

Lasershow Easy

Gunther Zielosko

1. Einleitung

Sicher haben auch Sie schon einmal eine Lasershow gesehen und fanden die sich bewegenden Laserstrahlen faszinierend. Möglicherweise spielten Sie danach mit dem Gedanken, so etwas selbst zu gestalten? Spätestens nach den ersten Recherchen zu den Kosten einer solchen Lasershow (Laser, Ablenkeinheiten und allerlei zusätzliche Optikteile) werden solche Pläne meist schnell wieder zu den Akten gelegt. Nicht so bei uns – wir werden in diesem Bericht eine sehr schöne Lasershow mit fließenden und immer wieder neuen Mustern vorstellen, die dabei aber minimale Kosten und wenig Bauaufwand erfordert. Das Ganze eignet sich als effektvoller Hintergrund sowohl für Werbezwecke als auch für den Heimbereich, z.B. zur Entspannung beim Hören guter Musik. Leider gestattet die vorliegende Berichtsform keine beweglichen Bilder, so dass die folgenden Abbildungen nur einen ersten Eindruck von dem erlauben, was wir da vorhaben:

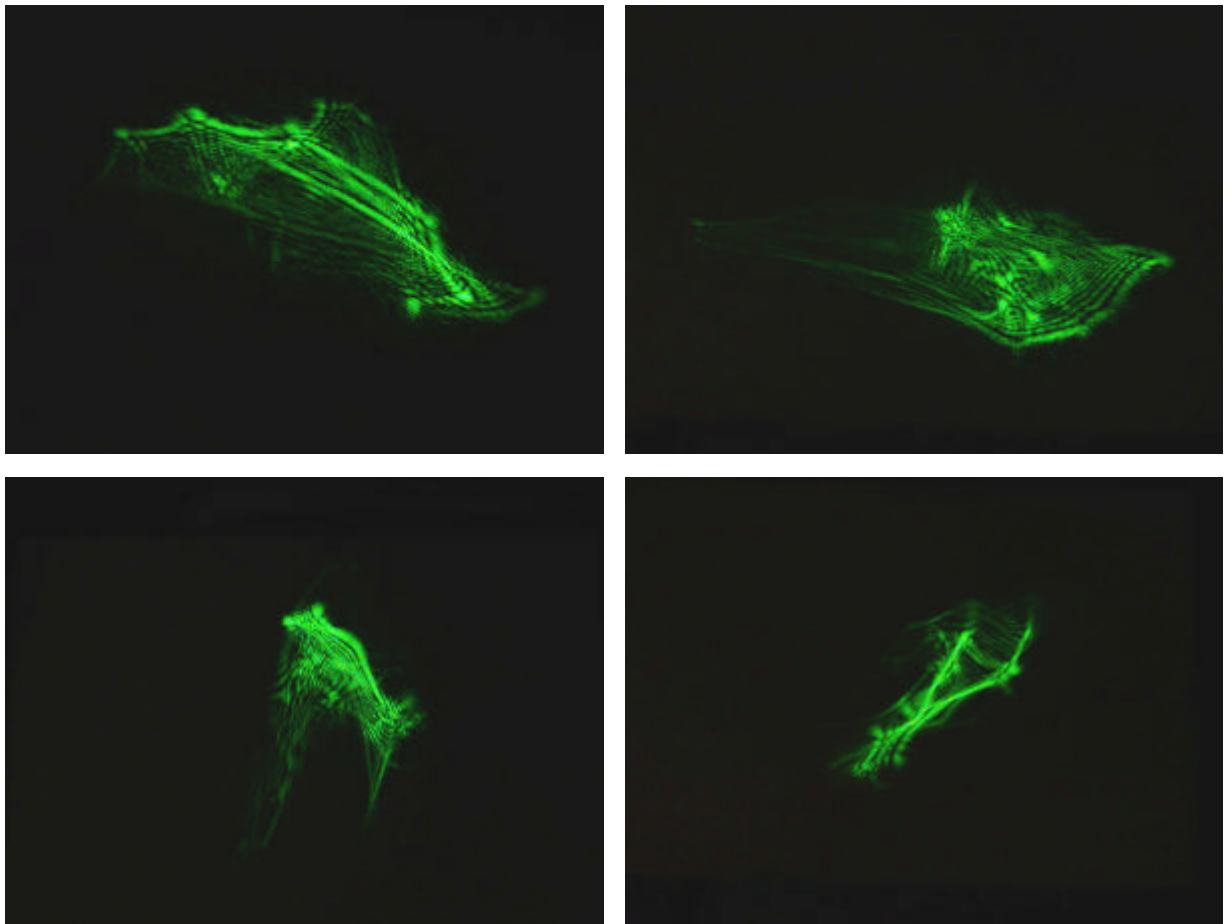


Bild 1 bis 4 Beispiele mit der Lasershow Easy

Je nach Entfernung der Projektionsfläche können diese Bilder leicht metergroß werden und sehen besonders wegen der Bewegungseffekte noch viel schöner aus als auf den Bildern oben.

2. Ein paar Grundlagen zu Laser-Modulen

Laser sind heute nicht mehr in jedem Fall wie früher teure High-Tech-Geräte, sondern tun massenhaft meist billig und völlig unauffällig ihren Dienst. Denken wir nur an CD- oder DVD-Player, ohne Laser gäbe es diese Geräte grundsätzlich nicht. Wenn wir preiswerte sichtbare Anwendungen für Laser suchen, fallen uns meist nur Laserpointer oder Nivelliergeräte ein. In allen diesen Fällen handelt es sich bei den Laserquellen um sogenannte Laser-Dioden-Module, d.h. Halbleiter-Bauelemente, die Laserlicht ausstrahlen. Laser-Licht zeichnet sich in mehreren Eigenschaften gegenüber bisherigen Lichtquellen aus:

- es ist nahezu einfarbig,
- sehr stark gebündelt,
- mehr oder weniger kohärent, d.h. die Wellenfronten haben eine nahezu konstante räumliche Verteilung,
- und bietet eine sehr hohe punktförmige Helligkeit an der Projektionsfläche.

Eine Laserquelle auf dem Halbleiterprinzip besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- einer Laser-Diode mit stabiler metallischer Hülle,
- einer dazu passende Ansteuerschaltung (Stromregelung oft mit optischer Überwachung der Lichtabgabe),
- und einer passende Optik zur Bündelung des Strahles (Kollimator).

Wenn wir z.B. einen handelsüblichen Laserpointer untersuchen, finden wir leicht diese 3 Komponenten. Allerdings ist eine Demontage nur sehr schwer durchzuführen, meist sind die Dioden-Module mit dem Gehäuse verpresst und lassen sich kaum ohne Beschädigung entfernen. Lassen Sie also Ihren Laserpointer wie er ist, für unsere Anwendung brauchen Sie lediglich das Batteriefach zu öffnen.

Für alle Laseranwendungen, also auch für Laserpointer gilt immer:

Vorsicht!

Nie direkt in den Laserstrahl blicken!

Für Laser > 1 mW Strahlungsleistung sind immer spezielle Schutzmaßnahmen vorgeschrieben. Laser > 5 mW Strahlungsleistung müssen bei der Berufsgenossenschaft und der Gewerbeaufsicht angemeldet werden!

Seit einiger Zeit gibt es für Laseranwendungen eine neue Klassifizierung von Lasern und den von ihnen ausgehenden Gefährdungen. Hinweise, Kommentare und Tabellen finden Sie unter:

<http://www.doku.net/artikel/neuelaserk.htm>

Wer sich ausführlicher mit der technischen Seite der Laser beschäftigen möchte, findet hier

<http://members.misty.com/don/lasersam.html>

eine Menge Informationen zu allen Fragen.

Zunächst werden Sie sicher einen handelsüblichen Laserpointer verwenden. Die folgenden Bilder wurden aus der oben genannten Quelle übernommen bzw. bearbeitet. Bild 5 zeigt schematisch, wie ein solcher Laserpointer aufgebaut ist und Bild 6, wie wir ihn für unseren Zweck vorbereiten:

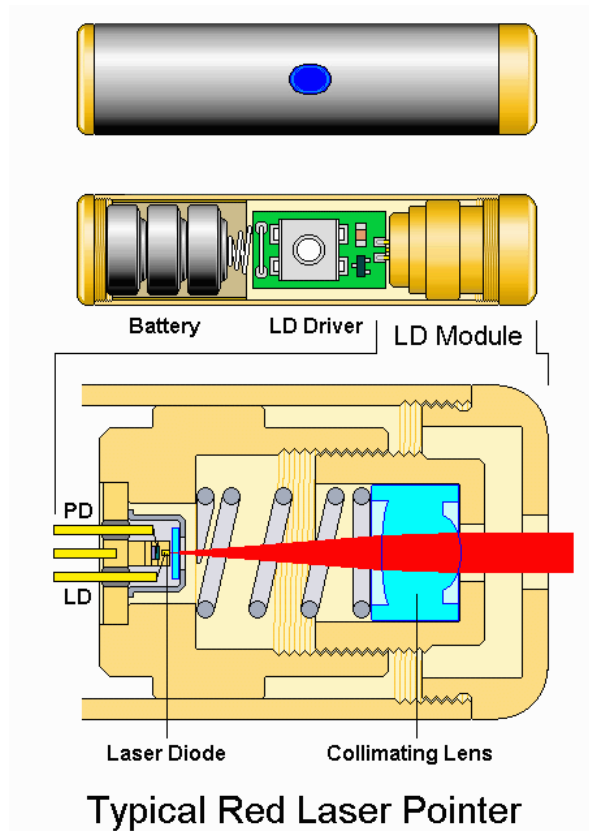


Bild 5 Prinzipieller Aufbau eines einfachen Laserpointers (siehe Copyright-Notiz am Ende des Artikels)

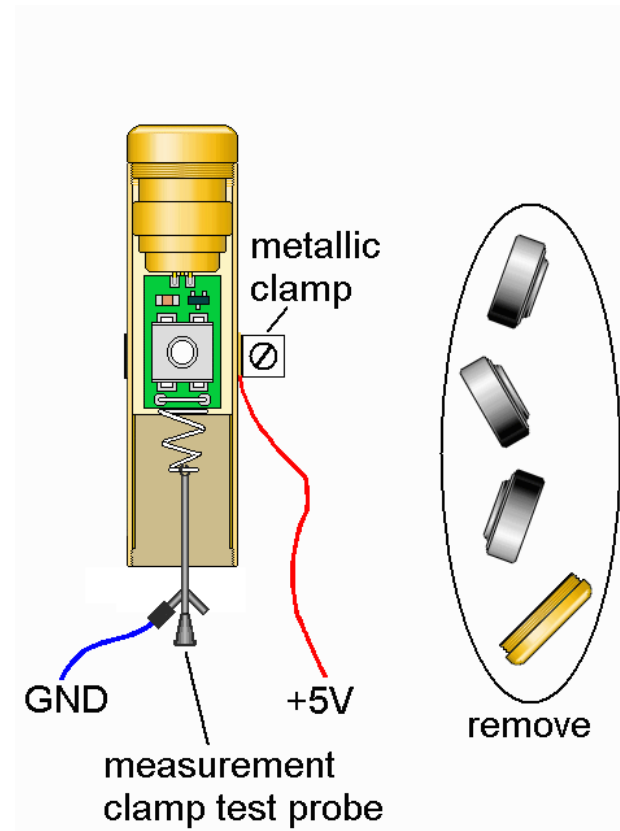


Bild 6 ein einfacher Weg, den Laserpointer extern mit Betriebsspannung zu versorgen...

In der Regel werden solche Laserpointer mit eingebauten Batterien, meist 3 Knopfzellen, betrieben. Eine solche Lösung ist für uns unpraktisch, wir wollen den Pointer ja extern mit Spannung versorgen und ggf. schalten. Da Laserpointer generell mit einer internen Regelschaltung ausgestattet sind – der Laser-Dioden-Strom wird werkseitig auf einen vorgegebenen Wert eingestellt – genügt meist eine 5 V - Quelle zum Betrieb. Aber Achtung –

alle Laser-Module sind empfindlich gegen Überspannung, Überstrom, Fehlpolung und – das wissen die wenigsten, auch gegen optische Überlastung. Beachten Sie beim Aufbau Ihrer Spannungsversorgung, dass es keine (auch nur sehr kurze!) Transienten auf der Spannungsversorgung geben darf, die die interne Regelschaltung überfordern. Bei manchen Bauformen ist andererseits sogar der Innenwiderstand der Batterien kritisch, zuviel Strom (auch wieder kurzzeitig) kann ebenfalls schaden. Mechanisch gibt es auch ein Problem, wie kommt man von außen an den inneren Anschluss dieser Regelschaltung heran? Eine simple Möglichkeit ist die Benutzung von kleinen isolierten Klammern, wie sie für Messschnüre verwendet werden. Damit klemmt man den –Pol (GND des BASIC-Tiger-Systems) an die kleine Feder, die nach dem Entfernen der Knopfzellen im Inneren sichtbar wird. Der +Pol muss außen z.B. mit einer Metallschelle am Gehäuse befestigt werden. Gut geeignet dafür ist die Stelle, an der sich auch der Einschaltknopf für den Laserpointer befindet, da man diesen mit der Schelle gleich dauerhaft einschalten kann. Denken Sie daran, dass ggf. an der Kontaktstelle die Lackierung vom Gehäuse entfernt werden muss, um einen guten Kontakt zu gewährleisten. Zur Sicherheit gegen Verpolung sollte extern noch eine Diode in Reihe geschaltet werden. Da der Laserpointer normalerweise mit 4,5 V betrieben wird, kommt uns der Spannungsabfall über der Reihendiode sogar gelegen. Haben Sie alles geschafft, sollte der Laserpointer beim Anschließen an eine 5V-Quelle dauerhaft leuchten.

Liebäugeln Sie mit stärkeren Laserquellen oder andersfarbigen Laser-Modulen, müssen Sie tiefer in die Tasche greifen und schärfere Sicherheitsvorschriften einhalten. In jedem Fall der beste Weg ist die Beschaffung fertig montierter Laserdioden-Module möglichst mit passender Treiberschaltung. Beides finden Sie im einschlägigen Elektronikhandel. Ein Zusammenbau aus einzelnen Komponenten (Dioden, Kollimator, Kapsel für diese Teile) scheitert meist an den benötigten Spezialwerkzeugen, die Sie zum Verpressen der Teile benötigen. Fast immer zerstört man die empfindlichen Laserdioden beim Versuch, diese mit „Bordmitteln“ zu montieren.

Mit zugelassenen Laserpointern sind in jedem Fall die Sicherheitsfragen auf ein Minimum reduziert, vorausgesetzt, es handelt sich um Produkte der niedrigsten Laserklasse. Stärkere und andersfarbige Laser erlauben natürlich bessere Darstellungen auch in helleren Räumen und auf größere Entfernungen. Die Nachteile sind aber, solche Laser sind meist erheblich teurer, gefährlicher und brauchen oft auch mehr Ansteuerungsaufwand.

3. Das Prinzip – Refraktion statt Reflexion

Einen Laser haben wir nun, was müssen wir tun, um die schönen Muster deutlich genug in einem etwas dunkleren Raum an die Wand oder die Decke zu projizieren. Wie werden diese faszinierenden, fließenden Figuren an der Wand erzeugt? Wie wird der ursprüngliche Laserpunkt dazu gebracht, endlose Linien in immer wieder wechselnder Form zu erzeugen?

Lasershows herkömmlicher Art erzeugen ähnliche Muster mit schnellen Ablenkspiegeln meist in zwei zueinander senkrechten Ebenen. Diese Ablenkheiten werden in der Regel magnetisch angetrieben und stellen absolute Präzisionsgeräte dar. Der Vorteil ist – sie können

den Laserstrahl und damit den Auftreffpunkt definiert und nahezu verlustfrei steuern. Der Nachteil – sie kosten unheimlich viel Geld!

Wenn man auf die definierte Steuerung der Muster verzichtet, kommt man mit wenigen Euro aus. Wir benutzen nicht die Reflektion der zwei Ablenk-Spiegel, sondern die Refraktion durch Glas zur Mustererzeugung. Damit es richtig schöne Muster werden, setzen wir ganz normales farbloses Reliefglas ein. Das kennen Sie von Türfüllungen, die einen „klaren“ Blick z.B. in die Toilette verhindern sollen. Suchen Sie sich als ersten Schritt einmal eine solche Tür in Ihrer Wohnung oder ein entsprechendes Stück Glas und leuchten Sie mit einem Laserpointer hindurch. Sie werden erstaunt sein, was für hübsche Figuren an der gegenüberliegenden Wand entstehen. Wenn Sie den Laserpointer bewegen, verändern sich diese Muster fließend. Von hier aus ist es nur noch ein kleiner Schritt zu einer funktionierenden Lasershow. Eine Kreisscheibe aus solchem Reliefglas, die Ihnen jede Glaserei anfertigt, auf einen langsam drehenden Getriebemotor gesetzt, einen Laser dahinter und das Effektgerät ist fertig. Richtig schön wird die Anlage, wenn Sie Drehzahl und Drehrichtung des Motors nach Ihrem Empfinden einstellen können. Das erledigt für uns ein Economy-Tiger, der hierfür zwar überdimensioniert erscheint, andererseits später aber viele Varianten der Steuerung zulässt. Bild 7 zeigt schematisch den mechanischen Aufbau:

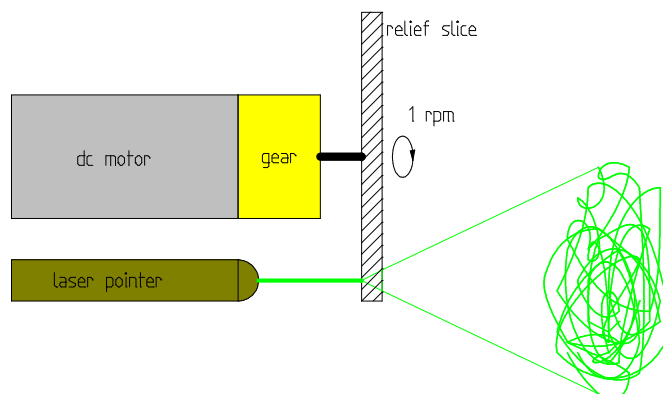


Bild 7 schematischer Aufbau des Laser-Effektgerätes

Die Strahlablenkung durch das Glas ist im Gegensatz zur Spiegelung mit Verlusten behaftet, was aber im Hinblick auf die Gefahr für die Augen eher als Vorteil zu werten ist. Trotzdem muss in jedem Fall ein direktes Hineinschauen in die Laserquelle (auch nach dem Reliefglas!) vermieden werden. Selbst die schwächsten Laser in der Klasse der zugelassenen Laserpointer gefährden die Augen beim direkten Hineinblicken!

4. Die Steuerung

Wir hatten es schon erwähnt, ein Tiger wäre für unsere Lasershow nicht unbedingt erforderlich, es soll ja im einfachsten Falle lediglich eine optimale Drehzahl für die langsam laufende Reliefglas-Scheibe eingestellt werden. Wer den Aufwand für einen Tiger aber nicht scheut, kann damit allerlei Experimente durchführen, so z.B. die Drehzahl und Drehrichtung

einfach einstellen, Tasten abfragen oder den Laser ein- bzw. ausschalten. Später könnten dann Musik, Näherungs-Sensoren oder andere Dinge zum Steuern benutzt werden. Der Kreativität sind dann keine Grenzen mehr gesetzt.

Für den Anfang werden wir lediglich die Drehzahl des kleinen Motors per PWM steuern. Die Stellung eines Potentiometers, die mit einem der Analogeingänge (hier Analog_In 3) abgefragt wird, gibt diesen Parameter für den Motor vor. Dieses Potentiometer ist unkritisch. Sie können Werte von 1 bis 10 k Ω benutzen, auch die Genauigkeit spielt für diese Anwendung keine Rolle. Die einfache Schaltung sieht dann so aus:

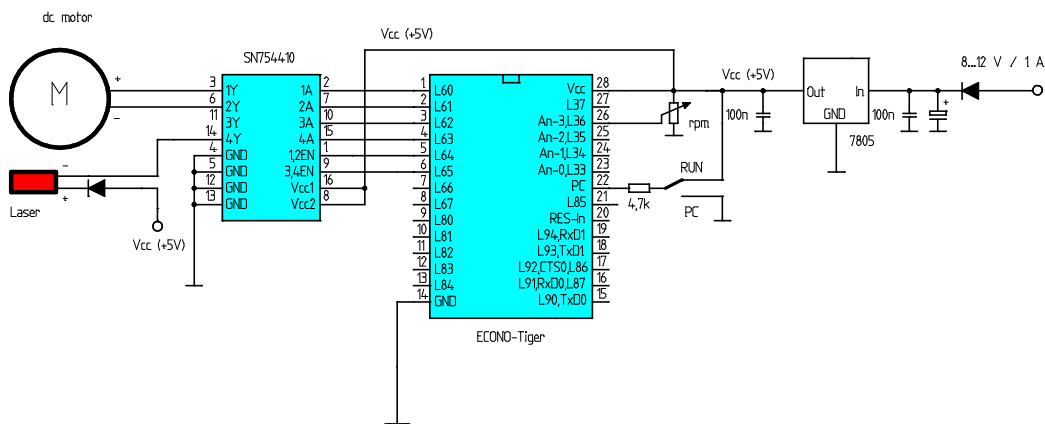


Bild 8 Schaltbild des einfachen Steuergerätes

Voraussetzung für diese Variante ist, dass Laser und Motor mit 5 V Betriebsspannung auskommen. Zum Ansteuern des kleinen Gleichstrom-Motors verwenden wir wieder einen H-Brücken-IC vom Typ SN754410, den wir aus früheren Experimenten schon kennen (Berichte 59 und 61). Dieser IC stellt vier einzelne Schaltstufen zur Verfügung, von denen wir für den Motor lediglich zwei benötigen. Eine dritte Stufe schaltet den Laser, der je nach Typ schon einige 100 mA brauchen kann. Economy-Tiger, Motor und Laser werden aus einer gemeinsamen geregelten 5 V Spannungsversorgung betrieben, die mit einem einfachen Spannungsregler 7805 realisiert wird. Falls Economy-Tiger, Motor und Laser insgesamt mit deutlich weniger als 1 A zufrieden sind, reicht eine einfache Variante dieses Reglers aus. Für stärkere Komponenten gibt es den 7805 auch in 3 A – Ausführung.

5. Praktische Tipps für den Aufbau

Zunächst ein paar Worte zur Auswahl zum Anschluss des Lasers. Handelsübliche Laserpointer können meist problemlos aus der Tiger-Schaltung mitversorgt werden. Stärkere Lasermodule, die es auch in grün oder anderen Farben gibt, verlangen meist eine spezielle Ansteuerung. Diese müssen Sie, wenn sie nicht zum Laser passend mitgeliefert wird, nach den jeweiligen Laserdaten im Fachhandel kaufen. Wenn Sie Glück haben, reichen 5 V für den Betrieb der passenden Regelschaltungen, die ihrerseits meist mit lötbaren Anschlussdrähten

ausgerüstet sind. Wenn nicht, müssen Sie angepasste Varianten oder vielleicht eine eigene Stromversorgung für Ihren Laser entwickeln.

Denken Sie auch daran, dass stärkere Laser, deren Regelschaltung und der gemeinsame Spannungsregler für alle Komponenten immer eine gute Kühlung, also meist Kühlkörper benötigen. Besonders beim Einbau in ein geschlossenes Gehäuse muss eine Überhitzung der meist recht teuren Laser-Module sicher vermieden werden. Wichtig zu wissen ist auch, dass die Kühlkörper für den Laser, dessen Regelschaltung sowie des gemeinsamen Spannungsreglers in der Regel nicht auf dem gleichen Potential liegen. Beachten sie das bei Ihrer Kühlkörper- und Gehäusekonstruktion!

Ein paar Worte zur Mechanik. Da der Getriebe-Motor nur eine kleine Glasscheibe drehen muss, genügt ein sehr kleiner Gleichstrom-Motor. Allerdings sollte das Getriebe eine recht hohe Untersetzung haben, da die besten Effekte im Bereich von einer Umdrehung/Minute der Glasscheibe auftreten. Je nach der Baugröße dieser Einheit ist dann ein entsprechender Durchmesser der Reliefglasscheibe auszuwählen, damit der Laserstrahl an der Seite genügend Fläche zum Durchstrahlen hat. Bild 9 zeigt die Montage der Glasscheibe auf einem Miniatur-Getriebemotor (Conrad) und Bild 10 eine „große“ Variante, in der zwei verschiedenfarbige Laser, ein kontinuierlich einstellbarer Gleichstrom-Getriebemotor sowie zwei Schrittmotoren zur diskreten Einstellung von jeweils 20 Grating-Mustern eingesetzt werden. Gratings sind holografisch aufgebraute Muster auf Glas- oder Spiegelscheiben, die eine Vielzahl von Wiederholungen einzelner Muster aus einem Laserstrahl projizieren können. Zusätzlich hat das Gerät eine RS232-Schnittstelle, über die ein direkter Eingriff in die Abläufe und/oder die Programmierung des Economy-Tigers im Gerät erfolgen kann. Sie sehen, wie ausbaufähig Ihre Lasershow mit dem Economy-Tiger werden kann, denn alle Vorgänge können über den kleinen Tiger beliebig gesteuert werden.



Bild 9 Reliefglasscheibe auf Getriebe-Motor montiert

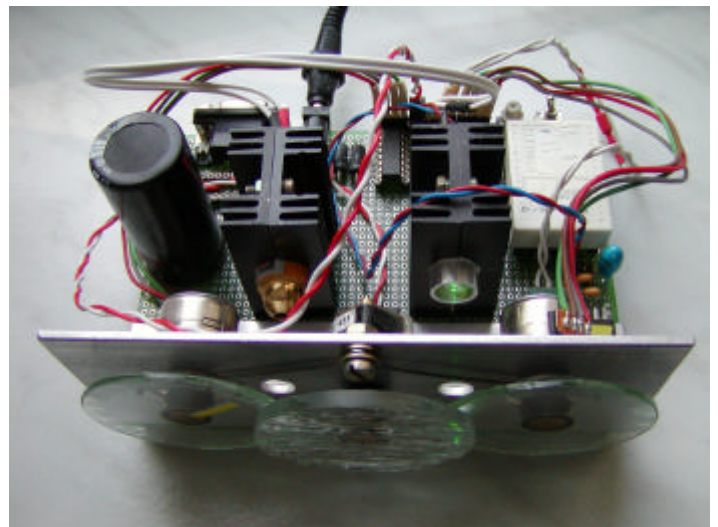


Bild 10 großes Experimentierboard des Autors

6. Software für den Economy-Tiger[®]

In dieser Applikation müssen wir nicht viel programmieren. Am Analogeingang Analog-In 3 liegt eine durch das Potentiometer zwischen 0 V und + 5 V eingestellte Spannung. Unser Programm muss also zunächst diesen Analogwert erfassen. Direkt aus dem Wert rechnen wir die für die PWM-Steuerung des Motors erforderlichen Zeiten für die Einschaltdauer in Vorwärts- und Rückwärtslauf aus. Wie PWM bei Gleichstrom-Motoren angewendet werden kann, haben wir schon in den Applikationsberichten Nr. 19 und 59 und kennen gelernt. Da der Economy-Tiger in dieser Anwendung sonst nichts weiter zu tun hat, werden wir die Motordrehzahl direkt mittels OUT-Befehlen steuern. Das ist bereits alles. Mit dem Potentiometer wird die Drehzahl nun ganz nach Empfinden eingestellt.

Mit dem Grundaufbau können wir softwareseitig experimentieren. Die schönsten Effekte lassen sich beim sehr langsamen Drehen der Reliefglas-Scheibe beobachten. Wer seine Lasershow erweitern will, kann zusätzlich noch weitere, z.B. andersfarbige Laser-Module betreiben und so wunderbare Farbenspiele erzeugen. Prinzipiell ist auch eine Dimmung der Laser-Module und/oder eine gesteuerte Drehzahl- bzw. Drehrichtungsänderung möglich. Wenn Sie wollen, können Sie dem Economy-Tiger noch eine RS232-Schnittstelle spendieren, mit der sie ihn in der Schaltung programmieren oder von einem PC aus steuern können. Vielleicht kann man Motor und Laser auch über Infrarot fernsteuern...?

Viel Spaß bei der eigenen Lasershow!

Copyright notice for pictures 5 and 6 (<http://members.misty.com/don/lrptr1.gif>)

Reproduction of this document in whole or in part is permitted if both of the following conditions are satisfied:

1. This notice is included in its entirety at the beginning.
2. There is no charge except to cover the costs of copying.