

# Hingucker

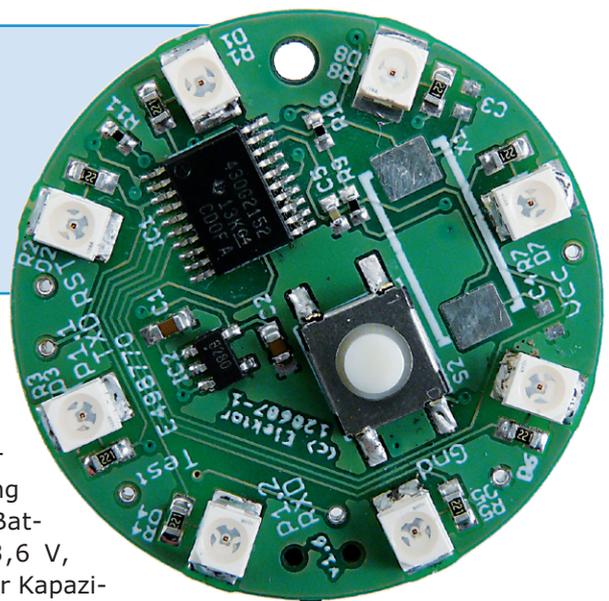
## µC-gesteuerte LED-Ohringe

Weihnachten ist schon wieder vorbei und auch das Neujahrsfeuerwerk ist erloschen. Fast jedenfalls. Damit es im neuen Jahr weiterhin funkelt und glitzert, hat Elektor in der Schmuck-Branche gewildert ;-)

Von  
**Philip Jaschewski**  
& **Thijs Beckers**  
(Elektor Labor/Redaktion)

### Eigenschaften:

- Mikrocontroller-gesteuerter Ohring mit anpassbaren Leuchtmustern
- Leichtgewichtige Platine mit acht symmetrisch angeordneten LEDs
- Niedriger Stromverbrauch (12 mW dank gemultiplexter LEDs)
- Gute Basis für eigene Erweiterungen



Die Idee eines LED-Ohrings kam auf, als unser Praktikant Philip Jaschewski zusammen mit seiner Freundin dem schönen „Elektor Castle“ einen Antrittsbesuch abstattete. Als Philip seine Liebste den zukünftigen Kollegen vorstellte, erwähnte sie beiläufig, dass sie selbstgemachte Ohringe mag. Da wir schon alle möglichen Dinge elektronifiziert hatten – warum also nicht Ohringe? Als einige Wochen später Philips Praktikum anging, wurde er gleich damit beauftragt, diese Idee umzusetzen. Philip konnte sich auf diese Weise einarbeiten und gleichzeitig etwas Nettes für seine Freundin basteln.

### Ready for Fun

Wenn für Videos das Gleiche wie für Bilder gilt, dann lohnt sich dieses YouTube-Video [1].

Kurz gesagt: Mit S1 schaltet man den Ohring ein und mit S2 kann man zwischen den verschiedenen Leuchtmustern umschalten – ganz nach Geschmack oder passend zur Musik. Der Ohring ist „ab Werk“ mit vier Blink-Modi ausgestattet, doch ist es kein Hexenwerk, den MSP430-Mikrocontroller mit eigenen Mustern zu programmieren. Die Software wird später beschrieben.

### Hardware & Style

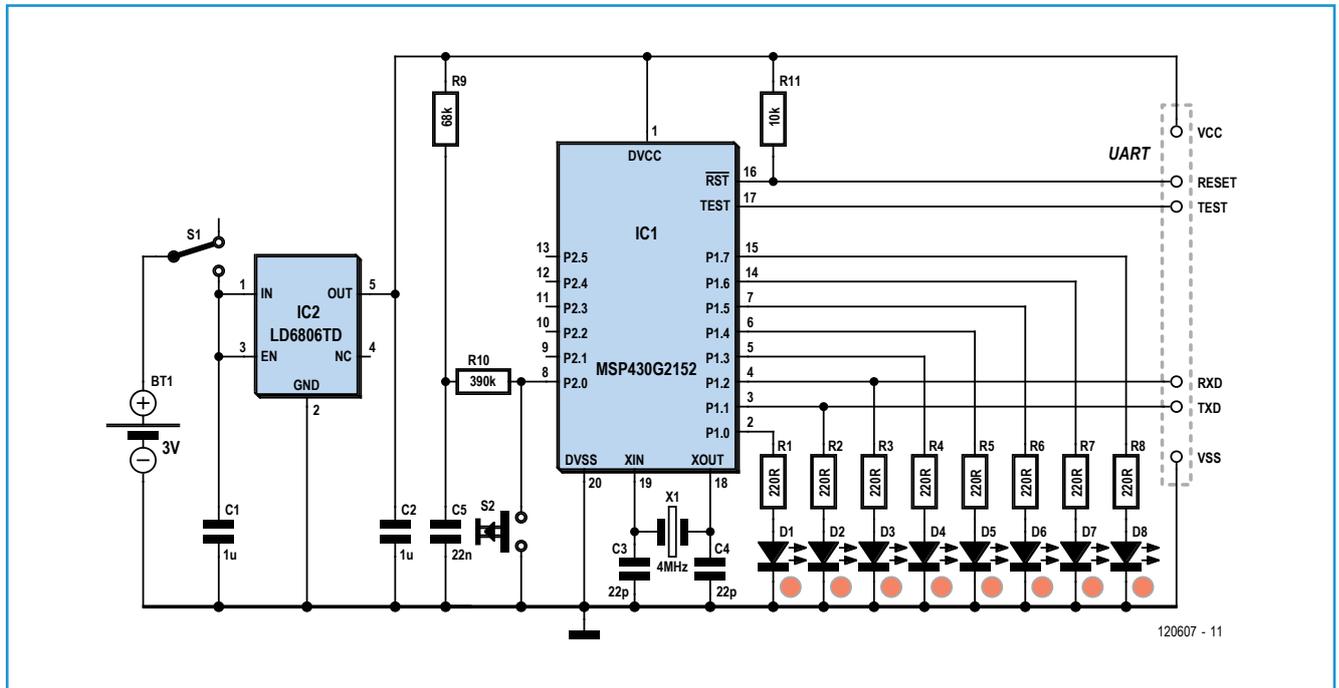
**Bild 1** zeigt die Schaltung des µC-LED-Ohrings. Links befindet sich die Strom-

versorgung in Form einer 3-V-Knopfzelle. Frisch aus der Blisterverpackung liefert so eine Batterie um die 3,6 V, gegen Ende ihrer Kapazität sind es noch etwa 2,9 V.

Der eingesetzte Low-Drop-Spannungsregler kommt mit einem Spannungsabfall von typisch 60 mV aus, sodass der Typ LD6806TD/28H für eine Ausgangsspannung von 2,8 V optimal ausgewählt ist.

Auch der Mikrocontroller MSP430G2152 ist ohne Besonderheiten beschaltet. Der optionale Quarz X1 kann ein Taktsignal von 4 MHz liefern (C3 und C4 komplettieren dann den Pierce-Oszillator [2]), aber es genügt auch der interne Oszillator des Controllers. R9/R10/C5 entstören die Ansteuerung von Pin P2.0 des MSP430 durch S2. Bei geschlossenem S2 liegt an Pin P2.0 „Low“-Pegel. Bei geöffnetem S2 wird C5 über R9 auf  $V_{CC}$  geladen, was einen „High“-Pegel an Pin P2.0 zur Folge hat. C5 entprellt somit den Taster S2. Die Pegeländerungen an Pin P2.0 werden von der Firmware ausgewertet und lösen dann die Abarbeitung eines anderen Blink-Modus aus.

Die acht LEDs des Ohrings werden direkt ohne weitere Treiber von IC1 angesteuert.



Um den Strom zu begrenzen wenn mehrere LEDs gleichzeitig leuchten sollen, werden die acht LEDs „gemultiplext“ bzw. sehr schnell nacheinander einzeln kurz eingeschaltet. Für das träge menschliche Auge sieht das wie gleichmäßiges Leuchten aus. Trotz niederohmiger 220-Ω-Vorwiderstände wird so der Mittelwert des Stroms auf nur 1,8 mA reduziert.

### Software & Rhythmus

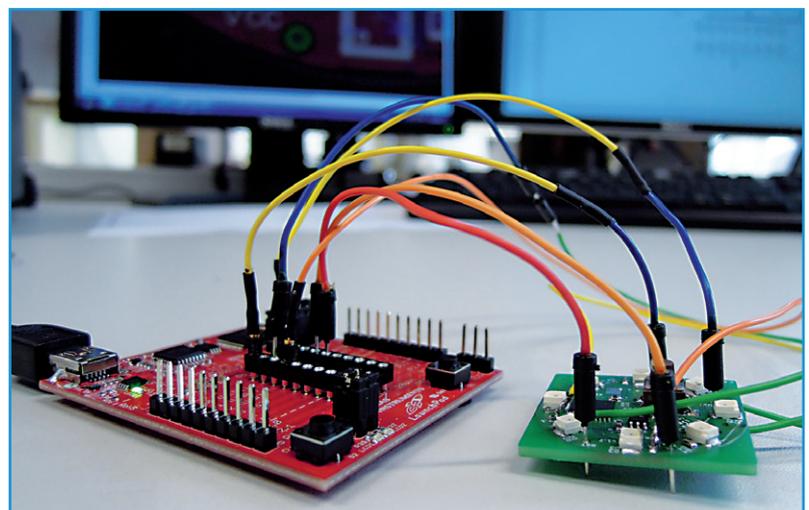
Die komplette Firmware kann man von der Elektor.LABS-Webseite zu diesem Projekt [3] downloaden. Implementiert sind folgende Muster: eine, zwei oder vier LEDs bilden ein kreisförmiges Lauflicht, hinzu kommt noch ein Modus, in dem alle LEDs leuchten. Die Neuprogrammierung des Mikrocontrollers geschieht einfach und bequem über die serielle Schnittstelle. Hierzu eignet sich besonders gut das „MSP430 Launch-Pad Value Line Development Kit“ [4]. Zur Gewichtersparnis und aus Platzgründen haben wir für den seriellen Anschluss keinen üblichen Steckverbinder verwendet, sondern einfach normale Anschlüsse auf der Platine vorgesehen. Die Löcher der Bohrungen sind groß genug, um Drahtstücke hineinzustecken, sodass man eine einfache lösbare Verbindung zum MSP430-Launchpad herstellen kann.

### Ergonomie

Beim Design eines Ohrrings ist dessen Gewicht ein entscheidender WOF (Woman Acceptance Factor). Etwas Recherche förderte die Erkenntnis zu Tage, dass ein Ohrring nicht mehr als 13 g auf die Waage bringen sollte, damit er noch einigermaßen bequem zu tragen ist. Bei einem elektrischen Schmuckstück wird das Gewicht stark von der Batterie bestimmt. Hier stehen die Lithium-Zellen CR2016, CR2025 oder CR2032 zur freien Auswahl. Der Typ CR2032 als dickstes Exemplar kommt auf

Bild 1.

Neben dem Mikrocontroller besteht die Schaltung lediglich noch aus einem Spannungsregler, zwei Schaltern, acht LEDs und einigen passiven Bauteilen.



etwa 3 g. Die kreisförmige Platine mit ihren 3 cm Durchmesser kommt mit 2 g an zweiter Stelle. Bleiben noch 8 g für den Rest übrig.

Bei Kondensatoren und Widerständen kam deshalb auch die SMD-Bauform 0402 zu Zuge, weil so weiter Gewicht gespart wird und ihr Platzbedarf recht klein ist.

Die komplette Schaltung benötigt im Mittel etwa 3 mA. Die Kapazität von 90 mAh einer Zelle vom Typ CR2016 reicht also für 30 Stunden Dauerbetrieb. Mit den 225 mAh einer CR2032 kommt man sogar auf 75 h. Das reicht auch für den längsten Rave mehr als aus!

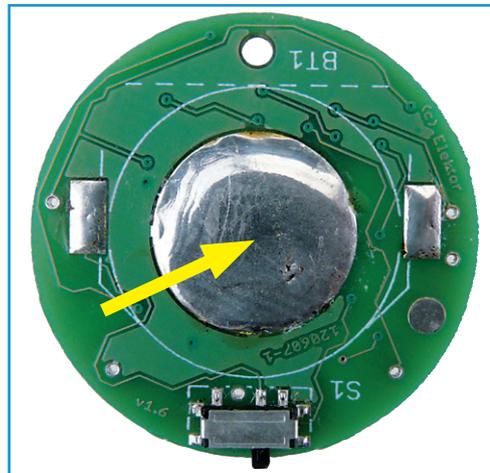


Bild 2. Ein flacher Zinnlecks sorgt davor, dass die Batterie die anderen Leiterbahnen nicht kurzschließt.

**Tipp zum Schluss**

Die winzigen Bauteile machen das Löten von Hand sehr schwer. Aus diesem Grund kann man die Platine des Ohrings bestückt erhalten [5]. Zur Fertigstellung sollte lediglich die große Fläche für die Batterie auf der Platine ausreichend dick verzinkt werden, damit beim Einschieben der Batterie in den Halter die anderen Leiterbahnen nicht kurzgeschlossen werden. Der Ohrring wird auf diese Weise robuster. Nach dem Verzinnen wird noch der Batteriehalter eingelötet. Die Sache sollte letztlich so aussehen wie das Exemplar in **Bild 2**. Nun wird die Batterie eingeschoben – dabei muss der Minuskontakt auf der Platine liegen. Jetzt einschalten, Licht aus und lostanzen!

(120607)

**Auf elektor•labs findet man:**

- 2 x Software (LED-Muster drehen im Uhrzeiger- und Gegenuhrzeigersinn)
- Schaltung (Eagle-, PDF- und PNG-Format)
- Platinen-Layout (Eagle- und PDF-Format)

**Weblinks:**

- [1] [www.youtube.com/watch?v=gY95Yvs6VD8](http://www.youtube.com/watch?v=gY95Yvs6VD8)
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Pierce\\_oscillator](http://en.wikipedia.org/wiki/Pierce_oscillator)
- [3] [www.elektor-projects.com/Elektor-POST/2013/01](http://www.elektor-projects.com/Elektor-POST/2013/01)
- [4] [www.ti.com/tool/msp-exp430g2](http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2)
- [5] [www.elektorpcbsevice.com/](http://www.elektorpcbsevice.com/)

**Stückliste**

**Widerstände:**

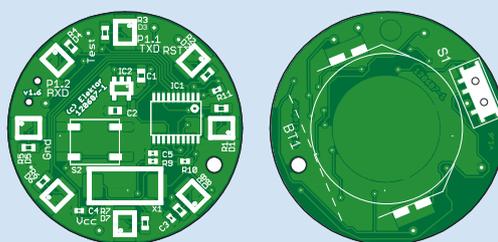
- (alle SMD)
- R1..R8 = 220 Ω, 0603
- R9 = 68 k, 0402
- R10 = 390 k, 0402
- R11 = 10 k, 0402

**Kondensatoren:**

- (alle SMD)
- C1, C2 = 1 μ, 0603
- C3, C4 = 22 p, 0402 (optional)
- C5 = 22 n, 0402

**Halbleiter:**

- IC1 = MSP430G2152, 20TSSOP, 16-bit
- IC2 = LD6806TD/28H, 2.8V, 5SOT753
- D1..D8 = LED, rot, SMD PLCC2, 1.12 CD



**Außerdem:**

- X1 = 4 MHz Quarz (optional)
- S1 = Schalter, SMD, seitenbetätigt
- S2 = Taster, SMD, 1,6N, 50mA
- BT1 = Batteriehalter für CR2032

**Fertig bestückte Platine: 120607-91**