

Vorrichtung und Verfahren zur Optimierung stereophoner oder pseudostereophoner Audiosignale

Die Erfindung bezieht sich auf Audiosignale und
Vorrichtungen oder Verfahren zu deren Erzeugung,
5 Übertragung, Umformung und Wiedergabe.

Allgemein ist bekannt, dass Audiosignale, die
über zwei oder mehrere Lautsprecher abgestrahlt werden,
beim Zuhörer einen räumlichen Eindruck erwecken, sofern
sie unterschiedliche Amplituden, Frequenzen, Laufzeit-
10 oder Phasendifferenzen aufweisen oder entsprechend
verhällt werden.

Solche dekorrelierten Signale lassen sich
einerseits durch unterschiedlich platzierte
Schallwandelsysteme erzeugen, deren Signale optional
15 nachbearbeitet werden, oder mittels sogenannter
pseudostereophoner Techniken, die eine solche geeignete
Dekorrelation - ausgehend von einem Monosignal -
erzeugen.

EP2124486 als auch EP1850639 beschreiben zum
20 Beispiel ein Verfahren zur methodischen Evaluierung des
Einfallswinkels für das abzubildende Schallereignis,
der von der Mikrophonhauptachse und der Peilachse für
die Schallquelle eingeschlossen wird, dies unter
Anwendung von Laufzeitdifferenzen und
25 Amplitudenkorrekturen, die von der ursprünglichen
Aufnahmesituation (die sich anhand des Systems
interpolieren lässt) funktional abhängig sind. Der
Inhalt von EP2124486 als auch von EP1850639 wird
hiermit als Referenz eingeführt.

30 EP0825800 (Thomson Brandt GmbH) schlägt die
Bildung verschiedenartiger Signale aus einem Mono-
Eingangssignal durch Filterung vor, aus denen - etwa

mit einem von Lauridsen vorgeschlagenem Verfahren auf der Basis von Amplituden- und Laufzeitkorrekturen, dies abhängig von der Aufnahmesituation - separat virtuelle Single-Band-Stereosignale generiert werden, die in der
5 Folge zu zwei Ausgangssignalen kombiniert werden.

US5173944 (Begault Durand) wendet HRTF (Head Related Transfer Functions), welche mit 90, 120, 240, und 270 Grad Azimut korrelieren, jeweils auf das unterschiedlich verzögerte jedoch einheitlich
10 verstärkte monophone Eingangssignal an, wobei die gebildeten Signale abschliessend wiederum den ursprünglichen Monosignal überlagert werden. Die Amplitudenkorrektur als auch die Laufzeitkorrekturen werden dabei unabhängig von der Aufnahmesituation
15 gewählt.

Die frühere Patentanmeldung CH01159/09 im Namen der Patentanmelderin (eingereicht am 22.07.2009) schlägt die vordergründig nicht zweckmässige Nachschaltung eines oder mehrerer Panorama-
20 Potentiometer oder äquivalenter Hilfsmittel bei einer Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639 nach erfolgter Stereoumsetzung (nach erfolgtem Durchlaufen einer MS-Matrix, für die die Beziehung

25
$$L = (M + S) * 1/\sqrt{2}$$

und

$$R = (M - S) * 1/\sqrt{2}$$

gilt) vor, die nicht wie bei intensitätsstereophonen
30 Signalen, das heisst für Stereosignale, die sich ausschliesslich durch ihre Pegel, jedoch nicht durch Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede oder unterschiedliche Frequenzspektren unterscheiden, zu einer

bestimmungsgemässen Einschränkung der Abbildungsbreite oder einer Verschiebung der Abbildungsrichtung der gewonnenen Stereosignale führen, sondern vielmehr zu einer Erhöhung oder Herabsetzung des

5 Korrelationsgrades.

Bei der Anordnung gemäss EP2124486, gemäss EP1850639 und/oder gemäss CH01159/09 können verschiedene Parameter im Stereoumsetzer gewählt werden, mit welchen pseudostereophone Signale erzeugt werden. Obwohl häufig mehrere Parameter oder Sets von Parametern möglich sind, mit welchen pseudostereophone Audiosignale gewonnen werden können, hat die Auswahl dieser Parameter einen Einfluss auf das empfundene räumliche Klangbild. Die Auswahl der Parameter, die in einer bestimmten Lage oder für ein bestimmtes Audiosignal optimal sind, ist aber nicht trivial.

Ausserdem hat die Anpassung der Parameter auch häufig einen Einfluss auf den Korrelationsgrad zwischen dem linken und dem rechten Kanal. Im Rahmen der Erfindung wurde jedoch festgestellt, dass es sinnvoll wäre, für die Bewertung unterschiedlicher Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. dem vereinfachenden Parameter n), α , β einen einheitlichen Korrelationsgrad festzulegen.

25 Es ist somit ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung zur Gewinnung pseudostereophoner Signale anzubieten.

30 Es ist insbesondere ein Ziel, ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung anzubieten, um automatisch und optimal jene Parameter auszuwählen, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrundeliegen.

Es ist auch ein Ziel, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzubieten, um insbesondere die Parameter $(\varphi, \lambda, \rho$ bzw. f (bzw. n), α, β) bei dieser Gewinnung optimal und automatisch zu bestimmen.

5 Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung sollen aus mehreren dekorrelierten, insbesondere pseudostereophonen, Signalvarianten jene ausgewählt werden, deren Dekorrelation sich als besonders günstig erweist.

10 Insbesondere sollen die Auswahlkriterien selbst in möglichst effizienter und kompakter Form beeinflusst werden können, um Signale unterschiedlicher Beschaffenheit (etwa Sprach- im Gegensatz zu Musikaufnahmen) in deren optimierte Wiedergabe
15 überführen zu können.

Gemäss einem Aspekt wird somit eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Stereoumsetzers vorgeschlagen, wobei $x(t)$ den
20 Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t , und $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, in welcher die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb eines vorbestimmten
25 Definitionsbereichs liegt.

Wenn es Drop-outs oder ähnlichen Defekten gibt, können jedoch in unbedeutender Menge einzelne Punkte ausserhalb des Definitionsbereichs liegen. In diesem Fall wird die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis
30 ein Teil von $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs liegt. Da dieses Teil sich meistens nur in unbedeutender Weise wegen Drop-Outs oder ähnlichen Defekten vom ganzen unterscheidet, muss diese

Vorrichtung als äquivalent auch im Schutzbereich der Patentansprüche liegen.

Der gewünschte Definitionsbereich wird vorzugweise durch einen einzigen numerischen Parameter a festgelegt, wobei vorzugsweise $0 \leq a \leq 1$. Dieser Parameter und somit der Definitionsbereich können beispielsweise durch die Ungleichungen

$$|\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

und

$$|\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |\sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

sinnvoll festgelegt werden, wobei für die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ die Beziehungen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

gelten.

Der Fachmann würde einen solchen Parameter a bzw. einen solchen Definitionsbereich beispielsweise auch vorteilhaft durch die Ungleichung

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

festlegen, wobei $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ wiederum obige komplexe Transferfunktionen des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ darstellen, und $0 \leq a \leq 1$ gilt.

In beiden Fällen kann der Benutzer einen solchen Definitionsbereich, ausgehend vom Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw der imaginären Achse (sofern der maximale Pegel des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ am Einheitskreis normiert wurde), anhand des Parameters a ,
5 $0 \leq a \leq 1$, beliebig festlegen.

Dieses Prinzip, an zwei Beispielen erläutert, bleibt auch gültig wenn ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der komplexen Zahlenebene gewählt wird,
10 und ein anderer neuer Definitionsbereich definiert wird. Unter „Definitionsbereich“ wird somit generell ein zulässiger Wertebereich für $\langle x(t), y(t) \rangle$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ verstanden, der insgesamt $\langle x(t), y(t) \rangle$ ganz oder teilweise (etwa im Falle
15 defekter Tonaufnahmen, die sogenannte Drop-outs aufweisen) enthalten soll.

In einer bevorzugten Variante wird der Korrelationsgrad der Ausgangssignale $(x(t)$ und $y(t))$ normiert. In einer bevorzugten Variante wird der Pegel
20 des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals normiert. Auf diese Weise können gewisse Parameter iterativ optimiert werden, um den gewünschten Definitionsbereich zu erzielen, ohne dass diese den Korrelationsgrad oder den den Pegel des Maximums des
25 resultierenden linken und rechten Kanals beeinflussen.

Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β anhand von, von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck
30 wird deshalb erfindungsgemäss ein von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängiger entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter darstellt.

In einer Ausführungsform wird somit ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Umsetzers vorgeschlagen,

- 5 wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt,
wobei $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt,
wobei die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und
10 $g^*[y(t)]$ der Ausgangssignale definiert werden:

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

- 15 in welchem die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis folgenden Kriterien erfüllt sind:

$$20 \quad |\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|,$$

wobei $0 \leq a \leq 1$ den gewünschten Definitionsbereich festlegt, und

$$25 \quad |\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |\sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|.$$

In einer anderen Ausführungsform würde der Fachmann diese Kriterien vorteilhaft durch das Kriterium

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

- 30 ersetzen.

Auffallend bei den Verfahren zur Gewinnung von pseudostereophonen Signalen gemäss EP2124486 oder gemäss EP1850639 ist die Tatsache, dass diese stets ein

einwandfreies Mittensignal liefern. Es wird deshalb hier die Kurzzeit-Kreuzkorrelation

$$(1) \quad r = \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t)y(t) dt$$

5

$$* (1/x(t)_{\text{eff}}y(t)_{\text{eff}})$$

für das Zeitintervall $[-T, T]$ sowie die Ausgangssignale $x(t)$ des linken bzw. $y(t)$ des rechten Kanals
 10 eingeführt.

Wie bereits erwähnt ist es sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β ein einheitlicher Korrelationsgrad erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb
 15 erfindungsgemäss der Korrelationsgrad der Ausgangssignale ($x(t)$ und $y(t)$) normiert. Diese Normierung kann vorzugsweise durch die gezielte Variation von λ (linke Dämpfung) bzw. ρ (rechte Dämpfung) festgelegt werden.

20 Aufgrund des einheitlichen Korrelationsgrades lässt sich das erzielte Signal nunmehr systematisch, vom Benutzer beeinflussbaren Beurteilungskriterien unterwerfen.

Es ist auch sinnvoll, wenn für
 25 unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β ein einheitlicher Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten
 30 Kanals normiert, so dass dieser Pegel nicht durch die Optimierung der Parameter beeinflusst wird.

Es ist zum Beispiel sinnvoll, dass zuerst die Aussteuerung für das Maximum des linken Signals L und

des rechten Signals R einheitlich auf beispielsweise 0 dB mittels eines ersten Logikelements festgelegt wird.

Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f
5 (bzw. n), α , β anhand von, von $\langle x(t), y(t) \rangle$ oder von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss jeweils ein entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter
10 darstellt.

$x(t)$ und $y(t)$ werden innerhalb des Einheitskreises der komplexen Zahlenebene abgebildet. Es ist nunmehr die Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ näher zu untersuchen, um Rückschlüsse auf die Qualität des
15 jeweiligen Ausgangssignals etwa einer Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639 zu ziehen. Jegliche Dekorrelation der beiden Signale $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ kommt hier bei Betrachtung der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ einem Ausschlag auf der reellen Achse gleich.

20 Die Optimierung des Stereoumsetzers erfolgt somit beispielsweise gemäss den benannten Kriterien für $|\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$ und für $|\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$

Dieses Verfahren erweist sich als besonders günstig, da mit einem einzelnen Parameter, nämlich a,
25 insbesondere der unterschiedlichen Beschaffenheit der Ausgangssignale einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss EP2124486 oder EP1850639 optimal Rechnung getragen wird. Der Parameter kann vorzugsweise vom Typ des Audiosignals abhängig sein, etwa um Sprache oder
30 Musik manuell oder automatisch unterschiedlich zu bearbeiten. Bei Sprache ist der durch a bestimmte Definitionsbereich aufgrund störender Artefakte wie etwa hochfrequenten Nebengeräuschen bei der

Artikulation, anders als bei Musikaufnahmen,
vorzugsweise deutlich einzuschränken.

Zudem lässt sich, unter Beschränkung auf einen
einzigsten Parameter a , vom Einheitskreis bzw. der
5 imaginären Achse ausgehend jeder optimale
Abbildungsbereich für $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ wählen.

Erfüllen die Signale $x(t)$, $y(t)$ nicht die oben
erwähnten Bedingungen, werden erfindungsgemäss im Sinne
einer Optimierung die Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw.
10 α bzw. β - gemäss einem an die Funktionswerte $x[t(\varphi, f,$
 $\alpha, \beta)]$ und $y[t(\varphi, f, \alpha, \beta)]$ bzw. $x[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ und
 $y[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ angepassten iterativen Vorgehen - neu
bestimmt, und bislang dargestellte Schritte solange
durchlaufen, bis $x(t)$ und $y(t)$ die oben erwähnten
15 Bedingungen erfüllen.

In einem weiteren Schritt wird nunmehr
beispielsweise das Relief der Funktion $f^*[x(t)] +$
 $g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren
Funktionswerten betrachtet. Es kann gezeigt werden,
20 dass dieses Vorgehen der Maximierung von

$$(6) \quad \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

25 gleichkommt; dieser Ausdruck bleibt seinerseits
kleiner oder gleich dem Wert von

$$(7) \quad \int_{-T}^T |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \\ + i * \sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| dt$$

30

Der Fachmann würde (7) beispielsweise auch vorteilhaft durch

$$\begin{aligned} & \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] \\ & + g^*[y(t)]\}}\} dt \end{aligned}$$

ersetzen.

Auch hier wird dem Benutzer ein Werkzeug an die Hand gegeben, insofern er den Grenzwert R^* (bzw. die durch die Ungleichung (8) definierte Abweichung Δ , siehe unten) für diese Maximierung im Rahmen von (8) frei wählen kann. Insgesamt muss für die Gesamtzahl möglicher Signalvarianten $x_j(t)$, $y_j(t)$ die Bedingung

$$\begin{aligned} (8) \quad 0 & \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \\ & \leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] \\ & + g^*[y_j(t)]| dt \\ & \leq R^* + \Delta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \int_{-T}^T |a * \cos \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \\ & + i * \sin \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| dt \end{aligned}$$

erfüllt sein.

Der Fachmann würde (8) wiederum vorteilhaft durch

$$\begin{aligned}
 (8a) \quad & 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| \, dt \\
 & \leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| \, dt \\
 & \leq R^* + \Delta
 \end{aligned}$$

ersetzen.

R^* und Δ stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Lautheit des zu erzielenden Ausgangssignals (also jenen Parametern, nach denen auch der Zuhörer die Gültigkeit einer stereophonen Abbildung beurteilt).

Wird die durch Δ definierte Umgebung des Grenzwerts R^* bzw. das Maximum aller möglichen integrierten Reliefs nicht erreicht, werden im Sinne einer Optimierung in Hinblick auf den Grenzwert R^* und die Abweichung Δ bzw. auf erwähntes Maximum - gemäss einem auf die Funktionswerte $x[t(\varphi, f, \alpha, \beta)]$ und

$y[t(\varphi, f, \alpha, \beta)]$ bzw. $x[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ und $y[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ angepassten iterativen Vorgehen – neue Parameter φ bzw. f bzw. α bzw. β bestimmt, und sämtliche bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis Signale
5 $x(t)$, $y(t)$ bzw. Parameter φ bzw. λ bzw. ρ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β resultieren, die einer optimalen Stereophonisierung entsprechen.

Unter entsprechender Wahl des Korrelationsgrades r , des – den gewünschten jeweiligen
10 Definitionsbereich festlegenden – Parameters a und des Grenzwertes R^* sowie dessen Abweichung Δ lassen sich für die jeweilige Beschaffenheit der Eingangssignale optimale Systeme für den jeweiligen Anwendungsbereich (zum Beispiel Sprach- oder Musikwiedergabe)
15 konfigurieren.

Die hier angestellten Überlegungen bleiben insgesamt auch gültig, sofern ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der imaginären Ebene gewählt wird. Beispielsweise lässt sich anstelle einzelner
20 Funktionswerte auch die Achsenlänge normieren, um den Rechenaufwand entsprechend herabzusetzen.

Gemäss einem Aspekt empfiehlt sich der Einsatz von (an sich bekannten) Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung
25 charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima für die gemäss EP2124486 oder EP1850639 gewonnenen pseudostereophonen Signale, dies für deren erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung.

Auch lässt sich anstelle vorgeschlagener
30 Betrachtung von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ $|\langle x(t), y(t) \rangle|^2$ für die Optimierung der Stereophonisierung heranziehen. Der Rechenaufwand wird dadurch deutlich herabgesetzt.

Die Erfindung lässt sich im Übrigen auf Vorrichtungen oder Verfahren anwenden, welche stereophone Signale erzeugen, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden (beispielsweise zum
5 Stand der Technik gehörende Surround-Anlagen).

Gemäss einem Aspekt besteht die Erfindung in der kaskadierten Nachschaltung mehrerer, teilweise hinsichtlich ihrer Parameter justierbarer Mittel (zum Beispiel Logikelemente) bei einer Stereoumsetzer (zum
10 Beispiel gemäss EP2124486 oder EP1850639), wobei eine Rückkopplung hinsichtlich genannter Vorrichtungen oder Verfahren dahingehend besteht, dass eine optimierte Änderung der Parameter φ bzw. λ bzw. ρ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β solange erfolgt, bis sämtliche
15 Bedingungen der Logikelemente erfüllt sind.

Diese Mittel (Logikelemente) lassen sich im übrigen anders anordnen, und können - unter Einschränkungen - ganz oder teilweise auch weggelassen werden.

20 Kurzbeschreibung der Abbildungen

Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sowie Anwendungsbeispiele werden im folgenden beispielhaft beschrieben, wobei auf folgende Zeichnungen Bezug genommen wird:

25 FIG. 1 zeigt ein Beispiel einer Schaltung für zwei Logikelemente zur Normierung des Pegels und zur Normierung des Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines Stereoumsetzers (beispielsweise ein Stereoumsetzer gemäss EP2124486 oder EP1850639), wobei
30 das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers) optional einer Schaltung gemäss FIG. 7 zugeführt werden kann, die optional auch der FIG. 6b nachgeschaltet ist.

FIG. 2 zeigt ein Beispiel einer Schaltung, welches gegebene Signale $x(t)$, $y(t)$ mittels der Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet bzw. das Argument von deren Summe $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt.

FIG. 3 zeigt ein erstes Beispiel einer Schaltung für die Wahl des Definitionsbereichs mittels des Parameters a .

FIG. 3a zeigt ein zweites, für den Fachmann vorteilhaftes Beispiel einer Schaltung für die Wahl eines neuen Definitionsbereichs mittels des Parameters a .

FIG. 4 zeigt ein erstes Beispiel einer Schaltung für ein drittes Logikelement, welches die in FIG. 1 erzeugten, gemäss FIG. 2 auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale hinsichtlich des durch den Parameter a definierten zulässigen Definitionsbereichs gemäss den Bedingungen $|\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$ und $|\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |\sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$ überprüft.

FIG. 4a zeigt ein zweites, für den Fachmann vorteilhaftes Beispiel einer Schaltung für ein drittes Logikelement, welches die in FIG. 1 erzeugten, gemäss FIG. 2 auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale hinsichtlich des gemäss FIG. 3a neu durch den Parameter a definierten zulässigen Definitionsbereichs gemäss der Bedingung $\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$ überprüft.

FIG. 5 zeigt ein Beispiel einer Schaltung für ein viertes Logikelement, das abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren Funktionswerten betrachtet, wobei

der Benutzer den durch die Ungleichung (8) definierten Grenzwert R^* (bzw. die durch die Ungleichung (8) ebenfalls definierte Abweichung Δ) für diese Maximierung frei wählen kann.

5 FIG. 5a zeigt ein zweites, für den Fachmann vorteilhaftes Beispiel einer Schaltung für ein viertes Logikelement, das abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren Funktionswerten betrachtet, wobei der Benutzer den
10 durch die Ungleichung (8a) definierten Grenzwert R^* (bzw. die durch die Ungleichung (8a) ebenfalls definierte Abweichung Δ) für diese Maximierung frei wählen kann.

15 FIG. 6a zeigt eine Eingangsschaltung für ein bereits vorhandenes Stereosignal vor Übergabe an eine Schaltung gemäss FIG. 6b zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals.

20 FIG 6b zeigt eine Schaltung zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals, deren Eingänge mit den Ausgängen der FIG. 5 bzw. FIG. 5a bzw. den Ausgängen der FIG. 6a verbunden sind.

25 FIG. 7 zeigt ein weiteres Beispiel einer Schaltung zur Normierung stereophoner oder pseudostereophoner Signale, die, sofern der FIG. 6b nachgeschaltet, aktiviert wird, sobald der Parameter z als Eingangssignal vorliegt. Der Anfangswert des Verstärkungsfaktors λ entspricht dabei dem Endwert des Verstärkungsfaktors λ der FIG. 1 bei Übergabe des Parameters z .

30 FIG. 8 zeigt ein Beispiel einer Schaltung, welches gegebene Signale $x(t)$, $y(t)$ mittels der Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet.

FIG. 9 zeigt ein Beispiel einer Schaltung zur Anpassung der Abbildungsbreite eines Audiosignales.

Detaillierte Beschreibung

Für einen Stereoumsetzer, zum Beispiel in einer
5 Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639, sollen für
den Fall identischer umgekehrt proportionaler
Dämpfungen λ und ρ optimierte Parameter φ , λ , f (bzw.
der vereinfachende Parameter n), α , β bestimmt werden,
um ein Monosignal in entsprechende pseudostereophone
10 Signale zu überführen, welche eine optimale
Dekorrelation und Lautheit aufweisen (jene beiden
Kriterien, nach denen der Zuhörer die Güte eines
Stereosignals beurteilt). Eine solche Bestimmung soll
mit möglichst wenigen technischen Mitteln erreicht
15 werden.

FIG. 1 zeigt das Schaltungsprinzip für die
beiden ersten beschriebenen Logikelemente zur
Normierung des Pegels und zur Normierung des
Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines
20 Stereoumsetzers mit einer MS-Matrix 110 (zum Beispiel
ein Stereoumsetzer gemäss EP2124486 oder EP1850639)),
wobei das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines
der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers) optional einer
Schaltung gemäss FIG. 7 zugeführt werden kann, die
25 optional und idealerweise der FIG. 6b nachgeschaltet
ist, und aktiviert wird, sobald der aus FIG. 6b
resultierende Parameter z bestimmt wurde (siehe unten).

Das erste Logikelement 120 zur Normierung des
Pegels ist dabei mit zwei identischen Verstärkern mit
30 dem Verstärkungsfaktor ρ^* verkoppelt und sorgt für eine
auf 0 dB maximierte Aussteuerung des linken Kanals L
und rechten Kanals R.

Die aus der Anordnung 110 (zum Beispiel eine MS-Matrix gemäss EP2124486 oder EP1850639) resultierenden Signale L und R werden einheitlich um den Faktor ρ^* so verstärkt (Verstärker 118, 119), dass
 5 das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, das über die Rückkopplungen 121 und 122 und Variation bzw.
 10 Korrektur des Verstärkungsfaktors ρ^* der Verstärker 118 und 119 eine Aussteuerung des Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt.

Die resultierenden Stereosignale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124), die hinsichtlich ihrer Amplituden zu L und
 15 R direkt proportional sind, werden in einem zweiten Schritt einem weiteren Logikelement 125 zugeführt, das den Korrelationsgrad r vermittels der Kurzzeit-Kreuzrelation

$$\begin{aligned}
 & T \\
 20 \quad (1) \quad r = & (1/2T) * \int_{-T}^T x(t)y(t) \, dt * (1/x(t)_{eff}y(t)_{eff})
 \end{aligned}$$

bestimmt. r kann von Benutzer im Bereich $-1 \leq r \leq 1$ festgelegt werden und bewegt sich idealerweise im Bereich von $0,2 \leq r \leq 0,7$.

25 Jede Abweichung von r führt über die Rückkopplung 126 zu einer optimierten Anpassung des Verstärkungsfaktors λ des Verstärkers 117 für das S-Signal.

Die resultierenden Signale L und R durchlaufen
 30 neuerlich die Verstärker 118 und 119 sowie das Logikelement 120, das wiederum über die Rückkopplungen 121 und 122 eine neuerliche Aussteuerung des

Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt, und werden dann erneut dem Logikelement 125 zugeführt.

Dieser Vorgang wird solange optimiert durchgeführt, bis der vom Benutzer festgelegte
 5 Korrelationsgrad r erreicht ist.

Es resultiert ein in Bezug auf den Einheitskreis der komplexen Zahlenebene normiertes Stereosignal $x(t)$, $y(t)$.

FIG. 2 verdeutlicht das Schaltungsprinzip,
 10 welches die Eingangssignale $x(t)$, $y(t)$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet bzw. das Argument von deren Summe $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt. Mit dieser Schaltung werden die resultierenden Signale $x(t)$ und $y(t)$ am Ausgang der Figur 1 einer Matrix zugeführt, in
 15 der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor $1/\sqrt{2}$ (Verstärker 229, 230) diese in je einen gleichlautenden Real- und Imaginärteil zerlegt werden, wobei der aus dem mittels 229 verstärkten Signal $x(t)$ gebildete Realteil noch den Verstärker 231 mit dem
 20 Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die Transferfunktionen

$$(2) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(3) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i).$$

25 Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und ergeben somit den Real- bzw. Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$.

Durch das Element 232 wird das Argument von
 30 $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt.

FIG. 3 verdeutlicht das Schaltungsprinzip für die Wahl des Definitionsbereichs, wobei eine stufenlose Regulierung über den Parameter $0 \leq a \leq 1$, ausgehend von Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der
 5 imaginären Achse, ermöglicht wird. Somit kann der Benutzer den Definitionsbereich a auf der komplexen Zahlenebene bestimmen. Hierzu werden der Cosinus (333) bzw. Sinus (334) des eben bestimmten Arguments von $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ errechnet. Das aus 333 resultierende
 10 Signal wird anschliessend einem Verstärker 335 zugeführt und um den vom Benutzer frei wählbaren Verstärkungsfaktor $0 \leq a \leq 1$ verstärkt.

FIG. 4 zeigt das Schaltungsprinzip für das dritte Logikelement, welches die in FIG. 1 erzeugten,
 15 gemäss FIG. 2 auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale gemäss den Bedingungen

$$(4) \quad |\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

20 und

$$(5) \quad |\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |\sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

überprüft.

Real- und Imaginärteil der Summe der
 25 Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ sowie die aus 334 und 335 resultierenden Signale werden hier einem weiteren Logikelement 436 zugeführt, das prüft, ob die Kriterien (4) und (5) erfüllt sind, somit, ob die Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$
 30 innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten Wertebereichs liegen.

Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 437 neue optimierte Werte φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System erneut solange durchlaufen, bis die

5 Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten Wertebereichs liegen. Die Ausgangssignale für das Logikelement 436 werden nunmehr an das letzte Logikelement 538 (Figur 5) übergeben.

- 10 Dieses betrachtet abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne der Maximierung der Funktionswerte, wobei der Benutzer den durch die Ungleichung (8) bestimmten Grenzwert R^* (sowie die ebenfalls durch die Ungleichung (8) bestimmte
- 15 Abweichung Δ) für diese Maximierung frei wählen kann. Insgesamt muss die Bedingung

$$(8) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$\begin{aligned} &\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt \\ &\leq R^* + \Delta \end{aligned}$$

20

25

$$\begin{aligned} &\leq \int_{-T}^T |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \\ &\quad + i * \sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| dt \end{aligned}$$

30

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 539 neue optimierte Werte φ bzw. f

(bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System solange erneut durchlaufen, bis das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Maximierung der Funktionswerte
 5 unter Berücksichtigung des Grenzwertes R^* bzw. der Abweichung Δ , beide definiert durch den Benutzer, erfüllt.

Ein für den Fachmann vorteilhaftes alternatives Schaltungsprinzip verdeutlichen die FIG. 3a, 4a und 5a,
 10 die in einer bevorzugten Variante die entsprechenden Figuren 3, 4 und 5 ersetzen:

FIG. 3a ermöglicht wiederum über den Parameter a , $0 \leq a \leq 1$, die Wahl eines neuen Definitionsbereichs, wobei über a eine stufenlose Regulierung, ausgehend von
 15 Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der imaginären Achse, ermöglicht wird. Somit kann der Benutzer den durch a bestimmten Definitionsbereich auf der komplexen Zahlenebene innerhalb des Einheitskreises frei festlegen. Hierzu werden der quadrierte Realteil
 20 (333a) bzw. quadrierte Imaginärteil (334a) von $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ errechnet. Das aus 333a resultierende Signal wird anschliessend einem Verstärker 335a zugeführt und um den vom Benutzer frei wählbaren Verstärkungsfaktor $1/a^2$ verstärkt. Zusätzlich wird der quadrierte Sinus
 25 des Arguments der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ errechnet.

FIG. 4a, die am Ausgang der Figur 3a nachgeschaltet werden soll, zeigt ein für den Fachmann vorteilhaftes Schaltungsprinzip für ein neues drittes
 30 Logikelement, welches die in FIG. 1 erzeugten, gemäss FIG. 2 auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale gemäss der vereinfachten Bedingung

$$(4a) \quad \text{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \text{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

überprüft.

- Der quadrierte Realteil und quadrierte Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ sowie die aus 334a und 335a resultierenden
- 5 Signale werden hier einem weiteren Logikelement 436a zugeführt, das prüft, ob obiges Kriterium erfüllt ist, somit, ob die Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten neuen Wertebereichs liegen.
- 10 Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 437a neue optimierte Werte ϕ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System erneut solange durchlaufen, bis die Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] +$
- 15 $g^*[y(t)]$ innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten neuen Wertebereichs liegen. Die Ausgangssignale für das Logikelement 436a werden nunmehr an das letzte Logikelement 538a (Figur 5a) übergeben.
- 20 Dieses betrachtet abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne der Maximierung der Funktionswerte, wobei der Benutzer den durch die Ungleichung (8a) bestimmten Grenzwert R^* (sowie die ebenfalls durch die Ungleichung (8a) bestimmte
- 25 Abweichung Δ) für diese Maximierung frei wählen kann. Insgesamt muss neu die Bedingung

$$(8a) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$30 \quad \leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)]| dt$$

$$+ g^*[y_j(t)] \mid dt$$

$$\leq R^* + \Delta$$

$$\begin{aligned} & \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}}\} dt \end{aligned}$$

10

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 539a neue optimierte Werte φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene neue System solange erneut durchlaufen, bis das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Maximierung der Funktionswerte unter Berücksichtigung des Grenzwertes R^* bzw. der Abweichung Δ , beide (neu) definiert durch den Benutzer, erfüllt.

Es werden somit mit dem ursprünglichen Pseudostereoumsetzer, zum Beispiel gemäß einer der Ausführungsformen in EP2124486 oder EP1850639 (hier unter Annahme des Falles identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen λ und ρ) neue Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ bestimmt, bis $x(t)$ und $y(t)$ die oben erwähnten Bedingungen (4), (5) und (8) bzw. (4a) und (8a) erfüllen.

Die Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) entsprechen somit hinsichtlich Kompatibilität (bestimmt durch den wählbaren Korrelationsgrad r), Definitionsbereich (bestimmt durch den wählbaren Verstärkungsfaktor a) und Lautheit (bestimmt durch den wählbaren Grenzwert R^* bzw. die wählbare Abweichung Δ) den Vorgaben des Benutzers und stellen die

Ausgangssignale L^* und R^* der beschriebenen Anordnung dar.

Festlegung der Abbildungsrichtung

Mitunter ist es auch von Bedeutung, die
5 gewonnene stereophone Abbildung um die Hauptachse der
der Stereophonisierung zugrundeliegenden
Richtcharakteristik zu spiegeln, da beispielsweise eine
in Bezug auf die Hauptachse spiegelverkehrte Abbildung
vorliegt. Dies kann manuell durch die Vertauschung des
10 linken und rechten Kanals geschehen.

Soll ein bereits vorhandenes Stereosignal L° ,
 R° durch vorliegendes System abgebildet werden, lässt
sich die korrekte Abbildungsrichtung mittels
dargestellter pseudostereophonen Methodik gebildeten
15 Phantomschallquellen auch beispielsweise gemäss FIG. 6b
automatisch ermitteln (die FIG. 5 oder FIG. 5a
unmittelbar nachgeschaltet wird, wobei die FIG. 6a für
die Bestimmung der Summe der komplexen
Transferfunktionen $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des bereits
20 vorhandenen Stereosignals L° , R° der FIG. 6b
gleichfalls zugeschaltet werden kann). Hierbei wird zu
geeignet gewählten Zeitpunkten t_i (für die nicht alle
im folgenden genannten korrelierenden Funktionswerte
der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ bzw.
25 $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ in wenigstens einem Falle gleich
Null sein dürfen) die bereits gemäss FIG. 2 ermittelte
Transferfunktion $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ mit der
Transferfunktion $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des linken
Signals $l(t)$ bzw. des rechten Signals $r(t)$ des
30 ursprünglichen Stereosignals L° , R° verglichen (die
anhand der Schaltung gemäss FIG. 6a ermittelt wird,
deren Aufbau dem ersten Teil der Schaltung für die
Eingangssignale $x(t)$, $y(t)$ der FIG. 2 entspricht).
Bewegen sich diese Transferfunktionen im gleichen oder
35 diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen

Zahlenebene, erhöht die Gesamtzahl m der Funktionswerte der genannten Transferfunktionen, die im gleichen bzw. diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene liegen, sich jeweils um 1.

- 5 Eine empirisch (oder statistisch eruierte) festlegbare Zahl b , die kleiner oder gleich der Anzahl der korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ bzw. $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ ungleich Null sein sollte, legt nunmehr die
- 10 Anzahl notwendiger Treffer fest. Unterhalb dieser Anzahl werden der linke Kanal $x(t)$ und der rechte Kanal $y(t)$ des etwa aus einer Anordnung gemäss FIG. 1 - 5 oder FIG. 1, 2, 3a bis 5a resultierenden Stereosignals vertauscht.
- 15 Soll ein ursprünglich stereophones Signal in ein Monosignal zuzüglich der die Richtcharakteristik beschreibenden Funktion f (bzw. deren vereinfachenden Parameter n) sowie der Parameter φ , α , β , λ oder ρ (etwa zum Zwecke der Datenkompression) umkodiert werden
- 20 (Beispiel für einen Output 640a, der um den Parameter z , siehe unten, erweitert werden kann), ist sinnvollerweise die Information mitzukodieren, ob der resultierende linke Kanal mit dem resultierenden rechten Kanal zu vertauschen ist (beispielsweise
- 25 ausgedrückt durch den Parameter z , der die Zahlen 0 oder 1 annimmt, und, sofern gewünscht, zugleich eine Schaltung gemäss FIG. 7 aktivieren kann).

- Unter leichten Modifikationen lassen sich zu den Schaltungen gemäss FIG. 6a und 6b analoge
- 30 Schaltungen konstruieren, die sich auch an anderer Stelle innerhalb des elektrischen Kreises oder Algorithmus einsetzen lassen.

Einschränkung oder Erweiterung der
Abbildungsbreite

Es empfiehlt sich auch für diese Anwendung der zusätzliche Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung
 5 charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima für die gewonnenen pseudostereophonen Signale, dies für deren erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung.

Von besonderem Interesse (etwa für die
 10 Wiedergabe stereophoner Signale in Automobilen) ist die nachträgliche Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite des gewonnenen Stereosignals anhand der gezielten Variation des Korrelationsgrades r des resultierenden Stereosignals bzw. der Dämpfungen λ oder
 15 auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals). Die zuvor eruierten Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, der manuell oder messtechnisch zu ermittelnde Winkel φ , den
 20 Hauptachse und Schallquelle einschliessen, der fiktiven linken Öffnungswinkel α und der fiktive rechte Öffnungswinkel β können dabei beibehalten werden, und es ist sinnvollerweise nur noch eine abschliessende Amplitudenkorrektur etwa gemäss dem Logikelement 120
 25 der Figur 1 notwendig, sofern diese Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite manuell erfolgt.

Soll diese automatisiert werden, zeigen psychoakustische Versuchsreihen, dass eine konstante Abbildungsbreite im wesentlichen vom Kriterium

30

$$(9) \quad 0 \leq S^* - \epsilon \leq \max |\operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \}| \leq S^* + \epsilon \leq 1$$

sowie vom Kriterium

35

$$(10) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa$$

- 5 abhängt (wobei S^* und ϵ , bzw. U^* und κ beispielsweise für Telefonsignale anders festzulegen sind als für Musikaufnahmen). Zu bestimmen sind demnach nur noch vom Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals bzw. von den Dämpfungen λ oder auch ρ
- 10 (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bzw. gegebenenfalls von einem mit dem Logikelement 120 der Figur 1 identischen Logikelement abhängige geeignete Funktionswerte $x(t)$, $y(t)$ gemäss einem iterativen, auf Rückkopplung basierenden Funktionsprinzip.
- 15 Die erfindungsgemässe Anordnung der FIG. 1 bis 5, 6a und 6b bzw. FIG. 1, 2, 3a bis 5a, 6a, 6b lässt sich demnach im Sinne einer Anordnung etwa der in FIG. 7, 8 und/oder 9 dargestellten Form erweitern. FIG. 7 zeigt dabei ein weiteres Beispiel einer Schaltung zur
- 20 Normierung stereophoner oder pseudostereophoner Signale, die, sofern der FIG. 6b nachgeschaltet, aktiviert wird, sobald der Parameter z als Eingangssignal vorliegt. Der Anfangswert des Verstärkungsfaktors λ entspricht dabei dem Endwert des
- 25 Verstärkungsfaktors λ der FIG. 1 bei Übergabe des Parameters z , und die Eingangssignale der FIG. 1 werden zum Zeitpunkt dieser Übergabe unmittelbar als Eingangssignale an die FIG. 7 übergeben.

- 30 Die Schaltungen gemäss FIG. 7 bis 9 können im übrigen auch autonom in sonstigen Schaltkreisen oder Algorithmen Anwendung finden.

- In der vorliegenden Anordnung werden in der MS-Matrix 110 anhand eines Logikelements 110a (das zugleich, sobald der Parameter z als Eingangssignal
- 35 vorliegt, diese MS-Matrix aktiviert) der linke und der

rechte Kanal vertauscht sofern der Parameter z gleich 1 ist, andernfalls unterbleibt eine solche Vertauschung.

Die resultierenden Ausgangssignale L und R der MS-Matrix 110 werden nunmehr einheitlich um den Faktor ρ^* so verstärkt (Verstärker 118, 119), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, das über die Rückkopplungen 121 und 122 und Variation bzw. Korrektur des Verstärkungsfaktors ρ^* der Verstärker 118 und 119 eine Aussteuerung des Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt.

In einem weiteren Schritt werden nunmehr die resultierenden Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) einer Matrix gemäß FIG. 8 zugeführt, in der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor $1/\sqrt{2}$ (Verstärker 229, 230) diese in je einen gleichlautenden Real- und Imaginärteil zerlegt werden, wobei der aus dem mittels 229 verstärkten Signal $x(t)$ gebildete Realteil noch den Verstärker 231 mit dem Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die bereits in Zusammenhang mit Figur 2 erwähnten komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$. Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und ergeben somit den Real- bzw. Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$.

Es ist nunmehr eine Anordnung beispielsweise gemäß dem Logikelement 640 der FIG. 9 nachzuschalten, die für einen vom Benutzer in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet gewählten Grenzwert S^* bzw. eine geeignet gewählte Abweichung ϵ , beide definiert durch die Ungleichung (9), prüft, ob die Bedingung

$$(9) \quad 0 \leq S^* - \epsilon \leq \max | \operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} | \leq S^* + \epsilon \leq 1$$

erfüllt ist. Trifft dies nicht zu, wird über
 5 eine Rückkopplung 641 ein neuer optimierter Wert für
 den Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder
 auch ρ (für die Bildung des resultierenden
 Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen
 soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 7 bis 9
 10 dargestellt, solange durchlaufen, bis obige Bedingung
 (9) erfüllt ist.

Die Ausgangssignale für das Logikelement 640
 werden nunmehr an eine Anordnung etwa gemäss dem
 Logikelement 642 der FIG. 9 übergeben. Diese betrachtet
 15 abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$
 im Sinne einer Optimierung der Funktionswerte
 hinsichtlich der Abbildungsbreite des zu erzielenden
 Stereosignals, wobei der Benutzer den Grenzwert U^*
 sowie die Abweichung κ , beide definiert durch die
 20 Ungleichung (10), in Bezug auf die Abbildungsbreite des
 zu erzielenden Stereosignals geeignet wählen kann.
 Insgesamt muss die Bedingung

$$(10) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa$$

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, wird über eine
 Rückkopplung 643 ein neuer optimierter Wert für den
 Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder auch
 ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals)
 30 bestimmt, und werden die bisherigen soeben
 beschriebenen Schritte, wie in FIG. 7 bis 9
 dargestellt, solange durchlaufen, bis das Relief der
 Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Optimierung
 der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite
 35 unter Berücksichtigung des Grenzwertes U^* bzw. der
 Abweichung κ , beide durch den Benutzer geeignet
 gewählt, erfüllt.

Die Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) entsprechen somit hinsichtlich der Abbildungsbreite - bestimmt durch den Korrelationsgrad r bzw. die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) - den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale L^{**} und R^{**} der eben beschriebenen Anordnung dar.

Anwendungsbereiche der Erfindung

Die eben beschriebene Anordnung oder Teile dieser Anordnung lassen sich als Encoder für ein auf ein Monosignal zuzüglich der Parameter φ , f (bzw. dem vereinfachenden Parameter n), α , β , λ bzw. ρ beschränktes vollwertiges Stereosignal verwenden.

Ein bereits existentes Stereosignal kann hinsichtlich r bzw. a bzw. R^* bzw. Δ bzw. der Abbildungsrichtung (bzw. nachstehend beschriebenen Parametern S^* bzw. ε oder U^* bzw. κ) evaluiert und anschliessend in Hinblick auf eine Vorrichtung oder ein Verfahren gemäss EP2124486 oder EP1850639 ebenfalls neu als Monosignal anhand der Parameter φ , f (bzw. n), α , β , λ bzw. ρ codiert werden.

Ebenso lässt sich die eben beschriebene, eventuell durch nachstehende Elemente ergänzte Anordnung als Decoder für Monosignale einsetzen. Sind φ , f (bzw. n), α , β , λ bzw. ρ bzw. die Abbildungsrichtung (beispielsweise ausgedrückt durch den Parameter z , der den Wert 0 oder 1 annehmen kann) bekannt, reduziert sich ein solcher Decoder auf eine Anordnung gemäss EP2124486 oder EP1850639.

Insgesamt lassen sich solche Encoder oder Decoder überall dort einsetzen, wo Audiosignale aufgezeichnet, gewandelt, übertragen oder wiedergegeben

werden. Sie stellen eine ausgezeichnete Alternative zu mehrkanaligen stereophonen Techniken dar.

Konkrete Anwendungsbereiche sind die Telekommunikation (Freisprecheinrichtungen), globale Netzwerke, Computersysteme, Sende- und Übertragungseinrichtungen, insbesondere Satellitenübertragungseinrichtungen, professionelle Audiotechnik, Fernsehen, Film und Rundfunk sowie elektronische Konsumgüter.

Die Erfindung ist auch von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Gewinnung stabiler FM-Stereosignale unter ungünstigen Empfangsbedingungen (etwa in Automobilen). Hierbei lässt sich eine stabile Stereophonie unter reiner Zuhilfenahme des Main-channel-Signals ($L + R$) als Eingangssignal, das die Summe des linken und rechten Kanals des ursprünglichen Stereosignals darstellt, erzielen. Das vollständig oder unvollständige Sub-channel-Signal ($L - R$), das das Ergebnis der Subtraktion des rechten von linken Kanal des ursprünglichen Stereosignals darstellt, kann dabei mit verwendet werden, um ein verwertbares S-Signal zu bilden bzw. um die Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, den manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, den fiktiven linken Öffnungswinkel α , den fiktiven rechten Öffnungswinkel β , die Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder daraus resultierend den Verstärkungsfaktor ρ^* der FIG. 1 für die Normierung des aus der MS-Matrizierung oder aus einer sonstigen erfindungsgemässen Anordnung resultierenden linken und rechten Kanals am Einheitskreis (1 entspricht dabei zum Beispiel dem vermittels ρ^* normierten maximalen Pegel von 0 dB, wobei $x(t)$ das aus dieser Normierung resultierende linke Ausgangssignal und $y(t)$ das aus

- dieser Normierung resultierende rechte Ausgangssignal darstellt) oder den Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals oder den Verstärkungsfaktor a für die Definition des zulässigen Wertebereichs für die Summe der Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale (beispielsweise die komplexen Transferfunktionen

$$(2) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(3) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i),$$

wobei etwa für $0 \leq a \leq 1$ gilt

$$(4) \quad |\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

und

$$(5) \quad |\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq |\sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$$

(der Fachmann würde die Bedingungen (4) und (5) bei gleichem Parameter a , $0 \leq a \leq 1$, vorteilhaft durch die neue Bedingung

$$(4a) \quad \operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

- ersetzen) oder den Grenzwert R^* oder die Abweichung Δ zur Festlegung bzw. Maximierung des absoluten Betrags der Funktionswerte der Summe dieser Transferfunktionen (wobei für diese Festlegung bzw. Maximierung und das Zeitintervall $[-T, T]$ bzw. die Gesamtzahl möglicher Ausgangssignale $x_j(t)$, $y_j(t)$ beispielsweise gilt

$$(8) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$\begin{aligned} &\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt \\ &\quad + g^*[y_j(t)]| dt \end{aligned}$$

10

$$\leq R^* + \Delta$$

$$\begin{aligned} &\leq \int_{-T}^T |a * \cos \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \\ &\quad + i * \sin \arg\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| dt \end{aligned}$$

15

(der Fachmann würde die Bedingung (8) vorteilhaft durch

$$(8a) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

20

$$\begin{aligned} &\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt \end{aligned}$$

25

$$+ g^*[y_j(t)]| dt$$

$$\leq R^* + \Delta$$

30

$$T$$

$$\leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}}\} dt$$

5

ersetzen), oder die Abbildungsrichtung der reproduzierten Schallquellen, etwa durch Bestimmung der zugehörigen Quadranten für die Funktionswerte der oben genannten Transferfunktionen (2) und (3) für das

10 ursprüngliche Stereosignal (die etwa durch anschliessende Vertauschung des resultierenden linken bzw. rechten Kanals optimiert werden kann, siehe oben), oder den Grenzwert S^* oder die Abweichung ϵ (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$15 \quad (9) \quad 0 \leq S^* - \epsilon \leq \max |\operatorname{Re} \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \leq S^* + \epsilon \leq 1)$$

oder den Grenzwert U^* oder die Abweichung κ (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$20 \quad (10) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T \|f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\| dt \leq U^* + \kappa,$$

25 sämtliche zur Bestimmung der Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals, zu bestimmen bzw. zu optimieren. Das Resultat ist in jedem Falle eine in Hinblick auf das FM-Signal konstante stereophone Abbildung.

Auch hier lassen sich zusätzlich zum Stand der Technik gehörende Kompressionsalgorithmen, Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima und Maxima für die erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung bestehender oder gewonnener Signale oder 35 Signalanteile einsetzen.

In jeder Ausführungsform und bei jeder Figur beziehungsweise jedem Element können die dargelegten Schaltungen, Umsetzer, Anordnungen oder Logikelemente etwa durch äquivalente Softwareprogramme und
5 programmierte Prozessoren bzw. DSP- oder FPGA-Lösungen realisiert werden.

Liste verwendeter Symbole

	φ (Phi)	Aufnahmewinkel
	α (Alpha)	linker fiktiver Öffnungswinkel
	β (Beta)	rechter fiktiver Öffnungswinkel
5	λ	Dämpfung für das linke Eingangssignal
	ρ	Dämpfung für das rechte Eingangssignal
10	Mittels der Dämpfungen λ und ρ lässt sich der Korrelationsgrad des Stereosignals anpassen.	
	ψ	Polarwinkel
	f	Polarabstand, der die Richtcharakteristik des M-Signals beschreibt
15	$P\alpha, P\beta$	Verstärkungsfaktor für α bzw. β
	$L\alpha, L\beta$	Verzögerungszeit für α bzw. β
	$S\alpha$	simulierter linker Signalanteil des S-Signals
20	$S\beta$	simulierter rechter Signalanteil des S-Signals
	$x(t)$	linkes Ausgangssignal
	$y(t)$	rechtes Ausgangssignal
	$f^*[x(t)]$	komplexe Transferfunktion
	$g^*[y(t)]$	komplexe Transferfunktion
25	a	Verstärkungsfaktor für die Definition des zulässigen Wertebereichs für die Summe der Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale
30	$x(t), y(t)$	

	r	Korrelationsgrad, abgeleitet aus der Kurzzeit-Kreuzkorrelation
5	R^*	Grenzwert für die Lautheit der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
	Δ	Abweichung
	S^*	1. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
10	ϵ	Abweichung
	U^*	2. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
15	κ	Abweichung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung
pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$
anhand eines Stereoumsetzers (110), wobei $x(t)$
5 den Funktionswert resultierenden linken
Ausgangskanals zum Zeitpunkt t , und $y(t)$ den
Funktionswert resultierenden rechten
Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gewinnung
10 iterativ optimiert wird, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$
innerhalb eines vorbestimmten Definitionsbereichs
liegt.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, in welchem
die Parameter ϕ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β
15 iterativ angepasst werden, damit $\langle x(t), y(t) \rangle$
innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs
liegt.

3. Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 2, in
welchem der Pegel des Maximums des resultierenden
20 linken und rechten Kanals normiert wird oder
äquivalent die Achsenlänge des Bezugssystems für
 $\langle x(t), y(t) \rangle$ normiert wird.

4. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1
bis 3, in welchem der Korrelationsgrad der
25 Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ normiert wird.

5. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1
bis 4, in welchem die Gewinnung anhand von, von
 $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien iterativ
optimiert wird.

6. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, in welchem der benannte Definitionsbereich vom Benutzer bestimmt wird.

5 7. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, in welchem der benannte Definitionsbereich für Sprache automatisch eingeschränkter als für Musik bestimmt wird.

10 8. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, in welchem ϵ kleiner gleich dem wählbaren Grenzwert R^* abzüglich der wählbaren Abweichung Δ kleiner gleich dem über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Betrag der Summe der komplexen Transferfunktionen für $x(t)$ und $y(t)$, wobei die komplexe Transferfunktion für $x(t)$ gleich $x(t)$ dividiert durch die Quadratwurzel aus 2, multipliziert mit der Summe aus -1 und der imaginären Einheit, ist, und die komplexe Transferfunktion für $y(t)$ gleich $y(t)$ dividiert durch die Quadratwurzel aus 2, multipliziert mit der Summe aus 1 und der imaginären Einheit, kleiner gleich dem Maximum aller über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Reliefs der Summen der obigen Transferfunktionen für verfügbare paarweise Funktionen $x_j(t)$ und $y_j(t)$ von der Gesamtzahl p kleiner gleich dem Grenzwert R^* zuzüglich der Abweichung Δ kleiner gleich dem über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Parameter a , $0 \leq a \leq 1$, dieser dividiert durch die Quadratwurzel des Ausdrucks 1 minus dem Produkt aus dem quadrierten Sinus des Arguments der Summe der obigen komplexen Transferfunktionen für $x(t)$ und $y(t)$ und dem Term 1 minus dem Quadrat von a ist.

35 9. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch die zusätzliche

Bestimmung bzw. Festlegung der Abbildungsrichtung eines vorhandenen Stereosignals.

5 10. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch die zusätzliche Festlegung der Abbildungsbreite des resultierenden pseudostereophonen Signals mittels der möglichen Veränderung von dessen Korrelationsgrad (r) bzw. einer Dämpfung (λ oder ρ).

10 11. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die zusätzliche Auswertung eines vorhandenen Stereosignals, das durch mehrere Lautsprecher wiedergegeben werden kann.

15 12. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch die zusätzliche Anwendung von Kompressionsverfahren oder Datenreduktionsverfahren oder sonstigen selektiven Auswertungsverfahren auf Audiosignale.

20 13. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die zusätzliche Umwandlung der gewonnenen stereophonen Ausgangssignale in Stereosignale, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden.

25 14. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch dessen Anwendung auf FM-Stereosignale.

30 15. Vorrichtung zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Umsetzers, wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t , und $y(t)$ den

Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, dadurch gekennzeichnet, dass der benannte Umsetzer ein iterativer Umsetzer ist, wobei die Gewinnung
5 iterativ optimiert wird, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb eines vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

16. Vorrichtung gemäss Anspruch 15, in welchem der Umsetzer angepasst ist, um die
10 Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ anzupassen, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

17. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 oder 16, mit Normierungsmitteln um den Pegel
15 des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals zu normieren, oder äquivalent, um die Achsenlänge des Bezugssystems für $\langle x(t), y(t) \rangle$ zu normieren.

18. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 17, mit Normierungsmitteln, um den
20 Korrelationsgrad der Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ zu normieren.

19. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 18, in welchem die Gewinnung anhand von,
25 von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien iterativ optimiert wird.

20. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 19, in welchem der benannte Definitionsbereich vom Benutzer bestimmt wird

21. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 20, mit Mitteln um den benannten

Definitionsbereich für Sprache eingeschränkter als für Musik zu bestimmen.

22. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 21, in welchem 0 kleiner gleich dem wählbaren Grenzwert R^* abzüglich der wählbaren Abweichung Δ kleiner gleich dem über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Betrag der Summe der obigen Transferfunktionen für $x(t)$ und $y(t)$ kleiner gleich dem Maximum aller über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Reliefs der Summen der obigen Transferfunktionen für verfügbare paarweise Funktionen $x_j(t)$ und $y_j(t)$ von der Gesamtzahl p kleiner gleich dem Grenzwert R^* zuzüglich der Abweichung Δ kleiner gleich dem über das Zeitintervall $[-T, T]$ integrierten Parameter a , $0 \leq a \leq 1$, dieser dividiert durch die Quadratwurzel des Ausdrucks 1 minus dem Produkt aus dem quadrierten Sinus des Arguments der Summe der obigen komplexen Transferfunktionen für $x(t)$ und $y(t)$ und dem Term 1 minus dem Quadrat von a ist.

23. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 22 mit Mitteln zur zusätzlichen Bestimmung bzw. Festlegung der Abbildungsrichtung eines Stereosignals.

24. Vorrichtung zur Gewinnung pseudostereophoner Signale gemäss einem der Ansprüche 15 bis 23, gekennzeichnet durch Mittel zur zusätzlichen Festlegung der Abbildungsbreite des resultierenden pseudostereophonen Signals mittels der möglichen Veränderung von dessen Korrelationsgrad r bzw. einer Dämpfung λ oder einer Dämpfung ρ .

25. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 24 mit Mitteln zur zusätzlichen Auswertung eines vorhandenen Stereosignals, das durch mehrere Lautsprecher wiedergegeben werden kann.

5 26. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 25, mit Mitteln zur Komprimierung oder Datenreduzierung oder sonstigen selektiven Auswertung von Audiosignalen.

10 27. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 26, gekennzeichnet durch einen oder mehrere Umwandler zur Umwandlung der gewonnenen stereophonen Ausgangssignale in Stereosignale, die durch mehr als zwei Lautsprecher bestimmt sind.

15 28. Verwendung der Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 15 bis 27, für die Bearbeitung von FM-Stereosignalen.