

# Laserstrahl-Schalter LS 96

**Zur präzisen gezielten Ablenkung eines Laserstrahls dient dieses elektronisch gesteuerte Schwenkspiegel-System. Durch Hintereinanderschalten mehrerer Systeme kann der Laserstrahl auf verschiedene Effekteinrichtungen gelenkt und so eine abwechslungsreiche Show gestaltet werden.**

## Allgemeines

Lasershows zählen zu den interessantesten Lichteffekten überhaupt. Durch vielfältigste Möglichkeiten zur Ablenkung und Beeinflussung des Laserstrahls können Sie Ihre private Party durch faszinierende Showeffekte bereichern.

Die Lasershow ist dabei um so abwechslungsreicher und unterhaltsamer, je mehr Variationsmöglichkeiten der Laserstrahlprojektion zur Verfügung stehen. So entstanden in den vergangenen Jahren in der ELV-Entwicklungsabteilung mehrere recht unterschiedliche Effektgeräte vom parallel arbeitenden Laser-Interferograph über ein Motor-Spiegelsystem, einen Laser-Akustik-Modulator bis hin zur computer-gesteuerten XY-Ablenkeinheit.

Jedes System erzeugt dabei auf seine charakteristische Weise durch spezielle Ablenkalgorithmen eigene Showeffekte, deren Vielseitigkeit sich durch Kombination mehrerer unterschiedlicher Systeme deutlich steigert.

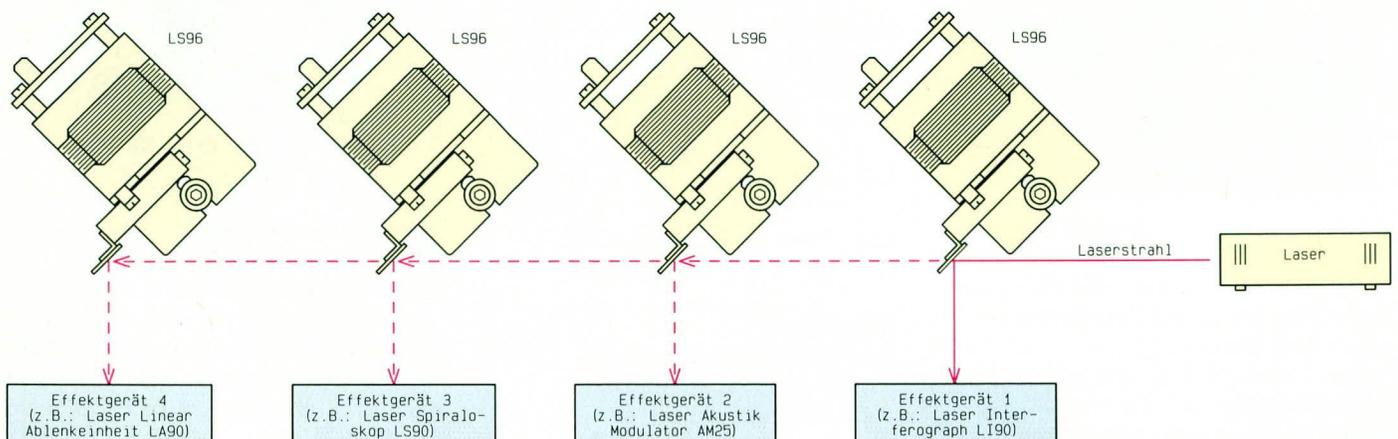
Damit nun mit einem einzigen Laserstrahl die Erzielung mehrerer unterschiedlicher Effekte möglich ist, muß dieser Strahl gezielt von der Laseranlage kommend, wahlweise zum ersten oder zum zweiten oder zum dritten oder .... Effektgerät geleitet werden. Üblicherweise sind dabei die einzelnen Effektgeräte selbst auf einer sogenannten „Laserbank“ zusammen mit den steuerbaren Strahlschaltern und der Laseranlage selbst montiert.

In Abbildung 1 ist eine typische Anordnung gezeigt. Ganz rechts ist die Laseranlage selbst zu sehen, die den eigentlichen Laserstrahl erzeugt. Dieser fällt zunächst auf den ersten Spiegel des Laserstrahl-Schalters LS 96 und wird von dort im 90°-Winkel auf das erste Effektgerät gelenkt (hier: Laser-Interferograph LI 90). Es ist dabei leicht verständlich, daß die Positioniergenauigkeit des im Strahlengang liegenden Spiegels hochpräzise sein muß, damit der Laserstrahl auf die Spiegel des nachgeschalteten Effektgerätes genau auftrifft.

Wird nun der Spiegel des ersten rechts eingezeichneten Laserstrahl-Schalters LS 96 aus dem Strahlengang herausgedreht, trifft der Laserstrahl nun auf den Spiegel des zweiten links daneben angeordneten Laserstrahl-Schalters, der seinerseits eine Ablenkung um 90° vornimmt, so daß der Laserstrahl nun nicht auf Effektgerät 1, sondern jetzt auf Effektgerät 2 trifft (hier: Laser-Akustik-Modulator AM 25).

In gleicher Weise kann auch der Spiegel dieses zweiten Laserstrahl-Schalters hochgeschwenkt werden, und der Strahl trifft auf den Spiegel des dritten oder des vierten

**Bild 1: Typische Anordnung einer 4fach-Laserstrahlumschaltung mit dem LS 96**



## Technische Daten: Laserstrahl-Schalter LS 96

Versorgungsspannung:	12 V bis 15 V
Stromaufnahme (bei 12 V):	ca. 160 mA (Stand-by) ca. 420 mA (Aktiv)
Max.-Ausgangsstrom der Treiberschaltung:	500 mA
Taktfrequenz:	ca. 250 Hz
Einstellzeit für Schwenkvorgang:	ca. 0,03 sek.
Steuereingang:	High-Pegel: 4 V - 15 V (eingeschwenkt) Low-Pegel: 0 V - 1 V (ausgeschwenkt)

oder ... Laserstrahl-Schalters. Auf diese Weise sind nahezu beliebig viele Effektgeräte in den Strahlengang des Lasers einschaltbar, wobei jeweils nur ein einziger zusätzlicher Umlenkspiegel in den Strahlengang eingefügt zu werden braucht, mit entsprechend geringen Verlusten.

### Laserstrahl-Schalter LS 96

Bei den meisten in Lasershows eingesetzten Effektgeräten spielt die Ablenkgeschwindigkeit des Laserstrahls eine wichtige Rolle, d. h. die Masse der Ablenkspiegel muß so klein wie möglich gehalten werden. Dies wiederum bedeutet den Einsatz entsprechend kleiner Ablenkspiegel, die meist nur geringfügig größer sind als für den jeweiligen Showeffekt unbedingt nötig.

Für die Positioniergenauigkeit des vom Effektgerät abgelenkten Laserstrahls bedeutet dies höchste Präzision. Im allgemeinen bereitet die exakte Ausrichtung der Laseranlage selbst und des Effektgerätes keine Probleme, eine mechanisch solide Konstruktion einmal vorausgesetzt. Diese Präzision muß nun aber zwingend notwendig auch beim Einsatz von Laserstrahl-Schaltern fortgeführt werden. Einfache Kippspiegel oder toleranz- und spielbehaf-

tete Drehachsen sind als Strahl-Schalter denkbar ungeeignet.

So haben wir uns bei der Konzeption des Laserstrahl-Schalters LS 96 für ein professionelles System mit extrem hoher Positioniergenauigkeit ent-

schieden. Hierbei handelt es sich um einen fein abgestuften Schrittmotor, dessen Achse absolut spielfrei gelagert ist und den Dreharm mit angesetztem, vergütetem Oberflächenspiegel trägt.

Eine integrierte Elektronik sorgt für die Motoransteuerung, damit das System auf einfache Weise einsetzbar ist. Sie brauchen lediglich die Betriebsspannung (Masse sowie +12 V bis +15 V) anzulegen, und schon positioniert sich das System von selbst.

Über einen einzigen Steuereingang wird nun der Spiegel geschwenkt. Führt der Steuereingang Low-Pegel (Masse), so ist der Spiegel nach oben geschwenkt, und der Laserstrahl wird nicht abgelenkt. Wird hingegen ein High-Pegel (+4 V bis +15 V bezogen auf die Schaltungsmasse) an diesen Steuereingang gelegt, so schwenkt der Spiegel nahezu verzögerungsfrei (innerhalb von 0,03 sek.) in den Strahlengang des Lasers, und der Laserstrahl gelangt auf das dazugehörige Effektgerät.

Sobald die Steuerspannung abgenommen, d. h. der Pegel auf 0 V zurückgefallen ist, schwenkt der Spiegel automatisch wieder in die obere Position. Eine komplizierte Ansteuerung des Schrittmotors ist von außen nicht erforderlich, denn die integrierte Elektronik des LS 96 sorgt für die

richtige Ansteuerung der Motorwicklungen.

Zur genauen Justierung des Ablenkspiegels kann sowohl das ganze System als auch der Ablenkspiegel einmal um seine im rechten Winkel dazustehende Achse. Weiterhin ist der Anschlag in der Aktivposition des Spiegels justierbar. So kann während der Montage des Laserstrahl-Schalters die Spiegelausrichtung optimal vorgenommen werden.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir uns nun der Schaltungstechnik des LS 96 zuwenden.

### Schaltung

In Abbildung 2 ist das Schaltbild der elektronischen Ansteuerung des Laserstrahl-Schalters LS 96 dargestellt. Links oben im Bild sind die 3 äußeren Anschlüsse zu sehen, von denen der mittlere mit GND bezeichnete Anschluß die Schaltungsmasse darstellt, während der obere Anschluß mit der +12 V bis +15 V-Betriebsspannung beaufschlagt wird. Die Stromaufnahme beträgt im Ruhezustand des Schwenkarmes ca. 160 mA (bei 12 V). Lediglich für die kurze Zeit der Schwenkbewegung nimmt die Schaltung rund 450 mA auf, so daß ein 12 V-Netzteil mit einer Belastbarkeit von 0,5 A für die Speisung ausreicht.

Über den unteren mit „STEUERL“ bezeichneten Anschluß wird die Position des Schwenkspiegels gesteuert. Der Eingang ist im Bereich von 0 bis +15 V TTL- und CMOS-kompatibel. Liegt der Steuereingang auf Masse-Potential, befindet sich der Schwenkarm in der oberen Position, d. h. der Laserstrahl passiert den LS 96 und wird nicht abgelenkt.

Liegt hingegen ein High-Pegel (+4 V bis +15 V) am Steuereingang, so schwenkt der Spiegel in nur 0,03 sek. in den Strahlengang, d. h. der Schrittmotor dreht bis zum Anschlag nach links (entgegen dem Uhrzeigersinn). Nur während dieser außerordentlich kurzen Zeit des eigentlichen Schwenkvorganges steigt die Stromaufnahme auf ca. 420 mA (bei 12 V-Betriebsspannung) an.

Fällt die Steuerspannung wieder auf Masse-Potential, so wird der Spiegel im Uhrzeigersinn aus dem Strahlengang herausgedreht.

Die Betriebsspannung, die im Bereich zwischen 12 V und 15 V liegen darf, wird mit dem Spannungsregler IC 1 auf 5 V stabilisiert, wobei C 1 und C 4 zur Schwingungsunterdrückung und Pufferung dienen. Diese stabilisierte Spannung dient zum Betrieb von IC 2 und IC 3.

IC 2 bildet zusammen mit R 1, R 2, C 2

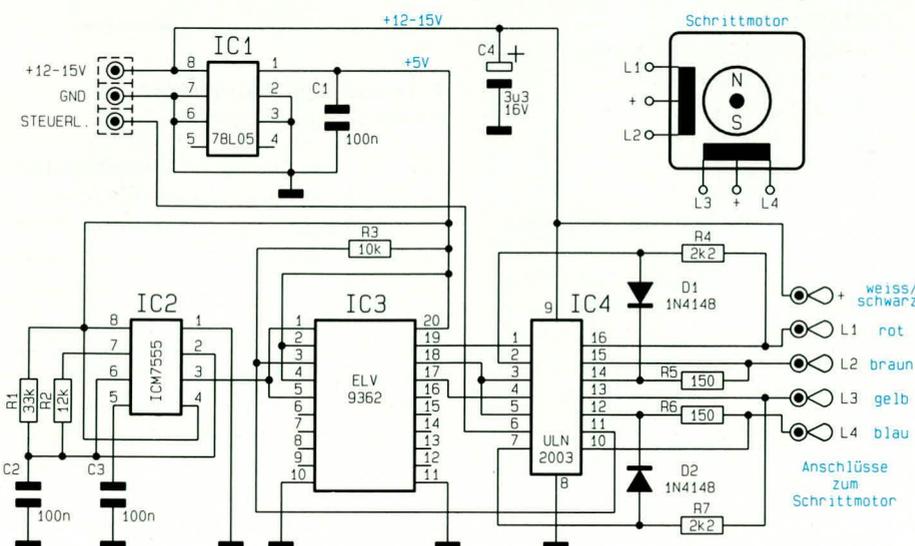
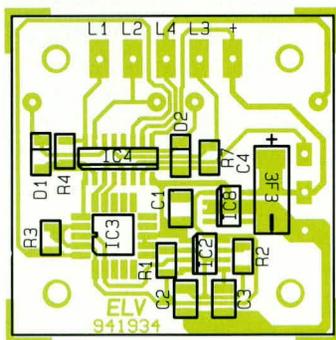
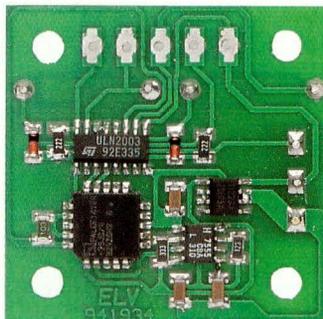


Bild 2: Schaltbild des Laserstrahl-Schalters LS 96

und C 3 einen Oszillator, der an seinem Ausgang (Pin 3) eine Rechteckspannung von ca. 250 Hz zur Verfügung stellt. Dieses Taktsignal gelangt an den Clock-Eingang des IC 3. Hierbei handelt es sich um einen programmierbaren Logikbaustein des Typs GAL 16V8, der die gesamte Ablaufsteuerung übernimmt. An den Ausgängen Pin 17, 18, 19 liegen die Steuersignale für den Schrittmotor an.

Da IC 3 nicht genügend Strom zum Betrieb des Schrittmotors liefern kann, ist IC 4 nachgeschaltet, in dem 7 Treiber-Transistoren mit Schutzdioden integriert sind.

Die Ablaufsteuerung sieht wie folgt aus: Nach dem Anlegen der Betriebsspannung läuft der Schrittmotor zunächst 16 Schritte nach links (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht). Da der Schwenkbereich des Drehspiegels an beiden Seiten mit einem Anschlag begrenzt ist und nur einen Spielraum von 10 Schritten bietet, läuft der



**Foto und Bestückungsplan für die auf der Leiterbahnseite montierten SMD-Bauteile**

Motor zwangsläufig gegen den linken Anschlag. Hierdurch nimmt der Schwenkspiegel unmittelbar nach dem Einschalten einen definierten Ausgangspunkt ein.

In Abhängigkeit von der Steuerspannung fährt der Schrittmotor nun die beiden eingangs beschriebenen Positionen an, indem er einmal bis zum Anschlag nach links (High-Pegel am Steuereingang) und einmal im Uhrzeigersinn, d. h. nach rechts dreht (Low-Pegel am Steuereingang).

In beiden Positionen werden die Wicklungen L 2 und L 4 des Schrittmotors mit einem Haltestrom beaufschlagt, damit sich der Schwenkarm auch bei kleinen Erschütterungen oder ähnlichem nicht verstellt.

## Nachbau

Durch den Einsatz moderner SMD-Technik findet die gesamte Elektronik auf einer nur 43 x 43 mm großen Leiterplatte Platz. Für den Aufbau ist unbedingt ein Lötcolben mit sehr dünner Spitze erforderlich.

Anhand des Bestückungsplanes wird zuerst IC 3 bestückt. Pin 1 ist durch einen Punkt auf der Gehäuseoberseite gekennzeichnet. Es wird zunächst ein Pin angelötet und dann die korrekte Position überprüft. Anschließend müssen die restlichen Anschlüsse unter Zugabe von nicht zuviel Lötzinn verlötet werden. Zur Kontrolle empfiehlt es sich, die Platine gegen eine Lichtquelle zu halten und zu durchleuchten, um eventuelle Lötzinnbrücken aufzuspüren und zu beseitigen.

In gleicher Weise wird mit IC 1, IC 2 und IC 4 verfahren. Die Kennzeichnung hier

erfolgt durch eine abgeflachte Gehäuseseite.

Bei der Bestückung der Dioden D 1 und D 2 ist auf die richtige Polung zu achten. Nachdem auch die passiven Bauteile R 1 bis R 3 sowie C 1 bis C 4 entsprechend dem Bestückungsplan eingesetzt sind, werden die beiden Widerstände R 4 und R 5 auf der gegenüberliegenden Platinenseite eingebaut und auf der Leiterbahnseite verlötet. Da sich diese Widerstände im Betrieb erwärmen, sollte der Abstand zur Platine 5 mm betragen. Mit dem Anbringen der 3poligen Schraubklemme ist der elektrische Teil des Nachbaus bereits beendet.

## Mechanischer Aufbau

Kommen wir als nächstes zur Montage der mechanischen Komponenten, wie in Abbildung 3 und 4 zu sehen. Zunächst werden die vier M 3-Befestigungsschrau-

### Stückliste: Laserstrahl-Schalter

#### Widerstände:

150Ω/1W .....	R5, R6
2,2kΩ/SMD .....	R4, R7
10kΩ/SMD .....	R3
12kΩ/SMD .....	R2
33kΩ/SMD .....	R1

#### Kondensatoren:

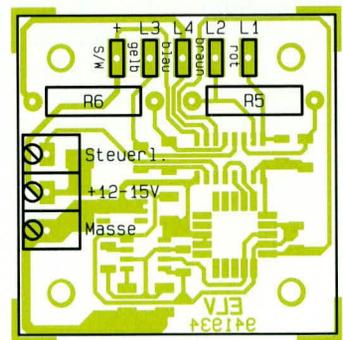
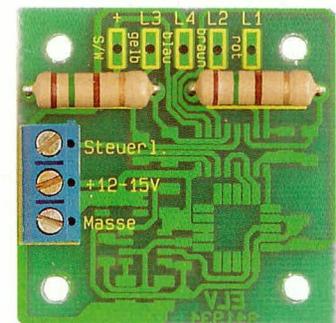
100nF/SMD .....	C1 - C3
3,3µF/16V/SMD .....	C4

#### Halbleiter:

ELV9362/SMD .....	IC3
78L05/SMD .....	IC1
ICM7555/SMD .....	IC2
ULN2003/SMD .....	IC4
1N4148/SMD .....	D1, D2

#### Sonstiges:

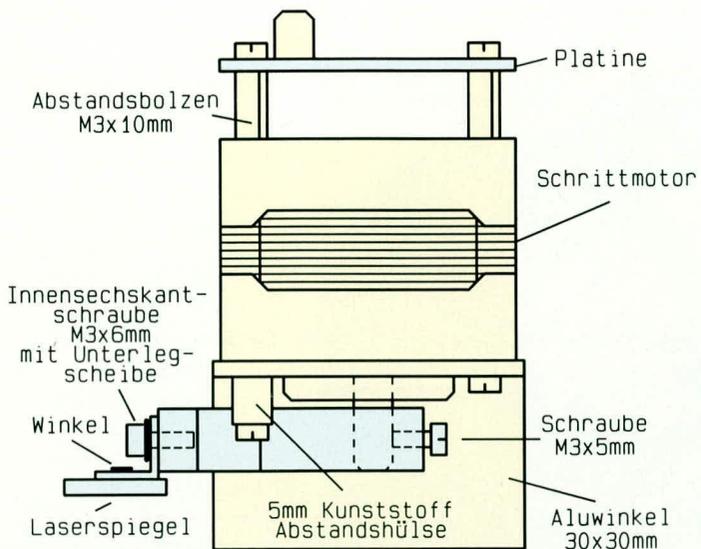
- 1 Schrittmotor
- 1 Schraubklemmleiste, 3polig
- 1 Ablenkarm aus Kunststoff
- 1 Metall-Befestigungswinkel
- 1 Spiegel, 13 x 13mm
- 1 Schaumstoff-Klebefuß
- 1 Motor-Haltewinkel
- 1 Innensechskant-Schraube, M3x6mm
- 3 U-Scheiben, 3,2mm Ø
- 5 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 15mm
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 35mm
- 3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 40mm
- 1 Senkkopfschraube, M3 x 6mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Metallabstandsbolzen mit Innengewinde, M3 x 20mm
- 4 Metallabstandsbolzen mit Innengewinde, M3 x 10mm
- 1 Distanzröllchen, 5mm, 3mm Innendurchmesser



**Foto und Bestückungsplan für die Platinenseite**

ben aus dem Motorblock herausgedreht und auch die zugehörigen Muttern entfernt. Behandelt man den Motorblock vorsichtig, so bleiben die einzelnen Komponenten auch ohne die Schrauben zusammengefügt.

Der Montage-Aluwinkel wird nun gemäß Abbildung 4 an die Stirnseite des Schrittmotors gesetzt, so daß die 6 Anschlußleitungen nach unten austreten (in Richtung des Aluwinkels). 2 Schrauben M 3 x 40 mm werden durch die entsprechenden Bohrungen des Aluwinkels und durch den Motorblock gesteckt, um auf der Motorrückseite mit 2 Sechskant-Abstandsbolzen mit M 3-Innengewinde fest ver-



**Bild 3: Montageskizze des LS 96 (Draufsicht)**

schraubt zu werden. Diese 12 mm langen Abstandsbolzen dienen als Muttern-Ersatz und gleichzeitig zur Befestigung der später anzuschraubenden Leiterplatte.

In die rechte obere Montagebohrung des Schrittmotors wird eine M 3 x 35 mm Schraube eingesetzt und auf der Rückseite mit einem dritten 12 mm langen Abstandsbolzen festgeschraubt.

Kommen wir jetzt zum Einbau des unteren justierbaren Anschlages für den Schwenkarm. Dieser Anschlag wird durch einen 20 mm langen Sechskant-Abstandsbolzen mit M 3-Innengewinde gebildet, der mittels einer M 3 x 5 mm Senkkopfschraube gemäß der Abbildung 4 auf dem Aluwinkel montiert wird. Zur Höheneinstellung des Anschlages dient eine Schraube M 3 x 15 mm, auf die zuvor eine M 3-Mutter aufgedreht wurde. Diese Schraube ist gemäß der gewünschten Höhe des Anschlages in den Abstandsbolzen einzudrehen und mit Hilfe der M 3-Mutter festzusetzen.

Der Schwenkarm besteht aus einem speziell geformten Kunststoffteil mit einer Länge von 35 mm. Hierin sind bereits sämtliche Montagebohrungen eingebracht. Die rechte stirnseitige Bohrung in der Nähe der Zentralbohrung für die Motorachse dient zur Aufnahme einer M 3 x 6 mm Schraube. Nach dem Aufsetzen des Schwenkarms auf die Motorachse wird durch Festziehen dieser Schraube der Schwenkarm fixiert.

Auf der gegenüberliegenden Seite wird mittels einer Innensechskant-Schraube M 3 x 6 mm ein kleiner Aluwinkel angeschraubt. An diesem Aluwinkel wurde zuvor mit Zweikomponentenkleber der Oberflächen-Ablenkspiegel angeklebt. Ein Schaumstoff-Fuß wird gemäß Abbildung 4 an den Schwenkarm geklebt, und zwar so, daß beim Linksanschlag dieser Schaum-

stofffuß auf den unteren Anschlag trifft zur weichen Abfederung.

Nun wird der Schwenkarm bis zum Linksanschlag gedreht, um anschließend in der linken oberen Ecke des Motors den zweiten Anschlag zu montieren. Dieser besteht aus einer M 3 x 40 mm Schraube, auf die zuvor eine 5 mm Kunststoff-Abstandshülse gesetzt wurde. Die Schraube ist dann durch die entsprechende Montagebohrung des Schrittmotors zu stecken und auf der Rückseite des Motorblocks mit einem vierten Sechskant-Abstandsbolzen festzusetzen.

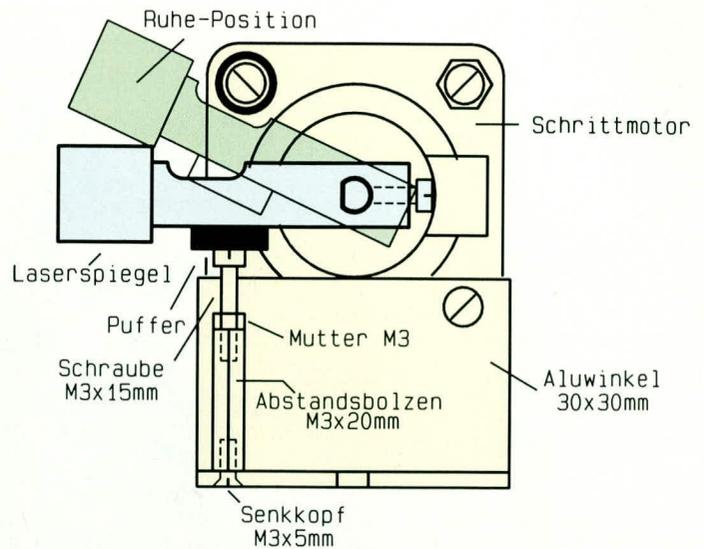
Kommen wir nun zum elektrischen Anschluß des Schrittmotors. Die 6 Anschlußleitungen sind auf 40 mm Länge zu kürzen und an den Enden jeweils auf 3 mm abzuisolieren. Anhand der farblichen Kennzeichnung, des Schaltbildes und des Bestückungsplanes sind diese Anschlüsse von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken und auf der Leiterbahnseite zu verlöten. Die weiße und die schwarze Anschlußleitung sind dabei zuvor miteinander zu verbinden, d. h. es stehen 5 Bohrungen für 6 Leitungen zur Verfügung.

Zur mechanischen Befestigung der Leiterplatte dienen 4 Schrauben M 3 x 5 mm, die durch die Eckbohrungen der Platine und anschließend in die 4 Abstandsbolzen auf der Rückseite des Motorblocks zu schrauben sind.

Damit ist auch der mechanische Aufbau so weit abgeschlossen, und wir können uns der Inbetriebnahme zuwenden.

### Inbetriebnahme und Justierung

Nachdem alle Komponenten zusammengebaut sind und die Platine mit dem Motor verbunden ist, wird die Versorgungsspannung angelegt. Zwischen dem Steuerein-



**Bild 4: Skizze des Laserstrahl-Schalters (Vorderansicht)**

gang und dem +15 V-Anschluß ist zunächst provisorisch ein Schalter anzuschließen.

In der Schalterstellung „Ein“ wird der Schwenkarm so auf der Motorachse justiert, daß dieser genau waagrecht steht. Hierzu ist die entsprechende Feststellschraube zuvor zu lösen. Die Schrittmotorachse besitzt eine Abflachung, die in der vorliegenden Anwendung nicht genutzt wird, da hierdurch eine Feinjustierung unmöglich wäre. Vielmehr ist durch erneutes Aus- und Wiedereinschalten der Betriebsspannung dafür zu sorgen, daß sich diese Abflachung ungefähr auf der gegenüberliegenden Seite der Feststellschraube befindet (siehe Abbildung 4). Nun ist der Schwenkarm exakt waagrecht auszurichten und durch Festziehen der Schraube zu fixieren.

Anschließend wird die M 3 x 15 mm-Schraube des unteren Endanschlages soweit aus dem senkrecht stehenden Abstandsbolzen herausgedreht, bis der Schraubenkopf leicht unter den Schaumstofffuß des Schwenkarmes drückt. Damit sich die Schraube nicht wieder verstellt, ist die Kontermutter nach unten zu drehen und festzuziehen.

Wird der Schalter jetzt in Stellung „Aus“ gebracht, dreht sich der Schwenkarm automatisch nach oben.

Zur späteren genauen Justierung des Laserstrahl-Ablenkswinkels kann die gesamte Konstruktion über die zentrale Befestigungsschraube auf der Laserbank gedreht werden, und zusätzlich ist durch Lösen der M 3 Innensechskant-Schraube der Spiegel selbst drehbar.

Damit sind die Einstellarbeiten an dieser Stelle so weit abgeschlossen, und der Laserstrahl-Schalter LS 96 kann seiner künftigen Bestimmung zugeführt werden.