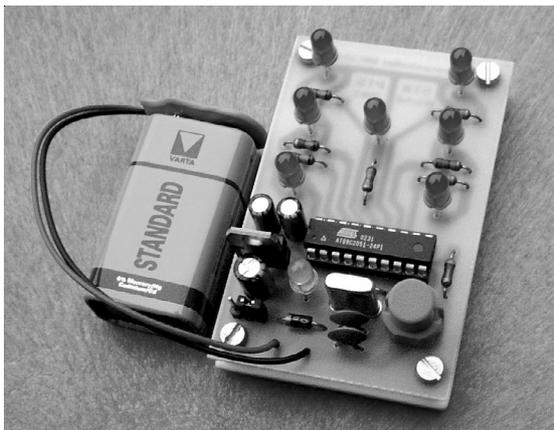
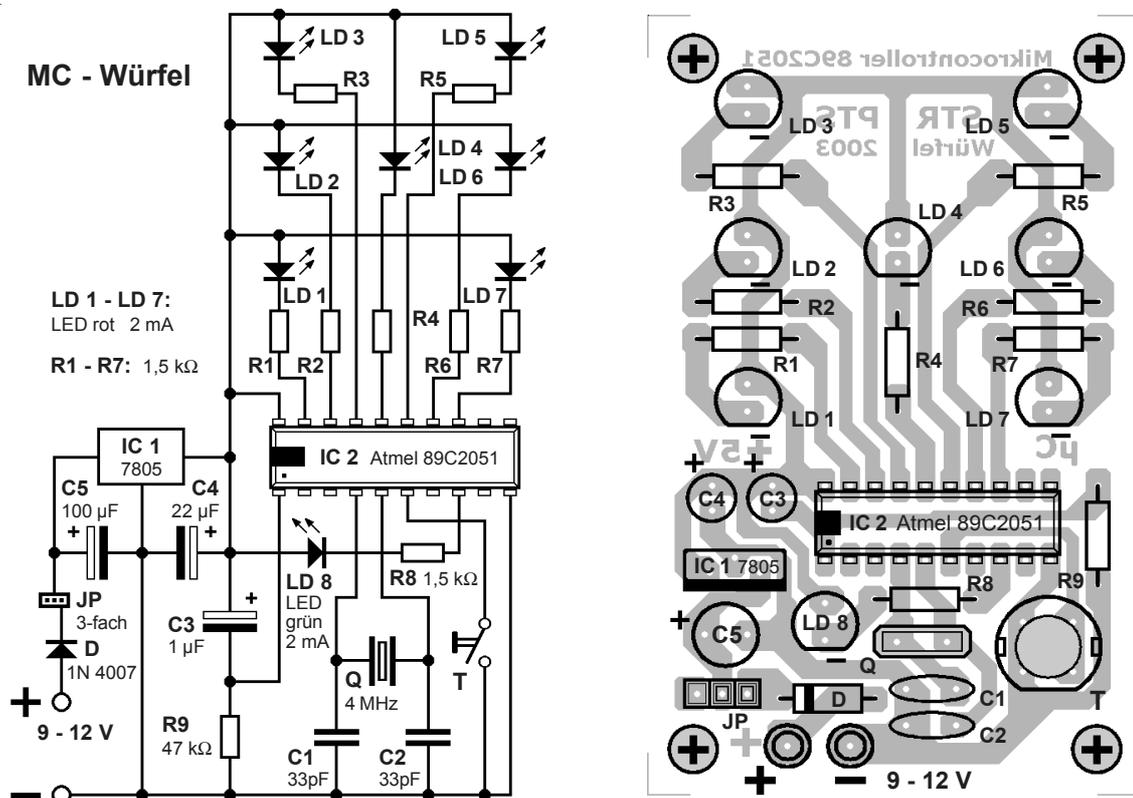


MC - Würfel

Dieser elektronische Würfel ist mit einem Mikrocontroller aufgebaut und benötigt daher sehr wenige zusätzliche Bauelemente. Der Vorteil besteht zusätzlich noch darin, dass die Funktion der Schaltung über die Software, die sich im Mikrocontroller befindet, verändert werden kann, ohne dass Änderungen an der Hardware durchgeführt werden müssen.



Bauelemente - Stückliste

R1 - R8	1,5 kOhm	Q	Quarz 4 MHz
R9	47 kOhm	T	Taster
C1, C2	33 pF	JP	Jumper
C3	1 µF	IC-Fassung	20-polig
C4	22 µF	Platine	80 x 50 mm
C5	100 µF	4 Schrauben	M3 - 12 mm
D	1N 4007	4 Muttern	M3
LD1 - LD7	LED rot 2mA	4 Distanzscheiben	
LD8	LED grün 2mA	Kunststoffplatte	80 x 50 mm
IC1	M 7805	Batterieclips	9 Volt
IC2	89C2051	Batterie	9 Volt

Mikrocontroller:

Ein Mikrocontroller ist ein komplettes System, bestehend aus der CPU (Recheneinheit/Mikroprozessor), dem Programmspeicher (Flash oder Eprom) dem Arbeitsspeicher (RAM) und der Ein/Ausgabe auf einem Chip. Diese Bausteine werden in vielen Geräten als „Mini-PCs“ eingesetzt und steuern z.B. Heizungen, Drucker, Wecker, Garagentore,

Daten des Atmel 89C2051:

... Flash-Programmspeicher mit 2 kByte
 ... 128 Bytes integriertes RAM
 ... Taktfrequenz von 0 Hz bis 24 MHz
 ... 15 programmierbare Ein-/Ausgänge
 ... zwei 16-Bit Timer
 ... LED Treiber Ausgänge
 ... 3,0 bis 6,0 Volt Betriebsspannung

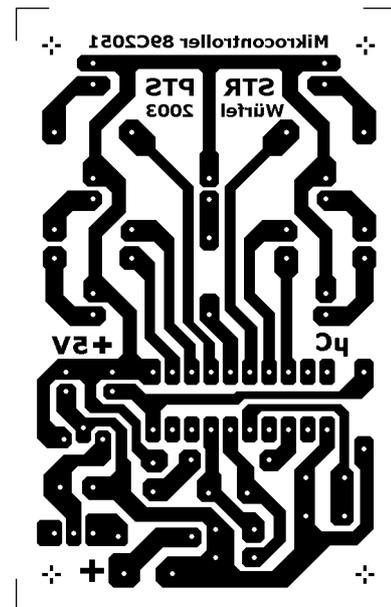
Platinenlayout Vorlage für die Fotomethode

Das **Layout der Schaltung** ist so abgebildet, als würde man von **oben** - also von der **Bestückungsseite** - auf die Schaltung blicken.

Das **Layout** kann mit einem guten Kopierer auf eine Kopierfolie, die dann **zum Belichten** verwendet wird, übertragen werden. Auch der Ausdruck mit einem Laserdrucker bringt gleich gute Ergebnisse.

In beiden Fällen ist zu beachten, dass **eine Kopie** oder **ein Ausdruck** normalerweise **nicht ausreicht**, da diese zumeist zu wenig lichtdicht sind. Üblicherweise genügen jedoch **zwei Folien**, die **deckungsgleich** übereinandergeklebt werden müssen.

Die **Belichtungszeit** ist abhängig vom Belichtungsgerät und auch von der Qualität der fotopositiv beschichteten Platine. Es empfiehlt sich, kleine Probestücke zu belichten und zu entwickeln. Gegebenenfalls ist die Belichtungszeit so lange zu verringern, bis reine Kupferflächen entstehen. Die Qualität der Platine ist bereits nach dem Entwickeln erkennbar.



Das **Layout (1 zu 1)** kann auf Folie ausgedruckt oder kopiert werden. Der freie Rand um das Layout ist für das Verkleben der beiden notwendigen Folien.

Schaltungsbeschreibung ... MC-Würfel

Der MC-Würfel ist grundsätzlich sehr einfach aufgebaut. Seine **Intelligenz** liegt in der **Software**, die im Mikrocontroller gespeichert ist. Diese Software kann **nachträglich** nahezu **beliebig verändert** und **erweitert** werden, ohne die Hardware ändern zu müssen.

Da der Mikrocontroller nur in einem Spannungsbereich von 3 - 6 Volt arbeitet, ist dem MC ein **Spannungsregler mit 5 Volt** vorgeschaltet, wobei die gesamte Schaltung mit der **Diode D** gegen falsch gepolte Betriebsspannung geschützt ist. Mit dem **Jumper JP** kann die Stromversorgung unterbrochen werden. Bei geschlossenem Jumper leuchtet die **grüne LED**. Damit ist eine Kontrolle für den Anschluss der Stromversorgung vorhanden. Anstatt des Jumpers JP kann natürlich auch ein Schalter, der in ein Gehäuse eingebaut werden kann, verwendet werden.

Nach dem **Anschluss der Betriebsspannung** (Jumper JP rechts) bewirken C3 und R9 einen **Reset** und sorgen somit für einen definierten Anfangszustand der Schaltung. Als **Taktgeber** für den Programmablauf fungiert ein **4 MHz - Quarz** mit den beiden 33 pF - Kondensatoren.

Wird der **Taster T** betätigt, zählt der MC mit hoher Geschwindigkeit immer wieder von 1 bis 6. Der Zeitpunkt, zu dem man den Taster losläßt, kann man somit nicht kontrollieren. Wird der Taster also losgelassen, dann bleibt der Würfel scheinbar zufällig bei irgendeinem Zählerstand stehen. Das ist dann die gewürfelte Zahl. Um alle Zahlen des Würfels vollständig darstellen zu können, benötigt man natürlich **7 Leuchtdioden**.

Grundsätzlich sind die einzelnen Ausgänge des MC in der Lage, im low-Zustand (Ausgang = 0) einen Strom von 20 mA zu liefern. Insgesamt sollten laut Datenblatt alle Ausgänge jedoch nicht mit mehr als 80 mA belastet werden. Bei einem 6-er würden sich somit 120 mA ergeben. Aus diesem Grund und um die Stromquelle, zumeist wird eine 9 Volt - Batterie verwendet, nicht zu sehr zu belasten, werden rote Leuchtdioden mit einem **maximalen Strom von 2 mA** (= low current) verwendet. Deren Leuchtstärke ist zumindest genau so groß wie die der Standard-LEDs. Dasselbe gilt auch für die **grüne Kontroll-LED**, die nach dem Einschalten und während des Würfel-Vorgangs aufleuchtet.

Elektronischer Würfel mit Atmel 89C2051 Musterprogramm

Beim nachfolgenden Programm handelt es sich um ein Musterprogramm für einen elektronischen Würfel, der die Zahlen 1 bis 6 zufällig in Abhängigkeit vom Tastendruck darstellt. Dieses Programm kann nur mit der dazupassenden in den vorangegangenen Seiten beschriebenen Hardware verwendet werden, da die Pinbelegungen mit der Programmierung übereinstimmen müssen (z.B. die Belegung der 7 LED-Ausgänge für die Würfel-Anzeige, Betriebsanzeige grüne LED, Belegung des Start-Tasters).

Für die Leuchtdioden sind ausnahmslos Typen mit einem maximalen Strom von etwa 2 mA zu verwenden (low current LED).

'Der Würfel wird per Tastendruck gestartet (geworfen) und zeigt
'dann die gewürfelte Zahl über LEDs in der Form wie bei einem
'normalen Würfel an. Zusätzlich schaltet er sich nach ca. 30
'Sekunden ohne Tastendruck automatisch in den Stromsparmodus.
'Darin benötigt die Schaltung bei 4MHz unter 1 mA.

'Da der MC keine Zufallswerte kennt, wird die Zahl durch einen
'kleinen Trick erzeugt. Betätigt man den Taster, zählt der MC
'mit hoher Geschwindigkeit immer wieder von 1 bis 6.
'Wenn man den Taster loslässt, wird die aktuelle Zahl angezeigt.
'Da man als Mensch nie im Mikrosekundenbereich gleichmäßig
'lange den Taster betätigen kann, kommen zufällige Werte heraus.

'Informationen sowie weitere Hinweise zu Hard- und Software
'gibts unter www.batronix.de bzw. unter www.cquadrat.net .

' Port 1.1-1.7: Die 7 LED's des Würfel's

'Definitionen:

INCLUDE 89C2051.mc

Taster EQU P3.2

Neu BIT 00h

'Start:

LJMP Initialisierung 'Springe nach einem Reset direkt zur Initialisierung

'Interruptadresse für den Externen Interrupt 0 (Taster betätigt):

(0003h):

MOV P1,#11111111b

CLR P3.4 'grüne LED ... Betriebsanzeige leuchtet

Hochzählen:

INC R0

IF R0 = #07 THEN MOV R0,#01 'Überlauf des Würfelzählers

'Wiederhole bis der Taster nicht mehr betätigt (1) ist:

IF NOT BIT Taster THEN AJMP Hochzählen

SETB Neu 'Im Bit Neu merkt sich das Programm den neuen Wurf

SETB P3.4 'grüne LED ... dunkel bei aktiver Anzeige (= Würfelvorgang)

'Würfelzahl darstellen:

```
IF R0 = #01 THEN MOV P1,#11101111b      'Würfelzahl 1
IF R0 = #02 THEN MOV P1,#01110111b      'Würfelzahl 2
IF R0 = #03 THEN MOV P1,#01100111b      'Würfelzahl 3
IF R0 = #04 THEN MOV P1,#01010101b      'Würfelzahl 4
IF R0 = #05 THEN MOV P1,#01000101b      'Würfelzahl 5
IF R0 = #06 THEN MOV P1,#00010001b      'Würfelzahl 6
RETI                                     'Springe zurück aus der Interrupt-Routine in
                                         'den normalen Programmablauf. In diesem Fall
                                         'also zum Befehl nach dem, der den MC in den
                                         'Idle-Zustand gesetzt hat.
```

Initialisierung:

```
MOV P1,#FFh
SETB EA                                'Interruptbehandlung einschalten
SETB EX0                               'Externen Interrupt 0 aktivieren
CLR P3.4                               'grüne LED .... Betriebsanzeige nach dem Einschalten
MOV PCON,#01                           'Setze IDLE (Stromspar) Modus, Taktsignal
                                         'zur CPU wird abgeschaltet. Der MC kann
                                         'diesen Zustand durch einen Interrupt wieder
                                         'verlassen. In diesem Programm verläßt er
                                         'den Stromsparmmodus durch Betätigen des Tasters.
LCALL Warte                             'Nach Verlassen der Interrupt-Routine ist
                                         'dies der nächste Befehl.
LJMP Initialisierung                    'Springe wieder zur Initialisierung
```

'Diese Warte-Routine ist dafür da, den MC ca. 30 Sekunden
'(bei 4 MHz Taktfrequenz) mit dem Herunterzählen der Register zu beschäftigen.

Warte:

```
CLR Neu
For R5 = #0 to #22
  For R6 = #0 to #255
    For R7 = #0 to #255
      JB Neu,Warte                      'Wenn ein neuer Wurf bei der Abarbeitung
                                         'dieser Schleife auftrat, beginne von vorne.
    Next R7
  Next R6
Next R5
RET
```

Natürlich sind noch viele Raffinessen und nette Spielereien mit der Programmierung möglich, ohne dass die Hardware geändert werden muss. Dies soll nur ein Beispiel sein, wie einfach und mit wie wenig Aufwand sich ein Würfel realisieren läßt.

Für eine **Programmänderung** benötigt man ein einfaches **Programmiergerät** und die dazugehörige **Software**. Beides gibt es kostengünstig unter www.batronix.de, wobei das Demoprogramm für eine Dateigröße von maximal 256 Byte ausreicht. Damit lassen sich bereits einfache Aufgabenstellungen zufriedenstellend lösen. Am preisgünstigsten und gängigsten ist der **Mikrocontroller Atmel 89C2051** mit 2 kByte Programmspeicher.