

die Taste „Step“ zeigt jetzt die

Adresse EF EF mit den Daten 81.

Sowohl bei der Eingabe als auch bei der Ausgabe, die wie vorher erläutert für die Adresse nur 8 Bit benötigen, werden diese 8 Bit sowohl auf den niederwertigen acht Adreßleitungen als auch auf den 8 Bit der höherwertigen Adreßleitungen übertragen. Auf dem Datenbus befindet sich jetzt die 81, die als Daten angezeigt wurden. Nunmehr ist der Ein/Ausgabe-Baustein programmiert; es werden also im Bedienteil die einzelnen Lampen aufleuchten. Ein weiterer Tastendruck auf die Taste „Step“ bringt uns zur

Adresse 0007 mit den Daten 3E.

Es sollen wieder 8-Bit-Daten in den Akkumulator geladen werden. Diese Daten stehen nun unter der

Adresse 0008 mit den Daten 00,

d. h. in den Akkumulator werden lauter „L“ eingeschrieben. Jedes Mal, wenn Sie auf die Taste „Step“ drücken, gelangen Sie entweder zur nächsten Adresse, oder zu Ein- oder Ausgaben. Wir werden es jetzt im kommenden Text nicht weiter erwähnen, wenn also die nächste Adresse angesprochen wird, drücken Sie die Taste „Step“, und Sie gelangen zu der nächsten Anzeige. Die

Adresse 0009 mit den Daten D3

beinhaltet wieder einen Ausgabebefehl. Im nächsten Byte steht also die Adresse, an die der Inhalt des Akkumulators ausgegeben wird. In der

Adresse 000A steht EC,

dies ist die Adresse für den Ausgabe-Kanal A. Daß es sich hier nicht um einen Eingabe-, sondern um einen Ausgabe-Kanal handelt, ist bereits in dem Steuerwort 81 auf Adresse 0004 gesagt worden. Die grünen LED-Anzeigen, die an die Klemmen des Kanals A führen, sind mit dem einen Pol an +5 V angeschlossen und führen dann über die Vorwiderstände (470 Ω) zu den Klemmen des Kanals. Sie brennen also, wenn die Ausgänge auf L-Pegel liegen. Dies wurde hier durch die Daten 00 erreicht. Die nächste Anzeige zeigt bei der

Adresse EC EC die Daten 00.

Ein Zeichen dafür, daß jetzt die Daten ausgegeben werden. In unserem Falle dient dieser Ausgabebefehl einer doppelten Sicherheit; normalerweise sind

durch den Reset-Befehl schon alle internen Speicher des Ein/Ausgabe-Bausteines auf L gestellt worden, und die Lampen leuchteten nach dem Ausgabebefehl „D3 EF“ auf. Man soll sich aber beim Programmieren angewöhnen, für alle Register und Ausgänge eindeutig definierte Zustände herzustellen. In diesem Falle, wenn also später einmal aus irgendeinem Grunde das Programm geändert wird, braucht man nicht das ganze Programm durchzugehen, um jetzt eventuelle Fehler zu suchen, die durch die Änderung entstanden sind, wenn man hier immer eindeutige Verhältnisse schafft. Die

Adresse 000B mit den Daten 3E

beinhaltet wieder einen Ladebefehl für den Akkumulator. Der zu ladende Inhalt steht in der

Adresse 000C mit den Daten 00,

d. h. der Inhalt des Akkumulators wird wieder auf 0 gestellt. An sich ist er durch den vorhergehenden Befehl auf Speicherstelle 000B und 000C immer noch auf 0, aber hier soll gezeigt werden, wie man bei der Programmierung systematisch vorgeht, so daß wir vor dem nachfolgenden Ausgabebefehl erst einmal eindeutig den Akkumulator mit dem Inhalt laden, der dann ausgegeben werden soll. Später, wenn wir bereits mit der Programmierung besser vertraut sind, kann dann an diese Speicherstelle ein anderer Befehl gesetzt werden. Die nächste

Adresse 000D mit den Daten D3

ist ein Ausgabebefehl. Auf der nächsten

Adresse 000E mit den Daten ED

wird die Ein/Ausgabe-Adresse angegeben, zu der der Inhalt des Akkumulators kommen soll. In diesem Falle die Ein/Ausgabe-Adresse ED. Dies ist der Ausgabekanal B, an dem die roten Leuchtdioden angeschlossen sind. Daher sehen wir bei der nächsten

Adresse ED ED mit den Daten 00

die Überschreibung des Inhaltes vom Akkumulator auf den Ausgangskanal. Jetzt sollen noch die Register B, C und D in einen eindeutigen Anfangszustand versetzt werden. Wir wollen in das Register B wieder zwei Nullen, in das Register C 00 und in das Register 01 H einschreiben. Das H bedeutet in diesem Falle, daß es sich um eine Sedezimalzahl (Hexacode) handelt. Also:

Adresse 000F mit den Daten 06.

Dies bedeutet, daß in das Register B et-

was eingeschrieben wird, welches sich auf der nächsten

Adresse 0010 mit den Daten 00

befindet. In der

Adresse 0011 mit den Daten 00

steht der Befehl, daß in das Register C Daten eingeschrieben werden sollen, die in der nächsten

Adresse 0012 mit 00

stehen. Nun soll noch in das Register D die 01 eingeschrieben werden. Der Maschinen-Befehl lautet: „16“, welcher auf der

Adresse 0013 mit den Daten 16

steht. Die 01 steht auf der

Adresse 0014 mit 01.

Als nächstes werden die Eingangsklemmen im Kanal C abgefragt. Der Kanal C hat die Adresse EE. Um beim Assemblieren dem Assembler eindeutig zu sagen, daß es sich um eine Sedezimalzahl (Hexacode) handelt, muß vor das E eine Null gesetzt werden. H hinten heißt, daß es sich um eine Sedezimalzahl handelt. Der Eingabebefehl steht nun auf der

Adresse 0015 mit den Daten DB.

In der nächsten

Adresse 0016 mit den Daten EE

wird die Adresse des Eingabekanales bestimmt. Da der Mikroprozessor 8080 nur den gesamten Kanal C mit seinen 8 Bit abfragen kann, müssen wir jetzt durch einen UND-Befehl das abzufragende Bit herausselektieren. Näheres darüber finden Sie auch in [3]. Der UND-Befehl „ANI“ 02 H besagt, daß der Inhalt des Akkumulators mit 02 UNDiert wird. Das bedeutet, daß auf dem zweitniederwertigen Bit ein H steht, während alle anderen Stellen L führen. Das Ergebnis, das jetzt wieder im Akkumulator steht, ist nur dann ungleich Null, wenn auf dieser Bit-Stelle ein H gewesen ist.

Der Inhalt des Eingabekanales steht im Akkumulator. Wenn wir jetzt keine Taste gedrückt haben, ist also der Inhalt des Akkumulators 00, d. h. auf allen Bits stehen „L“. Dies sehen wir beim nächsten Schritt, der die Eingabe darstellt, mit der

Adresse EE EE und den Daten 00.

Drücken wir jetzt eine der Tasten, so erscheint bei den Daten entweder 01, 02, 03 oder 08, je nachdem, welche Taste wir gedrückt haben. (Fortsetzung folgt)

Literatur

[3] Pelka, H.: Von der Schaltalgebra zum Mikroprozessor. Franzis-Verlag, München.



Arno Ruff Der springende Punkt

Im folgenden Aufsatz wird ein interessantes elektronisches Unterhaltungsspiel vorgestellt, an dem sich beliebig viele Personen beteiligen können. Im Gerät ist bereits ein elektronischer Würfel integriert, dessen Wurf-Ergebnis auf einem Minitron angezeigt wird.

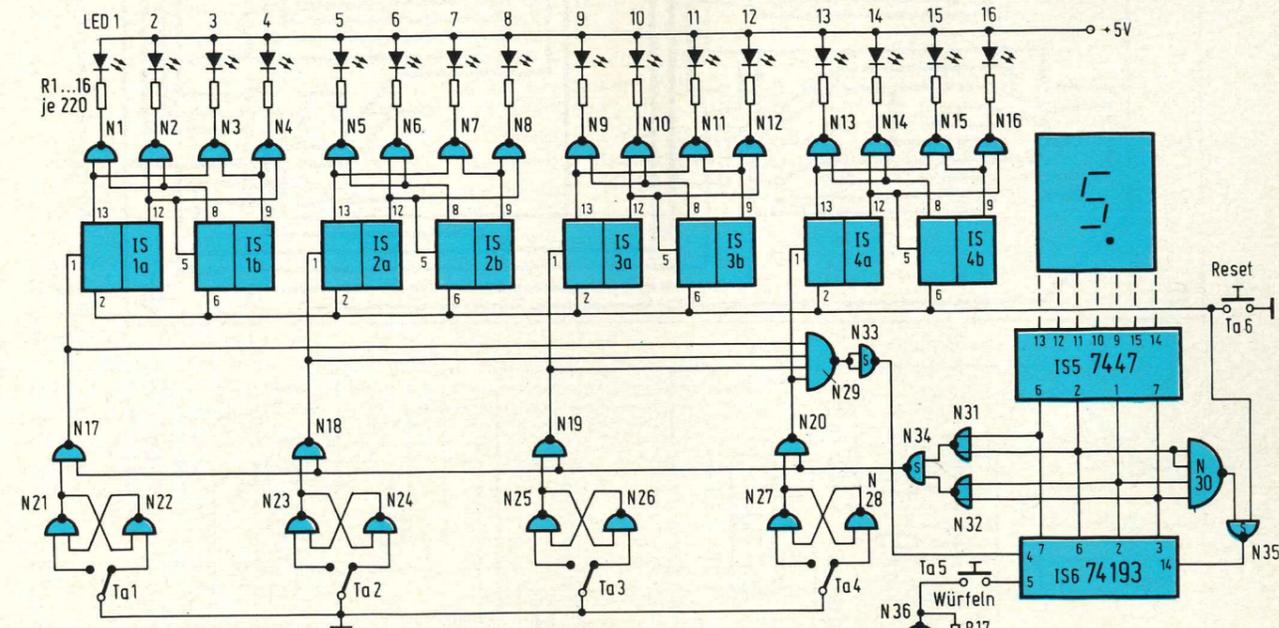
Die Spielregel: Es wird reihum (elektronisch) gewürfelt, anschließend tastet man die entsprechenden Züge ein. Ziel dieses Spieles ist es, vier LED in horizontaler, vertikaler oder diagonaler Richtung zum Leuchten zu bringen (Quadriga). Zu Beginn des Spiels und nach jedem Quadriga-Erfolg wird die Reset-Taste Ta 6 betätigt. Damit leuchten die Lumineszenzdioden 1, 5, 9 und 13 (Bild 2). Der erste Spieler drückt nun die Würfel-Taste Ta 5. Danach zeigt das

Minitron die Anzahl der Schritte an, die mit den Tasten Ta 1...4 einzugeben sind. Wurde eine „0“ gewürfelt, darf die Taste noch einmal betätigt werden.

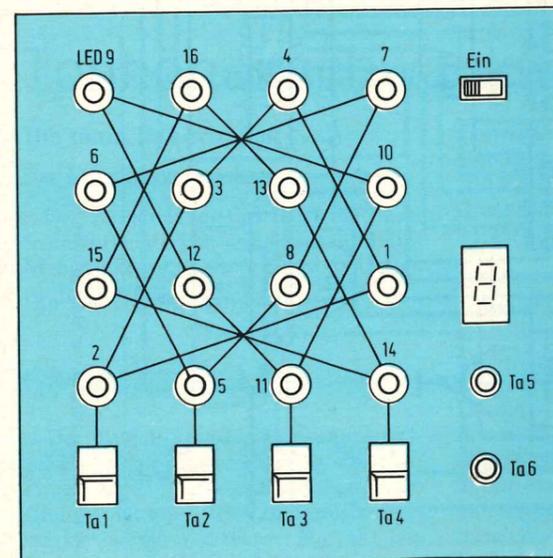
Die Eingabetasten können beliebig oft gedrückt werden, jedoch zusammen nicht mehr als die gewürfelte Zahl. Bei jedem Tastendruck zählt das Minitron nämlich wieder rückwärts und sperrt die Eingabe, sobald die Anzeige Null erreicht. Der Spieler muß genau zu diesem Zeitpunkt eine Quadriga zustande

gebracht haben. Ist ihm dies – durch etwas Knobelei – gelungen, erhält er einen Punkt, und es folgt ein neues Spiel. Hat er sein Ziel jedoch nicht erreicht, spielt der nächste Teilnehmer weiter, ohne vorher die Reset-Taste zu drücken. Bringt ein Spieler bereits vor Erreichen der „0“ eine Quadriga zustande, so ist dies ohne Bedeutung. Er muß so lange weiter die Eingabetasten drücken, bis das Minitron Null anzeigt.

Auf das Spielfeld zeichnet man die Verbindungslinien der vier zu einem Schieberegister gehörenden LED, sowie die Verbindung zur entsprechenden Eingabetaste. Der Spieler kann so leichter erkennen, welche Taste und wie oft diese zu betätigen ist, um eine Quadriga zu erreichen. Die Leuchtpunkte springen jeweils einen Schritt im Uhrzeigersinn entlang den Verbindungslinien.



▲ Bild 1. Gesamtschaltung des elektronischen Unterhaltungsspiels „Der springende Punkt“



◀ Bild 2. Vorschlag für die Gestaltung des Spielfeldes

Die Schaltung

Zur Eingabe der Schritte dienen Digitastasten der Fa. Schadow (Ta 1...4) mit nachfolgender Entprellschaltung. Diese besteht aus je zwei NAND-Gattern N 21...28. Ihre Ausgänge sind an je ein Torgatter N 17...20 geführt, das nur geöffnet wird, wenn am Ausgang des NAND N 34 logisch 1 liegt. Im Ruhezustand haben die Ausgänge der Torgatter H-Potential. Der Ausgang des Vierfach-NAND N 29 ist damit logisch 0, der des als Inverter geschalteten NAND N 33 log. 1. Damit ist der Rückwärts-Zählengang des Zählerbausteines 74193 (74192) gesperrt. Auch der Vor-

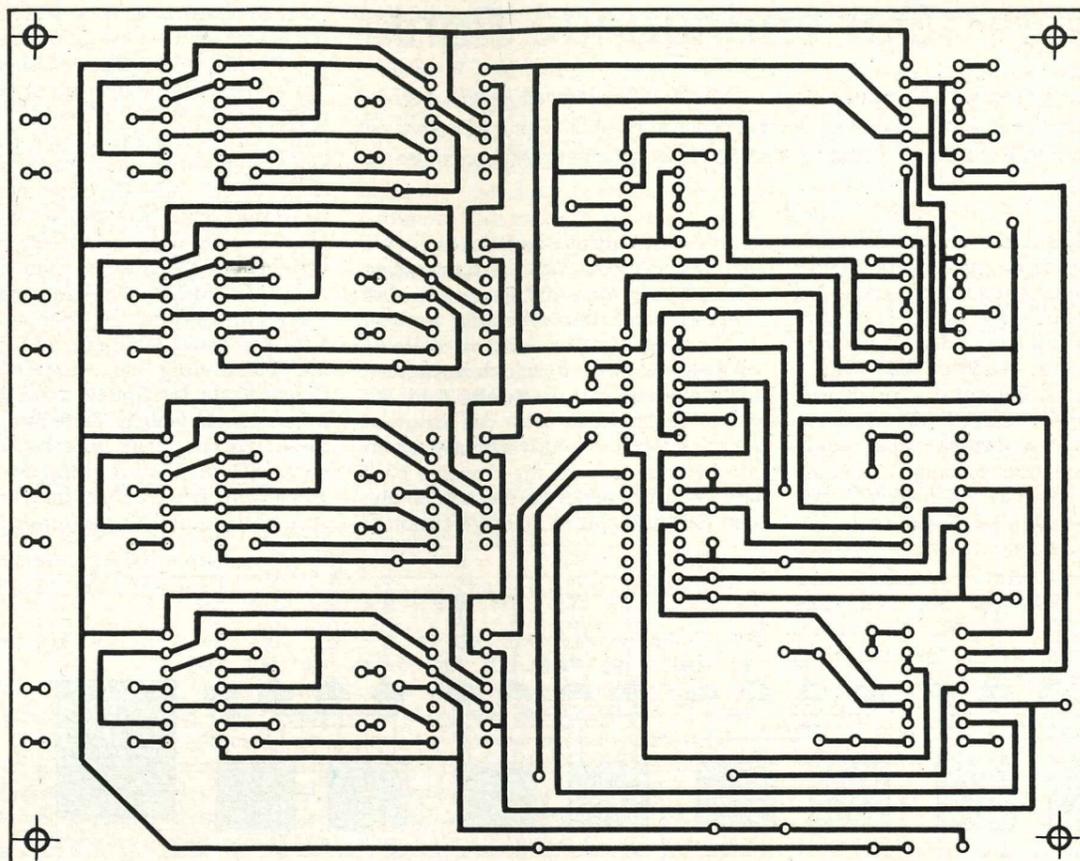


Bild 3. Leiterbahnsseite der Steuerplatine

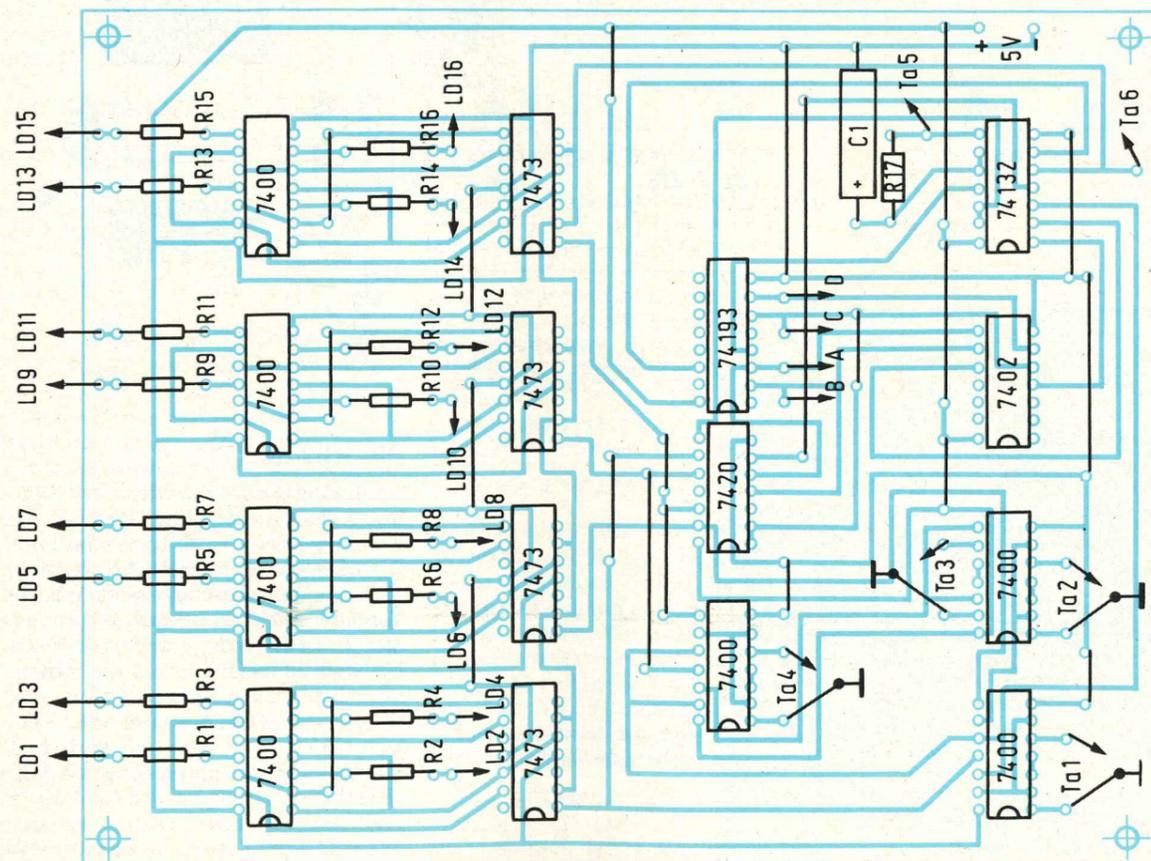


Bild 4. Bestückungsplan zur Steuerplatine

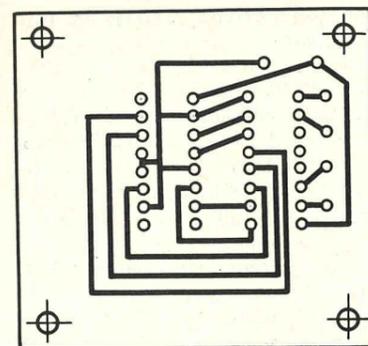


Bild 5. Die Anzeigeplatine

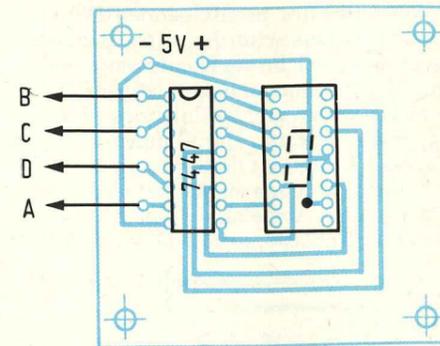


Bild 6. Bestückung der Anzeigeplatine. Die Anschlüsse A, B, C und D sind mit den gleich bezeichneten Punkten der Steuerplatine zu verbinden

wärts-Zähleingang ist gesperrt, da er, solange Ta 5 nicht betätigt wird, als offener Eingang auf logisch 1 liegt. Wird jetzt Ta 5 gedrückt, gelangen die vom astabilen Multivibrator N 36 erzeugten L-Impulse auf den Vorwärts-Eingang des Zählers. Durch die Anordnung N 30/N 35 wird erreicht, daß dieser, wie ein normaler Würfel, nur bis 6 zählen kann.

Die Ausgänge des Zählers steuern über einen BCD-7-Segment-Decoder 7447 das Minitron. Wird eine der Tasten Ta 1...4 gedrückt, geht der entsprechende Ausgang des Torgatters auf L. Zugleich wird auch der Inverter-Ausgang N 33 logisch 0. Dieser Impuls läßt den Zähler rückwärts zählen, da ja zwischen der Vorwärts-Eingang wieder offen und damit gesperrt ist. Erreicht der Zähler die Stellung Null, so gehen die Ausgänge beider NOR-Gatter N 31 und 32 auf H. N 34 wird L und sperrt die Tor-Schaltung, so daß das Betätigen der

Eingabetasten wirkungslos bleibt. Die durch die Eingabetasten erzeugten Impulse triggern je ein in Serie geschaltetes JK-Master-Slave-Flipflop 7473. Dieses arbeitet in Verbindung mit den vier angeschlossenen NAND als 4-Bit-Schieberegister.

Wie die Tabelle zeigt, liegt im Reset-Zustand des Flipflops an beiden Q-Ausgängen H, dies bedeutet, daß Gatter N 1 öffnet und LED 1 Strom erhält. Die Gatter N 2, N 3 und N 4 sperren. Nach dem ersten Takt öffnet N 2; N 1, N 3 und N 4 sind gesperrt. N 3 und N 4 arbeiten analog. Die Ausgänge dieser vier NAND-Gatter steuern über 220-Ω-Strombegrenzungswiderstände die Lumineszenzdioden, die einzeln nacheinander aufleuchten. Zum Betrieb wird eine stabilisierte 5-V-Spannung benötigt; der Stromverbrauch beträgt etwa 400 mA.

Ing. (grad.) W. Brettschneider
Ing. (grad.) E. Niebisch
Prof. Dr. Ing. G. Schnell

Nach der Beschreibung der restlichen Baugruppen des Meßgerätes wenden sich die Autoren dem Aufbau und dem Abgleich zu. Letzterer ist übrigens nicht ganz problemlos.

Tonhöenschwankungs-Meßgerät

2. Teil

Die neun Baugruppen

Der Eingangsverstärker

Der Eingangsverstärker ist als Elektrometerverstärker aufgebaut, um das Meßobjekt nicht zu sehr zu belasten. Die Verstärkung beträgt:

$$v = 1 + \frac{4,7 \text{ M}\Omega}{0,47 \text{ M}\Omega} = 11$$

Der Eingang muß gleichspannungsmäßig entkoppelt werden, da sonst bei einer dem Meßsignal überlagerten Gleichspannung der Operationsverstärker übersteuert werden könnte. Das Koppelglied 47 nF, 470 kΩ ist so di-

mensioniert, daß der nach DIN 45 507 geforderte Eingangswiderstand von 300 kΩ überschritten wird und die Grenzfrequenz weit unterhalb von 3150 Hz liegt.

Der Begrenzerverstärker

Dem Eingangsverstärker ist ein Begrenzerverstärker als Signalformer nachgeschaltet. Die Gegenkopplung erfolgt hierbei durch eine 4,7-V-Z-Diode. Da der Verstärker das Eingangssignal invertiert, muß der positive Teil des Eingangssignals unterdrückt werden, damit am Ausgang eine positive Ausgangsspannung ansteht. Dies geschieht durch die nach Masse geschaltete Diode BAY 83. Die Spannung nach dem Be-

Der Aufbau

Die Schaltung wurde auf zwei Platinen aufgeteilt: Eine Platine enthält die eigentliche Logik des Spiels, also sozusagen den „Prozessor“ (Bild 3, Bestückungsplan in Bild 4), und die zweite Platine dient zur Anzeige. Sie enthält das Minitron und den Siebensegment-Decoder (Bild 5), Bestückung nach Bild 6).

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die zum Aufbau benötigten Bauelemente.

Tabelle 1. Wahrheitstabelle

Taktimpulse	Ausgänge				LED
	Q ₁ (13)	Q ₁ (12)	Q ₂ (8)	Q ₂ (9)	
0	H	L	H	L	1
1	L	H	H	L	2
2	H	L	L	H	3
3	L	H	L	H	4
4	H	L	H	L	1

Tabelle 2. Stückliste

- 4 IS 7473 = IS 1...4
- 1 IS 7447 = IS 5
- 1 IS 74193 (oder 74192) = IS 6
- 7 IS 7400 = N 1...28
- 1 IS 7420 = N 29...30
- 1 IS 7402 = N 31...32
- 1 IS 74132 = N 33...36
- 1 Minitron
- 16 Lumineszenzdioden
- 16 Widerstände 220 Ω
- 1 Widerstand 330 Ω
- 1 Elko 47 µF
- 4 Digitasten (erhältlich bei Fa. Völkner, Braunsch.)
- 2 Miniatur-Drucktasten