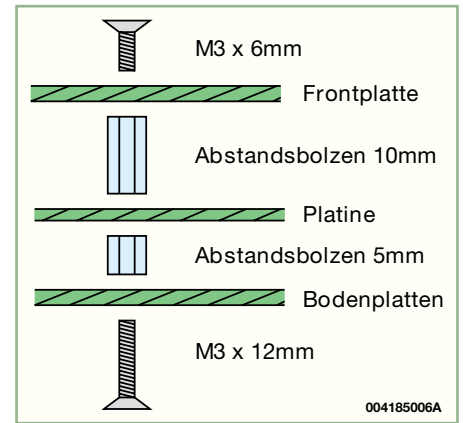
Nachfolgend sind der Quarz Q 1 und die Kondensatoren zu bestücken. Auch hier beachte man bei den Elektrolytkondensatoren (Elkos) die richtige Polarität: ein Strich an der Gehäusesseite zeigt den negativen Pol an. Auf dem Bestückungsdruck hingegen ist der positive Pol mit einem Plus gekennzeichnet. Alle Elkos sowie der Quarz werden aufgrund ihrer Baugröße liegend montiert, d. h. die Beine werden am Bauteilkörper vorsichtig um 90° abgewinkelt.

Es folgt der Einbau des Spannungsreglers IC 1, der ebenfalls liegend befestigt wird. Die Beine dieses Bauteils sind in 4 mm Abstand zum Gehäusekörper abzuwinkeln und anschließend so zu positionieren, dass sich das Befestigungsloch beim Einbau mittig über dem dazugehörigen Loch in der Platine befindet. Bevor man die Pins anlötet, ist das Bauteil mit einer M3x8-mm-Zylinderkopfschraube zu befestigen. Diese Schraube wird von unten durch die Platine und den Spannungsregler gesteckt und mit einer M3-Zahnscheibe und einer passenden Mutter von oben fixiert. Anschließend erfolgt das Verlöten des Bauteils.

Ist der Nachbau so weit fortgeschritten, erfolgt das Einbauen der Transistoren. Diese werden in einer Höhe von ca. 2 bis 3 mm (Gehäuseunterkante - Platine) eingesetzt und anschließend verlötet. Lötet man dabei zuerst den mittleren Pin an, besteht jetzt noch die Möglichkeit, das Gehäuse genau mittig über der Markierung auf der Platine auszurichten, damit sich später ein harmonisches Gesamtbild ergibt. Schließlich ist die Platine inklusive Bestückung gut durch die Plexiglasplatte zu erkennen. Anschließend folgt der Einbau der ICs, wobei auch hier wieder auf die richtige Einbaulage zu achten ist. Jedes IC besitzt an einer Seite des Gehäuses eine Einkerbung, welche sich auch auf dem Bestückungsdruck als Markierung wiederfindet. Als Besonderheit ist die Sockelung des Prozessors zu beachten. Hier wird in die Position für den Prozessor (IC 2) zunächst ein 40-poliger IC-Sockel eingelötet.

Zum Abschluss des ersten Bauabschnittes erfolgt noch das Einsetzen und Verlöten der 3,5-mm-Klinkenbuchse und der Taster. Dabei sind die dazugehörigen Tastkappen noch nicht aufzusetzen.

Besondere Sorgfalt erfordert der Einbau der Leuchtdioden, um diese auf eine gleichmäßige Höhe zu bringen. Hierzu bedient man sich eines kleinen Tricks: 5-mm-Sechskantbolzen werden auf M3x12-mm-Senkkopfschrauben gedreht, von unten durch die vorgesehenen Löcher am Rand der Platine gesteckt und von der anderen Seite mit Hilfe von 10-mm-Sechskantbolzen befestigt. Nachdem alle 6 Schrauben eingebaut sind, werden sämtliche LEDs in



**Bild 6: Montage der Deck- und Bodenplatte sowie der Platine**

die entsprechenden Bohrungen gesteckt. Hierbei muss man bei den einfarbigen LEDs (zwei Anschlüsse) auf die richtige Polung achten: der längere Pin ist der Anodenanschluss (Pluspol). Die Leuchtdioden werden jedoch noch nicht verlötet, denn zunächst ist die Deckplatte mit Hilfe der M3x6-mm-Senkkopfschrauben zu befestigen. So kann man die Platine drehen (weiche Unterlage nicht vergessen!), ohne dass die LEDs herausfallen. Man erzielt durch diese Methode eine gleichmäßige Höhe aller Leuchtdioden, wenn sie durch die Bohrungen in der Deckplatte gesteckt werden.

Hat man alle LEDs verlötet und die überstehenden Pins abgekniffen, wird die Deckplatte wieder entfernt, da nun die Montage der Bodenplatte folgt. Zuvor sollte aber eine erste Funktionsüberprüfung erfolgen, da bei einer späteren Fehlersuche das gesamte Spiel wieder auseinandergebaut werden müsste. Für die Überprüfung der einwandfreien Funktion wird der Prozessor in seinen Sockel gesteckt und an die Klinkenbuchse BU 1 eine Spannung von 7,5 V bis 12 V angelegt. Die Stromaufnahme der Schaltung sollte nach dem Einschalten 200 mA nicht überschreiten. Verläuft dieser Test erfolgreich, erfolgt der Gehäuseeinbau.

Hierzu werden auch die Abstandsbolzen wieder entfernt und die Tastkappen auf die Taster gesteckt. Der Zusammenbau der Platine, der Boden- und der Deckplatte ist in Bild 6 gezeigt. Die 5-mm-Abstandsbolzen werden auf die durch die Bodenplatte gesteckten 12-mm-Senkkopfschrauben geschraubt und angezogen. Anschließend erfolgt das Aufsetzen der Platine auf die überstehenden Schraubengewinde und ihre Befestigung mit Hilfe der sechs 10-mm-Abstandsbolzen. Fixiert wird die Deckplatte von oben durch die 6-mm-Senkkopfschrauben. Im letzten Arbeitsschritt sind die 3 Gummifüße unterhalb der Bedientasten der Spieler auf die Bodenplatte zu kleben. Damit ist der Nachbau abgeschlossen und dem Spielspaß steht nichts mehr im Wege.