

...Lightshow vom Feinsten: der ELV- Laser-Akustik- modulator AM 25

Mit diesem Gerät wird bei günstigem Preis unser kompromißlos leistungsstarkes Laser-Programm fortgeführt und ein kleiner, sehr wirkungsvoller Effektbaustein realisiert:

- unmittelbares Umsetzen von Musiksignalen in Lasermuster
- Lautstärke- und Rhythmusabhängigkeit der Figuren
- gleichzeitiger Einsatz mehrerer Laser möglich
- attraktive Gegenlichtanwendungen
- universelle Montierbarkeit der Einheit (Decke, Wand, Regal etc.)
- stufenlose Kipp- und Schwenkmöglichkeit von je 360°
- problemloser Anschluß an vorhandene Stereoanlagen
- hochwertiger Breitband-Oberflächenplanspiegel
- optimaler Lasereffekt für Diskotheken, Partyraum o. ä.

Allgemeine Beschreibung

Herzstück des AM 25 ist ein kleiner Spiegel, der über einen Lautsprecher angetrieben wird. „Das ist doch nichts Neues!“, werden Sie jetzt möglicherweise sofort denken; und da hätten Sie auch ganz recht. Wir verwenden jedoch weder ein System mit aufwendigem und anfälligem Drehscharnierlager an einem vergleichsweise großen Lautsprecher noch das ziemlich unzulängliche Befestigen eines Spiegels direkt auf der Lautsprechermembrane. Statt dessen ist eine ganze Menge angewandter Physik im Spiel, auf die wir weiter unten kurz eingehen werden.

Der Glasspiegel des AM 25 besitzt bei den Außenmaßen 13 x 13 mm eine aufgedampfte Aluminiumschicht mit hohem Reflexionsgrad (ca. 90 %), die durch eine hauchdünne Quarzschicht geschützt wird. Er ist auf einer feinen Trägerplatte befestigt, die ihrerseits über Spezial-Zugfedern mittig vor einer Lautsprechermembrane freischwingend aufgehängt ist. Ein zentraler Übertragungskegel auf der Lautsprechermembrane regt den Spiegel durch mecha-

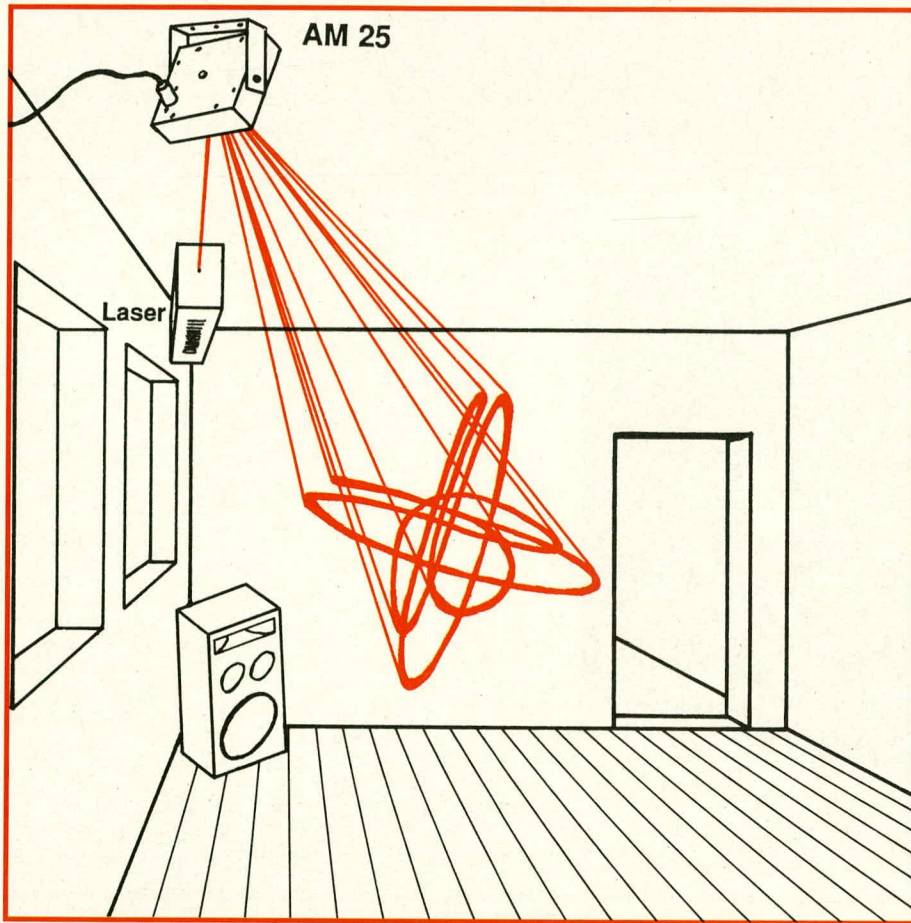


Bild 1: Typische Anwendung des AM 25

nische Impulsstöße zu vielfältigen, breitbandigen Schwingungen an, sobald Tonsignale auf den Lautsprecher gegeben werden.

Die hierdurch erreichbaren Ablenkwinkel eines einfallenden Laserstrahls führen zu rasch bewegten, immer wieder variierten zweidimensionalen Bildmustern (z. T. mit 3D-Illusion). Es reicht daher eine einzige Ablenkeinheit zur Erstellung der Lasergraphik aus, wodurch sich das Konzept etwa von Rotations- oder Scanner-einheiten sowie den vorgenannten Lautsprecher-Modulatoren abhebt.

Dem beschriebenen Ablenkeffekt in seiner ganzen Vielseitigkeit liegt ein anspruchsvolles mechanisches Konzept zugrunde. Detailliertes Abstimmen von Spiegelmasse und -form, Übertragungskegel, Aufhängekonfiguration, Dämpfung und Federcharakteristik sind Voraussetzungen. Zum Ausgleich von Bauteiltoleranzen ist außerdem jede einzelne Einheit nach der Montage auf den optimalen Arbeitspunkt justierbar, was in kürzester Zeit zu bewerkstelligen ist und auch jederzeit wiederholt werden kann.

Etwas Theorie

Ein zwischen Federn freibeweglich aufgehängter Körper besitzt im allgemeinen 6 Freiheitsgrade der Bewegung: 3 lineare und

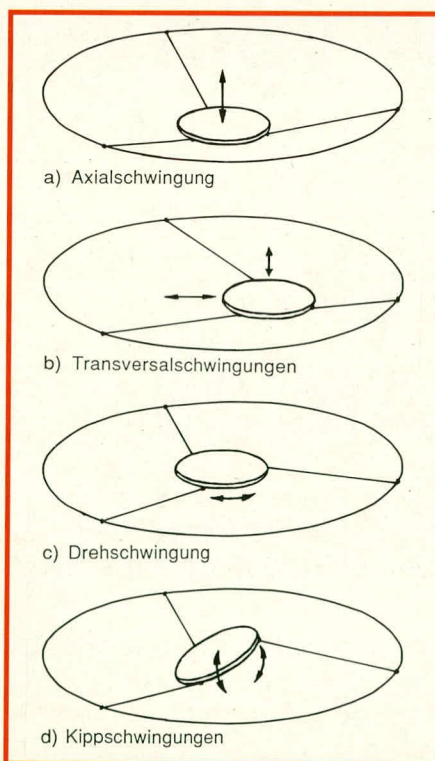


Bild 2: Die Schwingungsarten eines elastisch aufgehängten Körpers

3 Rotations-Bewegungskomponenten. In Übertragung auf den Modulatorspiegel zeigt Bild 2 die einzelnen Schwingungsmoden.

Einleuchtend bewirken nur die beiden Kippschwingungsmoden von Teil d eine Strahlableitung (in sehr engen Grenzen auch a). Diese Schwingungskomponenten werden jedoch ständig auch von den nicht unmittelbar ablenkwirksamen Spiegelbewegungen beeinflusst, und zwar in ganz entscheidendem Maße. Außerdem verändert sich kontinuierlich der Punkt, an dem die Ablenk-Zwangskräfte auf den Spiegel einwirken. Aus diesen insgesamt sehr komplexen Abhängigkeiten erklärt sich die enorme Variations-Bandbreite der Laser-muster, sobald die entsprechenden mechanischen Parameter aufeinander abgestimmt sind.

Die Ansteuerung

Der zum Spiegelantrieb eingesetzte Lautsprecher besitzt eine zulässige Dauerleistung von 0,5 Watt bei einem Innenwiderstand von 8 Ω . Diese relativ geringe Leistung reicht zur Erzeugung effektiver Laser-Muster bereits voll aus, darf aber auch nicht längerfristig überschritten werden. Das direkte Ankoppeln an Zweitausgänge von Verstärkern oder das Parallelschalten zu bestehenden Boxen ist daher immer nur insoweit zulässig, als dabei die Lautsprecherleistung im Ablensystem unter

Tabelle 1

Ansteuerleistung (W)	Vorwiderstand (Ω)	Widerstandsleistung (W)
3	12	0,7
5	18	1,0
10	27	2,0
25	47	3,0
50	68	4,5
100	100	6,5
200	150	10,0

0,5 W bleibt. In allen anderen Fällen müssen Vorwiderstände gemäß Tabelle 1 verwendet werden. (Im kommenden ELV journal Nr. 1/90 wird eine Ansteuerschaltung veröffentlicht, die u. a. sicherstellt, daß jederzeit eine entsprechende Anpassung gewährleistet ist.)

Zum Nachbau

Der Aufbau des ELV-Laser-Akustikmodulators AM 25 vollzieht sich in 5 Abschnitten, die mit etwas Fingerspitzengefühl problemlos zu bewerkstelligen sind.

1. Aufkleben des Laserspiegels auf den Spiegelträger
2. Montage des Spiegelträgers über 3 Zugfedern ins Gehäuse
3. Einsetzen des Lautsprechers
4. Elektrischer Anschluß
5. Endmontage

Anhand vorstehender Aufstellung wollen wir bei der nun folgenden Aufbaubeschreibung mit der Montage des Laserspiegels beginnen.

1. Aufkleben des Laserspiegels auf den Spiegelträger

Zunächst wird mit einem ca. 15 mm langen Stück Klebeband die folienfreie Rückseite des Laserspiegels beklebt. Evtl. überstehende Klebestreifenreste werden mit einem scharfen Messer oder einer Schere sorgfältig entfernt.

Bei der Verarbeitung des beidseitig klebenden Schaumstoffbandes ist zu beachten, daß die einseitig aufgebrachte Schutzfolie zunächst unangetastet bleibt. Die offene Seite des Bandes soll nicht berührt werden (Beeinträchtigung der Klebewirkung). Alle zu verklebenden Teile müssen entfettet werden, wozu ein spiritusfeuchtes Papiertaschentuch oder Wattestäbchen dient.

Der Spiegel ist nun sorgfältig auf den Spiegelträger zu kleben. Die Lage geht aus Bild 3 hervor: er soll sich exakt mittig auf dem Spiegelträger befinden, und ein Feder-Befestigungsloch soll genau über der Mitte einer Spiegelkante liegen. Die beiden anderen Löcher befinden sich also in sicherem Abstand symmetrisch zu den jeweils angrenzenden Spiegelkanten.

Die Schutzfolie des Klebers wird abgezogen und das Teil dann in der genannten Position sanft auf den flachliegenden Spiegelträger aufgelegt, jedoch nicht angedrückt. Ergibt die Sichtkontrolle auf korrekte Lage dann keine Einwände, darf der Spiegel fest angepreßt werden, wodurch eine sehr stabile und dauerhafte Verbindung entsteht. Ansonsten wird der Spiegel gelöst und erneut aufgelegt.

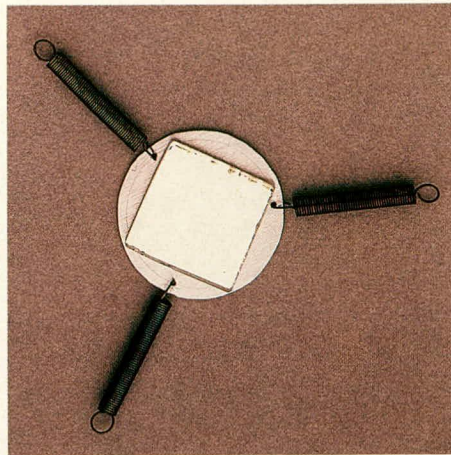


Bild 3: Fertig montierter Spiegelträger des AM 25

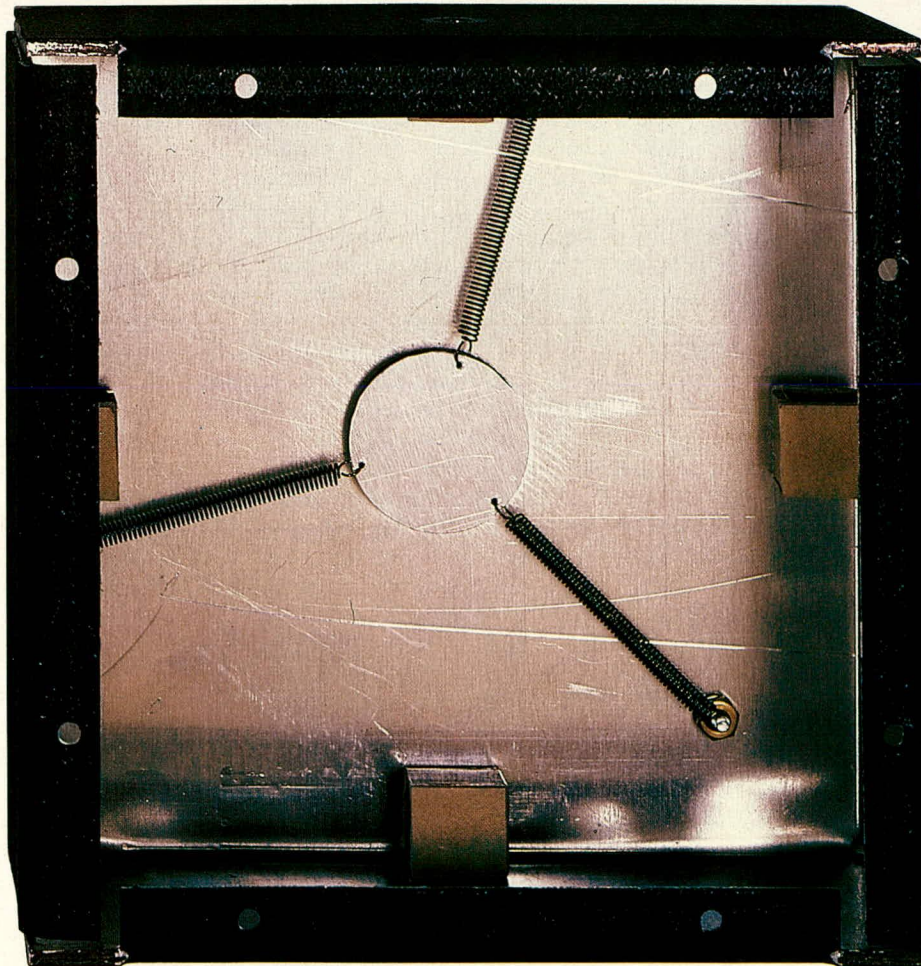


Bild 4: Rückansicht des Gehäuses mit eingehängtem Spiegelträger

2. Montage des Spiegelträgers über 3 Zugfedern ins Gehäuse

Vor der Befestigung des Spiegelträgers werden die 3 Schrauben M 2 x 7 mm durch die entsprechenden Löcher der Gehäusevorderseite gesteckt, innen mit Federringen und Muttern versehen und fest angezogen.

Bevor der Spiegelträger über die 3 Zugfedern montiert wird, sind außerdem aus montagetechnischen Gründen zunächst die 4 Abstandsstücke zur Lautsprecherbefestigung einzukleben. Durch diese Abstandsstücke erhält der später eingesetzte Lautsprecher die nötige Distanz zur Frontplatteninnenseite.

2 ausreichend lange Stücke Klebeband werden auf beide Flachseiten der 4 an- und nebeneinandergelegten Abstandsstücke geklebt. Es entsteht eine etwa 8,5 mm dicke Sandwich-Struktur, die mit einem scharfen Messer wieder, entlang der Körpergrenzen, in die 4 Einzelteile zerschnitten wird. Vor der Weiterverarbeitung sind alle überstehenden Schaumstoffteile mit scharfem Messer oder Schere zu entfernen.

Die 4 Abstandsstücke sollen von innen jeweils an die Gehäusefront (Klebestelle) und eine Seitenwand (ohne Klebestreifen) angrenzen. Dabei müssen sie unbedingt genau mittig, d. h. unter die Löcher für die Haltebügelmontage zu liegen kommen: Bild 4 zeigt die korrekte Position.

In das soweit vorbereitete Gehäuse kann jetzt der Spiegelträger montiert werden. Hierzu wird dieser mit den 3 empfindlichen Zugfedern bestückt, wie sich aus Bild 3 ersehen läßt. Danach wird die Spiegelschutzfolie entfernt und das System gemäß Bild 4 vorsichtig an die 6 mm ins Gehäuse ragenden Schraubenenden gehängt. Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich, die mittig über einer Spiegelseite eingehängte Feder am oberen Montagepunkt des Gehäuses zu befestigen. Im Prinzip ist jedoch jede der 3 denkbaren Spiegelecken-Orientierungen möglich.

Der Spiegelträger sollte nun genau über der zentralen Gehäusestanzung stehen. Leicht exzentrische Orientierung kann durch vorsichtiges Überdehnen der entsprechend zu starken Feder(n) korrigiert werden. Die 3 Federenden auf den Schrauben müssen auf gleiche Höhe gehängt werden, so daß das Schraubenende die Ösen um jeweils 1,5 mm überragt. Eine weitergehende Befestigung erübrigt sich, da die Ösen durch Zug sicher in den feinen M 2-Gewindegängen gehalten werden. Wurden die Arbeiten bis hierher korrekt ausgeführt, so müssen die Zugfedern nun zu allen Abstandsstücken, zur Gehäusevorderseite sowie zum Laserspiegel einen hinreichenden Sicherheitsabstand besitzen und damit ungestörte Vibrationen des Spiegels zulassen.

3. Einsetzen des Lautsprechers

Bevor der Lautsprecher ins Gehäuse eingebaut werden kann, ist der Übertragungskegel, der die Schwingungen der Lautsprechermembrane mechanisch auf den Spiegelträger überträgt, zu befestigen. Hierzu wird er genau mittig auf die Lautsprechermembrane geklebt. Dies ist problemlos mit handelsüblichem Alleskleber zu bewerkstelligen.

Nach mehrstündigem Trocknen und Abbinden des Klebstoffs wird der Lautsprecher nun ins Gehäuse eingesetzt. Dazu müssen die Schutzfolien der 4 ins Gehäuse ragenden Abstandsstücke entfernt werden, und man senkt den Lautsprecher genau mittig auf die entsprechend freigewordenen Klebestellen. Die Lautsprecheranschlüsse sollten zur linksunteren Gehäuseecke zeigen. Ein Nachjustieren ist fast unmöglich, weshalb dieser Arbeit vollste Konzentration gebührt. Die zentrische Lage des Lautsprechers ist am gleichmäßigen Abstand zu allen Gehäusewänden abzulesen. Ist sie nicht auf mindestens 0,5 mm genau, so sind gewisse Beeinträchtigungen der Justierbarkeit und auch der später erreichbaren Mustervielfalt möglich. Die genannte Genauigkeit ist aber ohne weiteres zu erzielen.

4. Elektrischer Anschluß

Zwei 4-5 cm lange, beidseitig abisolierte und verzinnte Leitungsabschnitte werden an die Lautsprecheranschlüsse gelötet. Die jeweils andere Seite dieser Leitungen ist mit den vorverzinnten Buchsenkontakten der Lautsprecherbuchse zu verlöten. Falls die Lautsprecherpolarität gekennzeichnet ist (Plusanschluß z. B. durch einen roten Punkt oder „+“-Zeichen), sollte dies beim Anschluß der Buchse berücksichtigt werden, wobei die Minusleitung an den mittleren Buchsenkontakt gehört.

5. Endmontage

Mit 2 von außen angesteckten Schrauben M 3 x 8 mm sowie entsprechenden Muttern wird die Lautsprecherbuchse innen an der Gehäuserückwand befestigt.

Sodann wird die Rückwand über das Gehäuse gesetzt (Buchse liegt über Lautsprecher-Anschlußplatte) und mit 8 Knipping-Schrauben erst locker, dann fest verschraubt. Danach dreht man die zentrale Justierschraube M 3 x 16 zusammen mit der verbliebenen Mutter per Hand soweit in das Gehäuse ein, daß ein ganz leichter Widerstand spürbar wird, und dann noch eine weitere Umdrehung. Die Mutter wird ebenfalls noch per Hand - an die Gehäusewand zurückgedreht und ganz leicht gekontert.

Mit den verbleibenden 2 Knipping-Schrauben wird der Haltebügel am Gehä-

Stückliste: Laser-Akustik-Modulator

- 1 Gehäuse komplett
- 1 Lautsprecher \varnothing 77mm
- 1 Lautsprecher-Einbaubuchse, DIN 10cm Schaltlitze
- 1 Übertragungskegel
- 3 Spezial-Zugfedern
- 1 Spiegelträger
- 1 Oberflächen-Planspiegel 13 x 13 x 1mm
- 4 Abstandsstücke 9 x 9 x 6,5mm
- 7cm doppelseitig klebendes Schaumstoffband
- 3 Schrauben M 2 x 7
- 3 Federringe, 2mm
- 3 Muttern M 2
- 1 Schraube M 3 x 16
- 2 Schrauben M 3 x 8
- 3 Muttern M 3
- 10 Knippingschrauben \varnothing 2,8 x 6,5

se befestigt, was entweder rechts und links (Decken- oder Standmontage) oder oben und unten erfolgen kann (Wandmontage).

Das Gehäuse ist bei etwas gelockerten Schrauben stufenlos auf jeden beliebigen Winkel zum Haltebügel einstellbar. Auch der Bügel selbst kann auf der Unterlage gedreht werden, wenn er zunächst über eine entsprechend dicke Flachkopfschraube durch sein mittleres Loch angeschraubt wird (große Unterlegscheibe vorsehen). Wenn die gewünschte Position einmal eingestellt ist, können dann die beiden exzentrisch liegenden Montagelöcher zusätzlich benutzt werden.

Genausogut ist aber auch die Montage an eine kleine Fußplatte denkbar, wodurch die Einheit rasch an jedem Ort aufstellbar wird.

Justierung des AM 25

Am einfachsten ist es, den AM 25 in die Hand zu nehmen, mit einer angeschlossenen Musiksignalquelle auf Zimmerlautstärke zu bringen und die Justierschraube dann so lange weiter ins Gehäuse zu drehen, daß eine deutliche Vibration des Spiegels sichtbar wird (Spiegelbild beobachten!). Ist dies erreicht, so wird die Kontermutter gefühlvoll angezogen, wobei die Schraube sich nicht mitdrehen sollte.

Eine Perfektionierung des Abgleichs ist erst unter Einsatzbedingungen möglich, d. h. wenn der AM 25 Lasermuster produziert. Es wird dann einfach nach bestmöglicher Empfindlichkeit, Bildgröße und/oder Ausschwingdauer justiert, wobei bestimmte kreative Freiheiten durchaus beabsichtigt sind.

Spiegelreinigung

Für die Reinigung des hochwertigen Ober-

flächenspiegels gelten 3 Grundsätze:

- a) so selten wie möglich
- b) immer erst feucht (reiner Spiritus auf weichem, fettfreiem Wattewickel)
- c) Nachreinigen evtl. durch Behauchen und vorsichtiges Kreisen mit trockenem, fettfreiem, sehr weichem Wattewickel.

Installation, Einsatz und Lichtwege

Der komplett zusammengebaute Modulator wird an der gewünschten Stelle aufgestellt/montiert und ausgerichtet, so daß der Spiegel von einem entsprechend eingestellten Laserstrahl getroffen wird und diesen im Ruhezustand in die Mitte der vorgesehenen Projektionsfläche reflektiert. Der Laser kann hierbei an einer ganz anderen Stelle des Raumes positioniert sein, solange der Strahlengang nicht behindert wird und nirgends in zugänglicher Augenhöhe liegt. Auch der zur Projektionsfläche umgelenkte Strahl darf im unabgelenkten Fall nicht in Augenhöhe liegen. Bei Betrieb des Systems baut sich um diese Achse zwar ein bewegtes Bild auf, doch fällt es immer wieder auf diese zurück. In den dann kurzzeitig unbewegten Laserstrahl darf aber keineswegs direkt hineingeblickt werden!

Grundsätzlich ist der Betrieb der Anlage auch ohne eigentliche Projektionsfläche, d. h. frei in den Raum hinein möglich, sofern die Luft in partytypischer Weise Tabakdunst enthält. Der dreidimensional entgegenkommende, pulsierende, an Schwebeteilchen gestreute Strahl kann dann durchaus vergleichbar attraktiv sein wie die projizierten Bildmuster.

Einzartige Effekte stellen sich ein, wenn die Ablenkeinheit von mehreren Lasern gleichzeitig „unter Beschuß“ genommen wird, die sich in angemessenem Abstand voneinander befinden. Natürlich entstehen dann auch entsprechend viele, völlig gleichartige Lasermuster, die sich synchron zueinander bewegen. Die Wirkung eines solchen Multi-Systems ist atemberaubend. Im Prinzip könnte mit einer einzigen Ablenkeinheit in der Zimmerecke und z. B. 10 über den Raum verteilten Lasern, die alle auf sie ausgerichtet sind, der gesamte Raum mit zuckenden Lichtfiguren durchzogen werden.

Der Laserstrahl, durch den die Bewegungen eines vibrierenden Miniaturspiegels als Lichtzeiger ins Riesenhafte vergrößert werden: ein musikabhängiger Lasereffekt von erstaunlicher Vielgestaltigkeit ist geschaffen. Daß es sich dabei um weniger regelmäßige Figuren als etwa bei der ELV-Spiegelmotorsteuerung handelt, ist klar; dies tut der beeindruckenden Wirksamkeit der Anlage jedoch keinen Abbruch. Der unmittelbare Zusammenhang zwischen gehörter Musik und projiziertem Bildmuster fasziniert augenblicklich. **ELV**