

Ohne Mikroskop geht es nicht

Der Werdegang eines modernen Abtasters

Unsere Reportageserie über die industrielle Herstellung von HiFi-Bausteinen setzen wir mit einem Bericht über das Tonabnehmersystem fort, die kleinste und für gewöhnlich auch die empfindlichste Komponente einer Abspielanlage. Als Objekt, dessen Produktion wir verfolgen, wählen wir aus der Fülle der vorhandenen Konstruktionsarten den gängigsten Abtastertypus, den Induktionswandler mit bewegtem Magneten. „Ort der Handlung“ ist die Firma Elac in Kiel, das in Deutschland älteste Herstellerwerk von magnetischen Abtastsystemen.

Auch Musikfreunde, die zunächst vor den „technischen Problemen“ zurückschrecken, die eine HiFi-Anlage ihrer Meinung nach mit sich bringt, später aber doch Plattenspieler und Verstärker fast „im Schlaf“ bedienen können, behalten vor dem Tonabnehmersystem lebenslanglich großen Respekt. Einen Systemtausch wagen sie gerade noch vorzunehmen, muß jedoch der Nadelträger ausgetauscht werden, ziehen sie, wenn nicht gerade ein vertrauenswürdiger „HiFi-Amateur“ in ihrem Bekanntenkreis ist, den Fachmann

zurate. Sie fürchten die zerbrechlichen Winzigkeiten zu beschädigen. Tatsächlich erfordert die Herstellung eines Tonabnehmers eine Reihe von Sondermaßnahmen, um trotz der geringen Abmessungen seiner Teile Präzision erzielen zu können. Sie sind aber oft von geradezu verblüffender Einfachheit und Wirksamkeit.

Der Fertigungsprozeß, bei dem 30 Einzelteile in rund einer halben Stunde zu einer Einheit montiert werden, läuft in drei Etappen ab. Zunächst werden die von anderen Herstellern bezogenen Teile, die Diamantstifte, die kleinen Magnete, die dünnen Röhren für die Nadelträger, das Hülsmaterial, der Draht für die Spulen, das Mu-Metallblech für die Ummantelung des Systemkörpers und die Kontaktstifte zum Anschluß an die Drähte des Tonkopfes einer Qualitätskontrolle unterzogen. Die Diamantstifte werden einzeln mit Hilfe eines Spezial-Mikroskops auf Verrundungsradius und Güte des Anschliffs überprüft. Ebenso werden bei jedem Magneten die Abmessungen, das Gewicht und die magnetische Feldstärke kontrolliert. Bei diesen Magneten handelt es sich übrigens um Alnico-Guß-Magneten, die eine besonders hohe Feldstärke aufweisen (Alnico: eine Legierung aus Aluminium, Nickel und Kobalt).

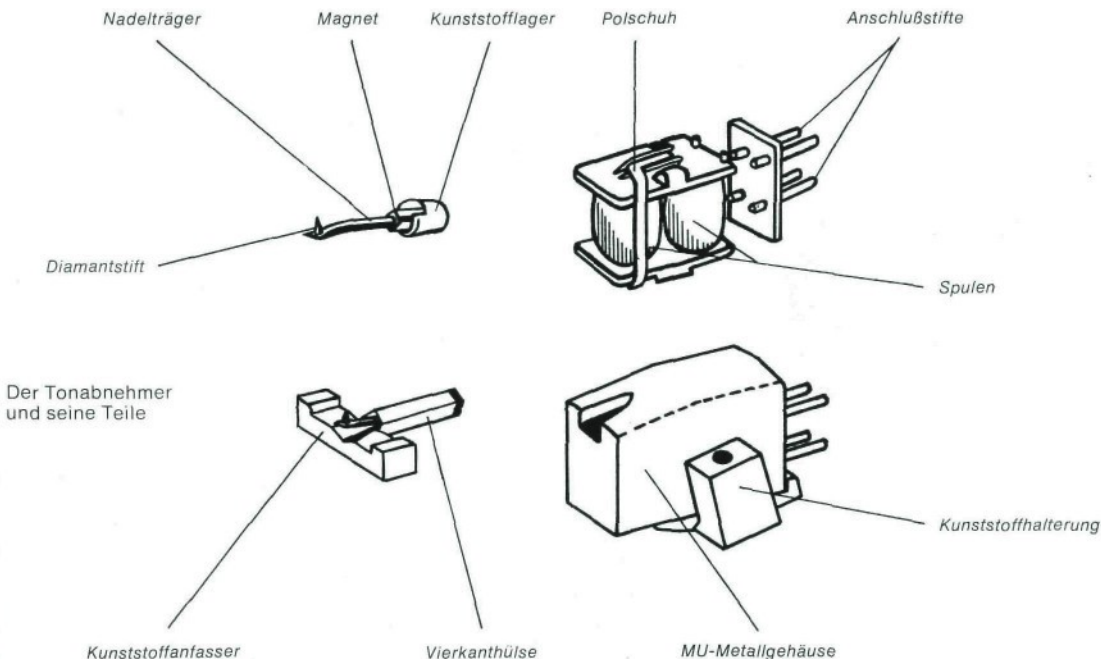
Von den anderen Teilen werden aus jeder Lieferungsserie Stichproben entnommen. Beim Nadelträgerrohr achtet man besonders auf die Einhaltung des Durchmessers und auf das Gewicht, der Kupferlackdraht (dünner Kupferdraht, der mit einer isolierenden Lackschicht umgeben ist) muß einen Durchmesser von 37 tausendstel Millimetern aufweisen.

Zur gleichen Fertigungsetappe gehört auch die „gröbere“ Verarbeitung des Rohmate-

rials. Vom Mu-Metallblech werden Formteile ausgestanzt, planiert, geprägt und gefaltet, so daß Abschirmkappen für den Systemkörper entstehen. Diese werden zur Erhöhung der Abschirmwirkung geölt und anschließend lackiert. In Kunststoff-Spritzmaschinen werden die Kontaktplatten gespritzt, in denen die vier Metall-Kontaktstifte stecken. Die Halterung für den Systemkörper wird aus dem gleichen Kunststoff im Spritzverfahren hergestellt, auch wird der Anfasser der Metallhülse, die später das Nadelträgerrohr mit seinem Lager aufnimmt, am vorderen Ende der Hülse angebracht.

Der Nadeleinschub

Die zweite Etappe der Herstellung umfaßt die Nadel- und Systemmontage. Zuerst wird an der Stirnseite der 5 mg schweren, 1,9 mm langen und 0,8 mm breiten Magnete ein Loch erodiert, 1 mm tief und mit einem Durchmesser von 0,52 mm. Man spricht bei diesem Arbeitsgang vom „Erodieren“ der Magnete. Denn man verwendet für das Bohren keine üblichen Bohrelemente, die bei solchen Miniaturmaßen eine exakte Ausführung nicht möglich machen, sondern unter hohe Gleichspannung gesetzte rotierende Kupferelektroden, die aus dem Magnetmaterial das Loch „ausbrennen“. Die Toleranzen bei diesem Vorgang bleiben unter 0,02 mm. Zum Erodieren werden die Magnete in Gruppen zu zehn Stück in Spezialhalterungen eingesetzt (Bild 1). Dann werden die Nadelträgerrohre – aus einer Alu-Legierung von sehr kleinem spezifischen Gewicht – weichgeglüht, um bei späteren Verarbeitungen keine Risse zu bekommen, und anschließend in das



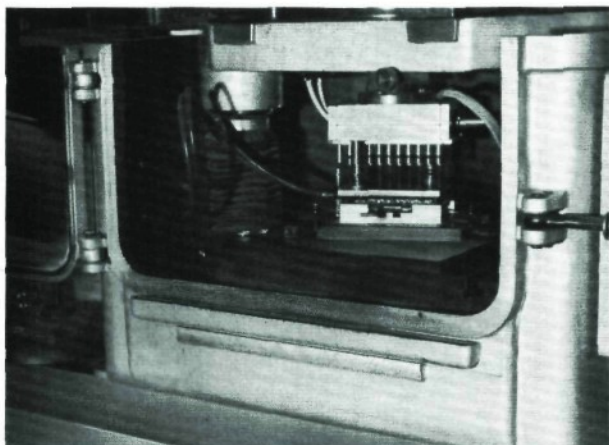


Bild 1

Magnetloch hineingesteckt und mit einem Einkomponentenkleber befestigt. Anschließend kommen sie in einen Ofen, wo sie eine halbe Stunde lang bei einer Temperatur von 120° Celsius aushärten. Nachdem sie diese Prozedur hinter sich gebracht haben, werden sie in einer besonderen Maschine automatisch am vorderen Ende des Nadelträgerrohres abgeplattet und mit einer Bohrung versehen, in die später der Diamant eingesetzt wird.

Die Diamantstifte haben ein Gewicht von 0,15 – 0,18 mg. Sie bestehen aus Voll-diamanten mit achsenorientiertem Zugschnitt, das heißt: ihre härtesten Flächen befinden sich dort, wo später die Rillenflanke mit ihnen in Berührung kommt. Zum Einsetzen werden Nadelträger und Stift eingespannt und unter sichtbarer Kontrolle anhand eines Profilprojektors geometrisch richtig miteinander verbunden (Bild 2). Danach werden sie mit einem Zweikompo-

Bild 2

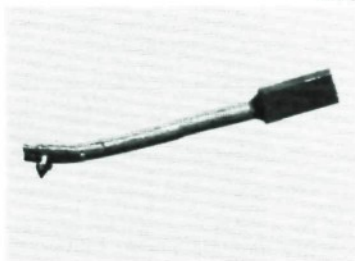


Bild 3

nentenlack aneinandergeklebt. Nach einem vierstündigen Aufenthalt in einem Ofen bei 60° Celsius sind sie untrennbar miteinander verbunden und gegen Einwirkungen von Alkoholmischungen unempfindlich. Über den Magneten wird jetzt eine kleine, sehr nachgiebige Hülse gestülpt, die das elastische Lager der Nadelträgerereinheit bildet. Dieses Lager wird aus Kunsstoff gespritzt, der gegenüber den meisten Lagern aus Gummi den Vorteil hat, daß er auch nach langer Zeit keine Risse bekommt und in seiner Elastizität von Temperaturschwankungen im Bereich des Normalen unabhängig ist.

Die fertige Magnet-Nadelträger-Abtaststift-einheit (Bild 3) kann nun in die mit einem Gleitmittel behandelte Vierkanthülse eingeschoben werden. Diese Messinghülse, 13,8 mm lang und 1,8 mm breit, ist übrigens von außen vergoldet, damit sie, wenn sie später in den fertigen Systemkörper eingeschoben wird, einen besseren Kontakt gibt. Das Einschieben geschieht mit Hilfe einer Spezialvorrichtung und eines Profilprojektors, auf dessen großer Mattscheibe die richtige Stellung des Abtaststifts durch Linien eingezeichnet ist. Der montierende Techniker kann so den gut sichtbaren Diamanten exakt in die gewünschte Lage bringen (Bild 4).

Nach dem Einschieben wird der Nadeleinschub „temperiert“, er bleibt eine Stunde lang bei 120° Celsius im Ofen, damit das Kunststofflager sich entspannt und fest an die Seiten der Hülse anschmiegt.

Zuletzt wird die hintere Öffnung der Vierkanthülse mit einem Kunststoffplättchen verschlossen. Der für die Abtastung der Rillen wichtigste und gleichzeitig kritischste Bauteil eines Tonabnehmersystems ist damit fertig.

Der Systemkörper

Im ersten Arbeitgang wird Kupferdraht auf Spulenkörper aus Kunststoff gewickelt, und

Bild 4



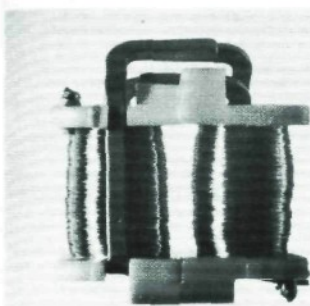


Bild 5

zwar maschinell (Bild 5). Auf jeder Spule müssen genau 4800 Wicklungen untergebracht werden, die am Zählwerk der Maschine abzulesen sind. In die Spulen werden sodann Polschuhpaare gesteckt, und die zwei Wicklungsenden werden an die in die Spulenträger eingelassenen Kontaktstifte angelötet. Anschließend steckt man zwei Spulensysteme ineinander (die Kunststoffträger sind dafür vorbereitet) und sichert sie durch Kleber.

Die inzwischen fertigen Kontaktplatten zum Anschluß an die Zuführungsdrähte des Tonkopfs werden jetzt durch Drähtchen mit den Wicklungsenden verbunden. Anschließend prüft man diese Spulenkombination auf Durchgang und elektrischen Widerstand, um sie danach in eine Spritzvorrichtung zu montieren und mit Kunststoff zu umspritzen.

Die jetzt in Rohfassung fertigen Systemkörper (in der Fachsprache Spritzlinge genannt) werden auf Windungsschluß und Stromaufnahme bei 10 kHz geprüft. Verläuft die Prüfung zufriedenstellend, so schiebt man die Metallabschirmkappen über die Spritzlinge. Danach ist noch der

aus Kunststoff bestehende Befestigungsbügel mit der Abschirmkappe zu versehen. Damit ist die Herstellung des Tonabnehmers beendet. Die letzte Etappe seines internen Weges beginnt: die Endprüfung.

Die Qualitätsprüfungen

Systemkörper und Nadeleinschübe erreichen jetzt auf getrenntem Weg den Endkontrollraum, der vollklimatisiert ist (60% relative Luftfeuchtigkeit und 20° Celsius Temperatur), um gleichmäßige Prüfbedingungen in jeder Hinsicht zu bieten.

Mit einem Binokular-Mikroskop wird dort jeder einzelne Nadeleinschub auf die mechanische Beschaffenheit des Diamanten geprüft. Es wird nachgesehen, ob die geschliffene Oberfläche während der Montage beschädigt wurde, ob die Verklebung mit dem Nadelträgerrohr intakt ist und schließlich, ob Lackreste auf den mit den Schallplattenrillen in Kontakt kommenden Oberflächen des Diamanten zurückgeblieben sind. Anschließend spannt man den Einschub in die Halterung eines 20fach vergrößernden Profilprojektors ein, um die geometrische Lage der Nadel bei der vorgeschriebenen Auflagekraft sowie die Bodenfreiheit zwischen ihr und der Unterseite des Systemkörpers zu überprüfen (Bild 6). Die Prüfung der Nadelgeometrie ist sehr wichtig, da es von ihr abhängt, ob die Abtastspitze einwandfrei von der Plattenrinne geführt und der international genormte Abtastwinkel von 15°, bei dem die geringsten Verzerrungen zu erwarten sind, eingehalten wird.

Auf der nächsten Stufe werden die inzwischen auf Polung und auf Abschirmwirkung der Abschirmkappen untersuchten Systemkörper mit je einem Nadeleinschub bestückt und auf Frequenzgang im Bereich von 20–20000 Hz, auf Ausgangsspannung, Übersprechdämpfung bei 1 kHz und dynamische Compliance geprüft. Hierbei muß das Tonabnehmersystem (Bild 7, es han-



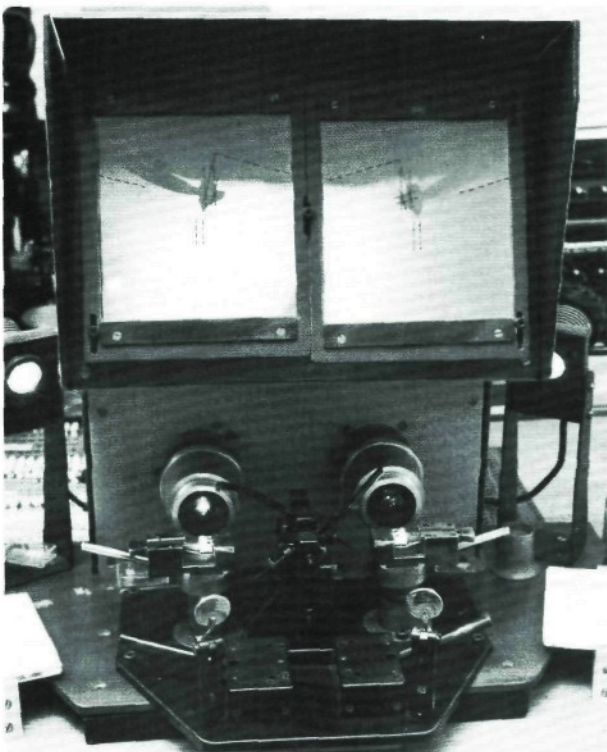
Bild 7

delt sich übrigens um das Modell STS 444) bei 0,6 Pond Auflagekraft 50 μ -Modulationen der Frequenz 100 Hz horizontal und vertikal einwandfrei abtasten, um durch die Prüfung durchgelassen zu werden. Ferner mißt man jedes 20. System in bezug auf Frequenzintermodulation (FIM), wobei der -4 dB-Pegel der DIN-Schallplatte bei 0,75 Pond Auflagekraft mit weniger als 1% Verzerrungen abgetastet werden muß.

Werden die festgesetzten Daten für das jeweilige Modell im Laufe der verschiedenen Prüfungen nicht erreicht, so untersucht man, ob der Fehler am Systemkörper oder Nadeleinschub liegt. Das fehlerhafte Teil wird sodann ausgeschieden, da es in der Regel nicht möglich ist, den Fehler zu beheben.

Alle Tonabnehmer, die diese letzte Prüfstation ohne Beanstandung passiert haben, werden verpackt und als verkaufsfähige Exemplare ins Lager gebracht.

Bild 6



Nach dem „aufklärenden“ Rundgang durch die Fabrikationshallen der Elac nutzte ich die Gelegenheit, den anwesenden Entwicklungs- und Fertigungsfachleuten Fragen nach einigen in der täglichen Praxis mit Abtastern auftauchende Probleme zu stellen.

ff: „Es kommt hier und da vor, daß während des Spiels der komplette Nadelträger samt Magnet aus seiner Halterung herausfällt. Ist dies auf einen Fabrikationsfehler, unsachgemäße Behandlung oder auf die Einwirkung von Schallplattenpflegemitteln wie etwa den Naßfahr-Flüssigkeiten zurückzuführen?“

Elac: „Lenco-Clean-Flüssigkeit und andere Pflegemittel haben keine Einwirkung auf diese Erscheinung. Da das Nadellager aus technischen Gründen nicht mit der Vierkanthülse verklebt ist, sondern nur so eingeklemmt ist, daß es bis zu einer in der Längsrichtung einwirkenden Kraft von 40 Pond Widerstand leistet, kann es sein, daß bei unvorsichtiger Reinigung der Nadel diese Kraft überschritten wird, so daß das Lager ins Rutschen gerät und beim Abspielen irgendwann herausfällt. In ganz vereinzelt Fällen – unseres Wissens kam es bis jetzt nur ein paarmal vor – ist auch die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß die Nadelträgerereinheit von vornherein etwas locker in der Hülse saß. Eine Prüfung jedes Systems in dieser Hinsicht über Stichproben hinaus ist nicht realisierbar, da die Gefahr zu groß ist, daß fast jeder Nadeleinschub bei dieser Prüfung beschädigt wird.“

ff: „Der international genormte vertikale Abtastwinkel von 15° ist ein wichtiges Maß für die Verzerrungsfreiheit beim Abspielen.“

Welche Toleranzen liegen der Fabrikation der Nadeleinschübe zugrunde?"

Elac: „Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Auflagekraft – im Falle des STS 444 ist es 1 p – werden bei uns die Toleranzgrenzen ± 3 angestrebt. Es ist allerdings sehr wichtig, daß der Tonabnehmer später beim Gebrauch nicht verkantet in den Tonkopf eingebaut ist, wenn dieser Winkel stimmen soll.“

ff: „In der letzten Zeit werden immer mehr Stimmen laut, die den praktischen Sinn der elliptischen Nadel anzweifeln. Welche Erfahrungen haben Sie in dieser Hinsicht?"

Elac: „Diese Frage kann nicht eindeutig beantwortet werden. Der Vorteil des elliptischen Diamanten, geringere geometrische Abtastverzerrungen als sphärische Diamanten zu verursachen, kann für sphärische Diamanten bei Abtastung von Schallplatten mit Kompensation dieser Fehler (z. B. Royal Sound) ausgeglichen werden. Theoretisch ist es möglich, bei genauer Einhaltung der Parameter eine vollständige Kompensation der geometrischen Abtastfehler für den sphärischen Diamanten zu erreichen. Die Tatsache, daß nur einige Plattenhersteller von dieser Kompensation Gebrauch machen, verschafft dem elliptischen Diamanten einen Vorrang, der sich auch in der Markttendenz abzeichnet. Da jedoch die elliptische Nadel aufgrund der kleineren Verrundungsradien tiefer in die elastische Masse der Schallplatte eindringt als die sphärische, ist es notwendig, daß die Auflagekraft möglichst 1 p nicht übersteigt und die dynamische träge Masse unter 1 mg bleibt, wenn keine plastischen Verformungen der Rille auftreten sollen.“

ff: „Beim Vergleich der Preise von elliptischen und sphärischen Diamanten stimmt einen die große Differenz nachdenklich.

Welche Gründe rechtfertigen die Verteuerung der Nadeln mit elliptischen Diamanten gegenüber den sphärischen Diamanten?"

Elac: „Die beiden Diamantensorten differieren schon im Einkaufspreis. Darüber hinaus ist die Kontrolle der elliptischen Diamanten aufwendiger, um zu vermeiden, daß Diamanten mit Formfehlern und nicht ausreichender Politur ausgeliefert werden. Außerdem muß die Lage der Ellipsen zur Abtastrichtung kontrolliert werden.“

ff: „Die Frage nach der Lebensdauer von Diamantabtastradeln ist heute genauso aktuell wie vor einigen Jahren, als Auflagekräfte von 10 p keine Seltenheit waren. Einige übereifrige Fachhändler und mancher Werbetext versprechen dem Käufer 800 und oft 1000 Stunden Diamant-Lebenszeit. Wie sieht die Wirklichkeit in dieser Beziehung aus?"

Elac: „Die Lebensdauer von Diamanten hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab: 1. von der Form der Diamanten (sphärisch oder elliptisch) sowie der Größe und den Verrundungsradien, die von 12 bis 17 μ Radius bei sphärischen und 18 bis 15 μ Frontalradius mit 6 bis 10 μ Abtastradien bei elliptischen Diamantstiften vorkommen können.

2. von der Auflagekraft, die im Bereich von 0,5 bis 3,0 p bei HiFi-Tonabnehmern liegt. Sie geht stark in den Verschleiß ein.

3. von der Temperatur beim Abspielen, die den Verschleiß ebenfalls wesentlich beeinflusst. Bei Dauerlaufversuchen über 300 Stunden bei 40° Celsius war bei den Diamanten kein Abschleiß zu beobachten, dagegen bei 20° Celsius ein erster geringfügiger Verschleiß nach 200 Stunden zu erkennen war (Untersuchung an sphärischen Diamanten).

4. von den Eigenschaften des Laufwerks. Es können einseitige Abnutzungen am Diamanten auftreten.

5. von unterschiedlichem Plattenmaterial. Dieser Faktor kann vernachlässigt werden, da immer eine Streuung verschiedener Plattenfabrikate vorliegen wird.

Da diese Faktoren zu unterschiedlichen Verschleißerscheinungen führen, kann man lediglich sagen, daß an Diamanten nach etwa 200 Stunden ein geringer Abschleiß unter dem Mikroskop sichtbar wird. Die genaue Kontrolle, ob ein Diamant zu dieser Zeit aufgrund ungünstiger Verhältnisse beim Abtasten schon einen merklichen Abschleiß zeigt und damit unbrauchbar wird, sollte man einer geeigneten Service-Werkstatt überlassen.

Auf jeden Fall ist es für die Schonung des Diamanten vorteilhaft, die Auflagekraft so niedrig zu wählen, wie es Laufwerk und Tonabnehmersystem zulassen.“

ff: „Mit den heutigen Spitzenabstastern haben wir einen sehr hohen Qualitätsstandard in bezug auf Abtastrfähigkeit und verzerrungsfreie Wiedergabe erreicht. Sind Fortschritte auf diesem Gebiet in nächster Zukunft zu erwarten, oder wird man die Entwicklungsarbeit auf ein anderes Gebiet, beispielsweise die Abtastung von Schallplatten für die Quadrophonie oder der Bildplatte verlegen?"

Elac: „Jeder Hersteller, der heute konkurrenzfähig bleiben will, wird sicherlich dreileisig fahren müssen. Das Hauptgewicht wird jedoch wohl noch auf dem Gebiet des gebräuchlichen Tonabnehmers liegen. Wir dürfen für die nähere Zukunft Abtaster erwarten, die bei 0,5 p Auflagekraft die gleichen Ergebnisse bringen wie die besten Systeme heute bei 1 p.“

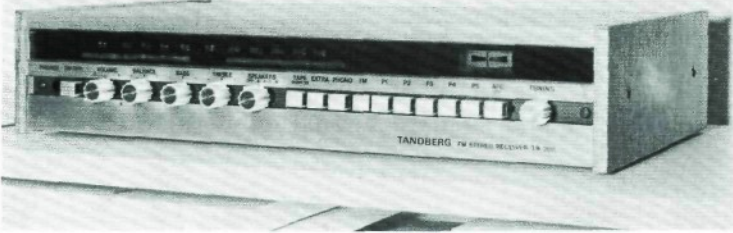
Stratos Tsobanoglou



AKTION 2000

TR-200

Tandbergs erster HiFi-Receiver



Flach und kompakt:
Tandbergs erster HiFi-Receiver

Mit dem Tuner-Verstärker TR-200 gibt die als Tonbandgeräte-Hersteller bekannte norwegische Firma Tandberg ihr Debüt auf dem internationalen Receiver-Markt. Zwar hatte Tandberg im Heimatland bisher schon Steuergeräte angeboten, jedoch ist der auf der Hannover-Messe 1971 vorgestellte TR-200 das erste Gerät dieses Hauses, das HiFi-Ansprüchen genügt.

Das flache, zierliche Gerät ist vernünftigerweise als nur UKW-Receiver konzipiert und kommt mit einer Ausgangsleistung von 2 x 23 Watt den Lautstärkebedürfnissen der meisten Musikfreunde, die nicht über eine „Abhörhalle“ verfügen, entgegen.

Neben leichter Bedienbarkeit bietet er sowohl im Verstärker- als auch im Tunerteil gute HiFi-Mittelklasse-Daten und läßt kaum Schattenseiten erkennen. Berücksichtigt man seinen marktgerechten Preis und die solide wirkende Konstruktion, so kann der norwegischen Herstellerfirma ein gelungenes Erstlingswerk bescheinigt werden.

Stratos Tsobanoglou

Tunerteil

Besonderheiten

Ein IC (integrierter Schaltkreis). Diodenabstimmung statt des üblichen Drehkondensators. Vorwahlenrichtung zur Festeinstellung von fünf UKW-Sendern. Abschaltbare Stummabstimmung (Muting) und automatische Frequenz-Korrektur (AFC). Die Muting-Taste, der Mono-Stereo-Schalter und die Einstellrändelräder für die Vorwahlenrichtung befinden sich hinter einer herunterklappbaren Leiste am unteren Abschluß der Frontplatte.

Abstimmhilfen

Helle Tunerskala mit gut ablesbaren MHz-Zahlen. Die feine Strichelung an ihrem unteren Rand wirkt allerdings etwas irritierend. Das eingebaute Drehspulinstrument zeigt, ob man den Tuner auf Kanal-Mitte abgestimmt hat. Für den Empfang von lokalen und starken Sendern ist dieses Instrument ausreichend. Das Ausrichten einer Rotorantenne, wie wir sie zur empirischen Beurteilung des TR-200 verwendeten, oder das Aussuchen der günstigsten Station bei Abstrahlung des gleichen Programms von mehreren Sendern ist allerdings mit Hilfe dieser Abstimmhilfe nicht möglich, da sie auf Signalstärke nicht reagiert. In solchen Fällen muß man sich schon auf seine Ohren verlassen.

Empfindlichkeit

Recht empfindlicher Tuner, vorwiegend für den Empfang von Regional- und nicht allzu weit abliegenden Stationen geeignet. Sehr schwache und weit entfernte Sender werden in den meisten Fällen weniger abhörwürdig empfangen. Dies schmälert allerdings nicht den Gebrauchswert des Geräts in der täglichen Praxis, wenn man nicht ein ausgesprochen technisch orientierter HiFi-Freund ist.

Trennschärfe

Für ein Gerät mit Diodenabstimmung und keinen Feldeffekttransistoren in den ersten Tuner-Stufen sehr zufriedenstellende Ergebnisse. Lediglich in Grenzsituationen – wenn zum Beispiel ein starker und ein relativ schwach einfallender Sender eng nebeneinander liegen – merkt man die Überlegenheit in der Regel teurerer Tuner der Spitzenklasse. In Gegenden, wo sich nicht eine Vielzahl von abhörwürdigen Sendern in einem engen Bereich drängt, wird man jedoch keinen nennenswerten Schwierigkeiten begegnen.

Großsignalverhalten

Auch in dieser Hinsicht zeigt der Tandberg das Bild eines Mittelklasse-Empfängers. Modulationsstörungen schwacher Stationen, verursacht durch stark ankommende Ortssender, konnten vereinzelt festgestellt werden.

Störgeräuschunterdrückung

Von einer guten Seite zeigte sich das Testgerät in diesem Punkt. Die üblichen Störgeräusche wie Knattern und Knistern traten kaum störender auf als bei zwei zum Vergleich herangezogenen Spitzenklasseempfängern. Nur bei extrem schwach ankommenden Ausstrahlungen nahmen die Störungen in deutlich stärkerem Maße als bei diesen zu.

Stereo-Empfang

Sehr ordentlicher Empfang der regionalen Stereo-Ausstrahlungen. Bei schwächeren Stereo-Signalen häufiges Säuseln und Zwischern, die zum Teil auch auf eine nicht in allen Punkten befriedigende Kreuzmodulationsunterdrückung zurückzuführen ist. Gehörmäßig als hervorragend zu beurteilen ist die Kanaltrennung.

Fremdspannungsabstand

Sowohl in Mono als auch in Stereo ähnlich gut wie bei Spitzenuttern. Auch bei weit aufgedrehtem Lautstärkeregler arbeitet das Gerät völlig brummfrei.

Klangbild

Klares, präsent Klangbild mit einer geringfügigen Neigung zu Härte.

Verstärkerteil

Besonderheiten

Anschlußmöglichkeit für zwei Lautsprecherpaare mit Wahlschalter an der Frontplatte. Von vorn erreichbarer Kopfhöreranschluß für dreipolige Klinkenstecker. Das Gerät kann wahlweise mit DIN- oder Cinch-Anschlußbuchsen geliefert werden.

Leistungsbandbreite

Im mittleren Bereich bietet der TR-200 ca. 3 Watt mehr als propagiert. In den extremen Tiefen ist ein Leistungsabfall zu verzeichnen. Jedoch werden in dem für den musikalischen Eindruck wichtigsten Frequenzbereich die 20 Watt mit Sicherheit eingehalten. Bei einem Abschlußwiderstand von 8 Ohm zeigt sich die Leistungskurve wesentlich ausgeglichener. Die abgegebenen 16 Watt pro Kanal dürften dabei in Wohnräumen durchschnittlicher Größe (ca. 23 m²) ausreichen, zumal viele 8-Ohm-Lautsprecherboxen des Angebots einen relativ guten Wirkungsgrad haben.

Klirrgrad

Würde die 40-Hz-Kurve nicht schon bei 18 Watt die 1-%-Grenze erreichen, so könnte man das Klirrgradverhalten als sehr gut bezeichnen. Bis zu dieser Leistung, die bei „nachbargerechten“ Lautstärken relativ selten benötigt wird, bleiben vom Receiver herrührende Verzerrungen auch in den Tiefen unhörbar.

Frequenzgang

Oberhalb 100 Hz verläuft der Frequenzgang bei Mittelstellung der Regler wie mit dem Lineal gezogen. Der Abfall in den Tiefen läßt sich zwar mit dem Baßregler korrigieren, jedoch wird dabei der Bereich um 200 Hz mit angehoben, was sich unvorteilhafter auswirkt als die gehörmäßig gerade eben wahrnehmbare Abnahme von 1,8 dB bei 30 Hz. Ein Lob verdient der Entzerrer-Vorverstärker des Gerätes, denn bei geschaltetem Phono-Eingang ist der Frequenzgangverlauf praktisch identisch mit dem der linearen Eingänge.

Gehörliche Lautstärkeregelung

In den Höhen, vor allem aber in den Tiefen wäre eine stärkere Anhebung, verbunden mit einem etwas steileren Anstieg nach meinem Hörempfinden wünschenswert.

Klangregler

Sehr gut ist die Charakteristik des Tiefenreglers, bei dessen Bedienung ein großer Teil der Mitten praktisch unbeeinflusst bleibt. Einen steileren Verlauf der Höhenanhebung bzw. -absenkung hielt ich für vorteilhafter.

Übersprechdämpfung

Hervorragend.

Eingangsempfindlichkeit

Die gemessenen Werte weisen den Tandberg-Verstärker als universell verwendbares Gerät aus, an dem auch Schallquellen mit geringer Ausgangsspannung mit Erfolg betrieben werden können.

Übersteuerungsgrenze

Aufgrund der guten Meßergebnisse kann das Tandberg-Steuergerät als übersteuerungssicher gelten, wenn man übliche Magnet-Tonabnehmersysteme an es anschließt.

Fremdspannungsabstand

Während der Störabstand bei linearen Eingängen, insbesondere bei Vollaussteuerung sehr groß ist, zeigt der Phono-Eingang nur mäßige Werte. In dieser Hinsicht erfüllt das Testgerät knapp die Anforderungen, die man an Verstärker der HiFi-Standardklasse stellt.

Impulsverhalten

Saubere Wiedergabe der Originalrechtecke mit nur wenigen Formverfälschungen deutet auf die Fähigkeit des TR-200 hin, auch komplexe Schwingungen weitgehend originalgetreu wiederzugeben. Zu vermerken ist, daß selbst bei kapazitiver Last (zum Beispiel bei Verwendung von elektrostatischen Kopfhörern und Lautsprechern) die abgebildeten Rechteckoszillogramme sich kaum verändern.

Klangbild

Im ganzen ausgewogenes und klares Klangbild, das die Erwartungen an einen hochwertigen Verstärker dieser Leistungsklasse erfüllt.

	Herstellerangaben	Messungen
Ausgangsleistung Ausgang 4 Ohm	2 x 20 W Dauertonleistung	2 x 23 W Dauerton
Frequenzgang	20 Hz – 40 kHz	siehe Diagramm 1
Leistungsbandbreite	20 Hz – 35 kHz	siehe Diagramm 4
Klirrgrad	≤ 0,25% bei –1 dB	siehe Diagramm 5
Intermodulation	1%	
Balance		Bereich 77,7 dB
Klangregler	Höhen ± 14 dB bei 10 kHz Tiefen ± 16 dB bei 50 Hz	siehe Diagramm 1
Filter	keine	
Frequenzgang bei magnetisch Phono	entzerrt nach RIAA	siehe Diagramm 3
Übersteuerungsgrenze des magnetischen Phono-Eingangs		40 Hz: 7,4 mV, 1 kHz: 56 mV, 10 kHz: 260 mV
Fremdspannungsabstand	≥ 52 dB bei 2 x 50 mW für alle Eingänge	2 x 50 mW Phono magn. 50,5 dB Band 55,0 dB Vollausstg. 54,0 dB 71,5 dB
Übersprechdämpfung	43 dB	40 Hz: 70 dB, 1 kHz: 69,5 dB, 10 kHz: 51,5 dB
Dämpfungsfaktor	15 bei 4 Ohm, 30 bei 8 Ohm	
Eingangsempfindlichkeit	Band 250 mV Phono magn. 2,3 mV Extra 100 mV	Band 250 mV Phono magn. 2,4 mV Extra 103 mV
Ausgänge	Lautsprecher 4–16 Ohm Kopfhörer und Band vorhanden	
Abmessungen	43 x 8,7 x 26,1 cm (B x H x T)	
Empf. Preis einschl. Mwst.	995,- DM	

Diagramm 1:

Frequenzgang (6 dB unter Vollaussteuerung), Klangregler

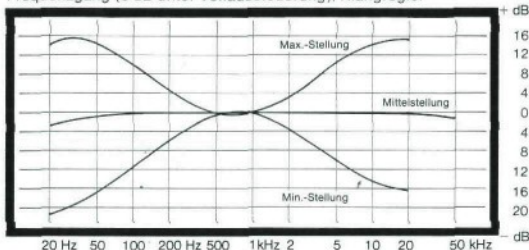
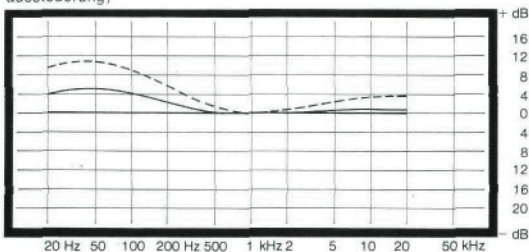


Diagramm 2:

Gehörhörliche Lautstärkeregelung (durchgezogene Linie: 40 dB unter Vollaussteuerung; gestrichelte Linie: 20 dB unter Vollaussteuerung)



Rechteckimpuls-Wiedergabe:

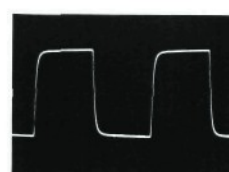
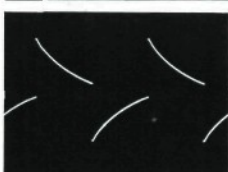


Diagramm 3:

Frequenzgang bei Phono

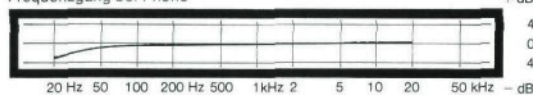


Diagramm 4:

Leistungsbandbreite (durchgezogene Linie: an 4 Ohm; gestrichelte Linie: an 8 Ohm)

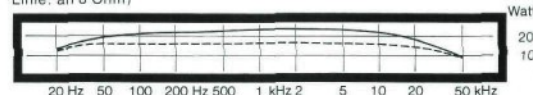


Diagramm 5:

Klirrgrad (an 8 Ohm)

