



## Polytechnische Schule Grieskirchen

Roßmarkt 5  
A-4710 Grieskirchen  
Tel.: 07248-62680 oder 0650-3370588  
Fax: 07248-62680-14  
Email: pts@polyhome.at  
Homepage: www.polyhome.at

## Licht-Visionen

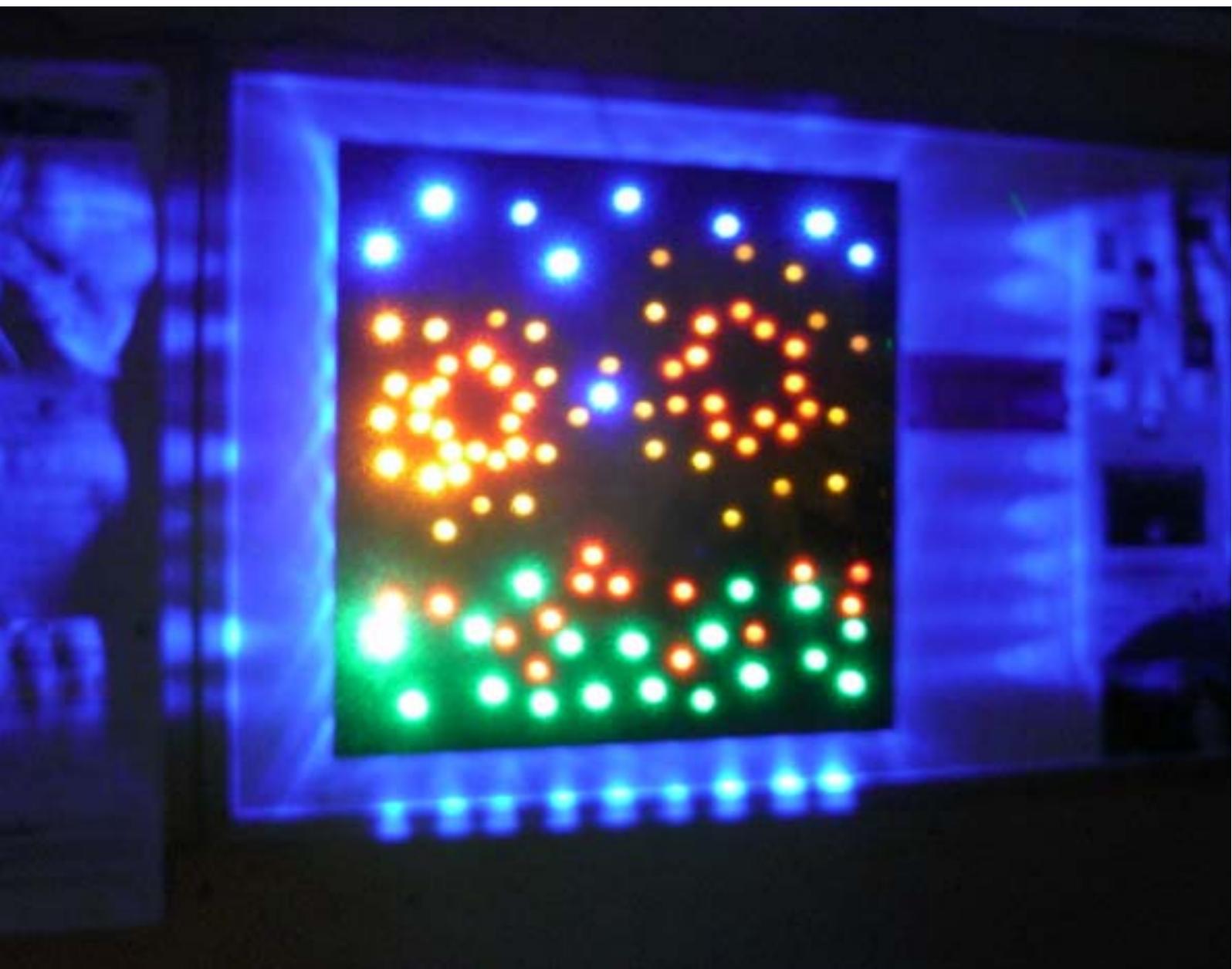
Ein Projekt der Polytechnischen Schule Grieskirchen im Schuljahr 2008/09.

Es arbeiteten folgende Fachbereiche zusammen:

Fachbereich Metalltechnik (Reinhold Straßer) - 14 Schüler

Fachbereich Mechatronik (Franz Pilz) - 14 Schüler

Fachbereich Elektrotechnik (Josef Straßhofer) - 12 Schüler





## Polytechnische Schule Grieskirchen

Roßmarkt 5, A-4710 Grieskirchen

Tel.: 07248-62680 oder 0650-3370588

Email: pts@polyhome.at Homepage: www.polyhome.at

## Projekt Licht-Visionen

Ultrahelle Leuchtdioden werden in der **Beleuchtungstechnik der Zukunft** eine erhebliche Rolle spielen. Der Grund ist ihre vielseitige Verwendbarkeit und die **hohe Energieeffizienz**, die alle anderen derzeit üblichen Beleuchtungskörper weitaus übertrifft. Aus diesem Grund war es **das zentrale Anliegen dieses Projekts**, die neueste Beleuchtungstechnik mit ultrahellen Leuchtdioden in der Schule einzuführen.

Durch **Zusammenarbeit** der drei Fachbereiche der Polytechnischen Schule Grieskirchen **Metalltechnik, Mechatronik und Elektrotechnik** wurden im Schuljahr 2008/09 mehrere innovative Projekte mit ultrahellen Leuchtdioden realisiert (Fachbereiche: Metalltechnik ... Plexiglasbearbeitung, Mechatronik ... Frästechnik, Elektrotechnik ... Elektronik).

### 1) Kreative Beleuchtungskörper mit ultrahellen Leuchtdioden (Deckenfluter)

Die Schüler bauen nach individuellen Vorstellungen Beleuchtungskörper - zumeist in Wolkenform - in mehreren Ebenen, die als Deckenfluter, an der Wand oder als Hintergrundbeleuchtung beim Fernseher verwendet werden können. Der **Stromverbrauch** der Beleuchtungskörper beträgt auf Grund der hohen Energieeffizienz der LED nur **zwischen 1 und 2 Watt**.

### 2) Strahlende Poster mit Microcontroller-Steuerung

Die **dynamisch beleuchteten Poster** (Maße: 60 x 60 cm) werden mit einer **selbst entwickelten Microcontroller-Schaltung (Atmel 89C4051)** angesteuert. Die Hardware, die selbst hergestellt wird, und die Software (Assembler) sind so aufgebaut, dass sie von Schülern ohne Hürden selbständig umgesetzt werden konnten.

Beim aktuellen Projekt können bis etwa 250 ultrahelle LED in einem frei gewählten Ablauf über 8 Kanäle angesteuert werden. Diese **Poster mit unterschiedlichen Motiven** können in Auslagen als Werbung eingesetzt werden, oder von den Schülern z.B. für den eigenen Verein (Musikgruppe, Feuerwehr) bei Präsentationsständen. Der Stromverbrauch dieser vielseitig anwendbaren Präsentationsobjekte liegt bei **nur ca. 7 Watt** (bei 130 Leuchtdioden).

### 3) Beleuchtete Trophäen aus Plexiglas

Trophäen aus Plexiglas gibt es auf dem Markt auf sehr hohem Preisniveau. Nicht jedoch solche, bei denen im Sockel eine **Batterie** eingebaut ist und die aus diesem Sockel **mit ultrahellen LED beleuchtet** werden. Das wird bei diesem Projekt umgesetzt. Auf Grund der Attraktivität dieser Trophäen stellte die Polytechnische Schule **84 Stück für die öst. Staatsmeisterschaften 2009 im 10 km - Lauf** her.

### 4) Beleuchtete Anzeigetafeln aus Plexiglas

Anzeigetafeln werden insbesondere in der **Werbung** verwendet und werden in diesem Fall mit Transformatoren betrieben. Der Stromverbrauch ist bei hoher Effektivität sehr gering und beträgt ca. 0,3 - 0,5 Watt. Der **Kreativität der Schüler** waren keine Grenzen gesetzt, da sie die Fräsdatei für die computergesteuerte Fräsmaschine „step four“ selbst erstellen konnten.

### Innovativ und kreativ:

- ... In der LED-Technik wird derzeit von Firmen (Osram, Philips, Siemens) intensiv geforscht, um neue Produkte (OLED) in der Beleuchtungstechnik auf den Markt zu bringen. Die in diesem Projekt angewendeten Techniken greifen diese Entwicklung auf und setzen sie in **modernster Weise** unter Verwendung eigener Elektronik mit Schülern um.
- ... Da **Beleuchtungskörper verschiedenster Art** (Deckenfluter, Poster, Trophäen, Anzeigetafeln) in der LED-Technik auf Grund der neuartigen Technologie **völlig anders** umgesetzt werden müssen, ist **Kreativität** gefragt, da neue Formen von Beleuchtungskörpern (flache Platten, ...) und hohe Energieeffizienz neue Gestaltungsformen und Techniken (beleuchtete Trophäen, stromsparende Werbetafeln, gesteuerte Poster) ermöglichen.

### Ziele des Projekts für Schülerinnen und Schüler:

- ... Herstellung von Produkten, die dem **öffentlichen Anspruch gerecht** werden.
- ... **Effiziente Energieausnutzung** (geringer Stromverbrauch) durch Verwendung nicht elektronisch stabilisierter Netzteile und durch den Einsatz von Konstantstromquellen.
- ... Betrieb der Leuchtdioden im **Normbereich (20 mA)**, um die längstmögliche Lebensdauer und sicheren Betrieb garantieren zu können.
- ... **Geringe Gesamtkosten** pro Beleuchtungskörper
- ... **Selbständige Entwürfe** nach eigenen Vorstellungen und Anforderungen
- ... Praxisnahe **Vorbereitung der Schüler** auf die Berufsschule

### Materialien für eine kostengünstige Herstellung:

- ... **Abverkaufsnetzteil** der Firma Neuhold (2,10 Euro); Es können jedoch verschiedenste Netzteiltypen mit Ausgangsspannungen von 9 - 35 Volt verwendet werden.
- ... **ultrahelle Leuchtdioden** (über Ebay), ca. 0,08 Euro pro LED
- ... **Elektronik:** Standard-Bauelemente der Industrie-Elektronik  
Platinen werden selbst hergestellt.

### Praxis- und Alltagstauglichkeit:

- ... **Gefahrlose Stromversorgung** der Beleuchtungskörper durch Verwendung eines Netzteils, da Leuchtdioden im Spannungsbereich von etwa 1,9 - 4 Volt funktionieren.
- ... problemlose **Montage** (Wand, Decke), einfache Handhabung
- ... Ausnutzung der vorgegebenen Spannung (Konstantstromquellen), sodass **möglichst wenig Leistung** in Vorwiderständen als Wärme verloren geht.
- ... Der **Nachbau (Wiederholbarkeit)** ist problemlos möglich.
- ... Modell eines **Beleuchtungskörpers**, wie er **in Zukunft** auf Grund der neuesten LED-Technik möglich sein kann (LED verteilt auf größere Fläche.).

### Bedeutung für Schüler/innen und Lehrer/innen:

- ... **Moderne stromsparende LED-Technik** sowohl mit Transformator als auch mit Batterie (Trophäen) praktisch angewendet und umgesetzt für die eigene Verwendung
- ... **Realistische Demonstrationsmodelle** für die **Beleuchtungstechnik der Zukunft**
- ... **Schüler erlernen den Umgang** (Dimensionierung, Berechnung) mit den beliebten ultrahellen Leuchtdioden für eigene Installationen (Moped, Auto, Zimmer, ....)
- ... **Konstantstromquelle** als effiziente Universallösung für LED-Installationen

### Werbung für die Schule - allgemeines Interesse an moderner Beleuchtungstechnik:

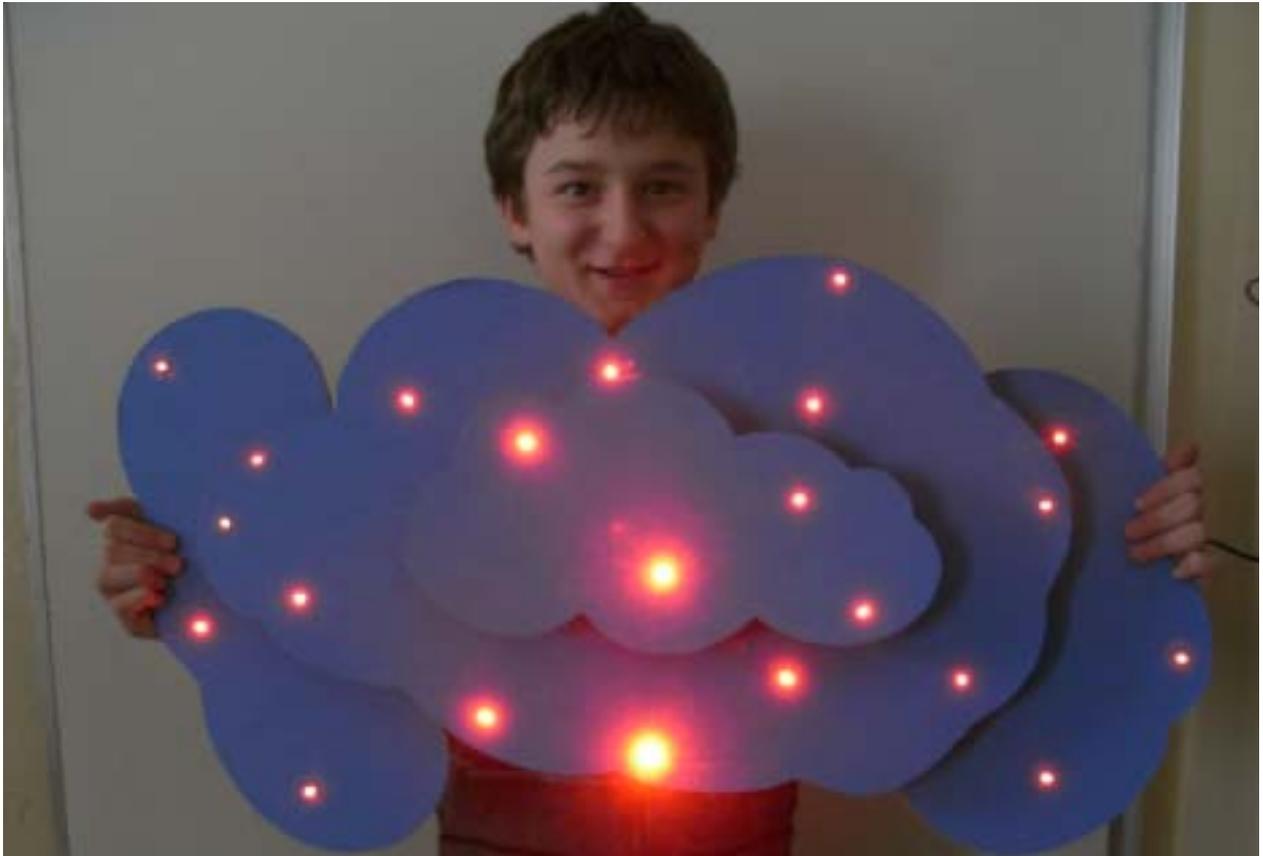
- ... Auf Grund der Fachkenntnisse der PTS Grieskirchen im Zusammenhang mit der LED-Technik fertigten die Schüler der Polytechnischen Schule **84 beleuchtete Siegerpokale** für die **Staatsmeisterschaften im 10 km - Langstreckenlauf 2009**.
- ... Objekte (elektronische Poster, Anzeigetafeln, ...) als Vorbereitung auf die **Präsentation bei der Landesausstellung 2010** in Grieskirchen
- ... Die **LED-Technik** mit der Konstantstromquelle der PTS Grieskirchen wird in **Modellflugzeugen** eingebaut, um durch die verschiedenfarbige Beleuchtung die Positionsbestimmung beim Nachtflug zu ermöglichen.
- ... **Trophäenübergabe** zu Schulschluss an den öst. Marathon-Läufer **Günther Weidlinger**

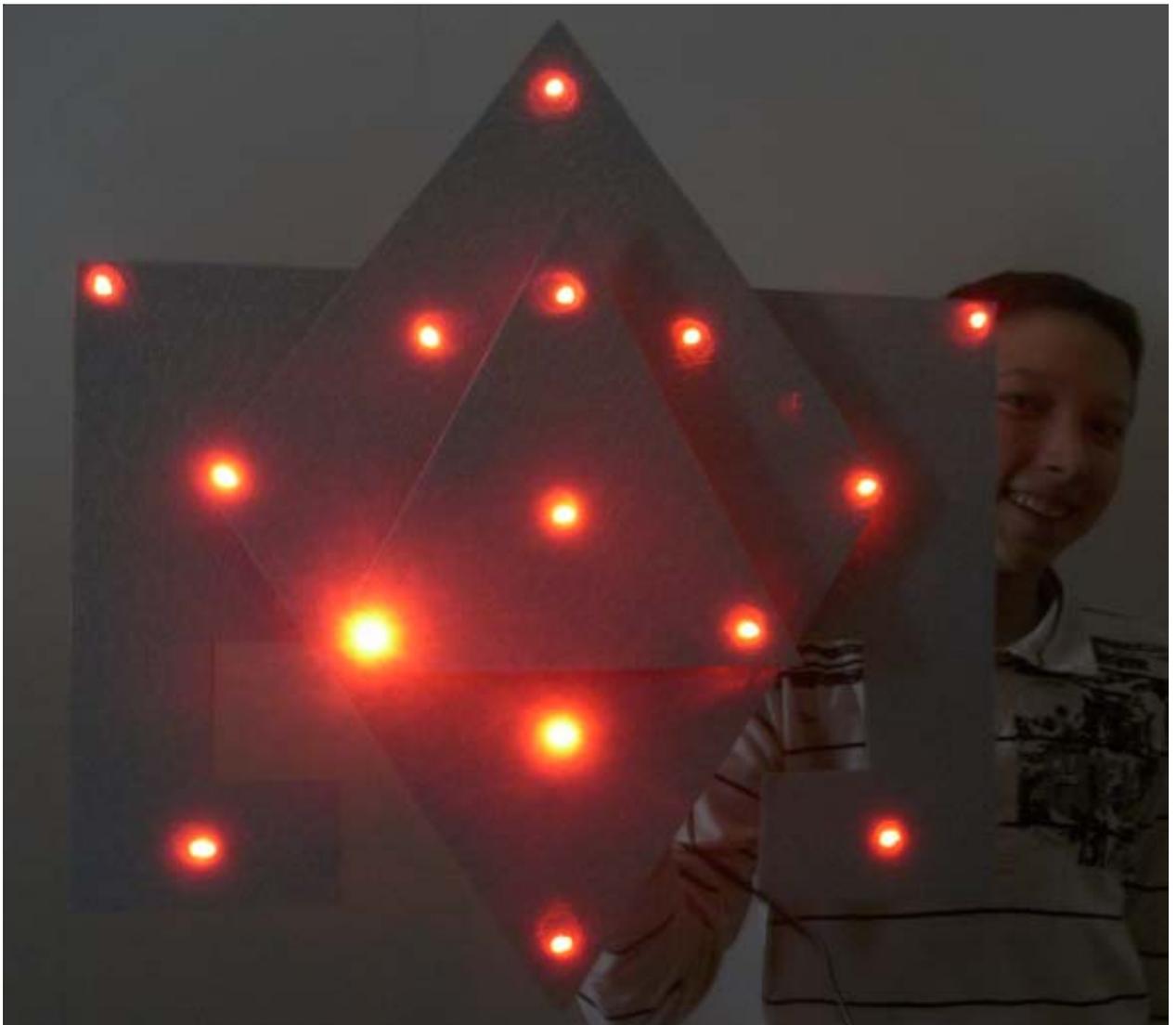
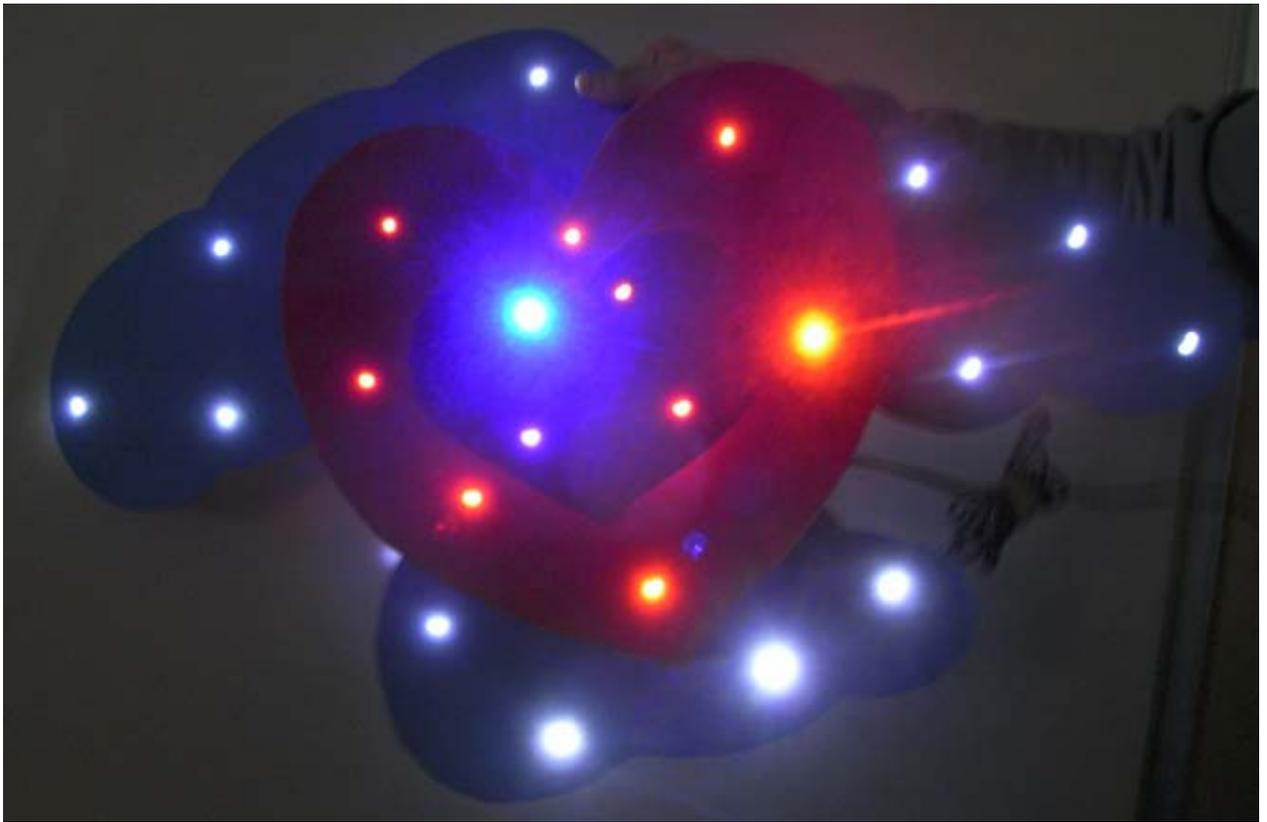
**Beleuchtungskörper mit ultrahellen Leuchtdioden**

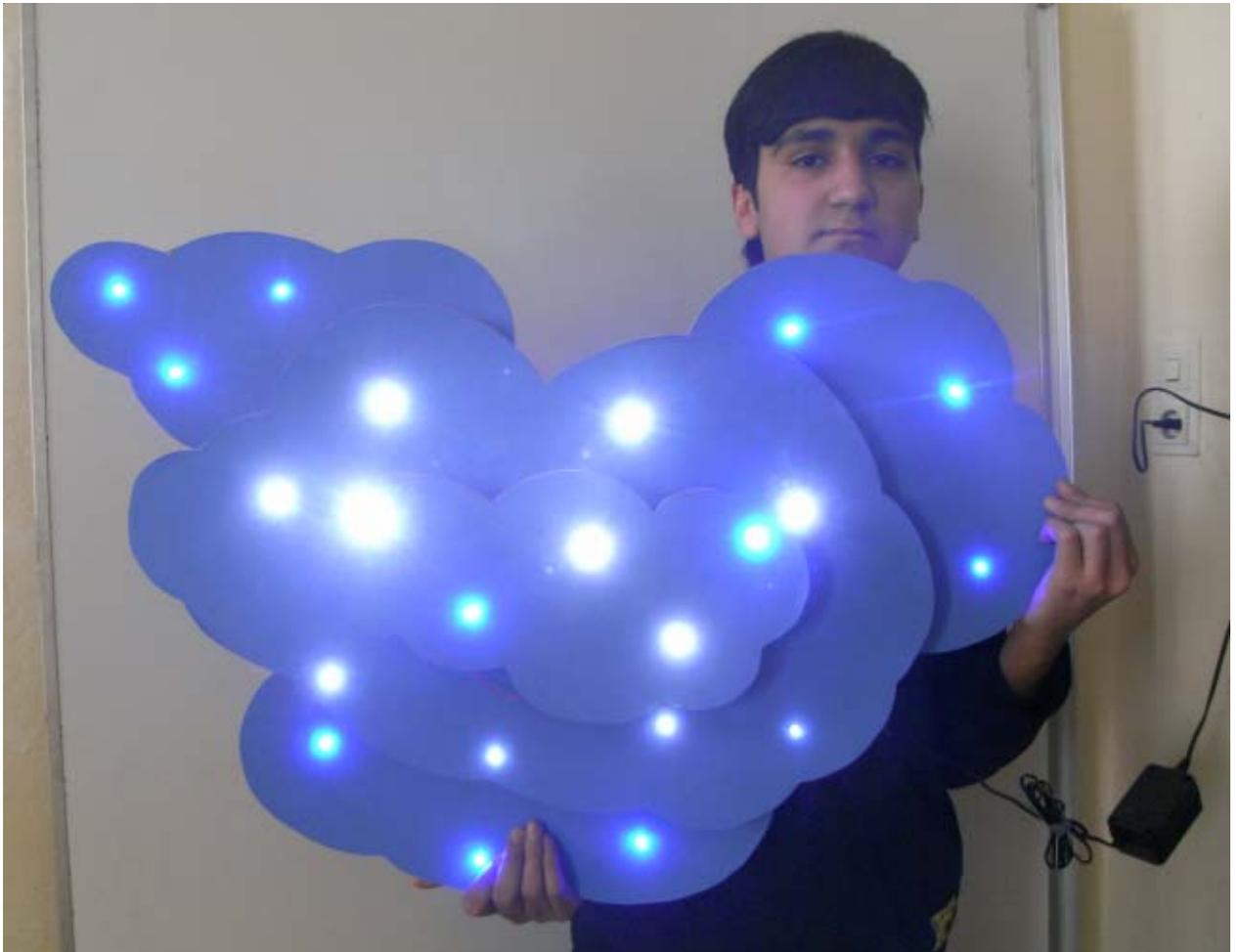


### Beleuchtungskörper mit ultrahellen Leuchtdioden:

Neben der beliebten „Wolke“ in verschiedenen Formen wurden auch Beleuchtungskörper nach individuellen Vorstellungen gebaut. Das Ziel war ein kostengünstiger Aufbau und eine energiesparende Elektronik, und das fertige Produkt sollte Freude machen.







Beleuchtungskörper mit ultrahellen Leuchtdioden

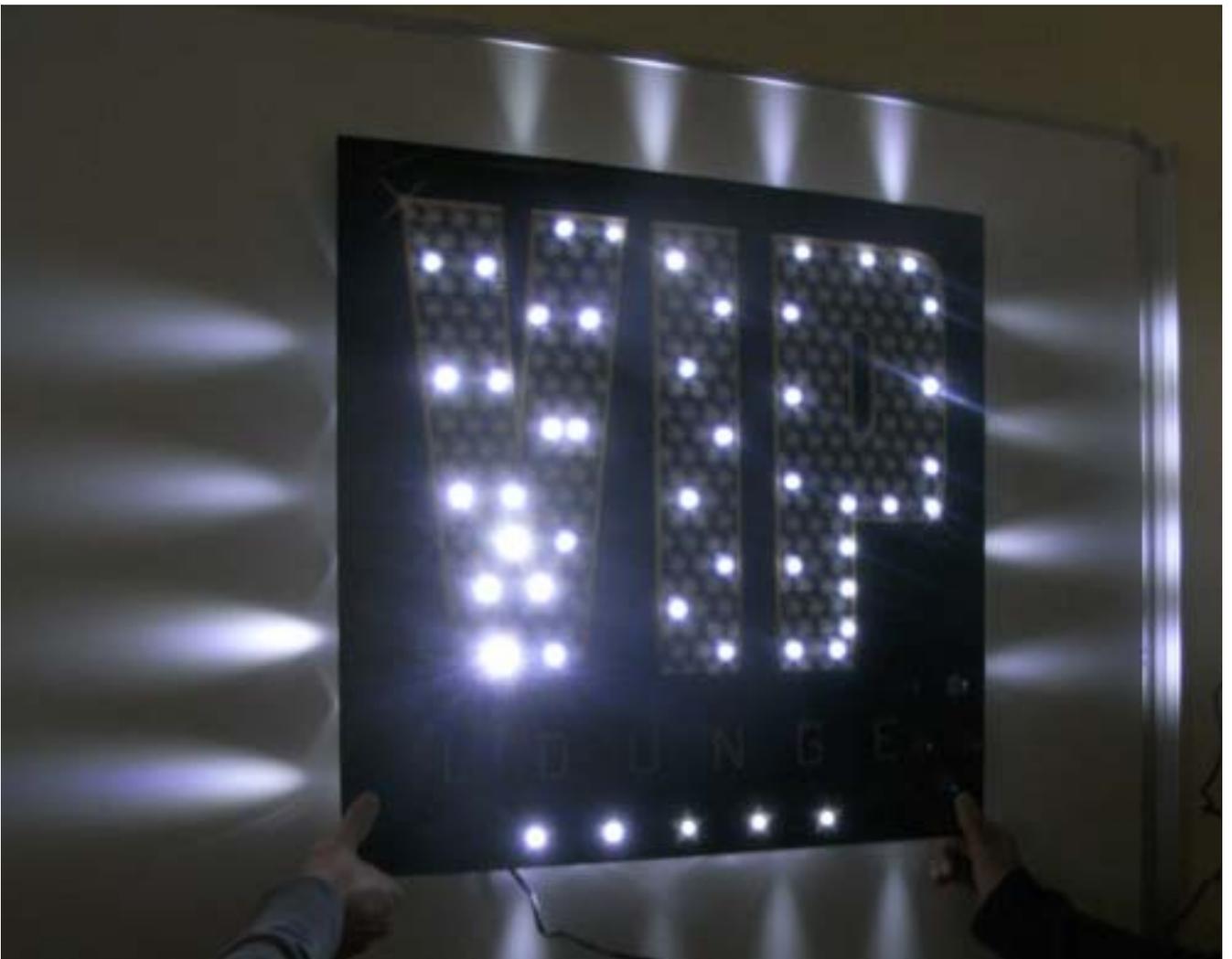


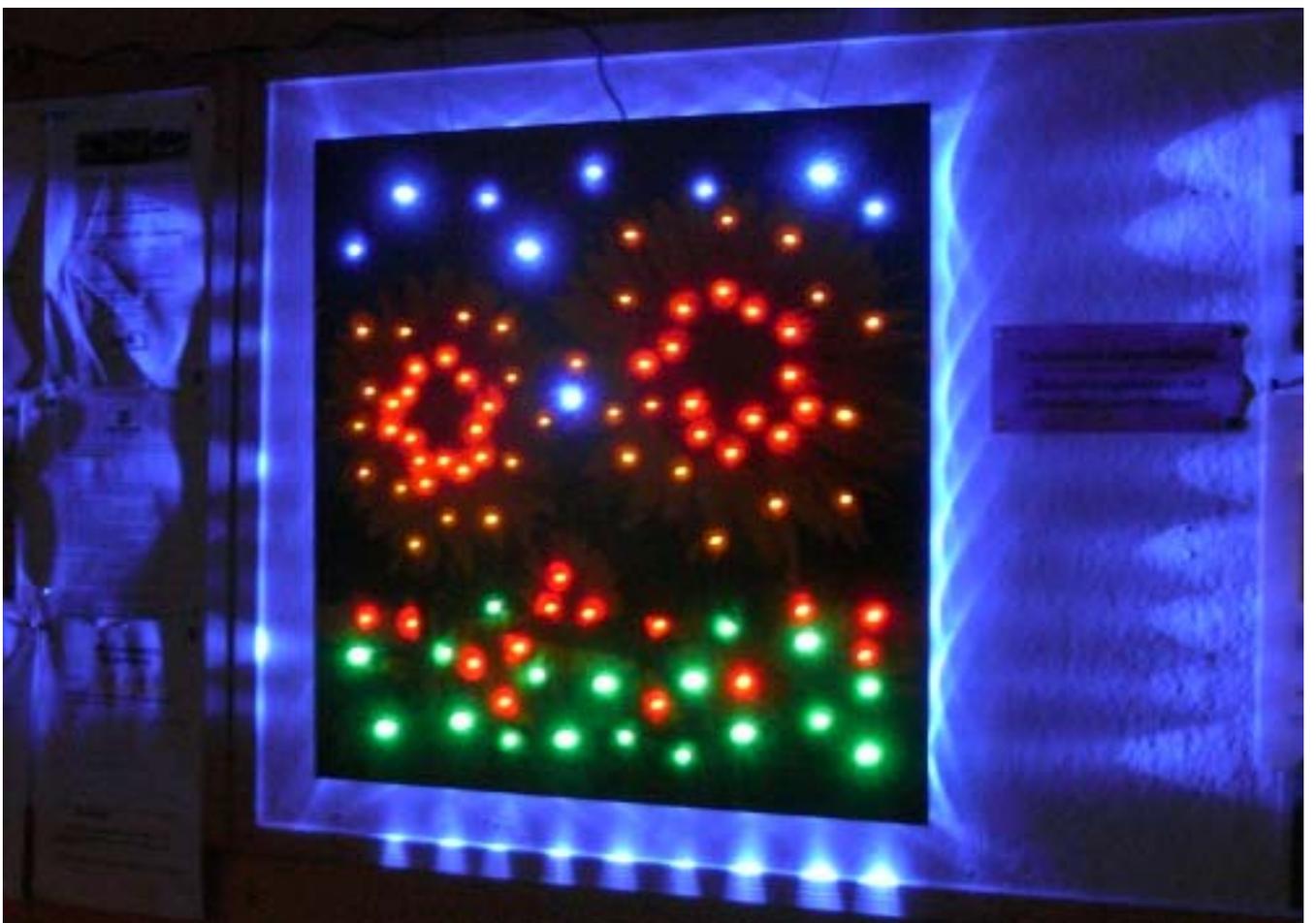
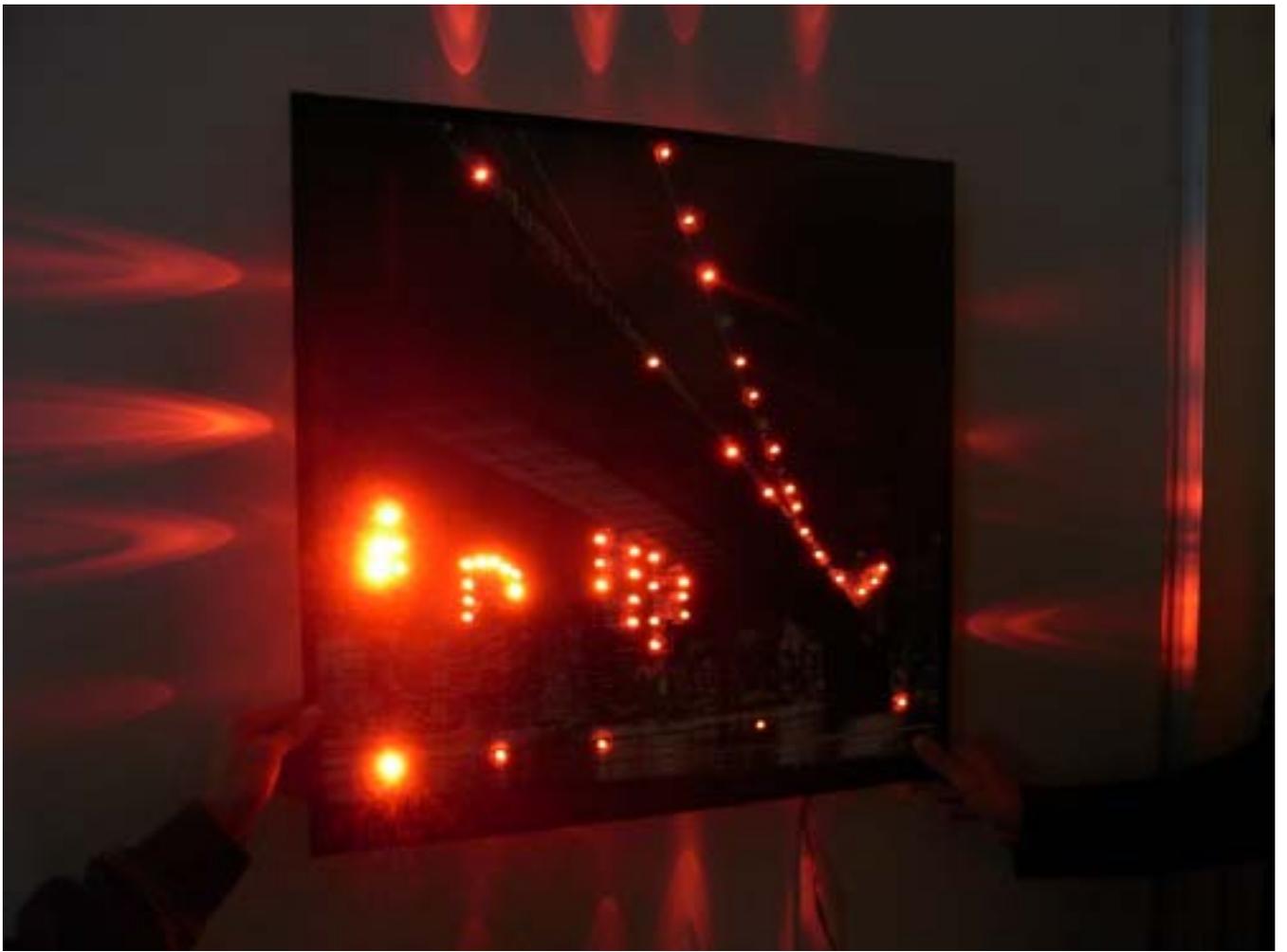
Herstellung der Beleuchtungskörper



## Strahlende Poster mit Microcontroller-Steuerung

Die Bilder zeigen **3 von insgesamt 256 möglichen Zuständen**, die das Poster einnehmen kann. Der zeitliche und inhaltliche Ablauf der 8 möglichen Elemente ist frei programmierbar.





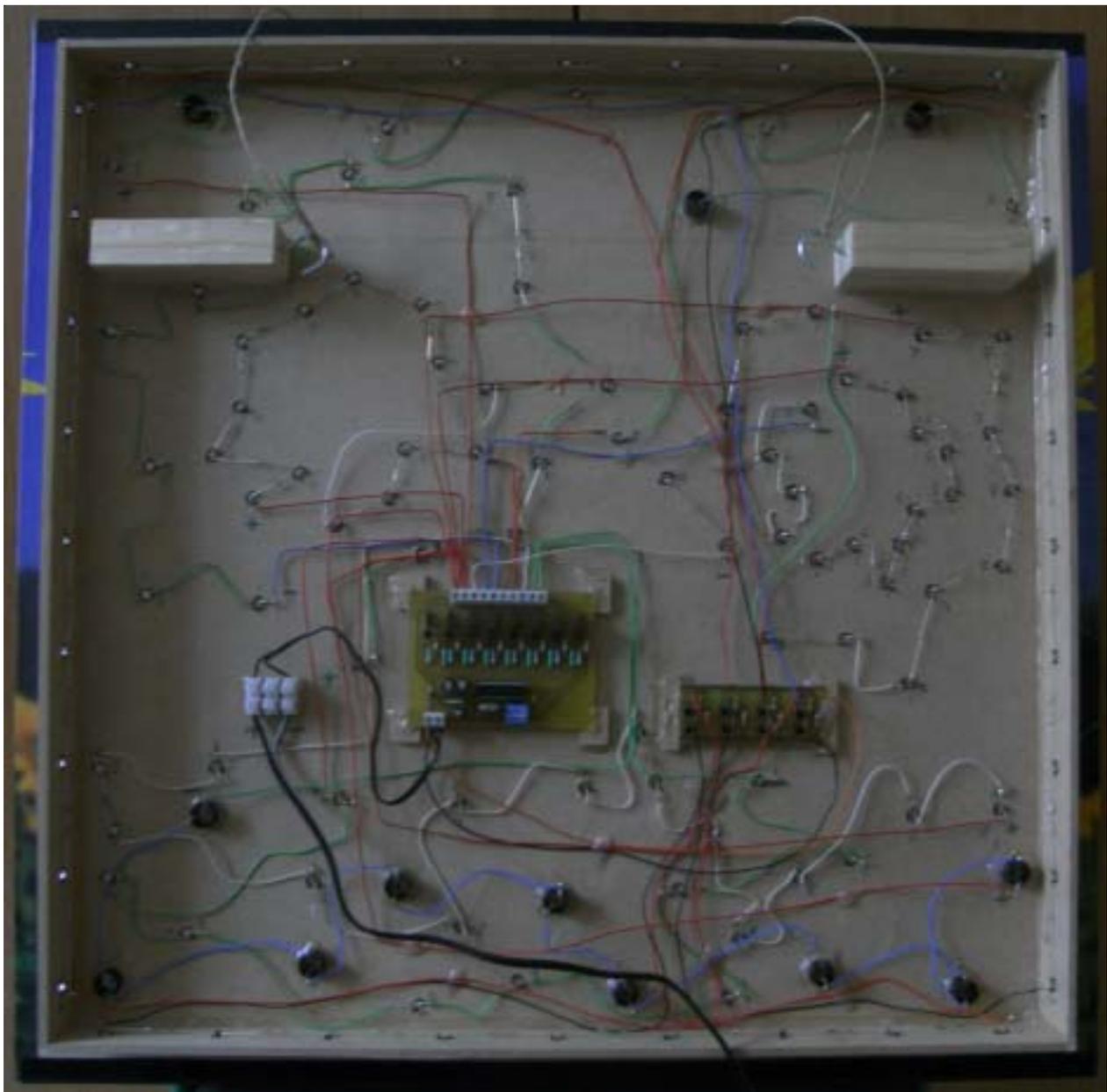
## Strahlende Poster mit Microcontroller-Steuerung .... Aufbau

Die Abbildung zeigt die **Rückseite** eines derartigen Posters mit den Maßen 60 x 60 cm. Sie sieht im ersten Augenblick etwas verwirrend aus, da 8 Elemente des Posters jeweils auf einem Steuerungskanal zusammengefasst sind. **Jedes zeichnerische Element** des Posters wird durch bis zu 14 Leuchtdioden hervorgehoben. Diese müssen je nach Form verdrahtet und mit einem der 8 Kanäle verbunden werden. Elemente, wie z.B. der Rand, die immer mit Licht versorgt werden, werden über Konstantstromquellen versorgt. Die **Zuordnung** der einzelnen Elemente erfolgt über die Ausgänge des Microcontrollers. Änderungen sind kein Problem, da die **Steuerung über die Software** erfolgt.

Es muss lediglich die Elementezuordnung bei der Programmierung bekannt sein.

Die **Schaltung** mit dem Microcontroller ATMEL 89C4051 ist grundsätzlich für **16 Schüler** ausgelegt, sodass gleichzeitig alle Programme mit **maximal ca. 2 DIN-A4-Seiten pro Schüler** untergebracht werden können. Jeder Schüler kann sein eigenes Programm über einen 4-fach-DIP-Schalter auf der Platine adressieren.

Als **Stromversorgung** dient in diesem Fall ein Transformator (30 Volt - 400 mA, nicht stabilisiert). Da die Schaltung mit Konstantstromquellen bestückt ist, braucht man sich um die weitere Dimensionierung (Anzahl der LED pro Kanal) nicht zu kümmern.



## Beleuchtete Trophäen aus Plexiglas



Die **Idee** bei den beleuchteten Trophäen ist, dass der Sockel von unten gefräst wird, sodass eine 9 Volt - Batterie und die Elektronik Platz finden. Der Sockel wird unten so mit einer passenden Plexiglasplatte verschlossen, dass die Batterie gewechselt werden kann.

An der Sockelrückseite ist ein Printschalter angebracht, sodass das Licht ein- und ausgeschaltet werden kann. Es werden **2 ultrahelle LED** angesteuert, wobei in diesem Fall das rein transparente Plexiglas im Vordergrund beleuchtet wird. Die Leuchtdauer mit einer Batterie beträgt mindestens **50 Stunden**. Als Hintergrund wird farbiges Plexiglas verwendet.

Durch eine Bohrung (5 mm) im Sockel werden die LED in das Plexiglas gesteckt, sodass die Platte an den „Bruchstellen“ (Fräsung, Kanten) zu leuchten beginnt und so die **Grafik besonders hervortritt**. Damit wird der gewünschte Effekt erreicht. Neu ist, dass es derartige Trophäen derzeit sonst noch nicht gibt.

Die hier abgebildeten **Beispiele** haben wir auf Wunsch des Veranstalters der 10 km - Staatsmeisterschaften im September gebaut.

## Beleuchtete Anzeigetafeln aus Plexiglas

Da derartige Anzeigetafeln über einen langen Zeitraum leuchten sollen, werden sie mit einem Transformator mit Strom versorgt. Der Stromverbrauch ist mit **0,3 bis 0,5 Watt** je nach Anzahl und Art der ultrahellen Leuchtdioden sehr gering. Die **Elektronik** mit einer Konstantstromquelle ist im Sockel eingebaut. Die Schülerinnen und Schüler erstellen die Grafik selbst im CAD-Programm **Solid Edge** und übertragen diese in das Fräsprogramm.

An den **Fräskanten** und an den **Kanten des Plexiglaskörpers** bricht sich das Licht, sodass diese Kanten besonders in Erscheinung treten und das **Motiv sichtbar** wird.

In der Art, wie hier ultrahelle Leuchtdioden verwendet werden, stellen sie eine sehr **stromsparende Alternative zur herkömmlichen Schaufensterbeleuchtung** dar.

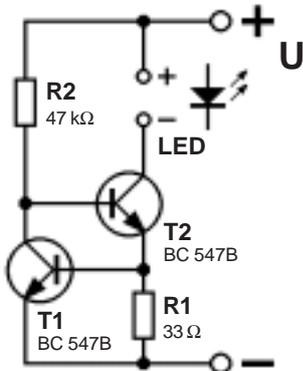
Der Kreativität der Schülerinnen und Schüler sind mit dieser Technik keine Grenzen gesetzt.



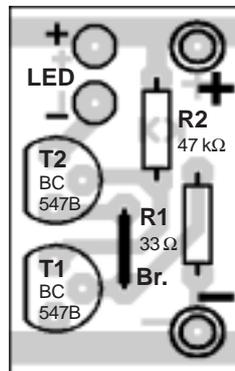


# LED - Konstantstromquelle

Mit dieser Konstantstromquelle können Leuchtdioden mit einem **konstanten Strom von 20 mA** betrieben werden. Werden die **Grenzwerte** eingehalten, so ist diese kleine Schaltung universell einsetzbar. Unabhängig von der Betriebsspannung und unabhängig von der Anzahl und Farbe der Leuchtdioden fließt durch die LED ein konstanter Strom von **20 mA**.



Schaltplan



Bestückungsplan vergrößert



Platinenlayout Originalgröße 20 x 33 mm

## Bauelemente - Stückliste

R1 .....	33 Ohm
R2 .....	47 kOhm
T1 .....	BC 547B
T2 .....	BC 547B
Br. ....	Drahtbrücke
Platine .....	20 x 33 mm

LED .... Leuchtdioden

Mehrere LED werden am angegebenen Anschluss in Reihe geschaltet.

Bei einer Betriebsspannung bis 9 Volt soll R2 auf 10 kOhm vermindert werden.

## Schaltungsbeschreibung

Bei der Konstantstromquelle handelt es sich grundsätzlich um einen **Transistorschalter (T2, R2) mit Strombegrenzung (T1, R1)**.

Über den Widerstand R2 muss so viel Strom fließen, dass der Transistor T2 ausreichend angesteuert wird, um einen Strom von 20 mA an seinem Kollektor, wo die LEDs angeschlossen sind, liefern zu können.

Für die **Strombegrenzung** sorgt der Transistor T1 mit dem Widerstand R1. Der Transistor T1 leitet, wenn von seiner Basis zum Emitter eine Spannung von **ca. 0,66 - 0,68 Volt** anliegt. Der Widerstand R1 ist nun so dimensioniert, dass genau bei dieser Spannung ein Strom von 20 mA fließt. Bei einem 33 Ohm - Widerstand und einem Strom von 20 mA ergibt sich somit genau ein Spannungsabfall von 0,66 Volt über R1. Der Strom für R1 wird vom Transistor T2 geliefert.

Steigt der Strom durch R1 über 20 mA an, so steigt auch die Spannung an R1. Als Folge leitet T1 besser und entzieht der Basis von T2 jetzt so viel Strom, dass T2 nun wieder schlechter leitet und sich somit der Strom in R1 wieder auf 20 mA reduziert.

Über diesen **Regelkreis** halten sich die beiden Transistoren so die Waage, dass sich ein Strom von 20 mA in R1, am Kollektor von T2 und somit auch in der Leuchtdiode einstellt. Der Strom über den Vorwiderstand R2 in die Basis von T2 ist vernachlässigbar gering. Er muss allerdings so groß sein, dass T2 ausreichend für den LED-Strom von 20 mA angesteuert wird.

Die Leistung, die nicht in den Leuchtdioden umgesetzt wird, fällt am Transistor T2 an. Die **maximale Verlustleistung** des **BC 547B** beträgt **500 mW**. Der Transistor T2 regelt also in weiten Bereichen alle Spannungsschwankungen der Betriebsspannung U bis zu seiner maximal zulässigen Verlustleistung aus.

## Dimensionierung

Im Prinzip kann die Schaltung bei Verwendung des BC 547B bis zu einer Betriebsspannung U von 45 Volt betrieben werden. Eine Obergrenze ist die maximale Verlustleistung des Transistors T2 von **500 mW**.

Am **Transistor T2** darf bei einem **Strom von 20 mA** also keine höhere Spannung als **25 Volt** anfallen. Die Spannung, die am Transistor verbleibt, ergibt sich aus der **Betriebsspannung U reduziert um die Summe der in Reihe geschalteten Leuchtdiodenspannungen**. Die an R1 abfallende Spannung wird vernachlässigt.

Die maximale **Anzahl der Leuchtdioden**, die in Reihe geschaltet an die Konstantstromquelle angeschlossen werden können, wird von der **Betriebsspannung U** bestimmt. **Die Differenz zwischen der Summe der Leuchtdiodenspannungen und der Betriebsspannung darf nicht kleiner sein als 1 Volt**, dann funktioniert die Konstantstromquelle einwandfrei.



## LED-Spannungen

Leuchtdioden benötigen bei einem **Nennstrom von 20 mA** je nach Farbe eine bestimmte Spannung, um im optimalen Bereich zu funktionieren.

Beispiele für **ultrahelle Leuchtdioden**:

rot ... 1,95 Volt; weiß, blau, gelb, grün .... 3,15 Volt; Um festzustellen, wieviel Spannung eine LED bei einem Strom von 20 mA benötigt, schließt man sie mit einem Vorwiderstand (z.B. 100 Ohm) an eine regelbare elektronische Stromversorgung an. Dann stellt man die Spannung so ein, dass über dem Vorwiderstand eine Spannung von 2 Volt abfällt. Jetzt kann man die erforderliche **LED-Spannung** an der LED messen.

# MC - Steuerung für LED

Diese Steuerung mit dem **Microcontroller ATMEL 89C4051** ist für universelle Steueraufgaben bis **8 Bit** ausgelegt. Der große **Betriebsspannungsbereich von 9 - 35 Volt**, die **Konstantstromquellen** an den **8 Ausgängen** und die **16 Programmspeicherplätze** machen diese Schaltung für viele Anwendungsbereiche einsetzbar. So können ganz einfach Ablaufsteuerungen, Lichtmuster, Effektschaltungen, Ampelsteuerungen und viele weitere Anwendungen programmiert werden. 16 verschiedene Programme können im Microcontroller gleichzeitig gespeichert werden. Sie sind mit DIP-Schalter frei wählbar.



## Microcontroller

Ein Microcontroller 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, ....

## Die Schaltung .... MC-Steuerung

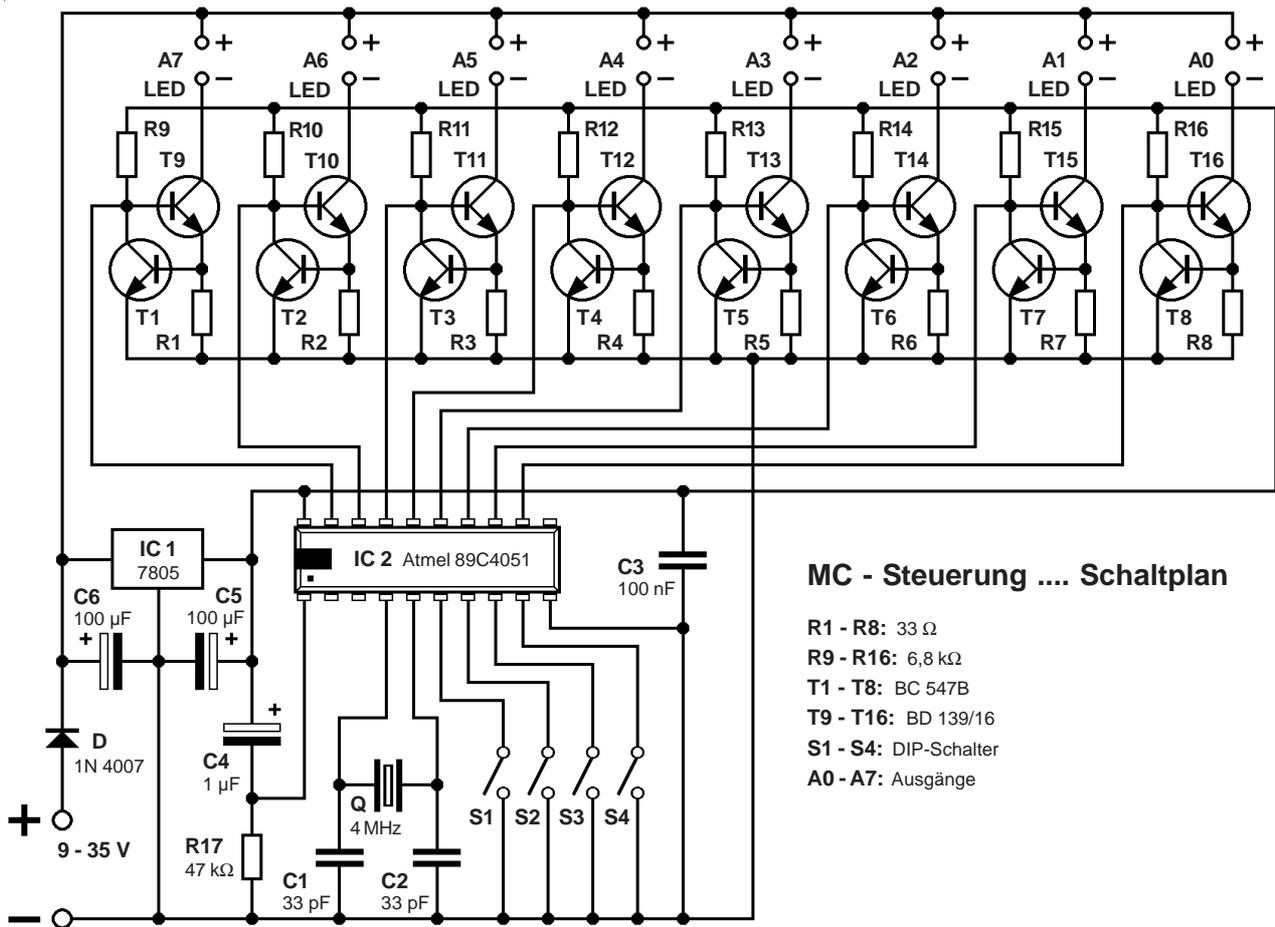
Diese Schaltung ist speziell für die Ansteuerung von **ultrahellen Leuchtdioden** ausgelegt. Auf Grund der belastbaren **Konstantstromquellen** (Kleinleistungstransistor BD 139/16) spielt die Anzahl der LED, die an einem Ausgang angeschlossen wird, keine Rolle, sofern die Höchstgrenzen nicht überschritten werden. Die maximal an einem Ausgang möglichen Leuchtdioden hängt von der angelegten Betriebsspannung ab. Die **Betriebsspannung** sollte um etwa **1,5 - 2 Volt** höher sein als die **Summe der in Reihe geschalteten Leuchtdioden**, da der Verpolungsschutz der Schaltung etwa 0,7 Volt benötigt und für die Konstantstromquelle mit mindestens 0,8 Volt vorzusehen sind. Es kann ohne Probleme eine **nicht elektronisch stabilisierte Stromversorgung** verwendet werden.

## Daten .... Atmel 89C4051

Flash-Programmspeicher mit 4 kByte  
128 Byte 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

**Ultrahelle Leuchtdioden** gibt es als Standard mit einem Strom von **20 mA**, weshalb die Konstantstromquellen dafür ausgelegt sind ( $R1 = 33 \text{ Ohm}$ ). Innerhalb der Grenzen der Belastbarkeit der Konstantstromquellen ist es natürlich möglich, den Strom für die Leuchtdioden zu erhöhen. Dabei ist zu beachten, dass auch andere Bauelemente den geänderten Anforderungen anzupassen sind. Bis 100 mA ist allerdings die Schaltung in der vorliegenden Konfiguration geeignet.

Es können bis zu **17 ultrahelle rote LED** (1,95 Volt) oder bis zu **10 ultrahelle blaue LED** (3,15 Volt) pro Ausgang angeschlossen werden. Daher sind ohne Probleme insgesamt **136 rote** bzw. **80 blaue LED** mit je 20 mA direkt an dieser Schaltung zu betreiben.



MC - Steuerung .... Schaltplan

- R1 - R8: 33 Ω
- R9 - R16: 6,8 kΩ
- T1 - T8: BC 547B
- T9 - T16: BD 139/16
- S1 - S4: DIP-Schalter
- A0 - A7: Ausgänge

### Schaltungsbeschreibung .... MC-Steuerung

Die Microcontroller-Steuerung 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 ATMEL 89C4051** nur in einem Betriebsspannungsbereich von 3 - 6 Volt arbeitet, ist dem MC ein **Spannungsregler mit 5 Volt** (IC1 ... 7805) vorgeschaltet. Die gesamte Schaltung ist mit der **Diode D** gegen falsch gepolte Betriebsspannung geschützt.

Die Kapazität des 100 µF - Kondensators C6 kann auch kleiner gewählt werden (z.B. 22 µF), allerdings muss der Kondensator C6 bei höherer Betriebsspannung für diese dimensioniert sein (z.B. 50 Volt). Da im Spannungsregler IC1 bei höherer Spannung mehr Leistung umgesetzt wird, muss für ausreichende Kühlung gesorgt werden.

Nach dem **Anschluss der Betriebsspannung** bewirken C4 und R17 einen **Reset** und sorgen somit für einen definierten Anfangszustand der Schaltung. Als **Taktgeber** für den Programmablauf fungiert ein **4 MHz - Quarz (Q)** mit den beiden 33 pF - Kondensatoren C1 und C2.

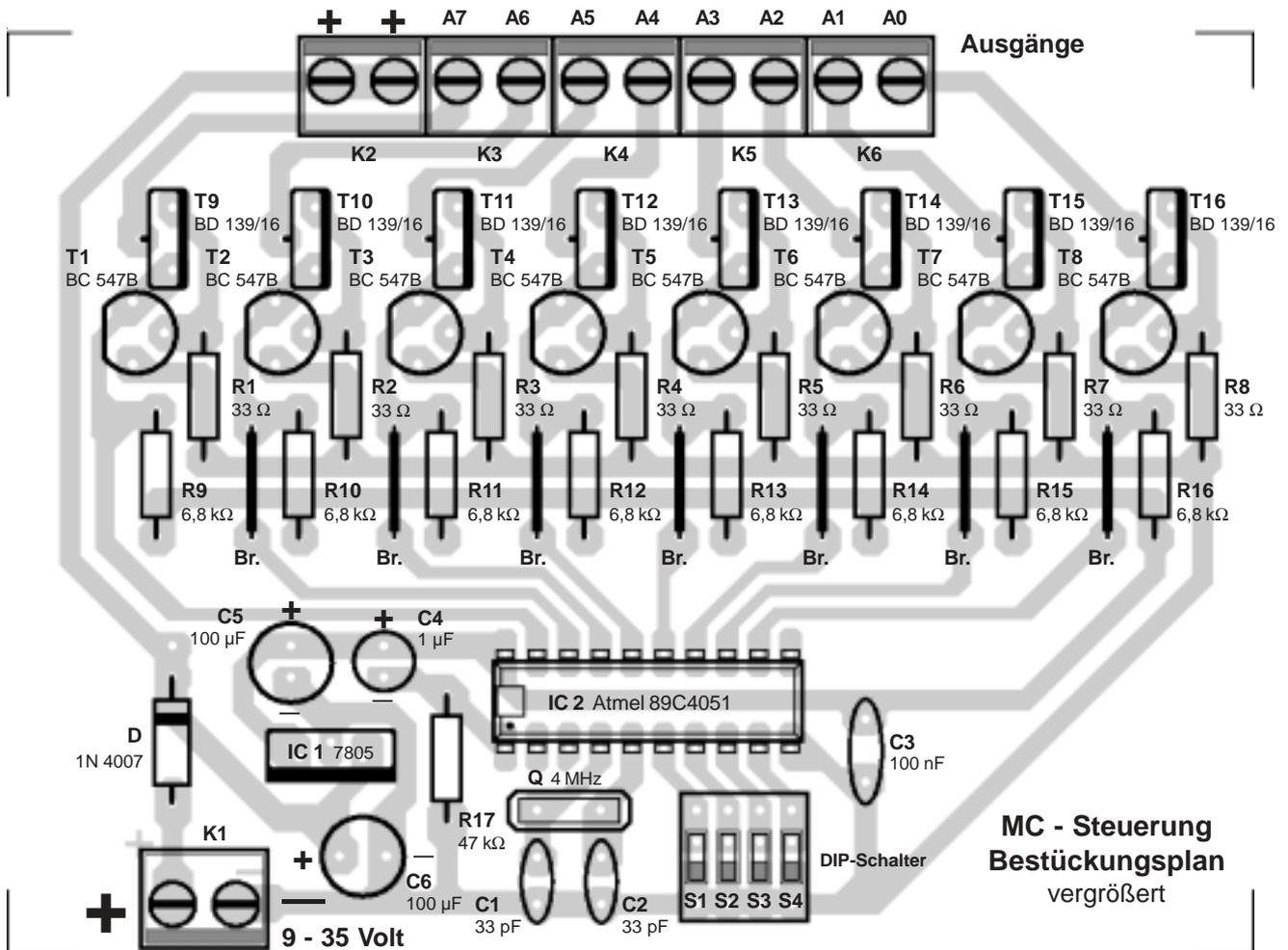
Den **Ausgängen des Microcontrollers** sind **Konstantstromquellen** nachgeschaltet. Sie können auf Grund der Ausgangsbeschaltung des MC von diesem direkt angesteuert werden.

Befindet sich ein Ausgang des Microcontrollers im **low-Zustand** (= L-Pegel), so sperrt der interne Transistor die Konstantstromquelle. Es kann daher kein Strom fließen.

Befindet sich ein Ausgang des Microcontrollers im **high-Zustand** (= H-Pegel), so wird die entsprechende Konstantstromquelle über den 6,8 kOhm - Widerstand (R9 - R16) mit Strom versorgt. Diese liefert dann den über die Widerstände R1 - R8 definierten konstanten Strom an den Ausgängen. Unterstützend für den Basisstrom für die Transistoren T9 - T16 liefert auch noch der MC-Ausgang über den internen Pull-up-Widerstand einen Strom von einigen Mikro-Ampere.

Der Keramik-Kondensator C3 (100 nF) sorgt für die Unterdrückung von kurzen Spannungsimpulsen im Umfeld des Microcontrollers.

Mit den Schaltern S1 - S4 (DIP-Schalter) kann binär aus **16 Programmen**, die im ATMEL 89C4051 gespeichert sind, ausgewählt werden.



### Bauelemente - Stückliste

R1 - R8	.....	33 Ohm	C6	.....	100 µF/50 V	S1 - S4	.....	DIP-Schalter
R9 - R16	.....	6,8 kOhm	D	.....	1N 4007	K1 - K6	.....	Klemmen
R17	.....	47 kOhm	T1 - T8	.....	BC 547B	IC-Sockel	.....	20-polig
C1, C2	.....	33 pF	T9 - T16	.....	BD 139/16	Br.	.....	Brücken
C3	.....	100 nF	IC1	.....	LM 7805	Platine	.....	75 x 100 mm
C4	.....	1 µF/16 V	IC2	.....	Atmel 89C4051			
C5	.....	100 µF/16 V	Q	.....	Quarz ... 4 MHz			

### Bestückungsplan

Der Bestückungsplan ist vergrößert dargestellt, mit **Blick von oben** auf die **Bauelementeseite** bzw. auf die **Bestückungsseite** der Platine.

Die Bauelemente werden wie abgebildet in die Platine eingebaut. Bei folgenden Bauelementen ist auf die **Polarität** zu achten:

C4, C5, C6, D, T1 - T8, T9 - T16, IC1, IC2

Der Microcontroller **ATMEL 89C4051** wird nicht direkt in die Platine eingelötet, da er für die Programmierung bzw. Änderung der Programme aus der Fassung genommen werden muss. Für den Microcontroller soll eine hochwertige 20-polige **IC-Fassung** verwendet werden. Um den MC aus der Fassung derauszunehmen, empfiehlt es sich, mit einem kleinen Schraubenzieher auf der rechten Seite zwischen MC und Fassung hineinzufahren und den MC dann vorsichtig anzuheben.

### Kennzeichnung von T9 - T16 und IC1:

Diese Bauelemente verfügen im Normalfall über eine **Metallseite**, an der eine eventuelle Kühlung angeschraubt werden kann. Diese Metallseite ist im Bestückungsplan durch einen dicken Strich gekennzeichnet. Auf der anderen Seite trägt das jeweilige Bauelement die Beschriftung.

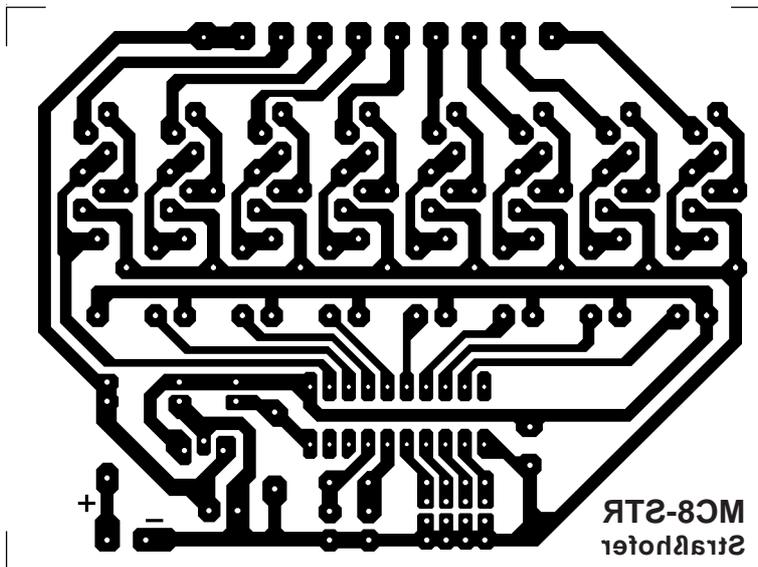
### Kennzeichnung des MC ATMEL 89C4051:

Die Beschriftung auf dem MC ist normal lesbar wie im Bestückungsplan. Weiters ist **Pin 1** (links unten) durch eine Kerbe oder einen Punkt gekennzeichnet.

Für die **Stromversorgung** (Plus-Pol) der angeschlossenen Leuchtdioden sind zwei PLUS-Pole an den Anschlüssen herausgeführt. Bei höherer Strombelastung können bei Flachbandleitungen 2 Anschlüsse verwendet werden.

## Platinenlayout .... 1 zu 1 - 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** an den Rändern übereinandergeliebt werden.

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.

## Microcontroller - Steuerung mit ATMEL 89C4051 .... Software

Für die Programmierung des Microcontrollers wurden die Hardware (Programmiergerät) und die Software von der Firma Batronix ([www.batronix.de](http://www.batronix.de)) verwendet.

Beim hier vorgestellten Programm handelt es sich um ein Musterprogramm, das **16 voneinander unabhängige Teilprogramme** enthält.

Auf **Seite 5** ist die **Programmstruktur** mit den Schleifen „IF ... ELSE ... END IF“ und der Zeitschleife „Delay01“ dargestellt. Im Microcontroller ATMEL 89C4051 haben im 4 kByte großen Speicher etwa 20 DIN A4 - Seiten Platz. Daher ist hier nur die Struktur, die sehr einfach nachzuvollziehen ist, abgebildet.

Im Folgenden werden die wesentlichen Programmteile erklärt, sodass die Programmierung auf unterschiedlicher Programmiersoftware und Hardware durchgeführt werden kann.

### INCLUDE 89C4051.mc

Mit diesem Befehl wird der Assembler-Software mitgeteilt, welcher Microcontroller eingesetzt wird.

```
MOV P1, #11111111b
```

```
MOV P3, #11111111b
```

Mit diesen Befehlen werden die Ausgänge an Port 1 und Port 3 auf high (H-Pegel) gestellt. **Port 1** sind die **8 Ausgänge** des MC (Pin 12 bis Pin 19), an denen die Konstantstromquellen angeschlossen sind. Insbesondere wichtig ist es, dass Ausgänge an **Port 3**, an denen die **Schalter S1 - S4** (Pin 6 bis Pin 9) angeschlossen sind, auf high gestellt werden, da sonst die Schalter nicht aktiviert werden können.

### Schleifenstruktur

```
IF BIT P3.2 THEN ..... ELSE ..... END IF
```

Mit den Schaltern S1 - S4 können über diese Schleifenstruktur die einzelnen Programme angewählt werden.

BIT P3.2 steht für Schalter S1 an Pin 6.

BIT P3.3 steht für Schalter S2 an Pin 7.

BIT P3.4 steht für Schalter S3 an Pin 8.

BIT P3.5 steht für Schalter S4 an Pin 9.

Auf diese Weise werden die einzelnen Programme über die Schalter im Binärcode aufgerufen. 4 Schalter ergeben somit **16 mögliche Programme**.

```
MOV P1, #10000000b
```

```
MOV R0,#5
```

```
LCALL Delay01
```

Diese 3 Zeilen sind für die Datenausgabe an A0 bis A7 (8 Bit) und deren Verweilzeit zuständig.

**Zeile 1:** Die **8 Stellen im Binärcode** bestimmen, welcher Ausgang angesteuert wird (1) und welcher nicht (0). Es dürfen weder 7 noch 9 Stellen sein.

**Zeile 2:** Hier wird die **Zeiteinheit** - in diesem Fall **5** - an den Parameter der Zeitschleife (R0) übergeben. Es dürfen **nur Werte zwischen 1 und 255** eingesetzt werden.

**Zeile 3:** Hier wird die **Zeitschleife Delay01** am Ende des Programms aufgerufen. Die Zeitschleife beträgt etwa **200 Milli-Sekunden**. Mit dem Parameter **5** beträgt die Verweilzeit des Bitmusters am Ausgang daher etwa **1 Sekunde**.

