

Audio-Dynamik-Expander DE 7000

Zur Verbesserung des Dynamik-Bereiches von Schallkonserven wurde dieser hochwertige Dynamik-Expander entwickelt. Besonders ältere Tonaufzeichnungen können hierdurch aufgewertet und der Klangeindruck plastischer gestaltet werden.

Allgemeines

Wer hat nicht zu Hause alte Tonband- oder Schallplattenaufnahmen archiviert, die zwar musikalisch durchaus noch interessant sind, deren technische Qualität aber nicht mehr den gestiegenen Ansprüchen im CD-Zeitalter genügen? Mit Hilfe des in diesem Artikel vorgestellten Audio-Dynamik-Expanders DE 7000 lassen sich diese Tonkonserven durch erheblich vergrößerten Dynamik-Umfang bei gleichzeitig reduziertem Rauschpegel für einen echten Hörgenuß zu neuem Leben erwecken.

Basierend darauf, daß Aufzeichnungen in älterer Technik mit einem begrenzten Dynamik-Bereich auskommen mußten, das heutige Hörempfinden jedoch auf einen großen Dynamik-Umfang ausgerichtet ist, erscheint es sinnvoll, ältere Tonaufzeichnungen mit begrenzter Dynamik und dadurch bedingtem flachen Klangeindruck nachträglich den neuen Anforderungen anzupassen.

Der Dynamik-Expander DE 7000 wird einfach zwischen Vorverstärker und Endverstärker geschaltet, wobei er selbstverständlich Stereo-Signale verarbeiten kann. Ein Umschalter zwischen Durchschleif- und

Expander-Betrieb ermöglicht einen schnellen Wechsel zwischen normalem Einsatz der HiFi-Anlage und der neuen Funktion der Expansion, d. h. Dynamik-Erhöhung. Hier wird der Dynamik-Umfang um ca. 20 dB (!) verbessert, so daß auch bisher flach klingende alte Tonaufzeichnungen weitgehend dem neuen Klangeindruck entsprechen.

Grundlageninformationen

Der Siegeszug der CD-Spieler ist zu einem großen Teil auf ihre große Dynamik bei der Wiedergabe zurückzuführen. Hohe Dynamik macht das Zuhören angenehmer. Die wiedergegebenen Töne werden deutlicher empfunden, weil unsere Hörorgane ihre Informationen aus dem Tonsignal leichter „herausrechnen“ können. Anders ausgedrückt: In Tonsignalen mit großer Dynamik sind mehr verwertbare Informationen enthalten.

Reizunterschiede aller Art werden von unserem Nervensystem logarithmisch wahrgenommen. Dies gilt auch für Dynamik-Unterschiede.

Die Dynamik von Tönen kann man zunächst einmal als das Verhältnis der größten zu den kleinsten einwandfrei

wahrnehmbaren Lautstärken bezeichnen. Dieses Verhältnis kann unter natürlichen extremen Bedingungen Größenordnungen von 1 zu 10 Millionen erreichen. In unserem Fall werden die Lautstärkeunterschiede durch die Spannungen vom Verstärker ausgang beschrieben. Die Angabe der Dynamik D erfolgt daher in Abhängigkeit der minimalen und maximalen Spannungspegel U_{\min} und U_{\max} in der logarithmischen Maßeinheit dB:

$$D = 20 \lg \frac{U_{\max}}{U_{\min}}$$

Zur weiteren Veranschaulichung dieser Verhältnisse stelle man sich vor, daß man am Sonnabendnachmittag im Garten seines Wochenendhäuschens Zeitung liest und plötzlich eine verirrte Concorde vorbeifliegt, die dann den Schallpegel sprunghaft auf 140 dB anhebt. Wenn statt des Überschallflugzeugs nur der Nachbar seinen alten Motorrasenmäher anwirft, beträgt der Lautstärkesprung vom vorhergehenden Mückensirren zum Knattern des Rasenmähers immerhin noch 1 zu 100.000. Dieses Verhältnis entspricht dann 100 dB.

Auf die vorstehend beschriebene Weise werden sehr große Wahrnehmungsbereiche erfaßt. Bild 1 zeigt die „Hörfläche“ des menschlichen Ohres. Dem logarithmischen

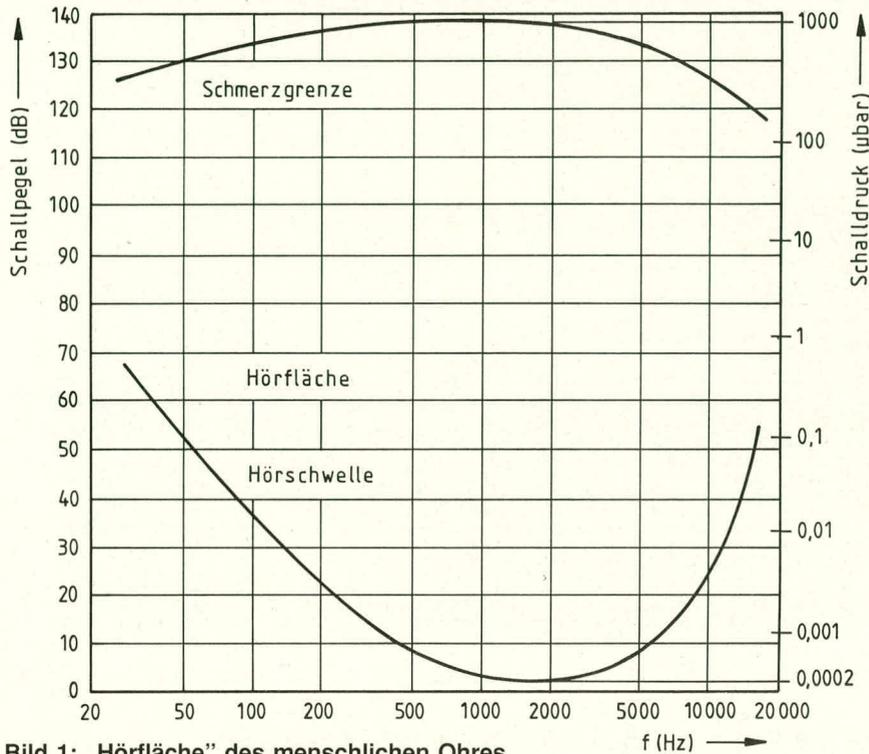


Bild 1: „Hörfläche“ des menschlichen Ohres

Empfinden wird hier gleich zweimal Rechnung getragen. Auf der Abszisse des Diagramms sind die Logarithmen der für uns hörbaren Tonfrequenzen aufgetragen, während die linke Ordinate die Logarithmen von Lautstärkeunterschieden (Schallpegel) zeigt. Als Vergleich sind auf der rechten Ordinate die Schalldruckwerte aufgetragen, die den (subjektiv) zugeordneten Lautstärkepegeln entsprechen.

Die beiden Kurven repräsentieren die Hörschwelle und die Schmerzgrenze. Die untere Kurve zeigt, daß bei jeder Frequenz erst einmal ein Schwellwert des Schalldrucks erreicht werden muß, bevor man

überhaupt etwas hört. Außerdem zeigt sie, daß der Schwellwert bei ganz tiefen Frequenzen (20 Hz) und ganz hohen Frequenzen (20 kHz) über tausendmal höher liegt als in dem empfindlichsten Hörbereich zwischen 1000 Hz und 2000 Hz. Die obere Kurve zeigt den Verlauf der sogenannten Schmerzgrenze. Sie ist bei „frischen“ Ohren das Maximum dessen, was man sich an Lautstärke zumuten darf. Wenn man häufiger solchen Pegeln ausgesetzt ist, steigen die Schwellwerte der unteren Kurve an.

Herkömmliche Speichermedien wie Vinylschallplatten, Kassetten- oder Spulentonbänder können solche Lautstärkeun-

terschiede nicht ohne weiteres speichern. Legt man nämlich als relativen oberen Signalpegel das Rasenmäherknattern fest, so verschwindet das Mückensirren im Bandrauschen oder Plattenrumpeln. Wird umgekehrt das Mückensirren so gespeichert, daß die entsprechenden Pegel geringfügig über dem Plattenrumpeln oder Bandrauschen liegen, so bewirkt die dem Rasenmäher entsprechende Magnetisierung der Tonbänder Verzerrungen. Baßtöne würden sich dann eher wie Gewitterdonnern anhören, weil eine lineare, signalpegelproportionale Magnetisierung nur bis zu einer bestimmten Obergrenze möglich ist. Bei einer Schallplatte, die noch korrekt geschnitten ist, würden sich so steile Auslenkungen ergeben, daß sich die Nadel umgehend einen bequemeren Abschnitt der Rille aussucht. Ohne zusätzliche Kunstgriffe lassen sich etwa Lautstärkeunterschiede von 40 dB bis 50 dB speichern und wiedergeben.

Einer der möglichen Kunstgriffe besteht darin, daß man tiefe Töne (Bässe haben die größten Amplituden) abschwächt und hohe Töne anhebt. Eine derartige Vorverzerrung wird dann bei der Wiedergabe rückgängig gemacht (Entzerrung). Man erreicht auf diese Weise mit guten Geräten 60 dB bis 65 dB Dynamik.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch, daß mit Verzerrung nicht etwa die Erhöhung des Klirrfaktors gemeint ist, sondern lediglich eine Pegelverschiebung in bestimmten Frequenzbereichen, die im nachhinein wieder rückgängig gemacht wird, um hierdurch gestiegene Dynamik zu erreichen.

Bild 2 zeigt die alte und die neue genormte Entzerrerkennlinie für Plattenspieler. Nach der neuen Norm werden Töne unterhalb der unteren Hörgrenze (16 Hz) wieder abgesenkt. Man erreicht hierdurch, daß Trittschall und Motorrumpeln, die von guten Plattenspielermagnetsystemen miterfaßt werden, vom Endverstärker nicht wiedergegeben werden (Subsonic-Filter).

Kopiert man solche Aufnahmen auf einen zweiten Tonträger, so multiplizieren sie die Fehler des ersten und des zweiten Tonträgers derart, daß alsbald nur noch 30 dB vorhanden sind.

Um nun zu einer Verbesserung zu kommen, die den Dynamik-Verlust ausgleicht, muß eine amplitudenabhängige (lautstärkeabhängige) Expansion durchgeführt werden. Hierfür ist ein Verstärker erforderlich, der den Pegel des eingehenden Signals mißt und dann in Abhängigkeit der Amplitude seinen Verstärkungsgrad selbständig ändert. Dadurch wird bei einer Expansion Lautes noch lauter und Leises noch leiser. Bei einer Kompression ist es umgekehrt. Ein normaler Verstärker kann das nicht. Die Endstufe aus dem HiFi-

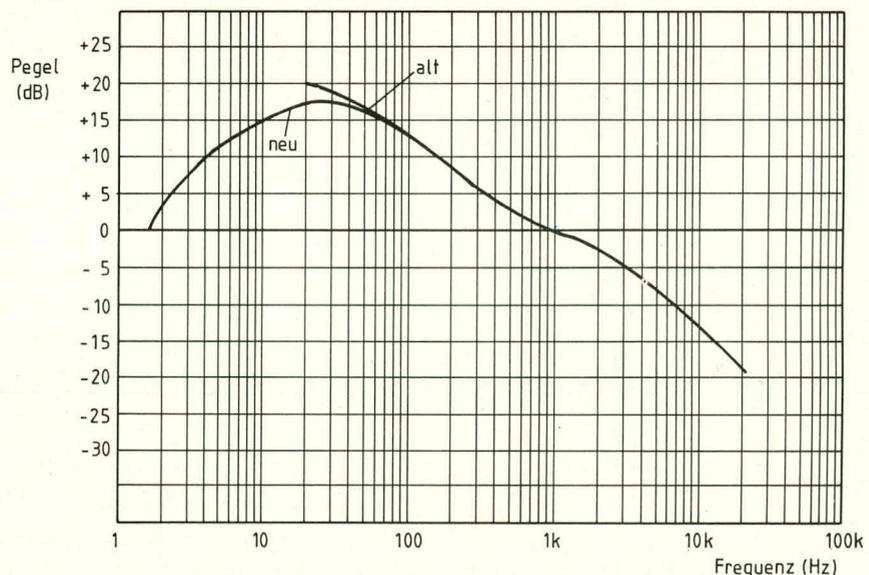


Bild 2: Alte und neue genormte Entzerrerkennlinie für Plattenspieler

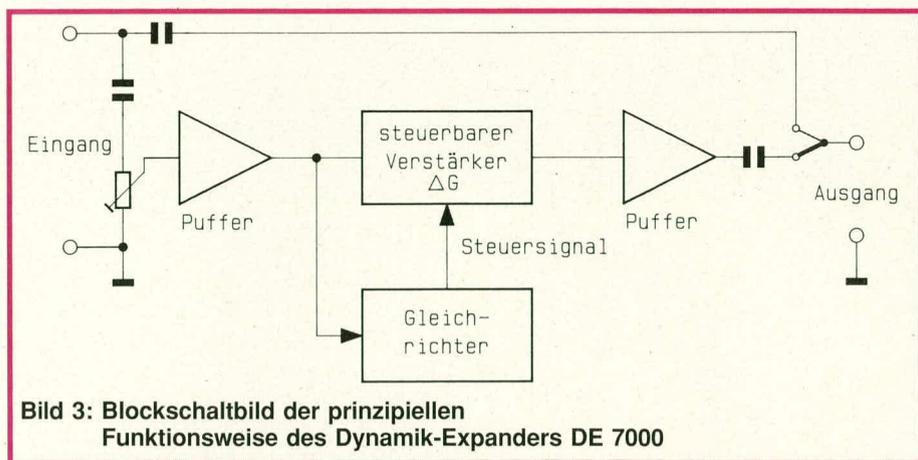


Bild 3: Blockschaltbild der prinzipiellen Funktionsweise des Dynamik-Expanders DE 7000

Turm multipliziert entsprechend der eingestellten Lautstärke wertungsfrei einfach jedes Signal unabhängig von der Frequenz mit einem konstanten Faktor, während der Dynamik-Expander DE 7000 im Aktiv-Modus eine amplitudenabhängige Verstärkung und damit Expansion vornimmt.

Expander-Funktionsprinzip

In Abbildung 3 ist das Blockschaltbild der prinzipiellen Funktionsweise des ELV-Dynamik-Expanders DE 7000 dargestellt. Es ist nur einer der beiden Stereo-Kanäle gezeigt, da beide identisch aufgebaut sind.

Das Eingangssignal gelangt über einen Kondensator zur Gleichspannungsentkopplung zunächst auf einen Pegelregler zur Amplitudenanpassung. Vom Ausgang der nachgeschalteten Pufferstufe gelangt das Audio-Signal nun auf den eigentlichen Expander. Dieser besteht im wesentlichen aus einem steuerbaren Verstärker sowie einer speziellen Gleichrichterschaltung. Das Eingangssignal gelangt sowohl auf den steuerbaren Verstärker als auch auf den Gleichrichter. Mit letzterem wird ein Steuersignal generiert, das zur amplitudenabhängigen Verstärkungsregelung dient. Nach Durchlaufen dieses Schaltungsteils steht am Ausgang des Expanders ein Signal an, bei dem hohe Eingangsamplituden überproportional verstärkt wurden und kleine Eingangssignale eine zusätzliche Abschwächung erfahren haben.

Über die nachgeschaltete Pufferstufe und den Entkopplungskondensator gelangt das Audio-Signal auf den Ausgang. Je nach Stellung des Umschalters kann beim DE 7000 zwischen dem expandierten oder dem ursprünglichen Signal gewählt werden.

Bedienung des Dynamik-Expanders

Der Einsatz des ELV Dynamik-Expanders DE 7000 ist vergleichsweise einfach. Die Versorgung erfolgt direkt aus dem 230 V Wechselspannungsnetz. Der eingebaute

Transformator nimmt eine entsprechende Spannungsanpassung im Gerät vor. Da der Stromverbrauch nahezu vernachlässigbar gering ist, konnte auf einen Netzschalter verzichtet werden. Sobald die Versorgungsspannung anliegt, leuchtet die links auf der Frontplatte angeordnete Kontroll-LED „Gerät Ein“ auf.

Mit dem rechts angeordneten Kippschalter kann zwischen 2 Betriebsarten gewählt werden:

1. Befindet sich der Kippschalter in der unteren Position („Direkt“), so werden eingehende Signale unverändert, d. h. direkt zum Ausgang durchgeschleift.
2. In der oberen Schalterstellung („Expander“) wird die Dynamik der Audio-Eingangssignale um bis zu 20 dB verbessert.

Auf der Geräterückseite befinden sich 4 Cinch-Buchsen für die beiden Stereoein- und -ausgänge.

Für den Anschluß des DE 7000 wird die bestehende Verbindung zwischen Tonbandgerät (alternativ Kassettenrecorder, Plattenspieler, Vorverstärker o. ä.) und Stereoverstärker aufgetrennt und der DE 7000 eingefügt. Der ursprünglich am Verstärkereingang angeschlossene Tonbandausgang wird nun an den linken und rechten Eingang des DE 7000 gelegt. Über eine neue Stereoverbindungsleitung erfolgt alsdann die Verbindung zwischen den Stereoausgängen des DE 7000 und dem Eingang des Stereoverstärkers (an dem vorher das Tonbandgerät direkt angeschlossen war).

Auf der Geräterückseite des Dynamik-Expanders DE 7000 sind die 4 Cinch-Buchsen genau bezeichnet (Eingang-links, Eingang-rechts, Ausgang-links und Ausgang-rechts). Bezüglich der Pegelhöhe verarbeiten die Eingänge des DE 7000 sowohl die genormten DIN- als auch Cinch-Pegel.

Werkseitig ist das Gerät auf die genormten Pegel eingestellt, so daß Eingangs- und Ausgangsamplituden auch im Expander-Betrieb ungefähr gleich sind und sich keine Lautstärkeunterschiede bei einer Umschaltung von Expander- zum Direkt-Betrieb ergeben (abgesehen von der Dyna-

miksteigerung).

Es besteht jedoch zusätzlich die Möglichkeit, bei Pegeldifferenzen verschiedener HiFi-Anlagen den DE 7000 individuellen Erfordernissen anzupassen. Hierzu befindet sich auf der Geräterückseite je eine Bohrung zwischen den beiden Cinch-Buchsen für den linken und den rechten Kanal, hinter der sich für beide Kanäle getrennt ein Trimmer befindet (ca. 10 mm hinter der Rückwand). Mit einem kleinen Schraubendreher, der durch die betreffende Bohrung zu führen ist, kann nun vorsichtig während des Expander-Betriebes der Lautstärkepegel angepaßt werden. Durch Umschalten und Vergleichen der Lautstärke beim Expander- und Direkt-Betrieb sollten beide Trimmer so eingestellt werden, daß sich bei üblichen Musikpassagen (keine extrem leisen Stellen) ein ungefähr gleicher Lautstärkeindruck ergibt.

Bemerkenswert ist es, wenn anschließend bei sehr leisen Passagen festgestellt wird, daß auch der Rauschanteil erheblich im Expander-Betrieb zurückgeht.

Praktische Ausführung

Ein wesentlicher Punkt bei der Realisierung eines Expanders liegt in der Verstärkungssteuerung. Wird die eingangsamplitudenabhängige Steuerspannung zu langsam geregelt, ergeben sich Pumpeffekte, die den Klangeindruck beeinträchtigen können. Schnelle Regelvorgänge hingegen bewirken zusätzliche Signalverzerrungen, die daraus entstehen, daß bei tiefen Frequenzen bereits innerhalb einer Sinushalbwelle versucht wird, nachzuregulieren. Diese meßtechnisch nur mit großem Aufwand zu erfassenden Abstimmarbeiten in Verbindung mit einer unbedingt erforderlichen Klirrfaktorminimierung innerhalb der Expanderschaltung, stellen für einen Nachbauer nennenswerte Probleme dar. Als Leser des ELV journals dürfen Sie zu Recht erwarten, ausgereifte und nachbausichere Schaltungen und Geräte im ELV journal veröffentlicht zu finden. Wir haben in diesem besonderen Fall aus den erwähnten Gründen auf die Entwicklung eines Bausatzes verzichtet. Da wir unseren Kunden trotzdem dieses interessante Gerät nicht vorenthalten möchten, haben wir uns entschlossen, den Audio-Dynamik-Expander DE 7000 als Fertigerät anzubieten. Abschließend bleibt nur noch Ihnen viel Freude beim Einsatz dieses interessanten Gerätes zu wünschen.

Dieser Artikel entstand mit freundlicher Unterstützung von

Dipl.-Chem. Ulrich Meyer, der sich neben der Steuerung von organisch/chemischen Prozessen auch der Elektro- und Kommunikationstechnik widmet.