

# 8fach-Laserbank

Lasershow par excellence

Die Funktionsweise und den grundsätzlichen Aufbau dieser innovativen optischen Bank sowie die Ansteuerung der Effekte zur Erzielung einer abwechslungsreichen Lasershow beschreibt der vorliegende Artikel.

## Teil 2

### Die optische Bank

Nachdem wir im ersten Teil dieses Artikels die wichtigsten und am meisten verwendeten Effekte erläutert haben, beschäftigen wir uns nun mit der Ansteuerung dieser Effekte, denn wie einleitend bereits gesagt, erfordert eine abwechslungsreiche Lasershow den gezielten Einsatz verschiedener Effekte.

### Grundplatte

Mit dem Begriff „optische Bank“ wird im Lasershow-Bereich die Grundplatte bezeichnet, auf welcher der Laser und die Effekte aufgebaut sind. Hierzu wird mei-

stens eine Alu-Grundplatte verwendet, die im Raster angeordnete Bohrungen aufweist. Für eine besonders hohe Stabilität kann auch eine Stahlplatte Einsatz finden. Die Bohrungen dienen zur Montage der verschiedenen optischen Komponenten. Es ist jedoch wenig sinnvoll, nur die zunächst erforderlichen Bohrungen einzubringen, weil es dadurch kaum noch möglich ist, Umbauten und Experimente durchzuführen. Aus diesem Grunde sollte die Grundplatte einer universell einsetzbaren optischen Bank möglichst alle zum Raster gehörende Bohrungen enthalten.

### Umlenkspiegel

Die effektivste und einfachste Richtungsänderung eines Laserstrahls läßt sich mit einem Spiegel erreichen. Hierbei sollte man aber nicht gleich an den heimischen Kosmetikspiegel denken, sondern wissen, daß in der Lasertechnik nur Oberflächenspiegel verwendet werden.

Die reflektierenden Oberflächen bestehen im einfachsten Fall aus einer Aluminiumschicht oder bei guten Spiegeln aus

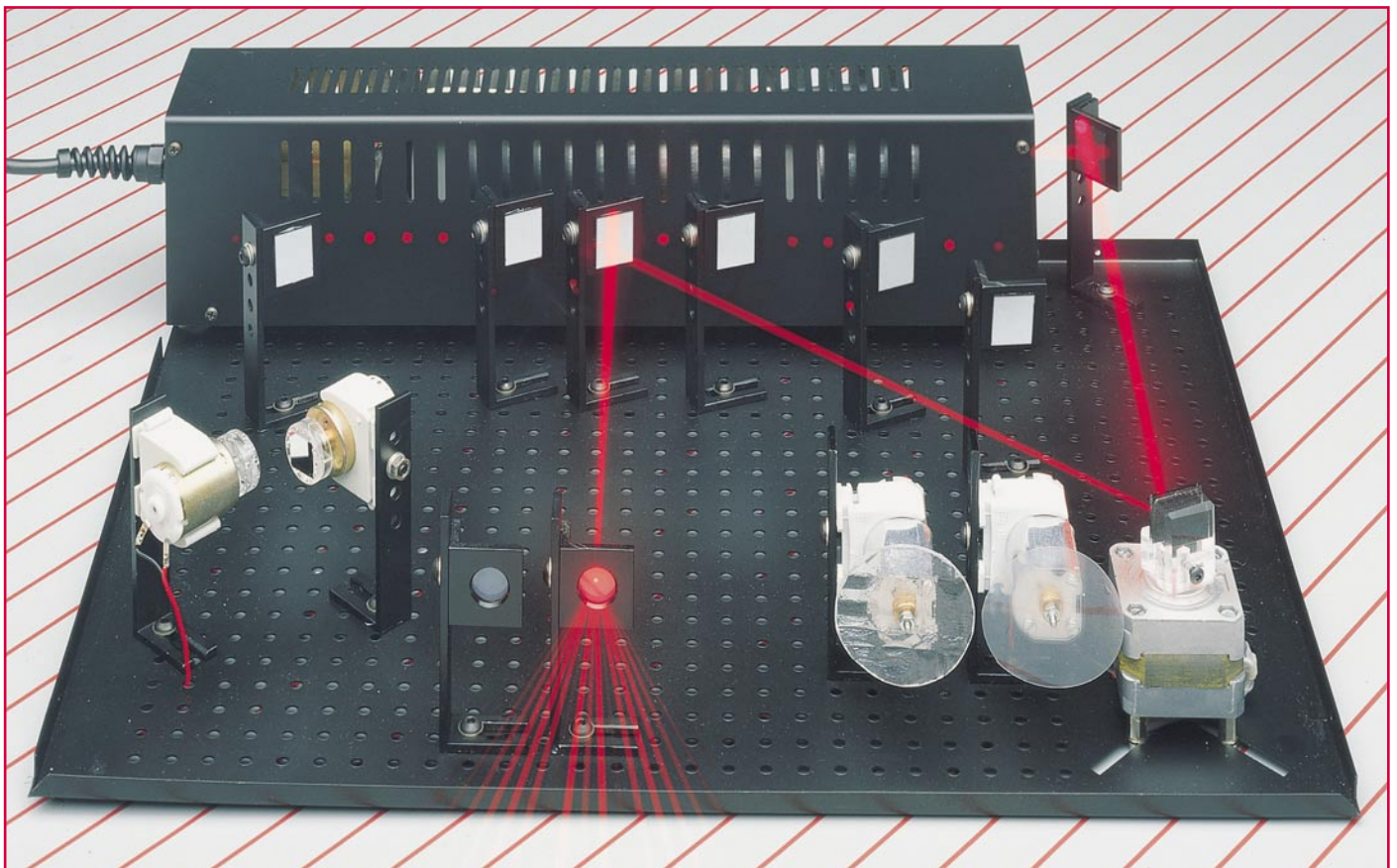
vielen verschiedenen Schichten, die nacheinander auf das Glas aufgedampft werden. Normale Haushaltsspiegel hingegen sind auf der Rückseite mit einer reflektierenden Silberschicht versehen (Abbildung 9).

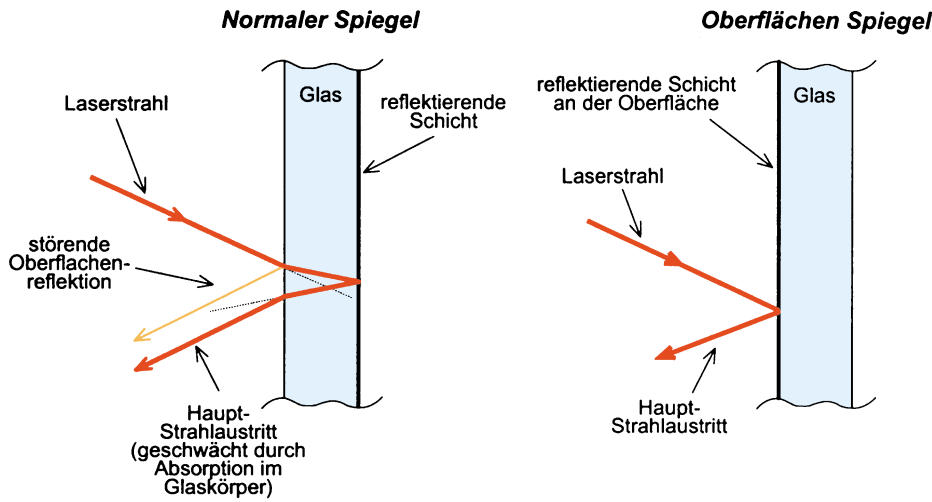
Verwendete man im Laserbereich solche Spiegel, hätte man immer mit Doppelreflexionen und Leistungsverlust zu kämpfen. Die Doppelreflexion entsteht dadurch, daß ein Teil des Laserstrahls beim Auftreffen auf die Glasoberfläche reflektiert wird und der durchdringende Teil beim Auftreffen auf die verspiegelte Rückseite. Ein anderer Teil wird gar nicht reflektiert, sondern geht unter anderem beim Durchdringen des Glases verloren.

Einmal von der Doppelreflexion abgesehen, ist schon der übrige Verlust sehr ungünstig, weil ein stärkerer Laser benutzt werden müßte, um diesen Verlust auszugleichen. Vor allem ist zu berücksichtigen, daß der Laserstrahl nicht nur über einen Spiegel geführt wird, sondern mindestens über 2 Spiegel und eventuell ein Gitter.

In der Lasertechnik werden daher im

**Bild 8: Ansicht der neuen optischen Bank von ELV (ohne Gehäuse) mit Grundplatte und teilweise bestückten Effekten. Hinter den Umlenkspiegeln ist der 2mW-Helium-Neon-Laser LA 230 angeordnet.**





**Bild 9:** Links: „normaler“ Glas-Spiegel Rechts: Oberflächenspiegel

allgemeinen Spiegel verwendet, die fast 100 % reflektieren. Natürlich hängt der Wirkungsgrad auch vom Einfallswinkel des Laserstrahls ab, so daß eine Messung zur Qualitätsbestimmung immer mit dem idealen Ein- und Ausfallwinkel von 45° vorgenommen wird. Solch hochwertige Spiegel haben zwar einen höheren Preis, jedoch ist dieser Aufpreis üblicherweise erheblich geringer als die Differenz zum nächststärkeren Laser, der bei „Billigspiegeln“ eingesetzt werden müßte, um die gleiche Ausgangsleistung nach Durchlaufen der Ablenkungen zu erhalten.

Ein Nachteil vorstehend erwähnter, besonders hochwertiger Oberflächenspiegel soll aber auch nicht verschwiegen werden: Oberflächenspiegel sind aufgrund ihrer weitgehend ungeschützten Oberfläche sehr empfindlich gegen Kratzer. Aus diesem Grund darf der Schmutz von einem Oberflächenspiegel nicht „heruntergescheuert“ werden. Außerdem erfolgt die Reinigung nicht mit Wasser, welches Flecken hinterlassen würde, sondern mit Aceton oder Spiritus und speziellem „Lens Paper“ oder wenigstens einem nicht fuselnden weichen Papiertaschentuch.

Ferner gibt es teildurchlässige Spiegel, sogenannte Strahlteiler, bei denen die reflektierende Schicht einen Teil (z. B. 50 : 50 oder 70 : 30) des Lichtes passieren läßt, sowie sogenannte Farbteiler, die nur bestimmte Wellenlängen reflektieren und zur Farbtrennung oder Zusammenführung verschiedenfarbiger Laserstrahlen benutzt werden können.

**Spiegelhalter**

Zur Befestigung der Spiegel dienen Spiegelhalter, die aus 2 Alu-Winkeln bestehen. Auf den kleinen Winkel wird der Spiegel aufgeklebt. Dieser Winkel verfügt über eine Gewindebohrung, mit deren Hilfe er an den größeren Winkel geschraubt werden kann. Hierzu dienen grundsätzlich nur

Innensechskant-Schrauben, weil es dafür abgewinkelte Werkzeuge gibt, die in mehreren Stellungen ansetzbar sind, um auch an schwer zugängliche Stellen zu gelangen. Die Winkel selbst müssen schwarz eloxiert oder mattschwarz lackiert sein, damit es z. B. bei Justierarbeiten durch das glänzende Aluminium nicht zu unkontrollierten Reflexionen kommen kann.



**Bild 10:** Spiegelhalter mit angeschraubtem Haltewinkel und aufgeklebtem Oberflächenspiegel

Der große Winkel verfügt über ein Langloch, mit dessen Hilfe bei sinnvoller Rastierung der Grundplatte nahezu jede beliebige Position auf der Platte erreicht werden kann. Abbildung 10 zeigt einen Spiegelhalter mit angeschraubtem Haltewinkel und aufgeklebtem Oberflächenspiegel.

**Laserstrahlschalter**

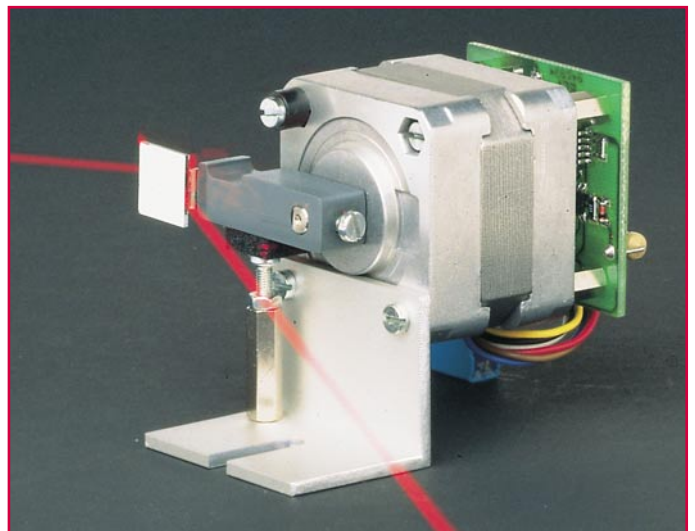
Zur Effektansteuerung wurde von ELV der Laserstrahlschalter LS 96 entwickelt (Abbildung 11). Mit Hilfe des zur Spiegelbewegung dienenden Schrittmotors kann ein Spiegel in den Laserstrahl eingeschwenkt werden, der den Strahl umlenkt und so einem Effektaufbau zuführt.

Für jeden Effekt benötigt man einen solchen Strahlschalter, d. h. diese optischen Schalter sind alle entlang des Laserstrahls montiert. Hierdurch ist es möglich, einen bestimmten von einer nahezu beliebigen Anzahl von Lasereffekten gezielt mit dem Laserstrahl zu versorgen.

Diese im Profi-Bereich bewährte Technik des Aufbaus einer optischen Bank hat jedoch entscheidende Nachteile:

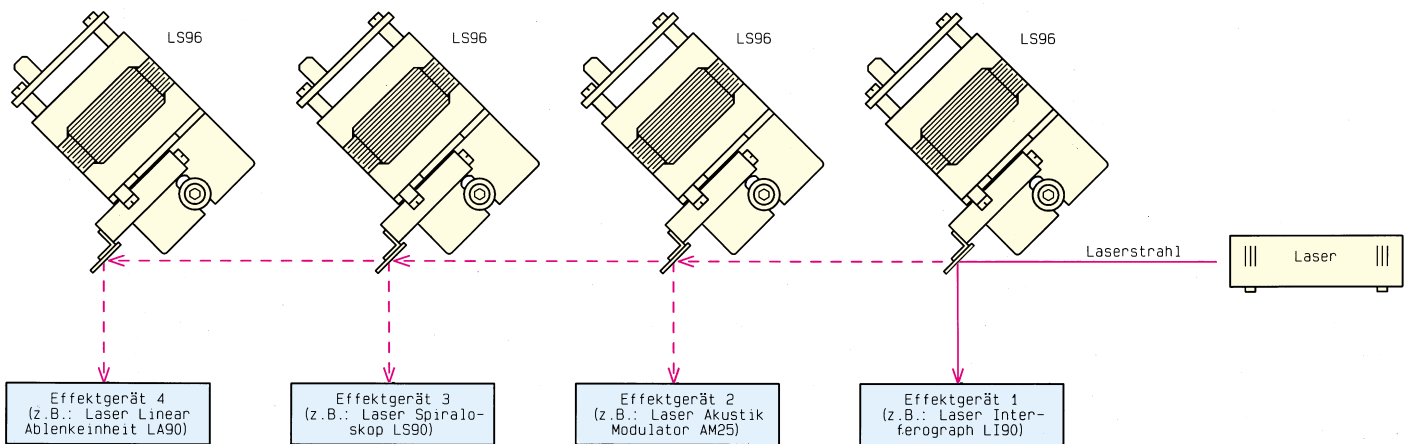
Bedingt durch die relativ großen Abmessungen eines einzelnen Strahlschalters wird für eine optische Bank mit beispielsweise 8 Effekten eine verhältnismäßig große Grundplatte benötigt. Darüber hinaus stellen die 8 Strahlschalter für eine Laseranlage im Partykeller einen beachtlichen Kostenfaktor dar.

Ein eingeschwenkter Strahlschalter lenkt den Laserstrahl um 90° nach vorne ab. Leider läßt sich durch Drehung des Strahlschalters nur eine sehr grobe Justierung des reflektierten Strahles erreichen, so daß z. B. zur genauen Positionierung des Strahles im Raum jeweils 2 weitere Spiegel erforderlich sind. Abbildung 12 zeigt die typische Anordnung einer 4fach-Laserstrahl-Umschaltung mit dem LS 96. Dar aus ist ersichtlich, daß prinzipiell die Anzahl der Strahlschalter nahezu beliebig er-



**Bild 11:** Laserstrahlschalter LS 96 von ELV





**Bild 12: Typische Anordnung einer 4fach-Laserstrahl-Umschaltung mit dem LS 96 von ELV**

weitert werden kann, allerdings bei vergleichsweise großen Geräteabmessungen. Hinzu kommt die Anforderung an eine extreme Verwindungssteifigkeit der Grundplatte, die um so wichtiger ist, je größer die Abmessungen, denn letztendlich muß der Laserstrahl einen verhältnismäßig kleinen Spiegel genau treffen.

### Optischer Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter

Einem ganz anderen Konzept folgt die neue Laseranlage von ELV. In einem für Anlagen dieser Komplexität vergleichsweise handlichen Gehäuse ist nun eine 8fach optische Bank untergebracht, für deren Aufbau bisher die Fläche eines Tisches benötigt wurde.

Die Auswahl der Effekte erfolgt auch hier über einen Schrittmotor, wobei aber ein einziger Motor alle 8 Effekte bedient. Hierdurch wird auch die Anzahl der erforderlichen Spiegel reduziert, was nicht nur den Aufwand vorzunehmender Justierarbeiten deutlich verringert, sondern auch dazu führt, daß weniger Spiegel zu reinigen sind und der Lichtverlust minimiert wird.

Abbildung 13 zeigt schematisch die Anordnung der wesentlichen Komponenten und den Strahlverlauf.

Der Schrittmotor arbeitet im Vollschrittmodus und befindet sich immer in einer von 9 Positionen. Dabei ist die erste Position die definierte Ausgangsstellung, in der kein Effekt erzeugt wird. Auf diese Position wird der Schrittmotor nach dem Einschalten des Gerätes durch die Steuer elektronik gebracht.

Zusätzlich gibt es 8 Effektpositionen. 8 Umlenkspiegel sind so angeordnet, daß jeweils einer von ihnen im Strahlenweg des Lasers steht, wenn sich der Motor auf einer der 8 Effektpositionen befindet.

Aufgrund der Geschwindigkeit des Motors ist es möglich, mehrere Effekte im Wechsel so schnell hintereinander anzufahren, daß sie scheinbar gleichzeitig ein-

geschaltet sind, was natürlich tatsächlich nicht der Fall ist. Die optische Wirkung ist jedoch faszinierend.

Da beispielsweise bei einem Sprung von Effekt 1 auf Effekt 8 die anderen Effekte kurz „aufblitzen“, ist es sinnvoll, die Laserdiode während der kurzen Bewegung des Schrittmotors abzuschalten. Dies macht der Laserdiode, die 1500 Hz leicht schafft, nichts aus, verbessert die Lasershow aber deutlich.

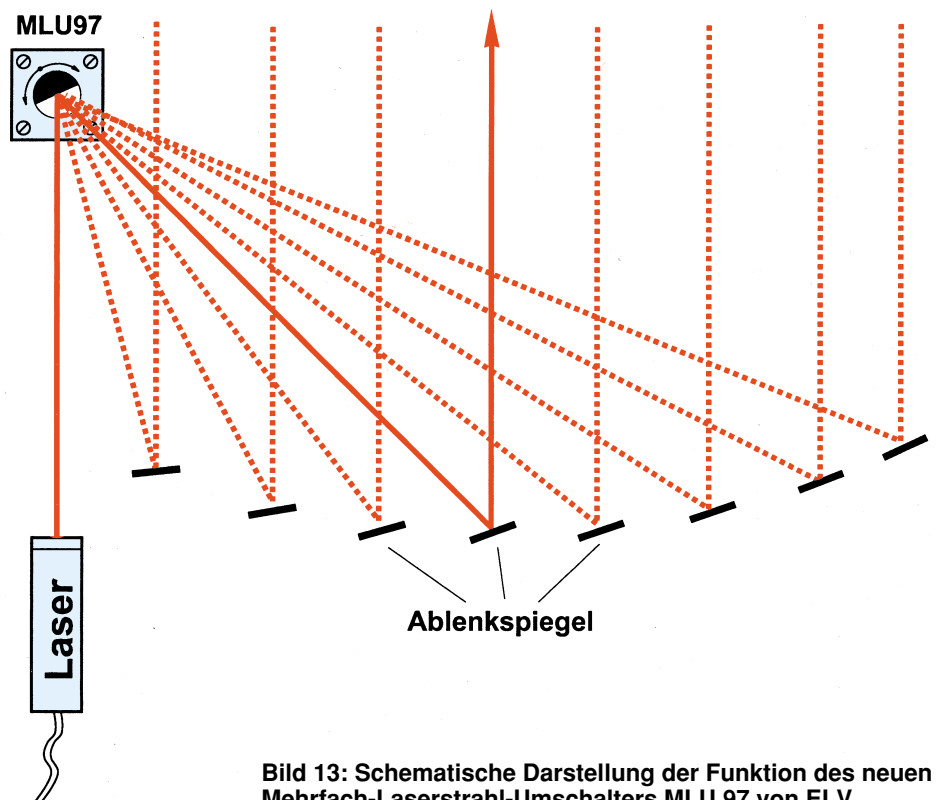
Falls mit einer Laserröhre gearbeitet wird, die im Gerät hinten quer eingebaut werden kann, besteht die Möglichkeit, den Strahl in der entsprechenden Zeit mit einem Strahlschalter zu unterbrechen, weil die Laserröhre, wie bereits vor-

stehend erwähnt, nur für den Dauerbetrieb und nicht als „Blinklicht“ geeignet ist.

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß das Konzept der neuen optischen Bank von ELV dem Anwender eine optimierte Lösung in die Hand gibt:

In einem handlichen Gehäuse ist eine komplette 8fach optische Laserbank mit geringst möglichem Materialeinsatz realisiert, die leicht zu handhaben ist und es darüber hinaus gestattet, Änderungen im Effektaufbau durchzuführen.

Im dritten Teil dieses Artikels folgt die ausführliche Beschreibung des mechanischen Aufbaus dieser innovativen 8fach-Laserbank. **ELV**



**Bild 13: Schematische Darstellung der Funktion des neuen Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 von ELV.**