



Sono-Lux - die ELV-Mind-Machine

...so ein Unsinn? Warten Sie's ab! Dieses Gerät beruht auf fundierten Erkenntnissen der modernen Gehirnforschung und bewirkt durch die Verkopplung definierter optischer und akustischer Reize eine erwünschte Beeinflussung bestimmter Gehirnfunktionen. Die hierdurch realisierte Entspannungswirkung kann dem autogenen Training gleichkommen oder es sogar weit übertreffen; daneben treten völlig unerwartete Effekte wie Farb- und Musterillusionen auf. Das zugrundeliegende medizinische Konzept wie auch die technische Realisation sind so interessant, daß wir uns damit gern der Skepsis und dem kritischen Urteilsvermögen unserer Leserschaft stellen möchten.

Über angebliche Wunderdinge, -medikamente oder -geräte hört man ja immer wieder - gerade noch, daß nicht öffentlich mit Erfolgsgarantie abgerichtete Goldesel angeboten werden, aber viel fehlt eigentlich nicht. Allerdings scheinen aber derlei Anzeigen ihren Kundenkreis nicht zu verfehlen, denn wie anders wäre ihr immer neues Auftreten oder dieser blubbernde New-Age-Sumpf zu erklären. Da werden, unbefleckt von jeder Rücksicht auf naturwissenschaftliche Sachverhalte oder Plausibilität, oft dagegen um so reicher an esoterisch angekränkelten Vokabeln, Dinge behauptet oder gemutmaßt, daß einem die Tränen kommen könnten.

Der aufgeklärte Leser, wofür wir jeden ELV-Kenner aus den besten Gründen allemal halten, reagiert darauf mit Überdruß oder Aggression, bestenfalls mit müdem Lächeln. Dies ist ELV natürlich bekannt; wenn wir Ihnen nun aber dennoch ein Gerät präsentieren, das vordergründig in denselben Themenkomplex zu fallen scheint oder jedenfalls wie eine Wundermaschine wirkt, dann hat das gute Gründe. Immerhin nehmen wir damit den Kampf auf gegen ein gerechtfertigtes „Vorurteil“, durch das jede Veröffentlichung, die sich in die potentielle Nähe dieses Terrains wagt, zunächst einmal den Charakter eines roten Tuchs besitzt und sich dagegen freischwimmen muß.

Da vermag selbst ein Vertrauensvorschuß nur wenig zu ändern. Dennoch nehmen wir die Herausforderung an, denn wir können uns gegen die oben angedeutete, zurecht

Bild 1:
Hoher Tragekomfort, einfachste Benutzung, jederzeitige Mitführbarkeit sowie ein ausgeklügeltes elektronisches Innenleben sind hervorsteckende Merkmale der autonom arbeitenden, drahtlosen Mind-Machine von ELV.

abgelehnte Art von Publikationen deutlich absetzen.

Mind-Machines haben sich in den letzten Jahren speziell in den USA relativ weit verbreitet und beginnen in jüngerer Zeit auch in der Bundesrepublik Einzug zu halten. Dies allein ist allerdings noch kein Kriterium für Wirksamkeit und Qualität, sondern könnte im Gegenteil der Werdegang eines beliebigen Unsinn sein, zumal auch im Falle der Mind-Machines der Kreis der Anwender und Befürworter durchaus nicht immer so ist, daß man sich als kritischer Mensch damit ohne weiteres solidarisieren möchte. Das den Mind-Machines (sprich: „Maing-Meschiens“) zugrundeliegende

Konzept ist jedoch bestechend: bestechend einfach, naturwissenschaftlich einleuchtend sowie vor allem wirkungsvoll.

Grundlagen

Wie man seit langem weiß, erfolgt die vom menschlichen Gehirn geleistete Arbeit je nach Sachgebiet in relativ fest umrissenen Hirnbereichen. So gibt es beispielsweise ein Sprachzentrum, dessen Lage auf der Hirnrinde im allgemeinen exakt umrissen werden kann und das, etwa in Fällen operativer oder unfallbedingter Schädigung, isoliert „ausfallen“ kann. In gleicher Weise gibt es Zentren für akustische oder visuelle Wahrnehmung, Motorik, Geruchs- oder Tastsinn und vieles mehr. Die Mediziner besitzen heutzutage einen regelrechten Gehirnatlas und können bereits vor Operationen oder etwa bei der Unfallchirurgie mit hoher Treffsicherheit angeben, in welchen Bereichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Ein weiteres Merkmal des menschlichen Gehirns ist seine Aufteilung in zwei relativ gleich aussehende, spiegelbildliche Hälften, die sogenannte rechte und linke Hemisphäre. Diese beiden Bereiche sind, was sehr bemerkenswert ist, nur über einen dünnen Nervenstrang miteinander verbunden, den sogenannten Corpus Callosum, so daß sie, wie man heute nachzuvollziehen beginnt, ein relativ großes Eigenleben führen können. In Fällen, in denen als letztes Mittel etwa bei schwerer Epilepsie dieser verbindende Nervenstrang durchtrennt wurde (sog. Lobotomie), kommt es sogar zu ausgesprochen ausgeprägtem Eigenverhalten, da Bewußtsein und bestimmte motorische Zentren in verschiedenen Hemisphären lokalisiert sind. Die Folge sind regelrechte Kompetenzstreitigkeiten, indem etwa trotz eines ganz bewußt empfundenen Willens die Hand zielsicher etwas völlig anderes tut.

Im Zusammenhang mit Mind-Machines nun nutzt man die Tatsache aus, daß auch der menschliche Gesichts- sowie der Gehörsinn auf relativ komplexe Weise in beiden Hemisphären verschaltet sind. Zum einen sind Augen und Ohren jeweils über Kreuz „verdrahtet“, d.h. das rechte Organ wird in der linken Hemisphäre ausgewertet und umgekehrt. Zweitens ist auch bei einem einzelnen Auge noch eine Aufteilung in linkes und rechtes Gesichtsfeld vorhanden, d.h. die linke Hälfte der Netzhaut ist mit einer anderen Hemisphäre verbunden als die rechte.

Die genialen verarbeitungstheoretischen Hintergründe dieser Komplexität werden erst nach und nach verstanden und bestaunt; aber so weit brauchen wir für das Verständnis einer Mind-Machine gar nicht auszuholen.

Denn obwohl die moderne Hirnforschung auch heute noch nicht wesentlich weiter ist als ein Techniker, der anhand eines Fernsehchassis Rückschlüsse auf das gesendete Programm zu ziehen hofft (immerhin: etwas weiter ist man schon!), sind bestimmte einfache und dennoch verblüffend wirksame Möglichkeiten der beabsichtigten und gesteuerten Einflußnahme bereits gegeben.

Mind-Machines nutzen den Umstand aus, daß sich die Informationen vom rechten und linken Ohr, rechten und linken Auge im Kopf an einer sehr engen Stelle überkreuzen. Führt man nun Augen und Ohren in definierter Weise synchrone, aber phasenverschobene Signale zu oder läßt es zu Schwebungen kommen, indem die jeweils links wahrgenommenen Signale in einer ganz leicht anderen Frequenz verabreicht werden als die rechts wahrgenommenen Signale, so werden hierüber verblüffende Rückwirkungen erzielt. So gelingt es beispielsweise, die Hirnstromkurven (EEG), die ein wesentliches Merkmal für den jeweils gerade bestehenden Arbeits- und Entspannungszustand des Gehirns sind, mit den genannten Schwebungsfrequenzen zu synchronisieren und, durch deren allmähliche Veränderung, zu beeinflussen. Als Ursache nimmt man an, daß die Signalpotentiale im Bereich der beschriebenen Engstelle des Gehirns so stark sind, daß eine Ausstrahlung auf anderweitige Hirnstromverläufe auftritt.

Wir wollen jedoch an dieser Stelle nicht allzusehr ins Detail gehen und etwa auf die faszinierenden rekursiven Prozesse eingehen, die hierbei eine Rolle spielen, denn wir sind kein medizinisches Fachmagazin. Immerhin also: es funktioniert; und wenn man zum ersten Mal erlebt hat, wie plötzlich Form- und Farbillusionen auftauchen, obgleich man sich in relativ aufgeräumter Stimmung eigentlich nur einer skeptischen Testanwendung unterziehen wollte, ist das jedenfalls reichlich verblüffend.

Beim gesunden Menschen stehen die Hirnpotentiale in einem ganz bestimmten Zusammenhang mit seiner jeweiligen Tätigkeit bzw. Untätigkeit: Beim hellwachen und normal tätigen Menschen werden überwiegend sogenannte Beta-Wellen erzeugt, die sich im Bereich oberhalb 14 Hz bewegen und um so höher liegen, je stärker der Erregungs- und Anspannungs-Zustand des Betreffenden ist. Bei einer sich ausruhenden Person mit geschlossenen Augen herrschen dagegen die Alpha-Aktivitäten im EEG vor. Sie liegen zwischen 7 und 14 Hz und signalisieren schon eine gewisse Entspannung. Die noch langsameren Theta-Wellen zwischen 4 und 7 Hz sind typisch für einen eher meditativen Zustand, in dem der Betreffende ruhig liegt oder sitzt, sich der inneren und äußeren Wirklichkeit klar bewußt und doch von beiden

losgelöst ist. Der Delta-Zustand von 0 bis 3 Hz schließlich tritt im Tiefschlaf ein, wenn alle Aktivitäten auf ein Mindestmaß reduziert sind und auch nicht geträumt wird.

Bis vor kurzem galt es als wissenschaftlich gesichert, daß die einzige Möglichkeit zur Veränderung dieser Hirnpotentiale in willentlichen Übungen besteht, wie beispielsweise dem autogenen Training oder der Meditation. Im autogenen Training geübte Menschen können sich innerhalb weniger Minuten auch nach starker Streß-Belastung von hohen Beta-Frequenzen in den Alpha-Zustand führen. In der Meditation erfahrenen Menschen gelingt es meist sogar, ebenfalls in kurzer Frist bis in den Theta-Zustand hinabzutauchen und sich so ebenfalls neue Energie-Reserven zu schaffen. Aber der Prozentsatz unserer Bevölkerung, der eine dieser beiden Techniken beherrscht, ist leider verschwindend gering. Und insbesondere Menschen, die häufig starkem Streß ausgesetzt sind, finden kaum die Muße, eine dieser Techniken zu erlernen.

Da mutet es wie ein kleines Wunder an, daß es möglich sein soll, derartige Entspannungsvorgänge auch durch äußere Einwirkungen auf den Gehörs- und den Gesichtssinn zu erzielen. Tatsächlich aber hat Dr. Gerald Oster, ein Biophysiker an der Mount Sinai School of Medicine in New York, schon 1973 Untersuchungen über die Wirkungen von Klangwellen auf das menschliche Gehirn an gestellt: Wenn er beide Ohren einer Versuchsperson getrennt mit Tönen beschallte, deren Frequenz sich nur wenig voneinander unterschied, trat im Gehirn offenbar die Differenz zwischen den beiden Frequenzen als Schwebung auf, die er als binaurikulare Schwebung bezeichnete. Prinzipiell vergleichbare Schwebungen treten natürlich auch dann auf, wenn man zwei derartige Töne mit geringfügig unterschiedlicher Frequenz gemeinsam einem Lautsprecher zuführt. Aber die bei getrennter Beschallung beider Ohren mit den beiden Frequenzen eben erst im Gehirn entstehende Schwebung hat eine ganz andere Wirkung:

Wenn die anfängliche Schwebungsfrequenz annähernd der gegenwärtigen Hirnwellenaktivität des Hörenden gleich und wenn diese Schwebungsfrequenz dann langsam und stetig verringert wurde, paßten sich die Gehirnwellen beider Hemisphären in Frequenz und Phasenlage dieser Veränderung an und ließen sich bei zahlreichen Versuchspersonen vom Beta- über Alpha-bis zum Theta-Zustand führen. Voraussetzung dazu war natürlich die Bereitschaft der Versuchspersonen und eine gewisse Ruhelage. Beschleunigt und verstärkt wird dieser Effekt, das ergaben anschließende Untersuchungen anderer Wissenschaftler,

wenn auch den geschlossenen Augen direkt die Schwebungsfrequenz beispielsweise über Leuchtdioden zugeführt wurde.

Die ELV-Mind-Machine

Diese oben angegebene akustische und optische Reizauslösung besorgen praktisch alle im Bundesgebiet gegenwärtig angebotenen Mind-Machines, deren Anschaffungspreis bei 1 000 DM aufwärts liegt. Sie bestehen aus einem auf dem Tische stehenden Elektronik-Kästchen, das aus Gründen der Berührungssicherheit meist mit Batterien oder Akkus betrieben wird. Über zwei Anschlußbuchsen werden ein Kopfhörer und eine brillen-ähnliche Vorrichtung mit diesem Steuergerät verbunden. Der Benut-

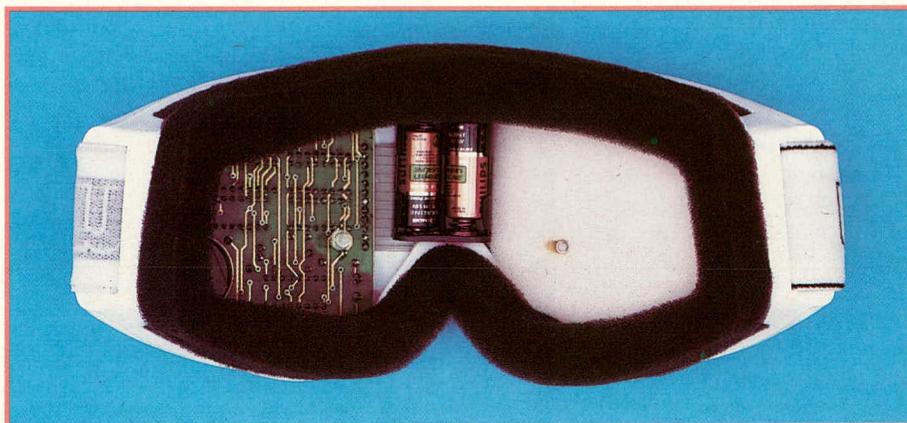


Bild 2: Blick in das Sono-Lux-Gerät. Zur besseren Deutlichkeit wurde ein Großteil der inneren Schaumstoffauskleidung entfernt.

zer wählt ein Ablauf-Programm, das nach seinen Vorstellungen richtig ist; denn er kennt ja seine gegenwärtige Hirnwellenfrequenz nicht, sondern kann sie allenfalls in Anlehnung an seinen Erregungszustand schätzen. Dann setzt er Brille und Kopfhörer auf, lehnt sich zurück und erlebt die Klang- und Lichteindrücke zur Synchronisierung seiner Hirnwellen.

Hinlegen sollte er sich jedoch nicht; denn wenn das Programm sehr wirksam ist und ihn über den Theta-Zustand in den echten Schlaf des Delta-Zustandes führt, bei dem er sich zwangsläufig irgendwann bewegen wird, besteht Strangulationsgefahr durch die beiden Anschlußkabel. Für ELV ist es schwer verständlich, daß auf diese Gefahr bei den im Bundesgebiet vertriebenen Mind-Machines weder in der Werbung noch in den Bedienungsanleitungen hingewiesen wird. Da für uns die Benutzersicherheit immer an erster Stelle steht, weist diese erste ELV-Mind-Machine eine Reihe von Merkmalen auf, mit denen die gewünschte Synchronisierung der Hirnpotentiale für

beide Hirn-Hemisphären auf dieselbe Frequenz und Phasenlage ungefährlich durch das folgende Konzept bewirkt wird:

Autarke Brillen-Lösung ohne Anschlußkabel

Abweichend von den oben beschriebenen bekannten Lösungen sind bei der ELV-Mind-Machine alle Komponenten, also die Stromversorgung durch zwei handelsübliche 1,5-Volt-Zellen, die umfängliche Ansteuer-Elektronik, die Leuchtdioden sowie die Hörsysteme, in einer Art Skibrille mit hohem Tragekomfort integriert worden, die somit autark und ohne jegliche externe Kabelverbindung getragen werden kann. Das erleichtert zudem das Mitführen unterwegs.

Schall-Lokalisierung von vorn

Bei den bisher bekannten Mind-Machines wird die akustische Komponente grundsätzlich über herkömmliche Kopfhörersysteme abgetrahlt, die direkt vor den beiden Ohren positioniert sind. Das führt zu der für Kopfhörer typischen Im-Kopf-Lokalisierung der Schallereignisse, die vom Hörenden als unnatürlich erlebt wird. Bei der ELV-Mind-Machine sind spezielle Wandlerysteme deutlich nach vorn versetzt angeordnet, so daß die akustischen Signale als von außen und von vorn kommend wahrgenommen werden.

Bei den vorhandenen Mind-Machines werden nur auditive und visuelle Signale eingesetzt. Die Atemfrequenz des Übenden bleibt völlig unberücksichtigt, obwohl sie eng mit den Frequenzen der Hirnpotentiale verknüpft ist: Bei emsiger Beta-Aktivität geht auch der Atem sehr rasch, bei entspannter Alpha-Aktivität atmen wir schon deutlich langsamer, bei meditativer Delta-Aktivität wird der Atem noch langsamer und sinkt schließlich während des Schlafens auf ein Minimum. Dies greift die ELV-Mind-Machine durch eine klare Verkopplung der angebotenen Tonsignale mit einer ausgeklügelten Atem Rhythmus Vorgabe auf:

Der Benutzer, dessen Hirnpotentiale bei Beginn der Anwendung auch dieser Mind-Machine eher im Beta-Bereich liegen dürf-

ten, wird „genau dort abgeholt“, indem er dem Gerät zu Beginn jeder Übung seine gegenwärtige Atemfrequenz durch Drücken einer Taste bekannt gibt. Damit bestimmt er auch den anfänglichen Rhythmus der sogleich erklingenden Tonsignale, die beiden Ohren getrennt zugeführt werden, und damit auch deren Schwebungsfrequenz. Der nun vom Benutzer der Mind-Machine zu beachtende Atemrhythmus wird ihm durch entsprechende Tonsignale vorgegeben:

Sowohl die Atemfrequenz als auch die Schwebungsfrequenz des Tons und die Blinkfrequenz der Leuchtdioden erhöhen sich zunächst solange, bis der Beta-Bereich völlig nach oben durchfahren ist und kurzzeitig sogar einige Sekunden lang eine Phase der Hyperventilation durchlaufen wird, in der dem Benutzer reichlich Sauerstoff zugeführt wird. Danach verlangsamen sich Atem- und Schwebungsfrequenz, bis die letztere mit etwa 4 Hertz am unteren Ende des Theta-Bereichs angelangt ist.

Bedienung des SONO-LUX

Sie können das Gerät zu jeder Tages- und Nachtzeit einsetzen. Da ein vollständiger Durchlauf nur etwa 6 Minuten dauert, kann sogar an der Arbeitsstelle in einer Pause neue Energie „getankt“ werden. Die „Skibrille“ wird einfach aufgesetzt, und die

Augen werden geschlossen. Bei Beginn eines Atemzuges, also unmittelbar vor dem Einatmen, drücken Sie mit einem Finger auf die kleine Taste an der Vorderseite. Diese Stellung behalten Sie für genau einen Atemzug bei, also bis zum Beginn des nächsten Atemzuges. So erfährt das Gerät Ihr gegenwärtiges Atemtempo. Während dieses Atemzuges hören Sie ein leises Quitzungssignal. Sobald Sie loslassen, beginnt das Gerät, Ihnen ihren Atemrhythmus durch entsprechende Tonsignale vorzugeben:

Beim ersten Ton atmen Sie ein, beim zweiten Ton aus. Während sich Rhythmus und Tonhöhe - und natürlich auch die Schwebungsfrequenz - ständig verändern, folgen Sie diesem Rhythmus auf jeden Fall. Auch wenn nach einigen Minuten die Atemfolge kurzzeitig sehr rasch vorgegeben wird und die Lichtsignale sich ebenfalls schnell verändern, folgen Sie auf jeden Fall. Sie werden kurz darauf bemerken, daß Ihre Atemzüge wieder stetig ruhiger werden, so daß Sie am Schluß der Übung wirklich ein Gefühl großer Entspannung erleben werden, wenn das Gerät sich automatisch abschaltet. Das bedeutet zugleich, daß Sie sich auch keine Sorgen um einen etwaigen weiteren Batterie-Verbrauch machen müssen.

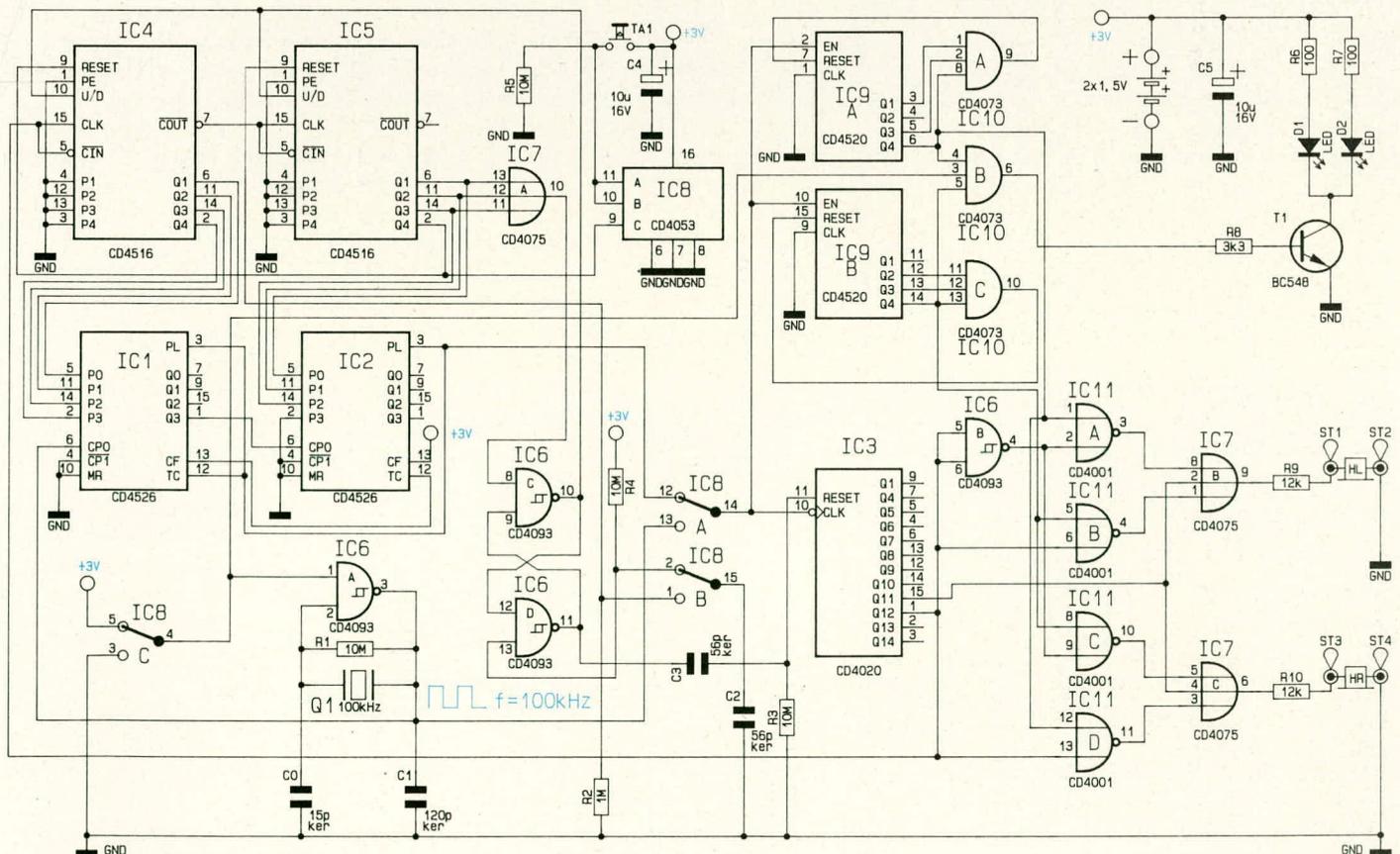
Bild 3:
Komplette Schaltung des Sono-Lux, die auf weniger als 80 cm² Leiterplattenfläche untergebracht werden konnte.

Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das komplette Schaltbild des Sono-Lux dargestellt. Durch Betätigen des Tasters TA 1 wird die im Ruhezustand befindliche Schaltung aktiviert, indem die normalerweise über R 5 auf Low-Pegel liegenden Eingänge Pin 10, 11 des IC 8 A, B auf High-Pegel gebracht werden. Dadurch gibt C 2 über den elektronischen Schalter IC 8 B einen Nadelimpuls auf den Reset-Eingang (Pin 9) des IC 5. Dessen Ausgang Q 4 (Pin 2), der vom vorherigen Ausschaltvorgang her noch auf High-Pegel lag, nimmt nun Low-Potential an. Hierdurch wird der Reset-Eingang (Pin 9) des IC 4 freigegeben, und über den Eingang (Pin 9) des IC 8 wird der elektronische Schalter IC 8 C in seine Ruhelage geschaltet, so daß der Eingang (Pin 1) des IC 6 A freigegeben ist.

In Verbindung mit R 1, C 0, C 1 sowie Q 1 arbeitet der Schmitt-Trigger IC 6 A als Oszillator mit einer Frequenz von exakt 100 kHz. Diese Frequenz gelangt vom Ausgang (Pin 3) zum einen über IC 8 A auf den Takteingang (Pin 10) des IC 3 und zum anderen auf den Eingang (Pin 6) des programmierbaren Teilers IC 1.

Fahren wir zunächst mit der Beschreibung des IC 3 fort. Der Eingang (Pin 10) des IC 8 A ist durch das Betätigen des



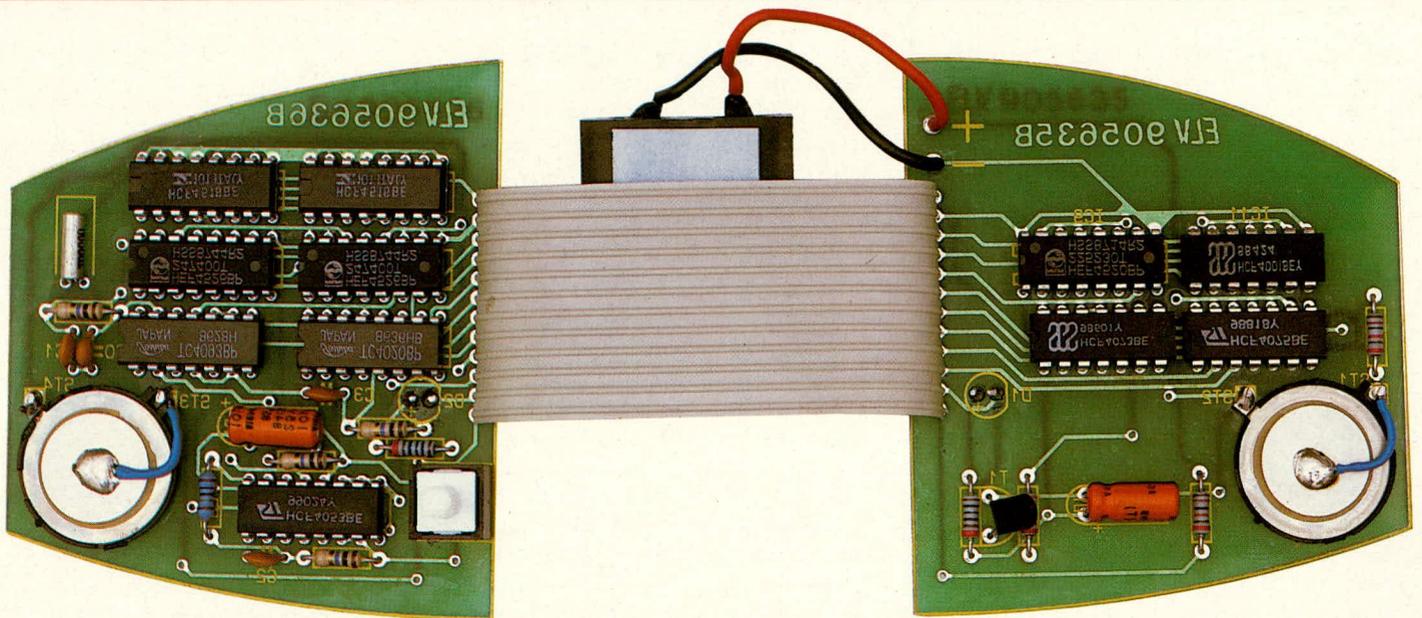


Bild 4: Bestückte und verdrahtete Innenschaltung der ELV-Mind-Machine

Taster TA 1 ebenfalls auf High-Pegel gelegt, so daß die 100 kHz-Taktfrequenz auf den Eingang (Pin 10) dieses 14stufigen Teilers (IC 3) gelangt. Von dessen Ausgang Q 12 wird die hier auf ca. 25 Hz heruntergeteilte Taktfrequenz auf die Eingänge Pin 5, 15 des IC 4 gegeben. Hierbei handelt es sich um einen UP/DOWN-Zähler, dessen Steuereingang (Pin 10) ebenso wie der identische Eingang des IC 5 durch den Ausgang (Pin 10) des als Speicher geschalteten Flip-Flops IC 6 C, D auf High-Pegel liegen. Hierdurch zählen IC 4, 5 aufwärts.

Mit dem Loslassen des Tasters TA 1 nach Vollendung des Probe-Atemzuges erhält der Eingang Pin 13 dieses Speichers (IC 6 C, D) von C 2 über den elektronischen Schalter IC 8 B einen Low-Nadelimpuls, so daß der Speicher jetzt in seine andere Ruhelage kippt. Hierdurch werden über seinen Ausgang Pin 10 die Steuereingänge (Pin 10) von IC 4, 5 auf Abwärts-Zählung umgeschaltet. Zugleich wird vom Ausgang (Pin 11) dieses Speichers über C 3 ein High-Nadelimpuls auf den Reset-Eingang (Pin 11) des IC 3 gegeben, damit dieser für die nun folgenden Atemzug-Vorgaben in eine definierte Anfangsstellung gelangt.

Schließlich wird durch das Loslassen von TA 1 auch der Eingang (Pin 11) des IC 8 A für den elektronischen Schalter auf Low-Pegel gebracht, so daß der Eingang (Pin 10) des IC 3 nun vom Ausgang (Pin 12) des IC 1 gespeist wird.

Bei jedem der nun beginnenden Abwärts-Durchläufe von IC 1, 2 werden die Stellungen der Ausgänge Q 1 - Q 4 des IC 4 sowie Q 1 - Q 3 des IC 5 durch den Ausgang (Pin 12) des IC 1 auf die entsprechenden Parallel-Load-Eingänge (Pin 3) von IC 1, 2 übertragen. Dadurch verändert sich schon bei dem jetzt beginnenden Abwärts-Zählvorgang von IC 4, 5 die Frequenzteilung bei jedem Atemzug um eine Einheit von der beim Probeatemzug erreichten Posi-

tion bis hinab zur Zählerstellung „15“ des IC 4, 5, wodurch sich die angestrebte stetige Veränderung von Tondauer und -höhe ergibt.

Beim Erreichen der Zählerstellung „15“ schalten die 3 Eingänge (Pin 11, 12, 13) des IC 7 auf Low-Pegel, da die 3 Ausgänge Q 1 - Q 3 des IC 5 ebenfalls auf Low-Pegel gelangt sind. Dadurch nimmt auch der Ausgang (Pin 10) des IC 7 Low-Potential an, das auf den Eingang (Pin 8) des IC 6 C gelangt, und der zuvor erwähnte Speicher schaltet wieder in seine andere Ruhelage um.

Vom Ausgang (Pin 10) dieses Speichers werden nun die Steuereingänge (Pin 10) von IC 4, 5 wieder in die Aufwärts-Zählweise umgeschaltet. Durch die zuvor erwähnte Übertragung des jeweiligen Augenblickszustandes von IC 4, 5 auf die Parallel-Load-Eingänge (Pin 3) von IC 1, 2 verändert sich die Frequenzteilung jetzt wieder schrittweise von „15“ auf nun „127“, wodurch sich erneut die oben genannte stetige Veränderung von Tondauer und -höhe ergibt - diesmal zu tieferen Frequenzen hin.

In Stellung „128“ führt der Ausgang Q 4 (Pin 2) des IC 5 High-Pegel, so daß einerseits IC 4 über seinen Reset-Eingang (Pin 9) zurückgesetzt wird und andererseits über den Eingang (Pin 9) des IC 8 C für den elektronischen Schalter der Eingang (Pin 1) des IC 6 A auf Low-Pegel gelegt wird, damit der Taktgenerator stoppt. Zusätzlich wird IC 10 B über seinen Eingang Pin 3 vom IC 8 C gesperrt. Damit ist die Schaltung weitgehend deaktiviert und für den nächsten Zyklus arbeitsbereit.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung von Ton- und Lichtsignalen. Hierzu wird das Clock-Signal, das an Pin 10 des IC 3 ansteht, auf die beiden Eingänge (Pin 2,

10) des IC 9 A, B gegeben. IC 9 A nimmt in Verbindung mit dem Gatter IC 10 A eine Teilung durch 13 vor, während IC 9 B in Verbindung mit IC 10 C als Teiler durch 14 geschaltet ist.

Immer, wenn beide Q 4-Ausgänge der Zähler IC 9 A, B High-Potential führen, nimmt der Ausgang (Pin 6) des IC 10 B ebenfalls High-Potential an. Über R 8 wird T 1 angesteuert, und die beiden roten LEDs D 1, D 2 leuchten auf. R 6, R 7 dienen zur Strombegrenzung.

Die Audiosignale mit ihrem Frequenzunterschied des Faktors 13/14 werden den Piezo-Wandlern HL (an ST 1, 2) und HR (an ST 3, 4) wechselweise zugeführt, d. h. beim ersten Atemvorgang erhält der linke Hörer die höhere Frequenz, anschließend der rechte usw.. Diese Umschaltung wird mit den Gattern des IC 11 sowie IC 7 B, C durchgeführt. An den Eingängen Pin 1, 12 des IC 11 liegt die höhere, während an Pin 5, 8 die niedrigere Frequenz ansteht. Welches Gatter freigegeben und welches gesperrt ist, wird über den Ausgang Q 12 (Pin 1) des IC 3 in Verbindung mit dem Inverter IC 6 B gesteuert. IC 7 B, C nehmen eine Verknüpfung vor bei direkter Ansteuerung der Hörer über R 9 bzw. R 10.

Die Stromversorgung des Gerätes erfolgt über zwei 1,5 V-Lady-Batterien, wobei C 4 und C 5 eine Pufferung vornehmen. Damit ist die Beschreibung dieser recht komplexen Digital-Schaltung beendet, und wir wenden uns der praktischen Realisierung zu.

Zum Nachbau

Die Bauelemente sind auf 2 übersichtlich gestalteten, doppelseitigen, durchkontaktierten Leiterplatten untergebracht, die eine etwas ungewöhnliche Form haben, da sie mit ihren Konturen genau auf die innere Gestalt der Spezialbrille angepaßt sind. Bevor mit dem Aufbau begonnen wird, empfiehlt es sich, diese Anleitung sorgfältig

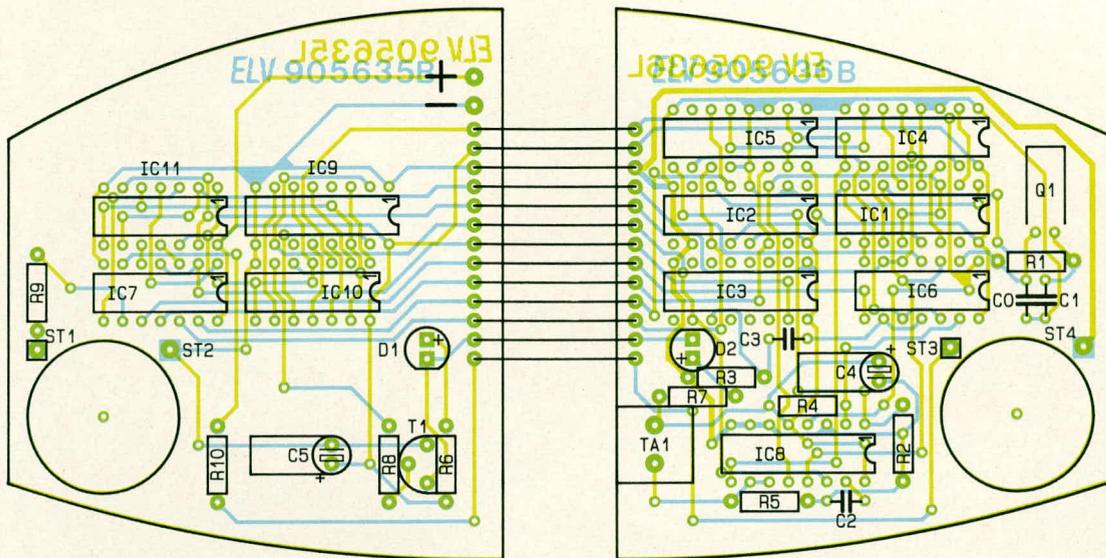


Bild 5: Bestückungspläne der beiden Teilplatten des Sono-Lux. Die Lage der Verbindungsleitungen ist ebenfalls eingezeichnet.

tig durchzulesen, da einige Besonderheiten zu beachten sind. Insgesamt gestaltet sich der Nachbau recht einfach.

Zunächst werden anhand der beiden Bestückungspläne die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Unterseiten verlötet.

Die beiden Elkos C 4, C 5 werden liegend eingebaut, wie auch der Quarz Q 1.

Der Transistor T 1 wird verhältnismäßig tief an der dafür vorgesehenen Stelle eingesetzt, so daß nur ca. 2 mm Abstand zwischen Leiterplatte und Transistorgehäuse bestehen bleibt.

Die beiden Piezo-Schallwandler sind von der Bestückungsseite aus mit ihrer 4,5 mm großen Schallaustrittsöffnung zur Platinenunterseite weisend in die vorgesehenen Aussparungen der Leiterplatten einzusetzen. Der großflächig sichtbare Teil der Piezo-Scheibe weist also von der Bestückungsseite weg. Der direkt am Rand einer jeden Scheibe zugängliche Metallkontakt wird mit ST 4 bzw. ST 2 direkt verlötet, während der jeweils zweite Anschluß mittels eines ca. 20 mm langen, flexiblen, isolierten Leitungsstückes von ST 1 bzw. ST 3 zum Mittelpunkt der Piezo-Scheibe führt, wo eine kleine Menge Lötzinn den sicheren Kontakt herstellt.

Die beiden superhellen, klaren, rotleuchtenden LEDs D 1, D 2 werden als Besonderheit nicht auf der Bestückungsseite, sondern auf der Platinenunterseite eingesetzt. Der Abstand zwischen Leiterplatte und Leuchtdiodengehäuse soll auch hier lediglich ca. 2 mm betragen.

Beide LEDs werden etwas schräg eingesetzt, so daß der LED-Körper um ca. 10° zur jeweils rechten bzw. linken Außenseite der Platine geneigt ist. Sie strahlen dadurch später genau in Blickrichtung.

Das Festlöten erfolgt ausnahmsweise auf der Bestückungsseite und ist problemlos ausführbar, da sich auch hier Löttaugen

befinden. Auf eine ausreichende, jedoch möglichst kurze Lötzeit ist zu achten, da aufgrund der kurzen LED-Beinchen sonst eine Überhitzungsgefahr besteht.

Die Verbindung beider Platinen erfolgt über eine 13adrige, 75 mm lange Stegleitung, die an ihren Enden auf genau 3 mm

abzuisolieren und zu verzinnen ist. Sodann erfolgt das Einsetzen der 2 x 13 Leitungsenden, jeweils von der Bestückungsseite aus, in die zugehörigen Leiterplattenbohrungen und das Verlöten auf den Platinenunterseiten.

Das Batteriefach für zwei 1,5 V-Lady-Zellen wird über 2 ca. 50 mm lange, isolierte Zuleitungen an die entsprechenden, mit „+“ und „-“ bezeichneten Versorgungsspannungsanschlüsse der Platinen gelötet. Damit sind die Bestückungsarbeiten soweit abgeschlossen, und nach dem Einsetzen von 2 Lady-Batterien kann durch Betätigen des Tasters TA 1 ein erster Funktionstest erfolgen.

Danach werden die beiden Platinen mit den Bauteilen nach unten weisend in die Spezialbrille eingesetzt, so daß der Taster TA 1 durch die zugehörige Bohrung in der Brillenfrontseite weist (in der linken Brillenhälfte, von der Innenseite aus gesehen). Hierbei wird der seitliche Kunststoffrahmen der Spezialbrille unter geringem Kraftaufwand auseinandergedrückt, wodurch die Leiterplatten links- und rechtsbündig im Gehäuse zu plazieren sind. Durch den hochwertigen, besonders flexiblen Kunststoff des Brillenrahmens ist dies problemlos möglich.

Nun wird der Batteriekasten auf seiner Rückseite mit doppelseitigem Schaumstoffklebeband versehen und gemäß der Abbildung zwischen den beiden Leiterplatten platziert. Zum Abschluß der Arbeiten wird die weiche Schaumstoffabdeckung über die beiden Leiterplatten gesetzt und an den Rändern leicht eingedrückt. Die beiden runden, ca. 5 mm großen Aussparungen nehmen dabei die Leuchtdioden auf, so daß diese trotz der Schaumstoffabdeckung sichtbar bleiben und ihr rotes Licht ungehindert abstrahlen können.

Damit ist der Nachbau bereits abgeschlossen, und dem Einsatz dieses interessanten Gerätes steht nichts mehr im Wege. **ELV**

Stückliste: SONO-LUX

Widerstände:

100Ω	R 6, R 7
3,3kΩ	R 8
12kΩ	R 9, R 10
1MΩ	R 2
10MΩ	R 1, R 3, R 4, R 5

Kondensatoren:

15pF	C 0
56pF	C 2, C 3
120pF	C 1
10µF/16V	C 4, C 5

Halbleiter:

CD4001	IC 11
CD4020	IC 3
CD4053	IC 8
CD4073	IC 10
CD4075	IC 7
CD4093	IC 6
CD4516	IC 4, IC 5
CD4526	IC 1, IC 2
BC548	T 1
TLDR 5101	D 1, D 2

Sonstiges:

Quarz, 100kHz	Q 1
Taster, steh., print	TA 1
1 Spezial-Brille	
2 Piezo-Summer	
2 Ladyzellen 1,5 V	
1 Batteriehalter	
150 mm flexible Leitung, 0,22 mm ²	
75 mm Flachbandleitung, 13polig	
35 mm doppelseitiges Klebeband	
1 Schaumstoffeinsatz	