

**Vorrichtung und Verfahren zur Auswertung und  
Optimierung von Signalen auf der Basis  
algebraischer Invarianten**

Die Erfindung bezieht sich auf Signale  
5 (beispielsweise Audiosignale) und Vorrichtungen oder  
Verfahren zu deren Erzeugung, Übertragung, Auswertung,  
Umformung und Wiedergabe.

Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere  
ein Verfahren und eine Vorrichtung oder ein System, um  
10 auf Basis einer beliebigen Abbildung oder beliebiger  
Abbildungen eines oder mehrerer Signale oder auch einer  
Verknüpfung oder von Verknüpfungen von zwei oder  
mehreren Signalen Rückschlüsse ziehen zu können. Im  
Beispielsfall eines stereophonen Audiosignals  $x(t)$ ,  
15  $y(t)$ , wobei  $x(t)$  den Funktionswert des linken  
Eingangssignals zum Zeitpunkt  $t$ ,  $y(t)$  der Funktionswert  
des rechten Eingangssignals zum Zeitpunkt  $t$  darstellt,  
kann beispielsweise die Summe der Transferfunktionen

$$20 \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

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

betrachtet werden, um Rückschlüsse auf die  
25 Eigenschaften der Signale ziehen zu können.

Diese Rückschlüsse sollen insbesondere auf  
gemeinsame Eigenschaften zweier verschiedener Signale  
gezogen werden können, die völlig dem Zufallsprinzip zu  
unterliegen scheinen (wie beispielsweise Audiosignale).

30 Bisherige Methoden versuchen dieses  
Zufallsprinzip – unter entsprechend grossen  
Schwierigkeiten – zu simulieren und so für die

betrachteten Signale nutzbar zu machen. Etwa bei DAB (Digital Audio Broadcasting) wird ein Gaußscher Prozess mit dem sogenannten Tapped Delay Line Modell simuliert, oder auch für die Simulation des Mobilfunkkanals eine  
5 Monte Carlo Methode (farbiges, komplexes Gaußrauschen in zwei Dimensionen) angewandt.

EP0825800 (Thomson Brandt GmbH) schlägt die Bildung verschiedenartiger Signale aus einem Mono-Eingangssignal durch Filterung vor, aus denen – etwa  
10 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 Folge zu zwei Ausgangssignalen kombiniert werden.

15 WO/2009/138205 bzw. EP2124486 als auch EP1850639 beschreiben zum Beispiel ein Verfahren zur methodischen Evaluierung des Einfallswinkels für das abzubildende Schallereignis, der von der Mikrofonhauptachse und der Peilachse für die  
20 Schallquelle eingeschlossen wird, dies unter Anwendung von Laufzeitdifferenzen und Amplitudenkorrekturen, die von der ursprünglichen Aufnahmesituation (die sich anhand des Systems interpolieren lässt) funktional abhängig sind. Der Inhalt von WO/2009/138205 bzw.  
25 EP2124486 als auch von EP1850639 wird hiermit als Referenz eingeführt.

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

werden dabei unabhängig von der Aufnahmesituation gewählt.

CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 schlägt die Nachschaltung eines oder mehrerer Panorama-  
5 Potentiometer oder äquivalenter Hilfsmittel bei einer Vorrichtung gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639 nach erfolgter Stereoumsetzung (nach erfolgtem Durchlaufen einer MS-Matrix, für die die Beziehung

10

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

und

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

15 gilt) vor, die nicht wie bei intensitätsstereophonen Signalen, das heisst für Stereosignale, die sich ausschliesslich durch ihre Pegel, jedoch nicht durch Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede oder unterschiedliche Frequenzspektren unterscheiden, zu einer  
20 bestimmungsgemässen Einschränkung der Abbildungsbreite oder einer Verschiebung der Abbildungsrichtung der gewonnenen Stereosignale führen, sondern vielmehr zu einer Erhöhung oder Herabsetzung des Korrelationsgrades.

25

CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 gestattet eine optimale Wahl jener Parameter, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrundeliegen. Dem Benutzer werden Mittel an  
30 die Hand gelegt, den Korrelationsgrad, den Definitionsbereich, die Lautheit sowie weitere Parameter der resultierenden Signale nach

psychoakustischen Gesichtspunkten festzulegen, und somit Artefakte zu verhindern.

Insgesamt lässt sich zum Stand der Technik sagen, dass bislang algebraische Invarianten ermangels  
5 entsprechender Grundlagen niemals zur Analyse oder Optimierung von Schallereignissen oder ähnlichen Prozessen herangezogen worden sind.

Obwohl seit David Hilberts bahnbrechenden Arbeiten zu algebraischen Invarianten seit über 100  
10 Jahren grundsätzlich vermutet wurde, dass derartige algebraische Invarianten insbesondere für Gaußsche Prozesse existieren (und insbesondere für Audiosignale), ist deren Nachweis niemals gelungen.

#### Offenbarung der Erfindung

15 Die vorliegende Erfindung weist solche algebraischen Invarianten nicht nur nach, sondern macht diese damit auch praktisch gewerblich für die Signaltechnik, beispielsweise zur Kalibrierung von Vorrichtungen oder Verfahren zur Gewinnung,  
20 Verbesserung oder Optimierung stereophoner oder pseudostereophoner Audiosignale, nutzbar.

Zunächst wird eine Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von mindestens zwei Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw.  
25 von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$  - oder auch die beliebig definierbare Abbildung  $f^\#(t)$  oder die beliebig definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$   
30 - auf der komplexen Zahlenebene betrachtet bzw. deren Projektion auf das Relief, das durch die Norm aller Punkte der komplexen Zahlenebene definiert ist (den Einheitskegel, dessen Spitze im Ursprung der komplexen

Zahlenebene liegt und dessen Symmetrieachse lotrecht zur komplexen Zahlenebene liegt).

Die reelle Achse, die imaginäre Achse und die Symmetrieachse des Kegels werden nunmehr als ein  
 5 kartesisches Koordinatensystem mit Koordinaten( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ) aufgefasst. Die Veränderung des Öffnungswinkels des Kegels führt zur Kegelgleichung

$$x_1^2 + x_2^2 - (1/g^2) * x_3 = 0$$

bzw. den Koeffizienten  $[1 \ 1 \ -1/g^2]$ . Betrachtet  
 10 werden nunmehr zwei Kegelgleichungen

$$S := a_x^2 := 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - (1/g^2) * x_3^2 = 0$$

und

$$S' := a'_x{}^2 := 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - (1/g'^2) * x_3^2 = 0.$$

15 Eine Invariante ist somit bekanntlich

$$a_a{}^2 := 1 * 1^2 + 1 * 1^2 - (1/g^2) * (1/g'^4).$$

Beide Kegel  $S$ ,  $S'$  sind apolar, wenn gilt

$$(1/g^2) * (1/g'^4) = 2.$$

$S$  ist dann in  $S'$  harmonisch eingeschrieben.

20 Betrachten wir nun beispielsweise obige Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von zwei oder mehreren Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$   
 25 für zwei Zeitabschnitte  $t_1$ ,  $t_2$  - oder auch die beliebig definierbare Abbildung  $f^\#(t)$  oder die beliebig

definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$  für zwei Zeitabschnitte  $t_1$ ,  $t_2$  - sowie die Abbildungen  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$  mit

$$\begin{aligned} 5 \quad \Sigma' &:= u_a'^2 := A' u_1'^2 + B' u_2'^2 + C' u_3'^2 + 2F' u_2' u_3' \\ &+ 2G' u_3' u_1' + 2H' u_1' u_2' \\ &= 1 * u_1'^2 + 1 * u_2'^2 + (1/g'^{'2}) * u_3'^2 + 2 * 1 \\ &* u_2' u_3' + 2 * 1 * u_3' u_1' + 2 * 1 * u_1' u_2' \\ &= 0. \end{aligned}$$

10 Es soll gelten

$$aA' + bB' + cC' + 2fF' + 2gG' + 2hH' = 0,$$

und  $S$  und  $\Sigma'$  apolar sein:

$$1 * 1 + 1 * 1 - (1/g^2) * (1/g'^{'2}) = 0$$

oder

$$15 \quad (1/g^2) * (1/g'^{'2}) = 2.$$

Somit ist, sofern  $g' = g'' = 1$  und  $g = 1/\sqrt{2}$  gilt, die Apolarität von  $S$  mit  $S'$  und  $\Sigma'$  gewährleistet.

Die Betrachtung des Einheitskegels

20  $S' = 1 * x_1'^2 + 1 * x_2'^2 - 1 * x_3'^2 = 0$  gestattet somit zugleich die Betrachtung identisch verschwindender Invarianten bezüglich  $S$

$$S = 1 * x_1'^2 + 1 * x_2'^2 - 2 * x_3'^2 = 0$$

bzw.

$$\begin{aligned}\Sigma' &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2 u_3 \\ &+ 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 \\ &= 0.\end{aligned}$$

Somit ist die Relation

$$5 \quad a_{a'}^2 := 1 * 1^2 + 1 * 1^2 - 2 * 1^2 = 0$$

linear in den Koeffizienten der Gleichungen

$$S = 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 2 * x_3^2 = 0$$

und

$$\begin{aligned}10 \quad \Sigma' &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2 u_3 \\ &+ 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 \\ &= 0.\end{aligned}$$

Gemäss Hilberts berühmtem Satz über den Invariantenkörper (Hilbert, Seite 291, § 2) stellt in unserem System die Linearkombination

$$\begin{aligned}15 \quad &\phi [1, 1, -2] * [1, 1, -1]^2 + \\ &\Theta [1, 1, -2] * [1, 1, 1]^2 = 0\end{aligned}$$

wiederum eine Invariante dar. Somit entsprechen beispielsweise beliebige, auf der von den Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannten Ebene  
20 betrachtete Durchstossungsgeraden von  $\hat{f}(t_1)$  und  $\hat{f}(t_2)$ ,  $\xi_1$  und  $\xi_2$ , unendlich vielen Invarianten von  $S$  und  $S'$  bzw. von  $S$  und  $\Sigma'$ .

Bei Betrachtung des an der komplexen Zahlenebene gespiegelten Einheitskegels führt die  
25 Veränderung des Öffnungswinkels des Kegels zur Kegelgleichung

$$-x_1^2 - x_2^2 + (1/g^{*2}) * x_3$$

bzw. den Koeffizienten  $[-1 \ -1 \ 1/g^{*2}]$ . Betrachtet werden nunmehr zwei Kegelgleichungen

$$S := a_x^2 := -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + (1/g^2) * x_3^2 = 0$$

und

$$\begin{aligned} 5 \quad S' &:= a'_x{}^2 := -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + (1/g'^2) * x_3^2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

Eine Invariante ist somit bekanntlich

$$a_a'^2 := -1 * (-1)^2 - 1 * (-1)^2 + (1/g^2) * (1/g'^4).$$

Beide Kegel  $S, S'$  sind apolar, wenn gilt

$$10 \quad (1/g^2) * (1/g'^4) = 2.$$

$S$  ist dann in  $S'$  harmonisch eingeschrieben.

Betrachten wir nun beispielsweise obige Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t), \hat{f}_2(t), \dots, \hat{f}_p(t)$  von zwei oder mehreren Signalen  $s_1(t), s_2(t), \dots, s_m(t)$  bzw. von deren

15 Transferfunktionen  $t_1(s_1(t)), t_2(s_2(t)), \dots, t_m(s_m(t))$  für zwei Zeitabschnitte  $t_1, t_2$  - oder auch die beliebig definierbare Abbildung  $f^\#(t)$  oder die beliebig definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t), f_2^\#(t), \dots, f_\mu^\#(t)$  von

20 einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t), s_2^\#(t), \dots, s_\Omega^\#(t)$  für zwei Zeitabschnitte  $t_1, t_2$  - sowie die Abbildungen  $S, S'$  und  $\Sigma'$  mit

$$\begin{aligned} \Sigma' &:= u_a'^2 := A' u_1^2 + B' u_2^2 + C' u_3^2 + 2F' u_2 u_3 \\ &+ 2G' u_3 u_1 + 2H' u_1 u_2 \\ 25 \quad &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + (1/g'^2) * u_3^2 + 2 * 1 \\ &* u_2 u_3 + 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

Es soll gelten

$$aA' + bB' + cC' + 2fF' + 2gG' + 2hH' = 0,$$

und  $S$  und  $\Sigma'$  apolar sein:

$$-1 * 1 - 1 * 1 + (1/g^2) * (1/g'^2) = 0$$

5 oder

$$(1/g^2) * (1/g'^2) = 2.$$

Somit ist wiederum, sofern  $g' = g'' = 1$  und  $g = 1/\sqrt{2}$  gilt, die Apolarität von  $S$  mit  $S'$  und  $\Sigma'$  gewährleistet.

10 Die Betrachtung des Einheitskegels

$$S' = -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 1 * x_3^2 = 0$$

gestattet somit zugleich die Betrachtung identisch verschwindender Invarianten bezüglich  $S$

$$S = -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 2 * x_3^2 = 0$$

15 bzw.

$$\begin{aligned} \Sigma' &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2 u_3 \\ &+ 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

Somit ist die Relation

$$\begin{aligned} 20 \quad a_{a'}^2 &:= -1 * (-1)^2 - 1 * (-1)^2 + 2 * 1^2 \\ &= -1 * 1 - 1 * 1 + 2 * 1 = 0 \end{aligned}$$

linear in den Koeffizienten der Gleichungen

$$S = -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 2 * x_3^2 = 0$$

und

$$\begin{aligned} \Sigma' &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2 u_3 \\ &+ 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

5

Gemäss Hilberts Satz über den Invariantenkörper (Hilbert, Seite 291, § 2) stellt in unserem System die Linearkombination

$$\begin{aligned} &\phi [-1, -1, 2] * [-1, -1, 1]^2 + \\ 10 \quad &\Theta [-1, -1, 2] * [1, 1, 1]^2 = 0 \end{aligned}$$

wiederum eine Invariante dar. Somit entsprechen beispielsweise beliebige, auf der von den Vektoren  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannten Ebene betrachtete Durchstossungsgeraden von  $\hat{f}(t_1)$  und  $\hat{f}(t_2)$ ,  $\xi_1$  und  $\xi_2$ ,  
15 unendlich vielen Invarianten von  $S$  und  $S'$  bzw. von  $S$  und  $\Sigma'$ .

Sämtliche kombinatorische Möglichkeiten für die Lage von  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$ , wie unschwer einzusehen ist, erschöpfen sich somit hinsichtlich des Resultats in  
20 derselben Ebene.

Die praktische Anwendung dieses Sachverhalts in der Signaltechnik gestattet beispielsweise die Analyse einer Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrerer Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von mindestens zwei Signalen  
25  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$  - oder auch der beliebig definierbaren Abbildung  $f^\#(t)$  oder der beliebig definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren  
30 Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$  durch die Bestimmung genannter Invarianten. Hierbei wird diese Verknüpfung

$f^{\wedge}(t)$  oder werden diese Verknüpfungen  $f_1^{\wedge}(t)$ ,  $f_2^{\wedge}(t)$ ,  
 $\dots$ ,  $f_p^{\wedge}(t)$  von mindestens zwei Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ,  
 $\dots$ ,  $s_m(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  
 $t_2(s_2(t))$ ,  $\dots$ ,  $t_m(s_m(t))$  - oder auch die beliebig  
5 definierbaren Abbildung  $f^{\#}(t)$  oder die beliebig  
definierbaren Abbildungen  $f_1^{\#}(t)$ ,  $f_2^{\#}(t)$ ,  $\dots$ ,  $f_{\mu}^{\#}(t)$  von  
einem Signal  $s^{\#}(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^{\#}(t)$ ,  $s_2^{\#}(t)$ ,  
 $\dots$ ,  $s_{\Omega}^{\#}(t)$  beispielsweise auf der komplexen  
Zahlenebene abgebildet - die  $x_1$ -Achse fällt dann  
10 beispielsweise mit der reellen Achse, die  $x_2$ -Achse dann  
beispielsweise mit der imaginären Achse zusammen - und  
anschliessend die Durchstossungspunkte dieser  
Abbildungen im vorliegenden Beispiel mit der durch die  
Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder  $(-1, -1, 2)$  und  
15  $(1, 1, 1)$  aufgespannten Ebene betrachtet, die nunmehr  
absolut oder auch hinsichtlich ihrer statistischen  
Verteilung präzise Anhaltspunkte für die weitere  
Analyse, Verarbeitung oder Optimierung darstellen.  
Beispielsweise lässt sich gemäss CH1159/09 bzw.  
20 PCT/EP2010/055876 oder auch CH01776/09 bzw.  
PCT/EP2010/055877 eine Optimierung pseudostereophoner  
Audiosignale vornehmen und anschliessend die  
Durchstossungspunkte der Summe der Transferfunktionen  
 $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t)] =$   
25  $[y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ , siehe unten, mit der durch die  
Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder  $(-1, -1, 2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  aufgespannten Ebene bestimmen. Werden diese  
Durchstossungspunkte durch ein geeignetes Verfahren,  
siehe Detaillierte Beschreibung, gewichtet, resultieren  
30 Parametrisierungen gemäss CH1159/09 bzw.  
PCT/EP2010/055876 oder auch CH01776/09 bzw.  
PCT/EP2010/055877, die sich als besonders günstig für  
die betrachteten Audiosignale erweisen.

35 Gemäss einem Aspekt empfiehlt sich der Einsatz von  
(an sich bekannten) Kompressionsalgorithmen oder  
Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung  
charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder

Maxima der betrachteten Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, dies für deren erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung.

5

10

15

20

Kurzbeschreibung der Abbildungen

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

- 5           - FIG. 1A zeigt das Schaltungsprinzip eines bekannten Panorama-Potentiometers.
- FIG. 2A ist der Dämpfungsverlauf des linken und rechten Kanals eines Panorama-Potentiometers ohne Überbasisbereich und  
10           entsprechende Abbildungswinkel zu entnehmen.
- FIG. 3A zeigt eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss  
          CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, in welcher  
15           aus der Stereoumsetzung resultierende linke Kanal L' bzw. rechte Kanal R' je einem Panorama-Potentiometer bei gemeinsamen Sammelschienen L und R zugeführt wird.
- FIG. 4A zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss  
20           CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876.
- FIG. 5A zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss  
          CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876.
- FIG. 6A zeigt eine vierte Ausführungsform  
25           einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 mit einer zu  
          FIG. 3A äquivalenten Schaltung mit leicht modifizierter MS-Matrix, die eine unmittelbare  
          Nachschaltung von Panorama-Potentiometern  
30           entbehrlich macht.

- 5           - FIG. 7A zeigt eine zu FIG. 3A bzw. FIG. 6A  
          äquivalente Schaltung, sofern für die umgekehrt  
          proportionalen Dämpfungen  $\lambda$  und  $\rho$  der in FIG.  
          3A dargestellten Panorama-Potentiometer die  
          Beziehung  $\lambda = \rho$  gilt.
- FIG. 8A zeigt eine erweiterte Schaltung  
          gemäss FIG. 7A zur Normierung des Pegels der  
          Ausgangssignale des Stereoumsetzers.
- 10          - FIG. 9A zeigt ein Beispiel einer Schaltung,  
          welches als Erweiterung der FIG. 8A gegebene  
          Signale  $x(t)$ ,  $y(t)$  als Summe der  
          Transferfunktionen  $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}]$   
          \*  $(-1 + i)$  und  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$   
          auf der komplexen Zahlenebene abbildet.
- 15          - FIG. 10A zeigt das Beispiel einer Schaltung,  
          welches als Erweiterung der FIG. 9A die  
          Abbildungsbreite eines Stereosignals festlegt.
- 20          - FIG. 11A zeigt ein Beispiel einer  
          Eingangsschaltung für ein bereits vorhandenes  
          Stereosignal  $L^\circ$ ,  $R^\circ$  vor Übergabe an eine  
          Schaltung gemäss FIG. 12A (zur Bestimmung der  
          Lokalisierung des Signals), welche  $L^\circ$ , also  
           $l(t)$ , und  $R^\circ$ , also  $r(t)$  als Summe der  
          Transferfunktionen  $f^*[l(t)] = [l(t)/\sqrt{2}]$   
25          \*  $(-1 + i)$  und  $g^*[r(t)] = [r(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$   
          auf der komplexen Zahlenebene abbildet.
- 30          - FIG. 12A zeigt eine Schaltung zur Bestimmung  
          der Lokalisierung des Signals, deren Eingänge  
          mit den Ausgängen der FIG. 10A bzw. den  
          Ausgängen der FIG. 11A verbunden sein können.

- 5                   - FIG. 1B 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 WO/2009/138205 bzw.  
EP2124486 oder EP1850639), wobei das  
Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines  
der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers)  
10 optional einer Schaltung gemäss FIG. 7B  
zugeführt werden kann, die optional auch der  
FIG. 6bB nachgeschaltet ist.
- 15                   - FIG. 2B 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.
- 20                   - FIG. 3aB zeigt ein Beispiel einer Schaltung  
für die Wahl des Definitionsbereichs mittels  
des Parameters  $a$ .
- 25                   - FIG. 4aB zeigt ein Beispiel einer Schaltung  
für ein drittes Logikelement, welches die in  
FIG. 1B erzeugten, gemäss FIG. 2B auf der  
komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale  
hinsichtlich des gemäss FIG. 3aB neu durch den  
Parameter  $a$  definierten zulässigen  
Definitionsbereichs gemäss der Bedingung  
30  $\text{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \text{Im}^2\{f^*[x(t)] +$   
 $g^*[y(t)]\} \leq 1$  überprüft.
- FIG. 5aB 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

5 Funktionswerten betrachtet, wobei der Benutzer den durch die Ungleichung (8aB) definierten Grenzwert  $R^*$  (bzw. die durch die Ungleichung (8aB) ebenfalls definierte Abweichung  $\Delta$ ) für diese Maximierung frei wählen kann.

- FIG. 6aB zeigt eine Eingangsschaltung für ein bereits vorhandenes Stereosignal vor Übergabe an eine Schaltung gemäss FIG. 6bB zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals.

10 - FIG 6bB zeigt eine Schaltung zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals, deren Eingänge mit den Ausgängen der FIG. 5aB bzw. den Ausgängen der FIG. 6aB verbunden sind.

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

25 - FIG. 8B 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. 9B zeigt ein Beispiel einer Schaltung zur Anpassung der Abbildungsbreite eines Audiosignales.

30 - FIG. 1C zeigt die Apolaritätsbedingung für die Abbildungen  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$ .

5       - FIG. 2C zeigt die Abbildungen  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$   
für das kartesische Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  
 $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  aus der Perspektive des 1.  
Quadranten der zugehörigen komplexen  
Zahlenebene.

10       - FIG. 3C zeigt die Abbildungen  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$   
für das kartesische Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  
 $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  gleichfalls aus der Perspektive  
des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen  
Zahlenebene.

15       - FIG. 4C zeigt die Abbildungen  $S$ ,  $S'$  und  $\Sigma'$   
für das kartesische Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  
 $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  aus der Perspektive des 4.  
Quadranten der zugehörigen komplexen  
Zahlenebene.

20       - FIG. 5C zeigt das Konvergenzverhalten einer  
Gewichtsfunktion, die hier beispielsweise  
anhand der Mittelwerte der Schnittpunkte im 1.  
oder auch 3. Quadranten dreier, auf der  
komplexen Zahlenebene abgebildeter  
pseudostereophoner Signalabschnitte mit der  
durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$   
oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
aufgespannten Ebene die Parameter  $\varphi$ ,  $f$  (bzw.  
25        $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  optimiert.

30       - FIG. 6C zeigt ein Beispiel der unten  
beschriebenen Schaltung zur Optimierung von  
pseudostereophonen Signalen auf der Basis  
algebraischer Invarianten, die der FIG. 5aB  
unmittelbar nachgeschaltet werden kann, und mit  
dieser dann eine im vorliegenden Beispiel  
untrennbare Einheit bildet. Die Ausgänge von  
FIG. 6C sind innerhalb des gesamten  
Schaltschemas in diesem Falle so zu behandeln,

als wären sie jene von FIG. 5aB. Die Schaltung  
der FIG. 6C bewirkt, dass deren vorgeschaltete  
Elemente nunmehr für verschiedene Abschnitte  
von Audiosignalen durchlaufen werden. Das  
5 Resultat ist eine anhand der Mittelwerte der  
Schnittpunkte im 1. oder auch 3. Quadranten  
dieser, auf der komplexen Zahlenebene  
abgebildeten, Signalabschnitte mit der durch  
die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder  
10 auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannten  
Ebene optimierte Parametrisierung  $\varphi, f, \alpha, \beta$ .

- FIG. 7C zeigt ein Beispiel einer Schaltung,  
welche anhand der Bestimmung der *mean square*  
*energy* der Eingangssignale  $s_1(t_i), s_2(t_i), \dots,$   
15  $s_\delta(t_i)$  und definierbarer Gewichte  $G_1, G_2, \dots, G_\delta$   
eine Normierung dieser Eingangssignale vornimmt  
und anschliessend die Invarianten einer  
Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrerer Verknüpfungen  
 $\hat{f}_1(t), \hat{f}_2(t), \dots, \hat{f}_p(t)$  dieser  
20 Eingangssignale bestimmt.

### Detaillierte Beschreibung

Zunächst werden die algebraischen Grundlagen der vorliegenden Erfindung anhand der FIG. 1C bis 4C veranschaulicht.

5           FIG. 1C stellt die Apolaritätsbedingung für S und S' bzw. S und  $\Sigma'$  dar. 1001 veranschaulicht jene für S und S', ausgedrückt durch  $f^{\sim}(g')$ , 1002 jene für S und  $\Sigma'$ , ausgedrückt durch  $f^{\sim}(g'')$ . Der Schnittpunkt 1004 von 1001 mit der Diagonalen des 1. Quadranten 1003  
10 veranschaulicht das Zusammenfallen von S und S', der Schnittpunkt 1005 von 1001 und 1002 stellt die gesuchte Apolaritätsbedingung selbst dar;  $g' = g'' = 1$  ist unmittelbar abzulesen.

          FIG. 2C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und  $\Sigma'$  (2003) sowie die von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und  $\Sigma'$  liegen, aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene.  
15  
20 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom kartesischen Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  aufgespannten Ebenen.

          FIG. 3C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und  $\Sigma'$  (2003) sowie die von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und  $\Sigma'$  liegen, ebenfalls aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene. 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom  
25  
30 kartesischen Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  aufgespannten Ebenen.

          FIG. 4C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und  $\Sigma'$  (2003) sowie die von den Vektoren

(1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und  $\Sigma'$  liegen, nunmehr aus der Perspektive des 4. Quadranten der zugehörigen komplexen  
5 Zahlenebene. 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom kartesischen Koordinatensystem  $x_1 = u_1$ ,  $x_2 = u_2$ ,  $x_3 = u_3$  aufgespannten Ebenen.

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

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

CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 sind zum Zeitpunkt der vorliegenden Anmeldung nicht veröffentlicht. Im folgenden wird deshalb deren Inhalt zum Verständnis des folgenden Anwendungsbeispiels  
25 vorliegender Erfindung vollständig wiedergegeben:

Manche pseudostereophone Signale weisen eine erhöhte „Phasigkeit“ auf, das heisst deutlich wahrnehmbare Laufzeitdifferenzen zwischen beiden Kanälen. Häufig ist auch der Korrelationsgrad zwischen  
30 beiden Kanälen zu gering (mangelnde Kompatibilität) oder zu hoch (unerwünschte Annäherung an ein Monoklangbild). Pseudostereophone, aber auch stereophone Signale, können somit Defizienzen aufweisen, die auf mangelnde oder übergrosse

Dekorrelationen der abgestrahlten Signale zurückzuführen sind.

Es ist somit ein Ziel von CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, dieses Problem zu lösen und  
5 stereophone (einschliesslich pseudostereophone) Signale abzugleichen oder umgekehrt stärker zu differenzieren.

Ein anderes Ziel ist es, stereophone und pseudostereophone Audiosignale zu verbessern, zu erzeugen, zu übertragen, umzuformen oder wiederzugeben.

10 In CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 werden diese Probleme unter anderem durch die vordergründig nicht zweckmässigen Nachschaltung eines Panorama-Potentiometers bei einer Vorrichtung zur Pseudostereoumsetzung gelöst.

15 Panorama-Potentiometer (auch Pan-Pot, Panoramaregler oder Panoramasteller genannt) sind an sich bekannt und werden für intensitätsstereophone Signale verwendet, das heisst für Stereosignale, die sich ausschliesslich durch ihre Pegel, jedoch nicht  
20 durch Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede oder unterschiedliche Frequenzspektren unterscheiden. Das Schaltungsprinzip eines bekannten Panorama-Potentiometers wird in Figur 1A dargestellt. Das Gerät besitzt einen Eingang 101 und zwei Ausgänge 202, 203,  
25 die auf die Sammelschienen 204, 205 der Gruppenkanäle L (linker Audiokanal) und R (rechter Audiokanal) gelegt sind. In Mittenstellung (M) erhalten beide Sammelschienen denselben Pegel, in den Seitenstellungen Links (L) und Rechts (R) wird das Signal nur auf die  
30 linke bzw. rechte Sammelschiene weitergeführt. In den Zwischenstellungen erzeugt ein Panorama-Potentiometer Pegeldifferenzen, die den verschiedenen Positionen der Phantomschallquelle auf der Lautsprecherbasis entsprechen.

FIG. 2A ist der Dämpfungsverlauf des linken und rechten Kanals eines Panorama-Potentiometers ohne Überbasisbereich und entsprechende Abbildungswinkel zu entnehmen. In Mittenstellung beträgt die Dämpfung in  
5 jedem Kanal 3 dB, durch die akustische Überlagerung entsteht dadurch derselbe Lautstärkeindruck, wie wenn nur ein Kanal in Stellung L oder R vorhanden wäre.

Panorama-Potentiometer können etwa als Spannungsteiler den linken Kanal in unterschiedlichem,  
10 wählbaren Verhältnis auf den resultierenden linken bzw. rechten Ausgang (diese Ausgänge werden auch als Sammelschienen bezeichnet) verteilen bzw. in gleicher Weise den rechten Kanal in unterschiedlichem, wählbaren Verhältnis auf denselben linken bzw. rechten Ausgang  
15 (dieselben Sammelschienen). Somit können bei intensitätsstereophonen Signalen die Abbildungsbreite eingeengt und deren Richtung verschoben werden.

Bei pseudostereophonen Signalen, die sich Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede, unterschiedliche  
20 Frequenzspektren oder Verhallung zunutze machen (als auch bei so beschaffenen Stereosignalen im allgemeinen) ist eine solche Einengung der Abbildungsbreite bzw. Verschiebung der Abbildungsrichtung anhand eines Panorama-Potentiometers nicht möglich. Von einer  
25 Anwendung von Panorama-Potentiometern auf derartige Signale wird deshalb bestimmungsgemäss grundsätzlich abgesehen.

Wie in CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 dargestellt, wurde jedoch unerwartet und entgegen  
30 bisheriger Erfahrung festgestellt, dass die vorher nicht bekannte Nachschaltung eines Panorama-Potentiometers nach einer Schaltung zur Pseudostereokonvertierung unerwartete Vorteile bringt. Zwar kann eine solche Nachschaltung nicht zur oben  
35 erwähnten Einschränkung der Abbildungsbreite oder zur

Verschiebung der Abbildungsrichtung der gewonnenen Stereosignale führen. Jedoch lässt sich der Korrelationsgrad zwischen dem linken und dem rechten Signal mit einem solchen Panorama-Potentiometer auf  
5 diesem Wege erhöhen oder auch herabsetzen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird je ein Panorama-Potentiometer im linken und rechten Ausgang der Schaltung zur Gewinnung eines pseudostereophonen Signals nachgeschaltet. Dabei werden  
10 vorzugsweise die Sammelschienen beider Panorama-Potentiometer gemeinsam und vorzugsweise gleichlautend genutzt.

Dabei besitzt jeder Panorama-Potentiometer einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Eingang eines  
15 ersten Panorama-Potentiometers ist mit einem ersten Ausgang der Schaltung verbunden, und der Eingang eines zweiten Panorama-Potentiometers ist mit einem zweiten Ausgang dieser Schaltung verbunden. Der erste Ausgang des ersten Panorama-Potentiometers ist mit dem ersten  
20 Ausgang des zweiten Panorama-Potentiometers verbunden. Der zweite Ausgang des ersten Panorama-Potentiometers ist mit dem zweiten Ausgang des zweiten Panorama-Potentiometers verbunden.

Alternativ und äquivalent lässt sich der  
25 Korrelationsgrad statt mit Panorama-Potentiometern auch anhand einer ersten Schaltung zur Pseudostereo-konvertierung mit einem Stereoumsetzer und einem dem Stereoumsetzer vorgeschalteten Verstärker zur Verstärkung eines Eingangssignals des Stereoumsetzers  
30 anpassen, und dies ohne Panorama-Potentiometer. Eine äquivalente Korrelationsgradanpassung lässt sich dadurch mit weniger Komponenten realisieren.

Alternativ und äquivalent lässt sich der Korrelationsgrad statt mit Panorama-Potentiometer auch

anhand einer zweiten Schaltung variieren, dies mit einem modifizierten Stereoumsetzer, der einen Addierer und einen Subtraktor enthält, um, um vorbestimmte Faktoren jeweilig verstärkte, Eingangssignale (M, S) zu addieren beziehungsweise zu subtrahieren, um Signale, die identisch mit den Sammelschienensignalen der Panorama-Potentiometer sind, zu erzeugen. Eine äquivalente Korrelationsgradanpassung lässt sich dadurch mit noch weniger Komponenten realisieren.

10            Diese Sachverhalte lassen sich auch auf Vorrichtungen oder Methoden anwenden, welche Signale erzeugen, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden (beispielsweise zum Stand der Technik gehörende Surround-Anlagen).

15            Die Figuren 3A bis 5A zeigen verschiedene Ausführungsformen eben dargelegten Schaltungsprinzips, bei welcher je ein Panorama-Potentiometer 311 und 312, 411 und 412, 511 und 512 unmittelbar auf eine Pseudokonvertierungsschaltung 309, 409 bzw. 509 folgend nachgeschaltet wird. In jedem hier dargestellten Beispiel besteht die Pseudokonvertierungsschaltung 309, 409 bzw. 509 aus einer Schaltung mit einer MS-Matrix 310, 410, bzw. 510, wie in WO/2009/138205 bzw. EP2124486 als auch in EP1850639 beschrieben.

25            Mit diesem Panorama-Potentiometer 311 und 312, 411 und 412, 511 und 512 lässt sich der Korrelationsgrad der resultierenden Sammelschienen L 304, 404, 504 und R 305, 405, 505 erhöhen oder erniedrigen. Es wird demnach der aus der Stereoumsetzung (nach Durchlaufen der MS-Matrix) resultierende linke Kanal L' 302, 402, 502 bzw. rechte Kanal R' 303, 403, 503 je einem Panorama-Potentiometer bei gemeinsam genutzten Sammelschienen L und R zugeführt.

Werden die Dämpfung  $\lambda$  für das linke Eingangssignal  $L'$  des Panorama-Potentiometers 311, 411 oder 511 und die Dämpfung  $\rho$  für das rechte Eingangssignal  $R'$  des Panorama-Potentiometers 312, 412, 512 eines aus einer Vorrichtung 309, 409 oder 509 resultierenden Stereosignals 302 und 303, 402 und 403, 502 und 503 auf den Bereich zwischen 0 und 3 dB eingeengt, lassen sich umgekehrt proportional die Beziehungen

$$1 \geq \lambda \geq 0$$

und

$$1 \geq \rho \geq 0$$

(wobei 1 dem Wert 0 dB entspricht und 0 dem Wert 3 dB) einführen.

$\lambda$  und  $\rho$  entsprechen somit den umgekehrt proportionalen Dämpfungen der in FIG. 3A bis Fig. 5A dargestellten Panorama-Potentiometer, eingeengt auf den Bereich zwischen 0 und 3 dB.

Es ergeben sich somit für die resultierenden Stereosignale (Sammelschienen)  $L$  und  $R$  (304 und 305, 404 und 405, 504 und 505) bzw. die Ausgangssignale  $L''$  313, 413, 513 und  $R''$  314, 414, 514 des Panorama-Potentiometers 311, 411, 511 und die Ausgangssignale  $L'''$  315, 415, 515 und  $R'''$  316, 416, 516 des Panorama-Potentiometers 312, 412, 512 die Beziehungen

$$(1A) \quad L = L'' + L''' = \frac{1}{2} * L' (1 + \lambda) + \frac{1}{2} * R' (1 - \rho)$$

und

$$(2A) \quad R = R'' + R''' = \frac{1}{2} * L' (1 - \lambda) + \frac{1}{2} * R' (1 + \rho)$$

Die Figur 6A zeigt eine weitere Ausführungsform mit einer zu FIG. 3A äquivalente Schaltung mit leicht modifizierter MS-Matrix, die eine unmittelbare Nachschaltung von Panorama-Potentiometern entbehrlich macht. Unter der Berücksichtigung der Äquivalenzen der Stereoumsetzung (MS-Matrizierung)

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

und

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

10 ergeben sich die Beziehungen

$$(1A) L = [M (2 + \lambda - \rho) + S (\lambda + \rho)] * 1/2\sqrt{2}$$

$$(2A) R = [M (2 - \lambda + \rho) - S (\lambda + \rho)] * 1/2\sqrt{2}$$

15 Dadurch lassen sich die Signale der Sammelschienen L und R auch unmittelbar aus den Eingangssignalen M und S der Stereoumsetzungsschaltung ableiten.

Für den Fall  $\lambda = \rho$  (gleiche Dämpfung im linken und rechten Kanal) gelten:

20 (3A)  $L = (M + \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$

$$(4A) R = (M - \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

25 d.h. die Variation der Amplitude des Signals S ist äquivalent mit der Nachschaltung je eines Panorama-Potentiometers bei identischer Dämpfung im linken und rechten Kanal. Die Ausgangssignale L und R entsprechen unter diesen Voraussetzungen den Sammelschienen-Signalen L und R der Fig. 3A.

Es ergibt sich somit eine Schaltung oder ein Verfahren etwa der Form FIG. 6A (wobei triviale Abwandlungen möglich sind), die ein Summensignal aus dem um den Faktor  $(2 + \lambda - \rho)$  verstärkten M-Signal und dem um den Faktor  $(\lambda + \rho)$  verstärkten S-Signal bildet, sowie ein Differenzsignal, das sich aus dem um den Faktor  $(2 - \lambda + \rho)$  verstärkten M-Signal minus dem um den Faktor  $(\lambda + \rho)$  verstärkten S-Signal zusammensetzt, wobei insgesamt eine Korrektur um den Faktor  $1/2\sqrt{2}$  vorzunehmen ist, um zu Formeln (1A) und (2B) äquivalente Signale L und R zu erhalten.

Die FIG. 7A zeigt eine zu FIG. 3A bzw. FIG. 6A äquivalente Schaltung, sofern für die umgekehrt proportionalen Dämpfungen  $\lambda$  und  $\rho$  der in FIG. 3A dargestellten Panorama-Potentiometer die Beziehung  $\lambda = \rho$  gilt. Diese Schaltung ist nicht zu verwechseln mit der aus der Intensitätsstereophonie (MS-Mikrophonverfahren) bekannten Anordnung zur Veränderung des Aufnahme- oder Öffnungswinkels (die hier nicht stattfindet!).

Es wird dabei davon ausgegangen, dass häufig für die Angleichung oder Differenzierung von Stereosignalen eine für vorgeschlagene Panorama-Potentiometer oder eben dargestellte modifizierte MS-Matrix einheitliche Dämpfung ausreichend ist. Mit  $\lambda = \rho$  vereinfacht sich die soeben dargestellte Vorrichtung dann gemäss den obigen Formeln (3A) und (4A) zu :

$$(3A) \quad L = (M + \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

$$(4A) \quad R = (M - \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

was einer simplen Amplitudenkorrektur des S-Signals  
(717) gleichkommt.

Eine solche Amplitudenkorrektur des S-Signals  
ist bislang nur für das klassische MS-  
5 Mikrophonverfahren bekannt, und führt dort im idealen  
Bereich zu einer Veränderung des Aufnahme- oder  
Öffnungswinkels, die hier nicht stattfindet. Eine  
Übertragung gleichen Wirkungsprinzips ist nicht möglich  
(und eine Anwendung der MS-Mikrophontechnik auf  
10 vorliegende Schaltung demnach nicht naheliegend).

In der FIG. 7A kommt es somit zur ergänzenden  
Verstärkung des S-Signals um den Faktor  $\lambda$  ( $1 \geq \lambda \geq 0$ )  
vor abschliessendem Durchlaufen der MS-Matrix. Das  
resultierende Stereosignal ist äquivalent mit den  
15 Sammelschienen-Signalen 304 und 305 der FIG. 3A, 404  
und 405 der FIG. 4A und 504 und 505 der FIG. 5A bei  
einheitlicher Dämpfung als auch mit dem Ausgangssignal  
L und R der FIG. 6A, sofern dort  $\lambda = \rho$  gilt.

In der Praxis lässt sich mit dieser Schaltung  
20 bzw. Verfahren der Korrelationsgrad exakt festlegen,  
d.h. es besteht ein unmittelbarer funktionaler  
Zusammenhang zwischen der Dämpfung  $\lambda$  und dem  
Korrelationsgrad  $r$ , für den idealerweise

$$0,2 \leq r \leq 0,7$$

25

gilt. Für  $\lambda$  hat sich in einer Versuchsreihe

$$0,07 \leq \lambda \leq 0,46$$

als günstig für die meisten Anwendungen  
erwiesen.

30 Insbesondere lassen sich Artefakte (wie  
störende Laufzeitdifferenzen, Phasenverschiebungen

o.ä.) mit dieser Vorrichtung oder Verfahren unschwer ausmerzen, sei dies manuell oder auch automatisiert (algorithmisch).

Es lässt sich somit aufgrund der Äquivalenz von  
5 nachgeschalteten Panorama-Potentiometern mit einheitlicher Dämpfung und einer Amplitudenkorrektur des S-Signals um den Faktor  $\lambda$  ( $1 \geq \lambda \geq 0$ ) vor abschliessender MS-Matrizierung eine überzeugende Pseudostereophonie erzielen, die, vom ursprünglichen  
10 Monosignal ausgehend, dem Zuhörer eine umfassende, wenngleich höchst einfache Nachbearbeitungsmöglichkeit einräumt, dies unter grundsätzlicher Wahrung der Kompatibilität und Vermeidung störender Artefakte.

Diese Vorrichtung kann beispielsweise in der  
15 Telephonie eingesetzt werden, im Bereich der professionellen Nachbearbeitung von Audiosignalen oder auch im Bereich hochwertiger elektronischer Konsumgüter, die auf einfachste, jedoch effiziente Handhabung abzielen.

20 Zur Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite:

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

30 Von besonderem Interesse (etwa für die 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  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (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  $\varphi$ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, der fiktiven linken Öffnungswinkel  $\alpha$  und der fiktive rechte Öffnungswinkel  $\beta$  können dabei beibehalten werden, und es ist sinnvollerweise nur noch eine abschliessende Amplitudenkorrektur etwa gemäss dem Logikelement 120 der Figur 8A notwendig, sofern diese Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite manuell erfolgt.

Soll diese automatisiert werden, zeigen psychoakustische Versuchsreihen, dass eine konstante Abbildungsbreite für stereophone Ausgangssignale  $x(t)$ ,  $y(t)$  bzw. deren komplexe Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

im wesentlichen vom Kriterium

$$(7A) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max |\operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \}| \leq S^* + \varepsilon \leq 1$$

sowie vom Kriterium

$$(8A) \quad 0 \leq \int_{-T}^T \left| f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \right| dt \leq U^* + \kappa$$

5 abhängt (wobei  $S^*$  und  $\varepsilon$ . bzw.  $U^*$  und  $\kappa$  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  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung  
10 des resultierenden Stereosignals) bzw. von einem Logikelement 120 der Figur 8A abhängige geeignete Funktionswerte  $x(t)$ ,  $y(t)$  gemäss einem iterativen, auf Rückkopplung basierenden Funktionsprinzip.

15 Die dargestellte Anordnung lässt sich demnach im Sinne einer Anordnung etwa der in Figur 8A bis 10A dargestellten Form wie folgt erweitern:

Ein aus einer Anordnung gemäss Figur 1A bis 7A  
20 resultierendes Ausgangssignal wird dabei einheitlich um einen Faktor  $\rho^*$  so verstärkt (Verstärker 118, 119 der Figur 8), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise  
25 durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, welches den Verstärkungsfaktor  $\rho^*$  der Verstärker 118 und 119 solange über die Rückkopplungen 121 und 122 variiert bzw. korrigiert, bis der maximale Pegel für den linken bzw. für den rechten Kanal 0 dB beträgt.

30

In einem weiteren Schritt werden nunmehr die resultierenden Signale  $x(t)$  (123) und  $y(t)$  (124) einer Matrix zugeführt, in der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor  $1/\sqrt{2}$  (Verstärker 229, 230 der Figur 9A)

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 Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t) / \sqrt{2}] * (-1 + i)$$

10 und

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t) / \sqrt{2}] * (1 + i) .$$

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. 10A nachzuschalten, die für einen vom Benutzer in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet gewählten Grenzwert  $S^*$  bzw. eine geeignet gewählte Abweichung  $\varepsilon$ , beide definiert durch die Ungleichung (7A), prüft, ob die Bedingung

25

$$(7A) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max |\operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \}| \\ \leq S^* + \varepsilon \leq 1$$

erfüllt ist. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 641 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad  $r$  bzw. für die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 8A bis 10A

dargestellt, solange durchlaufen, bis obige Bedingung (7A) erfüllt ist.

Die Eingangssignale für das Logikelement 640 werden  
 5 nunmehr an eine Anordnung etwa gemäss dem Logikelement 642 der FIG. 10A übergeben. Diese betrachtet abschliessend das Relief der Funktion  $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  im Sinne einer Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite des zu erzielenden  
 10 Stereosignals, wobei der Benutzer den Grenzwert  $U^*$  sowie die Abweichung  $\kappa$ , beide definiert durch die Ungleichung (8A), in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet wählen kann. Insgesamt muss die Bedingung

$$15 \quad (8A) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa$$

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 643 ein neuer optimierter Wert für den  
 20 Korrelationsgrad  $r$  bzw. für die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 8A bis 10A dargestellt, solange durchlaufen, bis das Relief der  
 25 Funktion  $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  die angestrebte Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite unter Berücksichtigung des Grenzwertes  $U^*$  bzw. der Abweichung  $\kappa$ , beide durch den Benutzer geeignet gewählt, erfüllt.

30

Die Signale  $x(t)$  (123) und  $y(t)$  (124) entsprechen somit hinsichtlich der Abbildungsbreite - bestimmt durch den Korrelationsgrad  $r$  bzw. die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des

resultierenden Stereosignals) - den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale  $L^{**}$  und  $R^{**}$  der eben beschriebenen Anordnung dar.

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

10 Zur Festlegung der Abbildungsrichtung:

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

Soll ein bereits vorhandenes Stereosignal  $L^{\circ}$ ,  $R^{\circ}$  durch vorliegendes System abgebildet werden, lässt  
20 sich die korrekte Abbildungsrichtung mittels dargestellter pseudostereophonen Methodik gebildeten Phantomschallquellen auch beispielsweise gemäss FIG. 12A automatisch ermitteln (die FIG. 10A unmittelbar nachgeschaltet wird, wobei die FIG. 11A für die  
25 Bestimmung der Summe der komplexen Transferfunktionen  $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$  des bereits vorhandenen Stereosignals  $L^{\circ}$ ,  $R^{\circ}$  der FIG. 12A gleichfalls zugeschaltet werden kann; vergleiche die Erläuterungen zu FIG. 9A). Hierbei wird zu geeignet gewählten  
30 Zeitpunkten  $t_i$  (für die nicht alle im folgenden genannten korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen  $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$  bzw.  $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$  in wenigstens einem Falle gleich Null sein dürfen) die bereits gemäss FIG. 9A 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  
ursprünglichen Stereosignals  $L^o, R^o$  verglichen. Bewegen  
5 sich diese Transferfunktionen im gleichen oder diagonal  
entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene,  
erhöht die Gesamtzahl  $m$  der Funktionswerte der  
genannten Transferfunktionen, die im gleichen bzw.  
diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen  
10 Zahlenebene liegen, sich jeweils um 1.

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.  $f^*(l(t_i)) +$   
15  $g^*(r(t_i))$  ungleich Null sein sollte, legt nunmehr die  
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. 8A – 10A  
resultierenden Stereosignals vertauscht.

20 Soll ein ursprünglich stereophones Signal in  
ein Monosignal zuzüglich der die Richtcharakteristik  
beschreibenden Funktion  $f$  (bzw. deren vereinfachenden  
Parameter  $n$ ) sowie der Parameter  $\varphi, \alpha, \beta, \lambda$  oder  $\rho$   
(etwa zum Zwecke der Datenkompression) umkodiert werden  
25 (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  
30 ausgedrückt durch den Parameter  $z$ , der die Zahlen 0  
oder 1 annimmt.

Unter leichten Modifikationen lassen sich zu  
den Schaltungen gemäss FIG. 11A und 12A analoge  
Schaltungen konstruieren, die sich unmittelbar den FIG.  
35 3A oder 4A oder 5A oder 6A oder 7A nachschalten lassen

oder auch an anderer Stelle innerhalb des elektrischen Kreises oder Algorithmus einsetzen lassen.

Zur Gewinnung stabiler FM-Stereosignale anhand von CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 als Beispiel für  
5 die Auswertung eines vorhandenen Stereosignals, das durch zwei oder mehrere Lautsprecher wiedergegeben werden kann:

CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 ist auch von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Gewinnung  
10 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  
15 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  
20 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  $\varphi$ , den Hauptachse und Schallquelle  
25 einschliessen, den fiktiven linken Öffnungswinkel  $\alpha$ , den fiktiven rechten Öffnungswinkel  $\beta$ , die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder daraus resultierend den Verstärkungsfaktor  $\rho^*$  für die Normierung des aus der  
30 MS-Matrizierung (etwa analog zum Logikelement 120 der Figur 8A bestimmt) oder aus einer sonstigen erfindungsgemässen Anordnung resultierenden linken und rechten Kanals am Einheitskreis (1 entspricht dabei

dem vermittelt  $\rho^*$  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  
5 Korrelationsgrad  $r$  des resultierenden Stereosignals  
oder den etwa durch nachstehende Ungleichung (9aA)  
definierten Parameter  $a$  für die Definition des  
zulässigen Wertebereichs für die Summe der  
Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale  
10 (beispielsweise die genannten komplexen  
Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

15 wobei etwa für  $0 \leq a \leq 1$  gilt

$$(9aA) \quad \operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1)$$

oder den durch nachstehende Ungleichung (11aA)  
definierten Grenzwert  $R^*$  oder die ebenfalls durch  
20 nachstehende Ungleichung (11aA) definierte Abweichung  $\Delta$   
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  
25 Ausgangssignale  $x_j(t)$ ,  $y_j(t)$  beispielsweise gilt

$$\begin{aligned}
 & \quad \quad \quad T \\
 (11aA) \quad 0 & \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| \, dt \\
 & \quad \quad \quad -T \\
 5 \quad & \leq \max \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] \\
 & \quad \quad \quad \{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi \\
 & \quad \quad \quad + g^*[y_j(t)]| \, dt \\
 10 \quad & \leq R^* + \Delta \\
 & \quad \quad \quad T \\
 & \leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] \\
 15 \quad & + g^*[y(t)]\}}\} \, dt)
 \end{aligned}$$

oder den oben definierten Grenzwert  $S^*$  oder die oben  
 20 definierte Abweichung  $\varepsilon$  (für die beispielsweise gelten  
 muss, dass

$$\begin{aligned}
 (7A) \quad 0 & \leq S^* - \varepsilon \leq \max |\operatorname{Re} \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}| \\
 & \leq S^* + \varepsilon \leq 1)
 \end{aligned}$$

oder den oben definierten Grenzwert  $U^*$  oder die  
 25 oben definierte Abweichung  $\kappa$  (für die beispielsweise  
 gelten muss, dass

$$\begin{aligned}
 & \quad \quad \quad T \\
 (8A) \quad 0 & \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| \, dt \leq U^* + \kappa, \\
 30 \quad & \quad \quad -T
 \end{aligned}$$

sämtliche zur Bestimmung der Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals, oder die Abbildungsrichtung der reproduzierten Schallquellen gemäss oben beschriebener Anordnung zu bestimmen bzw.  
5 zu optimieren. Das Resultat ist in jedem Falle eine in Hinblick auf das FM-Signal konstante stereophone Abbildung.

Insbesondere empfiehlt sich auch hier der Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden  
10 Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima, um die Evalierung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen gemäss oben beschriebenen Kriterien zu beschleunigen.

15

CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 sind zum Zeitpunkt der vorliegenden Anmeldung nicht veröffentlicht. Im folgenden wird deshalb deren Inhalt zum Verständnis des folgenden Anwendungsbeispiels  
20 vorliegender Erfindung vollständig wiedergegeben:

Bei der Anordnung gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486, gemäss EP1850639 und/oder gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 können verschiedene Parameter im Stereoumsetzer gewählt werden, mit welchen  
25 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  
30 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 von CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 wurde jedoch  
5 festgestellt, dass es sinnvoll wäre, für die Bewertung unterschiedlicher Parametrisierungen von  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw. dem vereinfachenden Parameter  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  einen einheitlichen Korrelationsgrad festzulegen.

Ein Ziel ist dort, ein neues Verfahren und eine  
10 neue Vorrichtung zur Gewinnung pseudostereophoner Signale anzubieten bzw. ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung, um automatisch und optimal jene Parameter auszuwählen, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrunde  
15 liegen, bzw. ein Verfahren und eine Vorrichtung, um insbesondere die Parameter ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $\rho$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ ) bei dieser Gewinnung optimal und automatisch zu bestimmen.

Mit einem solchen Verfahren bzw. einer solchen  
20 Vorrichtung sollen aus mehreren dekorrelierten, insbesondere pseudostereophonen, Signalvarianten jene ausgewählt werden, deren Dekorrelation sich als besonders günstig erweist.

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

30 Gemäss einem Aspekt wird in CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale  $x(t)$  und  $y(t)$  anhand eines Stereoumsetzers vorgeschlagen, wobei  $x(t)$  den 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  
 5 eines vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

Wenn es Drop-outs oder ähnliche Defekte gibt, können jedoch in unbedeutender Menge einzelne Punkte ausserhalb des Definitionsbereichs liegen. In diesem Fall wird die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis  
 10 ein Teil von  $\langle x(t), y(t) \rangle$  innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

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

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

sinnvoll festgelegt werden, wobei für die komplexen  
 20 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

$$25 \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

gelten.

Der Benutzer kann einen solchen Definitionsbereich, ausgehend vom Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw der imaginären Achse (sofern der maximale Pegel des  
 30 Ausgangssignals  $x(t)$ ,  $y(t)$  am Einheitskreis normiert

wurde), anhand des Parameters  $a$ ,  $0 \leq a \leq 1$ , beliebig festlegen.

Dieses Prinzip bleibt auch gültig wenn ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der komplexen Zahlenebene gewählt wird, 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 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 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 resultierenden linken und rechten Kanals beeinflussen.

Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  anhand von, von  $|\langle x(t), y(t) \rangle|$  abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck 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, 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  
 $g^*[y(t)]$  der Ausgangssignale definiert werden:

$$5 \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

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

in welchem die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis  
10 folgendes Kriterium erfüllt ist:

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

wobei  $0 \leq a \leq 1$  den gewünschten Definitionsbereich  
15 festlegt.

Auffallend bei den Verfahren zur Gewinnung von  
pseudostereophonen Signalen gemäss WO/2009/138205 bzw.  
EP2124486 oder gemäss EP1850639 ist die Tatsache, dass  
diese stets ein einwandfreies Mittensignal liefern. Es  
20 wird deshalb hier die Kurzzeit-Kreuzkorrelation

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

25

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

Wie bereits erwähnt ist es sinnvoll, wenn für  
30 unterschiedlichste Parametrisierungen von  $\varphi$  bzw.  $f$   
(bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  ein einheitlicher Korrelationsgrad  
erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb  
erfindungsgemäss der Korrelationsgrad der  
Ausgangssignale ( $x(t)$  und  $y(t)$ ) normiert. Diese

Normierung kann vorzugsweise durch die gezielte Variation von  $\lambda$  (linke Dämpfung) bzw.  $\rho$  (rechte Dämpfung) festgelegt werden.

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

Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  ein einheitlicher Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb in dargelegtem System der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten 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  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$  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 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 jeweiligen Ausgangssignals etwa einer Vorrichtung gemäss WO/2009/138205 bzw. 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.

- 5 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  $a$ ,  
10 insbesondere der unterschiedlichen Beschaffenheit der Ausgangssignale einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639 optimal Rechnung getragen wird. Der Parameter kann vorzugsweise vom Typ des Audiosignals abhängig sein,  
15 etwa um Sprache oder 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,  
20 vorzugsweise deutlich einzuschränken.

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

- 25 Erfüllen die Signale  $x(t)$ ,  $y(t)$  nicht die oben erwähnten Bedingungen, werden erfindungsgemäss im Sinne einer Optimierung die Parameter  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  – 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  
30  $y[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$  angepassten iterativen Vorgehen – neu bestimmt, und bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis  $x(t)$  und  $y(t)$  die oben erwähnten 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,  
 5 dass dieses Vorgehen der Maximierung von

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

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

$$(7aB) \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}}\} dt.$$

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

25

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

30

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

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

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

10 erfüllt sein.

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

Wird die durch  $\Delta$  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  
20 die Abweichung  $\Delta$  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  $\varphi$  bzw.  $f$  bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  bestimmt, und sämtliche bislang  
25 dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis Signale  $x(t)$ ,  $y(t)$  bzw. Parameter  $\varphi$  bzw.  $\lambda$  bzw.  $\rho$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  resultieren, die einer optimalen Stereophonisierung entsprechen.

Unter entsprechender Wahl des  
30 Korrelationsgrades  $r$ , des – den gewünschten jeweiligen Definitionsbereich festlegenden – Parameters  $a$  und des Grenzwertes  $R^*$  sowie dessen Abweichung  $\Delta$  lassen sich für die jeweilige Beschaffenheit der Eingangssignale optimale Systeme für den jeweiligen Anwendungsbereich  
35 (zum Beispiel Sprach- oder Musikwiedergabe) 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 Funktionswerte auch die Achsenlänge normieren, um den  
5 Rechenaufwand entsprechend herabzusetzen.

Gemäss einem Aspekt empfiehlt sich der Einsatz von (an sich bekannten) Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung  
10 charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima für die gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639 gewonnenen pseudostereophonen Signale, dies für deren beschleunigte Evaluierung.

Auch lässt sich anstelle vorgeschlagener  
15 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.

CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 lässt sich im Übrigen auf Vorrichtungen oder Verfahren anwenden,  
20 welche stereophone Signale erzeugen, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden (beispielsweise zum Stand der Technik gehörende Surround-Anlagen).

Gemäss einem Aspekt schlägt CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 die kaskadierte Nachschaltung  
25 mehrerer, teilweise hinsichtlich ihrer Parameter justierbarer Mittel (zum Beispiel Logikelemente) bei einer Stereoumsetzer (zum Beispiel gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639) vor, wobei eine Rückkopplung hinsichtlich genannter  
30 Vorrichtungen oder Verfahren dahingehend besteht, dass eine optimierte Änderung der Parameter  $\varphi$  bzw.  $\lambda$  bzw.  $\rho$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  solange erfolgt, bis sämtliche Bedingungen der Logikelemente erfüllt sind.

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

5 Für einen Stereoumsetzer, zum Beispiel in einer Vorrichtung gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639, sollen für den Fall identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen  $\lambda$  und  $\rho$  optimierte Parameter  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $f$  (bzw. der vereinfachende Parameter  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$   
10 bestimmt werden, um ein Monosignal in entsprechende pseudostereophone 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  
15 mit möglichst wenigen technischen Mitteln erreicht werden.

FIG. 1B zeigt das Schaltungsprinzip für die beiden ersten beschriebenen Logikelemente zur Normierung des Pegels und zur Normierung des  
20 Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines Stereoumsetzers mit einer MS-Matrix 110 (zum Beispiel ein Stereoumsetzer gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639)), wobei das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines der MS-Matrix vorgelagerten  
25 Verstärkers) optional einer Schaltung gemäss FIG. 7B zugeführt werden kann, die optional und idealerweise der FIG. 6bB nachgeschaltet ist, und aktiviert wird, sobald der aus FIG. 6bB resultierende Parameter  $z$  bestimmt wurde (siehe unten).

30 Das erste Logikelement 120 zur Normierung des Pegels ist dabei mit zwei identischen Verstärkern mit dem Verstärkungsfaktor  $\rho^*$  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 WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639) resultierenden Signale L und R werden einheitlich um den Faktor  $\rho^*$  so verstärkt (Verstärker 5 118, 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 10 bzw. Korrektur des Verstärkungsfaktors  $\rho^*$  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

$$20 \quad (1B) \quad r = \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t)y(t) \, dt \cdot \frac{1}{x(t)_{eff}y(t)_{eff}}$$

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  $\lambda$  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. 2B verdeutlicht das Schaltungsprinzip, welches die Eingangssignale  $x(t)$ ,  $y(t)$  auf der  
10 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 1B 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

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

und

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

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. 3aB ermöglicht über den Parameter  $a$ ,  
 $0 \leq a \leq 1$ , die Wahl des Definitionsbereichs, wobei über  
 $a$  eine stufenlose Regulierung, ausgehend von  
 Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der  
 5 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  
 (333a) bzw. quadrierte Imaginärteil (334a) von  $f^*[x(t)]$   
 10  $+ g^*[y(t)]$  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  
 des Arguments der Summe der Transferfunktionen  $f^*[x(t)] +$   
 15  $g^*[y(t)]$  errechnet.

FIG. 4aB, die am Ausgang der Figur 3aB  
 nachgeschaltet werden soll, zeigt das Schaltungsprinzip  
 für ein neues drittes Logikelement, welches die in FIG.  
 1B erzeugten, gemäss FIG. 2B auf der komplexen  
 20 Zahlenebene abgebildeten Signale gemäss der Bedingung

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

überprüft.

Der quadrierte Realteil und quadrierte  
 25 Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen  $f^*[x(t)]$   
 $+ g^*[y(t)]$  sowie die aus 334a und 335a resultierenden  
 Signale werden hier einem weiteren Logikelement 436a  
 zugeführt, das prüft, ob obiges Kriterium erfüllt ist,  
 somit, ob die Werte der Summe der Transferfunktionen  
 30  $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  innerhalb des vom Benutzer mittels  $a$   
 definierten neuen Wertebereichs liegen.

Trifft dies nicht zu, werden über eine  
 Rückkopplung 437a neue optimierte Werte  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.

n) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System erneut solange durchlaufen, bis die Werte der Summe der Transferfunktionen  $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  innerhalb des vom Benutzer mittels a  
 5 definierten neuen Wertebereichs liegen. Die Ausgangssignale für das Logikelement 436a werden nunmehr an das letzte Logikelement 538a (Figur 5aB) übergeben.

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

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

20

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

25

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

30

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

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 539a neue optimierte Werte  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  iterativ bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System solange erneut  
5 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  $\Delta$ , beide definiert durch den Benutzer, erfüllt.

10 Es werden somit mit dem ursprünglichen Pseudostereoumsetzer, zum Beispiel gemäss einer der Ausführungsformen in WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder EP1850639 (hier unter Annahme des Falles identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen  $\lambda$  und  $\rho$ ) neue  
15 Parameter  $\varphi$  bzw.  $f$  (bzw.  $n$ ) bzw.  $\alpha$  bzw.  $\beta$  iterativ bestimmt, bis  $x(t)$  und  $y(t)$  die oben erwähnten Bedingungen (4aB) und (8aB) erfüllen.

Die Signale  $x(t)$  (123) und  $y(t)$  (124) entsprechen somit hinsichtlich Kompatibilität (bestimmt  
20 durch den wählbaren Korrelationsgrad  $r$ ), Definitionsbereich (bestimmt durch den wählbaren Verstärkungsfaktor  $a$ ) und Lautheit (bestimmt durch den wählbaren Grenzwert  $R^*$  bzw. die wählbare Abweichung  $\Delta$ ) den Vorgaben des Benutzers und stellen die  
25 Ausgangssignale  $L^*$  und  $R^*$  der beschriebenen Anordnung dar.

Zur Festlegung der Abbildungsrichtung:

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

Soll ein bereits vorhandenes Stereosignal  $L^\circ$ ,  $R^\circ$  durch vorliegendes System abgebildet werden, lässt sich die korrekte Abbildungsrichtung mittels dargestellter pseudostereophonen Methodik gebildeten  
5 Phantomschallquellen auch beispielsweise gemäss FIG. 6bB automatisch ermitteln (die FIG. 5aB unmittelbar nachgeschaltet wird, wobei die FIG. 6aB für die Bestimmung der Summe der komplexen Transferfunktionen  $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$  des bereits vorhandenen  
10 Stereosignals  $L^\circ$ ,  $R^\circ$  der FIG. 6bB 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.  $f^*(l(t_i)) +$   
15  $g^*(r(t_i))$  in wenigstens einem Falle gleich Null sein dürfen) die bereits gemäss FIG. 2B 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  
20 ursprünglichen Stereosignals  $L^\circ$ ,  $R^\circ$  verglichen (die anhand der Schaltung gemäss FIG. 6aB ermittelt wird, deren Aufbau dem ersten Teil der Schaltung für die Eingangssignale  $x(t)$ ,  $y(t)$  der FIG. 2B entspricht).  
Bewegen sich diese Transferfunktionen im gleichen oder  
25 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.

30 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  
35 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. 1B, 2B, 3aB bis 5aB resultierenden Stereosignals vertauscht.

Soll ein ursprünglich stereophones Signal in ein Monosignal zuzüglich der die Richtcharakteristik  
5 beschreibenden Funktion  $f$  (bzw. deren vereinfachenden Parameter  $n$ ) sowie der Parameter  $\varphi$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  oder  $\rho$  (etwa zum Zwecke der Datenkompression) umkodiert werden (Beispiel für einen Output 640a, der um den Parameter  $z$ , siehe unten, erweitert werden kann), ist  
10 sinnvollerweise die Information mitzukodieren, ob der resultierende linke Kanal mit dem resultierenden rechten Kanal zu vertauschen ist (beispielsweise ausgedrückt durch den Parameter  $z$ , der die Zahlen 0 oder 1 annimmt, und, sofern gewünscht, zugleich eine  
15 Schaltung gemäss FIG. 7B aktivieren kann).

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

Zur Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite:

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

Von besonderem Interesse (etwa für die 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  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (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  $\varphi$ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, der fiktiven linken Öffnungswinkel  $\alpha$  und der fiktive rechte Öffnungswinkel  $\beta$  können dabei beibehalten werden, und es ist sinnvollerweise nur noch eine abschliessende Amplitudenkorrektur etwa gemäss dem Logikelement 120 der Figur 1B 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

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

sowie vom Kriterium

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

abhängt (wobei  $S^*$  und  $\varepsilon$ . bzw.  $U^*$  und  $\kappa$  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  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bzw. gegebenenfalls von einem mit dem Logikelement 120 der Figur 1B identischen Logikelement abhängige geeignete

Funktionswerte  $x(t)$ ,  $y(t)$  gemäss einem iterativen, auf Rückkopplung basierenden Funktionsprinzip.

Die Anordnung der FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB, 6aB, 6bB lässt sich demnach im Sinne einer Anordnung  
5 etwa der in FIG. 7B, 8B und/oder 9B dargestellten Form erweitern. FIG. 7B zeigt dabei ein weiteres Beispiel einer Schaltung zur Normierung stereophoner oder pseudostereophoner Signale, die, sofern der FIG. 6bB nachgeschaltet, aktiviert wird, sobald der Parameter  $z$   
10 als Eingangssignal vorliegt. Der Anfangswert des Verstärkungsfaktors  $\lambda$  entspricht dabei dem Endwert des Verstärkungsfaktors  $\lambda$  der FIG. 1B bei Übergabe des Parameters  $z$ , und die Eingangssignale der FIG. 1B werden zum Zeitpunkt dieser Übergabe unmittelbar als  
15 Eingangssignale an die FIG. 7B übergeben.

Die Schaltungen gemäss FIG. 7B bis 9B 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  
20 zugleich, sobald der Parameter  $z$  als Eingangssignal vorliegt, diese MS-Matrix aktiviert) der linke und der rechte Kanal vertauscht sofern der Parameter  $z$  gleich 1 ist, andernfalls unterbleibt eine solche Vertauschung.

25 Die resultierenden Ausgangssignale L und R der MS-Matrix 110 werden nunmehr einheitlich um den Faktor  $\rho^*$  so verstärkt (Verstärker 118, 119), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen  
30 Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, das über die Rückkopplungen 121 und 122 und Variation bzw. Korrektur des Verstärkungsfaktors  $\rho^*$  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  
 5 Matrix gemäss FIG. 8B 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  
 10 Verstärker 231 mit dem Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die bereits in Zusammenhang mit Figur 2B erwähnten komplexen Transferfunktionen  $f^*[x(t)]$  und  $g^*[y(t)]$ . Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und  
 15 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. 9B nachzuschalten, die für einen vom Benutzer in Bezug auf die  
 20 Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet gewählten Grenzwert  $S^*$  bzw. eine geeignet gewählte Abweichung  $\varepsilon$ , beide definiert durch die Ungleichung (9B), prüft, ob die Bedingung

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

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

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

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

15 erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 643 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad  $r$  bzw. für die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben  
 20 beschriebenen Schritte, wie in FIG. 7B bis 9B dargestellt, solange durchlaufen, bis das Relief der Funktion  $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  die angestrebte Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite unter Berücksichtigung des Grenzwertes  $U^*$  bzw. der  
 25 Abweichung  $\kappa$ , 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  
 30 Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) - den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale  $L^{**}$  und  $R^{**}$  der eben beschriebenen Anordnung dar.

Die eben beschriebene Anordnung oder Teile  
 35 dieser Anordnung lassen sich als Encoder für ein auf

ein Monosignal zuzüglich der Parameter  $\varphi$ ,  $f$  (bzw. dem vereinfachenden Parameter  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  bzw.  $\rho$  beschränktes vollwertiges Stereosignal verwenden.

Ein bereits existentes Stereosignal kann  
5 hinsichtlich  $r$  bzw.  $a$  bzw.  $R^*$  bzw.  $\Delta$  bzw. der Abbildungsrichtung (bzw. nachstehend beschriebenen Parametern  $S^*$  bzw.  $\varepsilon$  oder  $U^*$  bzw.  $\kappa$ ) evaluiert und anschliessend in Hinblick auf eine Vorrichtung oder ein Verfahren gemäss WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder  
10 EP1850639 ebenfalls neu als Monosignal anhand der Parameter  $\varphi$ ,  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  bzw.  $\rho$  codiert werden.

Ebenso lässt sich die eben beschriebene, eventuell durch nachstehende Elemente ergänzte Anordnung als Decoder für Monosignale einsetzen. Sind  
15  $\varphi$ ,  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  bzw.  $\rho$  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 WO/2009/138205 bzw. EP2124486 oder  
20 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  
25 mehrkanaligen stereophonen Techniken dar.

Konkrete Anwendungsbereiche sind die Telekommunikation (Freisprecheinrichtungen), globale Netzwerke, Computersysteme, Sende- und Übertragungseinrichtungen, insbesondere  
30 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  $\varphi$ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, den fiktiven linken Öffnungswinkel  $\alpha$ , den fiktiven rechten Öffnungswinkel  $\beta$ , die Dämpfungen  $\lambda$  oder auch  $\rho$  für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder daraus resultierend den Verstärkungsfaktor  $\rho^*$  der FIG. 1B 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 mittels  $\rho^*$  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

35    (2B)  $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$

und

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

wobei etwa für  $0 \leq a \leq 1$  gilt

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

5 oder den Grenzwert  $R^*$  oder die Abweichung  $\Delta$  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  
10 Ausgangssignale  $x_j(t)$ ,  $y_j(t)$  beispielsweise gilt

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

$$\begin{aligned} 15 \quad & \leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] \\ & + g^*[y_j(t)]| dt \\ 20 \quad & \leq R^* + \Delta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25 \quad & \leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] \\ & + g^*[y(t)]\}}\} dt \end{aligned}$$

30 oder die Abbildungsrichtung der reproduzierten  
Schallquellen, etwa durch Bestimmung der zugehörigen  
Quadranten für die Funktionswerte der beispielsweise

gemäss FIG. 6aB ermittelten Summe der  
 Transferfunktionen für den linken und rechten Kanal des  
 ursprünglichen Stereosignals (die etwa durch  
 anschliessende Vertauschung des resultierenden linken  
 5 bzw. rechten Kanals optimiert werden kann, siehe oben),  
 oder den Grenzwert  $S^*$  oder die Abweichung  $\varepsilon$  (für die  
 beispielsweise gelten muss, dass

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

10 oder den Grenzwert  $U^*$  oder die Abweichung  $\kappa$  (für die  
 beispielsweise gelten muss, dass

$$15 \quad (10B) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa,$$

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

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

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

Zu verwendeten Symbolen:

|    |                                                                                                         |                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | $\varphi$ (Phi)                                                                                         | Aufnahmewinkel                                                                                                                             |
|    | $\alpha$ (Alpha)                                                                                        | linker fiktiver Öffnungswinkel                                                                                                             |
|    | $\beta$ (Beta)                                                                                          | rechter fiktiver Öffnungswinkel                                                                                                            |
| 5  | $\lambda$                                                                                               | Dämpfung für das linke Eingangssignal                                                                                                      |
|    | $\rho$                                                                                                  | Dämpfung für das rechte Eingangssignal                                                                                                     |
| 10 | Mittels der Dämpfungen $\lambda$ und $\rho$ lässt sich der Korrelationsgrad des Stereosignals anpassen. |                                                                                                                                            |
|    | $\psi$                                                                                                  | Polarwinkel                                                                                                                                |
|    | $f$                                                                                                     | Polarabstand, der die Richtcharakteristik des M-Signals beschreibt                                                                         |
| 15 | $P_{\alpha}, P_{\beta}$                                                                                 | Verstärkungsfaktor für $\alpha$ bzw. $\beta$                                                                                               |
|    | $L_{\alpha}, L_{\beta}$                                                                                 | Verzögerungszeit für $\alpha$ bzw. $\beta$                                                                                                 |
|    | $S_{\alpha}$                                                                                            | 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 $x(t), y(t)$            |
|    | $\Delta$      | Abweichung                                                                            |
|    | $S^*$         | 1. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t), y(t)$ |
| 10 | $\varepsilon$ | Abweichung                                                                            |
|    | $U^*$         | 2. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t), y(t)$ |
| 15 | $\kappa$      | Abweichung                                                                            |

Die praktisch-gewerbliche Anwendung der eben erschlossenen algebraischen Invarianten erstreckt sich auf nahezu die gesamte Signalverarbeitung. Insbesondere ist die stochastische Betrachtung von Audiosignalen von Interesse, wie sie etwa im Digital Audio Broadcasting (DAB) üblich ist; bislang wurden dort zur Simulation Gaußscher Prozesse etwa Methodiken wie das sogenannte Tapped Delay Line Modell oder Monte Carlo Methoden (farbiges komplexes Gaußrauschen in zwei Dimensionen) herangezogen, siehe Literaturnachweis. Eine Übertragung dort angewandter Funktionsprinzipien auf die Stabilisierung von Optimierungsprozessen, wie in CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 beschrieben, wäre zwar denkbar, aber in der Praxis wenig effizient.

Anhand vorliegender algebraischer Invarianten lässt sich jedoch, Teil des Erfindungsgegenstands, beispielsweise eine Gewichtung wie folgt definieren:

Hierzu wird eine erste Optimierung gemäss  
 5 CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt der Länge  $t_1$  durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden beispielsweise einem Modul 6001 gemäss FIG. 6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den  
 10 Schnittpunkten  $\xi_{h1}$  der Summe der komplexen Transferfunktionen  $f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$  mit der – die Achse von  $x_1, u_1$  des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die  
 15 Achse  $x_2, u_2$  mit der imaginären Achse – im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird) hinsichtlich ihrer statistischen  
 20 Verteilung betrachtet. Sämtliche  $\xi_{h1}$  von der Gesamtzahl  $k_1$  werden in einem in einem für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Speicher („Stack“) abgelegt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi^o_1 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} \right) / k_1$$

errechnet. Dieser wird gemeinsam mit der anhand der genannten ersten Optimierung bestimmten  
 Parametrisierung  $\varphi_1, f_1$  (bzw.  $n_1$ ),  $\alpha_1, \beta_1$  in einem  
 30 weiteren, für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Dictionary abgelegt.

Gemäss dem Funktionsbefehl 6004 wird nunmehr in einem zweiten Schritt eine zweite Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt  $t_2$  beliebiger Länge

5 durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten  $\xi_{h2}$  der Summe der komplexen Transferfunktionen  $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$  mit der –

10 die Achse von  $x_1, u_1$  des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse  $x_2, u_2$  mit der imaginären Achse – im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und

15  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird) hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche  $\xi_{h2}$  von der Gesamtzahl  $k_2$  werden den  $\xi_{h1}$  im – für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen – Speicher

20 („Stack“) hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\begin{aligned} & k_2 \\ \xi_2^o &:= (\sum \xi_{h2}) / k_2 \\ & h_2 = 1 \end{aligned}$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der

25 anhand der genannten zweiten Optimierung bestimmten Parametrisierung  $\varphi_2, f_2$  (bzw.  $n_2$ ),  $\alpha_2, \beta_2$  dem ersten Mittelwert  $\xi_1^o$  sowie dessen Parametrisierung  $\varphi_1, f_1$  (bzw.  $n_1$ ),  $\alpha_1, \beta_1$  im – für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen – Dictionary hinzugefügt. Da

30 der Speicher („Stack“) nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird nunmehr das Modul 6002 aktiviert.

Dieses berechnet den Mittelwert  $\xi^*_2$  aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte  $\xi_{h1}, \xi_{h2}$ :

$$\xi^*_2 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2)$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte  $\xi^o_1, \xi^o_2$  mit dessen zugehöriger Parametrisierung aus, der  $\xi^*_2$  am nächsten liegt. Trifft dies für beide Mittelwerte  $\xi^o_1, \xi^o_2$  zu, wird  $\xi^o_1$  bzw. die Parametrisierung  $\varphi_1, f_1$  (bzw.  $n_1$ ),  $\alpha_1, \beta_1$  aus dem Dictionary ausgewählt. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit  $\xi^*_2$  an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$ , liegt, wobei  $\sigma > 0$  die beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung der fiktiv in  $\xi^*_2$  als Nullpunkt errichteten Gaußverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = (1 / (\sqrt{(2\pi)} * \sigma)) * e^{-(1/2)*(((z_2^* - \xi^*_2)^2)/\sigma^2)}$$

darstellt.

Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$ , wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 7A bzw. FIG. 1B (welche den Verstärker 717 und die MS-Matrix, die beide nur einmal zu durchlaufen sind, der Anschaulichkeit willen nochmals abbildet) bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B. Der Ausgang 6006 mündet in den Eingang 6006 der FIG. 6C, der Ausgang 6007 mündet in den

Eingang 6007 der FIG. 6C, der Ausgang 6008 mündet in den Eingang 6008 der FIG. 6C, und der Ausgang 6009 mündet in den Eingang 6009 der FIG. 6C. 6006 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $x(t)$  des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $y(t)$  des Moduls 6003 dar, 6008 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $\operatorname{Re} f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $\operatorname{Im} f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  wird in einem  $q$ -ten Schritt eine  $q$ -te Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt  $t_q$  beliebiger Länge durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten  $\xi_{hq}$  der Summe der komplexen Transferfunktionen  $f^*[x(t_q)] = [x(t_q)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_q)] = [y(t_q)/\sqrt{2}] * (1 + i)$  mit der Achse von  $x_1, u_1$  des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse  $x_2, u_2$  mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird) hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche  $\xi_{hq}$  von der Gesamtzahl  $k_q$  werden den  $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq-1}$  im - für sämtliche

weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen -  
 Speicher („Stack“) hinzugefügt; ebenso wird der  
 Mittelwert

$$5 \quad \xi_q^o := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der  
 anhand der genannten q-ten Optimierung bestimmten  
 Parametrisierung  $\varphi_q, f_q$  (bzw.  $n_q$ ),  $\alpha_q, \beta_q$ , den  
 10 Mittelwerten  $\xi_1^o, \xi_2^o, \dots, \xi_{q-1}^o$  und deren zugehörigen  
 Parametrisierungen  $\varphi_1, f_1$  (bzw.  $n_1$ ),  $\alpha_1, \beta_1$ ;  $\varphi_2, f_2$  (bzw.  
 $n_2$ ),  $\alpha_2, \beta_2$ ; ...;  $\varphi_{q-1}, f_{q-1}$  (bzw.  $n_{q-1}$ ),  $\alpha_{q-1}, \beta_{q-1}$  im - für  
 sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe  
 gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher  
 15 („Stack“) nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält,  
 wird das Modul 6002 aktiviert.

Dieses berechnet den Mittelwert  $\xi_q^*$  aller im  
 Stack gespeicherten Schnittpunkte  $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq}$ :

$$20 \quad \xi_q^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q)$$

$$h_1 = 1 \quad h_2 = 1 \quad h_q = 1$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte  $\xi_1^o,$   
 $\xi_2^o, \dots, \xi_q^o$  mit dessen zugehöriger Parametrisierung von  
 $\varphi, f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha, \beta$  aus, der  $\xi_q^*$  am nächsten liegt. Bei  
 25 gleichem Mittelwert für verschiedene Parametrisierungen  
 wird jene Parametrisierung ausgewählt, die am  
 häufigsten im Dictionary vorkommt. Treten mehrere  
 Parametrisierungen in gleicher Häufigkeit auf, wird

jene gewählt, die im dem Dictionary die breiteste Streuung zeigt, d.h. für die die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt. Trifft auch dies für mehrere Parametrisierungen zu, wird die zuerst auftretende ausgewählt. Liegen zwei Mittelwerte aus  $\xi^o_1, \xi^o_2, \dots, \xi^o_q$  nächst  $\xi^*_q$ , wird, sofern im  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Parametrisierung aus dem Dictionary ausgewählt wurde, ebendieser bzw. seine zugehörige Parametrisierung beibehalten. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit  $\xi^*_q$  an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$ , liegt, wobei  $\sigma > 0$  die - zu Beginn des gesamten hier dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare - Standardabweichung der fiktiv in  $\xi^*_q$  als Nullpunkt errichteten Gaußverteilung

$$f^{\sim}(z_q^*) = (1 / (\sqrt{(2\pi) * \sigma})) * e^{-(1/2)*(((z_q^* - \xi^*_q)^2)/\sigma^2)}$$

darstellt.

Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$ , wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 7A bzw. FIG. 1B bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B sowie die zugehörigen Ein- und Ausgänge der FIG. 6C. 6006 stellt somit wiederum unmittelbar das Ausgangssignal  $x(t)$  des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $y(t)$  des Moduls 6003 dar, 6008 stellt

unmittelbar das Ausgangssignal  $\operatorname{Re} f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal  $\operatorname{Im} f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$  des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind wiederum in der weiter oben  
 5 dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert  
 10 ausserhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  wird in einem  $q + 1$ -ten Schritt eine  $q + 1$ -te Optimierung in gleicher Form, wie für den  $q$ -ten Schritt und die  $q$ -te Optimierung dargestellt, durchgeführt. Der Vorgang wird solange fortgesetzt, bis ein Element des Dictionary  
 15 obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

Das Konvergenzverhalten der soeben etablierten Gewichtsfunktion zeigt FIG. 5C für drei Optimierungsschritte: 5001 stellt hierbei den ersten  
 20 Mittelwert  $\xi_1^o$ , 5002 den zweiten Mittelwert  $\xi_2^o$ , 5003 die erste fiktiv in  $\xi_2^*$  als Nullpunkt errichtete Gaußverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = (1 / (\sqrt{(2\pi) * \sigma})) * e^{-(1/2)*(((z_2^* - \xi_2^*)^2)/\sigma^2)},$$

wobei  $\sigma > 0$  die zu Beginn des gesamten dargestellten  
 25 Prozesses beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung darstellt, 5004 den dritten Mittelwert  $\xi_3^o$ , der innerhalb der durch  $\sigma$  definierten Wendepunkte der in  $\xi_3^*$  als Nullpunkt errichtete fiktiven Gaußverteilung 5005 gleicher

Standardabweichung verbleibt, und somit das Konvergenzkriterium erfüllt.

In jedem Falle resultiert eine Parametrisierung  $\varphi$ ,  $f$  (bzw.  $n$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ , die im Mittel eine in Bezug auf  
5 alle algebraischen Invarianten optimale pseudostereophone Abbildung liefert.

Mit zunehmender Anzahl der Signalabschnitte nähert sich die Verteilung der Schnittpunkte  $\xi$  der algebraischen Invarianten auf der jeweils betrachteten  
10 Halbebene mit der komplexen Zahlenebene der Gaußschen Verteilung an. Je kleiner die Standardabweichung  $\sigma$  gewählt wird, desto idealer wird die resultierende Parametrisierung. Nachdem eine nur endliche Zahl von Signalabschnitten zur Verfügung steht, sollte  
15 allerdings  $\sigma$  nicht zu klein gewählt werden.

Dennoch ist das Verfahren hinsichtlich seiner Konvergenz für ausreichend lange Signalabschnitte deutlich rascher als erwähnte Simulationsmodelle, da erstmals algebraische Invarianten als gültige  
20 „Anhaltspunkte“ für eine Gewichtung bereits eruiert Parametrisierungen zur Verfügung stehen.

Grundsätzlich ist die Verwendung der beschriebenen Invarianten jedoch nicht zwangsläufig an ein System, wie es FIG. 3A bis 12A bzw. 1B, 2B, 3aB,  
25 4aB, 5aB, 6aB, 6bB, 7B bis 9B bzw. 5C und 6C gebunden, sondern diese lässt sich nahezu beliebig in der gesamten Signaltechnik anwenden. Die beschriebene Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene, bei der beispielsweise zwei Signale  $x(t)$  und  $y(t)$   
30 einheitlich um den Faktor  $\rho^*$  so verstärkt werden

(Verstärker 118, 119 der FIG. 1B), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist, ist dabei nicht notwendig. Somit kann der Wertebereich für die betrachtete Verknüpfung oder die betrachteten

5 Verknüpfungen - oder auch für obige beliebige Abbildung oder Abbildungen von einem oder mehreren Signalen - erfindungsgemäss den gesamten Wertebereich der reellen oder komplexen Zahlenebene umfassen und bleibt demnach nicht auf den Einheitskreis beschränkt.

10 Sollen eine Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von mindestens zwei Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$  - oder auch obige beliebig definierbare Abbildung  $f^\#(t)$

15 oder beliebig definierbare Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$  -, obwohl die Notwendigkeit dazu nicht besteht, dennoch normiert werden, ist diese Normierung beliebig definierbar.

20 So lässt sich beispielsweise anstelle der effektiven Aussteuerung des Maximalwertes von L und R im vorliegenden Beispiel auf 0 db (Verstärker 118 und 119 sowie Logikelement 120 der FIG. 1B) eine Normierung anhand der Summe der *mean square energy* je beider

25 Kanäle erreichen, also für L gleich  $x_\#(t_i)$  und R gleich  $y_\#(t_i)$  anhand der Summe  $z_{Li} + z_{Ri}$  von

$$T_i$$

$$z_{Li} = (1/T_i) * \int x_\#(t_i) dt$$

und

$$T_i$$

$$z_{Ri} = (1/T_i) * \int_0^{t_i} y_{\#}(t) dt$$

$$0$$

- 5 bezüglich eines Referenzwertes  $z_{ref}$  eine Normierung gemäss dem Prinzip einführen, dass  $x_{\#}(t_i)$  und  $y_{\#}(t_i)$  jeweils mit dem Faktor

$$z_{ref} / (z_{Li} + z_{Ri})$$

zu multiplizieren sind.

- 10 Verallgemeinert man dieses Prinzip beispielsweise gemäss FIG. 7C, lässt sich diese Prinzip auf beliebig viele Signale  $s_j(t_i)$  von der Gesamtzahl  $\delta$  ausdehnen (7001), für die jeweils die *mean square energy*

- 15  $T_i$

$$z_{sj(t_i)} = (1/T_i) * \int_0^{t_i} s_j(t) dt,$$

$$0$$

- wobei wiederum  $T_i$  die Zeitdauer des Zeitabschnitts  $t_i$  darstellt, berechnet wird (7002), und die anschliessend  
20 mit einem für jedes Signal  $s_j(t)$  definierten Gewicht  $G_j$  multipliziert werden (7003).

Anschliessend werden die so gewonnenen Produkte  $G_j * z_{sj(t_i)}$  gemäss 7004 summiert. Diese Summe wird an

die Verstärker von 7005, die jeweils einzeln mit den ursprünglichen Signaleingängen  $s_1(t_i)$ ,  $s_2(t_i)$ , ...,  $s_\delta(t_i)$  verbunden sind, übergeben, und die Signale  $s_1(t_i)$ ,  $s_2(t_i)$ , ...,  $s_\delta(t_i)$  nunmehr einheitlich um den

5 Faktor

$$\delta$$

$$Z_{\text{ref}} / \left( \sum_j G_j * Z_{s_j(t_i)} \right)$$

$$j = 1$$

verstärkt und beispielsweise an das Modul 7006

10 übergeben, das gemäss der Offenbarung der Erfindung die Invarianten der Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von mindestens zwei Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_\delta(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_\delta(s_\delta(t))$  -

15 oder auch der beliebig definierbaren Abbildung  $f^\#(t)$  oder der beliebig definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\delta^\#(t)$  - bestimmt.

Insbesondere lässt sich ähnliche Überlegung

20 beispielsweise auch auf Audiosignale etwa gemäss ITU-R BS.1770 ausdehnen; die Module 7002 bis 7005 entfallen dann, und die Signale können unmittelbar dem Modul 7006 zugeführt werden.

Selbst bei der Betrachtung eines einzigen,

25 hinreichend langen Zeitabschnitts für eine Verknüpfung  $\hat{f}(t)$  oder mehrere Verknüpfungen  $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$  von mindestens zwei Signalen  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw. von deren Transferfunktionen  $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$  - oder auch für die beliebig

definierbaren Abbildung  $f^\#(t)$  oder die beliebig  
definierbaren Abbildungen  $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$  von  
einem Signal  $s^\#(t)$  oder mehreren Signalen  $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ ,  
...,  $s_\Omega^\#(t)$  - lassen sich die Invarianten gemäss  
5 Offenbarung der Erfindung bestimmen und gezielt  
gewerblich-technisch (beispielsweise zur Auswertung von  
einzelnen Signalen oder zur Verarbeitung oder  
Optimierung beliebiger Signal- oder  
Übertragungsparameter) verwenden. Die Anwendung des  
10 Erfindungsgegenstandes ist somit nicht auf obige  
Beispiele beschränkt, sondern orientiert sich  
grundsätzlich an der beschriebenen  
Invariantenbestimmung für beliebige Signale oder  
Signalabschnitte beliebiger Länge gemäss Offenbarung  
15 der Erfindung.

### Literaturnachweis

1. David Hilbert: Über die vollen Invariantensysteme.  
Mathematische Annalen Bd.42, S. 313 – 373  
20 (1893). – Springer: Berlin, Heidelberg 1970.
2. Henrik Schulze: Digital Audio Broadcasting.  
Das Übertragungssystem im Mobilfunkkanal. –  
Seminarskriptum der Universität-Gesamthochschule  
Paderborn (2002).  
25 [www.fh-meschede.de/public/schulze/docs/dab-seminar.pdf](http://www.fh-meschede.de/public/schulze/docs/dab-seminar.pdf)
3. Rec. ITU-R BS.1770

## Patentansprüche

### 1. Verfahren zur Evaluierung

5 - einer Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder mehrerer Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene, wobei ( $s_1(t)$ ) den Funktionswert des ersten Signals zum Zeitpunkt  $t$ , ( $s_2(t)$ ) den Funktionswert des zweiten Signals zum
 10 Zeitpunkt  $t$ , ..., ( $s_m(t)$ ) den Funktionswert des  $m$ -ten Signals zum Zeitpunkt  $t$  darstellt,

oder

15 - einer beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder von beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) von einem Signal ( $s^\#(t)$ ) oder mehreren Signalen ( $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$ ), darstellbar auf
 20 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene, wobei ( $s_1^\#(t)$ ) den Funktionswert des ersten Signals zum Zeitpunkt  $t$ , ( $s_2^\#(t)$ ) den Funktionswert des zweiten Signals zum Zeitpunkt  $t$ , ..., ( $s_\Omega^\#(t)$ ) den Funktionswert des  $\Omega$ -ten Signals
 25 zum Zeitpunkt  $t$  darstellt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- für einen oder mehrere Signalabschnitte ( $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_\chi$ ) die Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen der

Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) bestimmt werden,

oder

- 5 - für einen oder mehrere Signalabschnitte ( $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_c$ ) die Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) bestimmt werden.

- 10 2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 - für eine Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder mehrere Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- 20 - für eine beliebig definierbare Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder für beliebig definierbare Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) von einem Signal ( $s^\#(t)$ ) oder mehreren Signalen ( $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\sigma^\#(t)$ ), darstellbar auf
- 25 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

- für einen oder mehrere Signalabschnitte ( $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_\chi$ ) die Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen, welche,

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 die Abbildung mittels einer Gleichung der  
 Form  $(Av_1^2 + Bv_2^2 + Cv_3^2 + 2Fv_2v_3 + 2Gv_3v_1 +$   
 $2Hv_1v_2 = 0)$  beinhalten, der Verknüpfung  
 5  $(f^\wedge(t))$  oder der Verknüpfungen  $(f_1^\wedge(t),$   
 $f_2^\wedge(t), \dots, f_p^\wedge(t))$  bestimmt werden,

oder

- für einen oder mehrere Signalabschnitte  
 $(t_1, t_2, \dots, t_s)$  die Invarianten von einer  
 10 Abbildung oder mehreren Abbildungen, welche,  
 gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 die Abbildung mittels einer Gleichung der  
 Form  $(Av_1^2 + Bv_2^2 + Cv_3^2 + 2Fv_2v_3 + 2Gv_3v_1 +$   
 $2Hv_1v_2 = 0)$  beinhalten, der beliebig  
 15 definierbaren Abbildung  $(f^\#(t))$  oder der  
 beliebig definierbaren Abbildungen  $(f_1^\#(t),$   
 $f_2^\#(t), \dots, f_\mu^\#(t))$  bestimmt werden.

3. Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 2,  
 dadurch gekennzeichnet, dass die Invarianten,  
 20 gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 sich als Linearkombination von Invarianten  
 bzw. Vektoren auf einer Ebene darstellen  
 lassen, die, gegebenenfalls nach  
 entsprechender Umformung, lotrecht zur  
 25 reellen oder komplexen Zahlenebene liegt, und  
 diese, gegebenenfalls nach Drehung oder  
 entsprechender Umformung, in der Diagonalen  
 des 1. und 3. Quadranten durchschneidet.

4. Verfahren gemäss einem der vorliegenden  
 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
 30 Schnittpunkte dieser Invarianten bzw.

Vektoren mit der reellen oder komplexen  
Zahlenebene, auf der

- die betrachtete Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t)$ ) oder  
betrachteten Verknüpfungen ( $f_1^{\wedge}(t)$ ,  $f_2^{\wedge}(t)$ ,  
5  $\dots$ ,  $f_p^{\wedge}(t)$ )

oder

- die betrachtete, beliebig definierbare  
Abbildung ( $f^{\#}(t)$ ) oder die betrachteten,  
beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^{\#}(t)$ ,  
10  $f_2^{\#}(t)$ ,  $\dots$ ,  $f_{\mu}^{\#}(t)$ ),

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
sich darstellen lässt oder darstellen lassen,  
verwendet werden.

5. Verfahren gemäss einem der  
15 vorliegenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass die benannten Signale  
( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ,  $\dots$ ,  $s_m(t)$  bzw.  $s^{\#}(t)$  bzw.  
 $s_1^{\#}(t)$ ,  $s_2^{\#}(t)$ ,  $\dots$ ,  $s_{\Omega}^{\#}(t)$  (bzw.  $x(t)$ ,  $y(t)$   
bzw.  $x_{\#}(t)$ ,  $y_{\#}(t)$ )) Audiosignale darstellen.

20 6. Verfahren gemäss einem der vorliegenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
anhand der bestimmten Invarianten oder,  
gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
der Schnittpunkte dieser Invarianten bzw.  
25 Vektoren mit der reellen oder komplexen  
Zahlenebene, auf der

- die betrachtete Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder betrachteten Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ )

oder

5 - die betrachtete, beliebig definierbare Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder die betrachteten, beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ),

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
10 liegt oder liegen, oder auch anhand einer Auswahl von diesen Invarianten oder Schnittpunkten eine Auswahl gemäss statistischen oder sonstigen Kriterien getroffen wird.

15 7. Verfahren gemäss einem der vorliegenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die betrachtete Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder die betrachteten Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) oder die verwendeten zwei  
20 oder mehreren Signale ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) oder die verwendeten Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

25 oder

- die betrachtete, beliebig definierbare Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder die betrachteten, beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,

$f_2^\#(t), \dots, f_\mu^\#(t)$ ) oder das verwendete Signal ( $s^\#(t)$ ) oder die verwendeten Signale ( $s_1^\#(t), s_2^\#(t), \dots, s_\Omega^\#(t)$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

5 hinsichtlich ihrer Amplitude oder ihrer sonstigen Eigenschaften normiert werden.

8. Verfahren gemäss Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Normierung anhand des Signalpegels erfolgt.

10 9. Verfahren gemäss Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Normierung anhand der *mean-square energy* erfolgt.

15 10. Verfahren gemäss einem der vorliegenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

20 - die Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der Verknüpfung ( $\hat{f}(t_1)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_1), \hat{f}_2(t_1), \dots, \hat{f}_p(t_1)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t_1), s_2(t_1), \dots, s_m(t_1)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1)), t_2(s_2(t_1)), \dots, t_m(s_m(t_1))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

25 - die Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_1)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_1), f_2^\#(t_1), \dots, f_\mu^\#(t_1)$ ) des Signals ( $s^\#(t_1)$ ) oder der Signale ( $s_1^\#(t_1), s_2^\#(t_1), \dots, s_\Omega^\#(t_1)$ ),

darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
Umformung, im 1. Quadranten der komplexen  
5 oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im  
folgenden die Abszissenachse der reellen  
10 Zahlenebene mit der reellen Achse der  
komplexen Zahlenebene identisch ist, und die  
Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit  
der imaginären Achse der komplexen  
Zahlenebene, bestimmt werden, und  
15 anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^{\circ}_1 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} \right) / k_1$$

errechnet wird;

20 - die Schnittpunkte  $(\xi_{h_2})$  der Verknüpfung  
 $(\hat{f}(t_2))$  oder der Verknüpfungen  $(\hat{f}_1(t_2),$   
 $\hat{f}_2(t_2), \dots, \hat{f}_p(t_2))$  von zwei oder mehreren  
Signalen  $(s_1(t_2), s_2(t_2), \dots, s_m(t_2))$  bzw. von  
deren Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_2)),$   
25  $t_2(s_2(t_2)), \dots, t_m(s_m(t_2)))$ , darstellbar auf  
der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- die Schnittpunkte  $(\xi_{h_2})$  der beliebig  
definierbaren Abbildung  $(f^\#(t_2))$  oder der

beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_2)$ ,  
 $f_2^\#(t_2)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_2)$ ) des Signals ( $s^\#(t_2)$ ) oder  
 der Signale ( $s_1^\#(t_2)$ ,  $s_2^\#(t_2)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_2)$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 5 Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
 Umformung, im 1. Quadranten der komplexen  
 oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
 die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1,  
 10 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1)  
 aufgespannt wird, bestimmt werden, und  
 anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi_2^o := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / k_2$$

15

sowie der Mittelwert ( $\xi_2^*$ ) aller Schnittpunkte  
 ( $\xi_{h_1}, \xi_{h_2}$

$$\xi_2^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / (k_1 + k_2)$$

20

errechnet werden, und, sofern der ( $\xi_2^*$ )  
 nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_v^o$ ),  $v$  gleich 1  
 oder 2, sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma +$   
 $\xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
 25 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 Wahl der ( $\xi_v^o$ ) zugeordneten

5 - Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t_v)$ ) oder Verknüpfungen  
 ( $f_1^{\wedge}(t_v)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_v)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_v)$ )  
 oder Signale ( $s_1(t_v)$  oder  $s_2(t_v)$  oder ... oder  
 $s_m(t_v)$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_v))$   
 oder  $t_2(s_2(t_v))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_v))$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

oder

10 - beliebig definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_v)$ )  
 oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 ( $f_1^{\#}(t_v)$  oder  $f_2^{\#}(t_v)$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_v)$ ) oder  
 Signale ( $s^{\#}(t_v)$ ) oder ( $s_1^{\#}(t_v)$  oder  $s_2^{\#}(t_v)$  oder  
 ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_v)$ ), darstellbar auf der reellen  
 bzw. komplexen Zahlenebene,

15 oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte  
 Prozess angehalten wird, ansonsten, sofern  
 beide Mittelwerte ( $\xi_1^o, \xi_2^o$ ) gleiche Distanz zu  
 20 ( $\xi_2^*$ ) aufweisen, ( $\xi_1^o$ ) ausgewählt wird, und,  
 sofern der erste Mittelwert ( $\xi_1^o$ ) innerhalb  
 des Intervalls  $[-\sigma + \xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$  liegt, unter  
 Wahl der ( $\xi_1^o$ ) zugeordneten

25 - Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t_1)$ ) oder Verknüpfungen  
 ( $f_1^{\wedge}(t_1)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_1)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_1)$ )  
 oder Signale ( $s_1(t_1)$  oder  $s_2(t_1)$  oder ... oder  
 $s_m(t_1)$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1))$   
 oder  $t_2(s_2(t_1))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_1))$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 30 Zahlenebene,

oder

5 - beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_1)$ )  
 oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 ( $f_1^\#(t_1)$  oder  $f_2^\#(t_1)$  oder ... oder  $f_\mu^\#(t_1)$ )  
 oder Signale ( $s^\#(t_1)$ ) oder ( $s_1^\#(t_1)$  oder  $s_2^\#(t_1)$   
 oder ... oder  $s_\Omega^\#(t_1)$ ), darstellbar auf der  
 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

10 oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte  
 Prozess angehalten wird, ansonsten in einem  
 q-ten Schritt

15 - die Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der Verknüpfung  
 ( $f^\#(t_q)$ ) oder der Verknüpfungen ( $f_1^\#(t_q)$ ,  
 $f_2^\#(t_q)$ , ...,  $f_p^\#(t_q)$ ) von zwei oder mehreren  
 Signalen ( $s_1(t_q)$ ,  $s_2(t_q)$ , ...,  $s_m(t_q)$ ) bzw. von  
 deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_q))$ ,  
 $t_2(s_2(t_q))$ , ...,  $t_m(s_m(t_q))$ ), darstellbar auf  
 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

20 oder

25 - die Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der beliebig  
 definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_q)$ ) oder der  
 beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_q)$ ,  
 $f_2^\#(t_q)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_q)$ ) des Signals ( $s^\#(t_q)$ ) oder  
 der Signale ( $s_1^\#(t_q)$ ,  $s_2^\#(t_q)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_q)$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
 Umformung, im 1. Quadranten der komplexen

oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
 die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 aufgespannt wird, bestimmt werden, und  
 anschliessend deren Mittelwert ( $\xi^*_q$ )

$$\xi^{\circ}_q := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie der Mittelwert ( $\xi^*_q$ ) aller Schnittpunkte  
 $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq})$

$$\xi^*_q := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q)$$

errechnet werden, und, sofern der ( $\xi^*_q$ )  
 nächstgelegene Mittelwert ( $\xi^{\circ}_{\varpi}$ ),  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder  $q$ , sodann innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 Wahl der ( $\xi^{\circ}_{\varpi}$ ) zugeordneten

- Verknüpfung ( $\hat{f}(t_{\varpi})$ ) oder Verknüpfungen  
 $(\hat{f}_1(t_{\varpi})$  oder  $\hat{f}_2(t_{\varpi})$  oder ... oder  $\hat{f}_p(t_{\varpi})$ )  
 oder Signale ( $s_1(t_{\varpi})$  oder  $s_2(t_{\varpi})$  oder ... oder  
 $s_m(t_{\varpi})$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_{\varpi}))$   
 oder  $t_2(s_2(t_{\varpi}))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_{\varpi}))$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_\omega)$ )  
 oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 ( $f_1^\#(t_\omega)$  oder  $f_2^\#(t_\omega)$  oder ... oder  $f_\mu^\#(t_\omega)$ )  
 5 oder Signale ( $s^\#(t_\omega)$ ) oder ( $s_1^\#(t_\omega)$  oder  $s_2^\#(t_\omega)$ )  
 oder ... oder  $s_\Omega^\#(t_\omega)$ ), darstellbar auf der  
 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 10 Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte  
 Prozess angehalten wird, ansonsten bei  
 gleichem Mittelwert verschiedener

- Verknüpfungen ( $f^\wedge(t_s)$ ) oder Verknüpfungen  
 ( $f_1^\wedge(t_s)$ ,  $f_2^\wedge(t_s)$ , ...,  $f_p^\wedge(t_s)$ ) oder Signale  
 15 ( $s_1(t_s)$ ,  $s_2(t_s)$ , ...,  $s_m(t_s)$ ) oder  
 Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_s))$ ,  $t_2(s_2(t_s))$ ,  
 ...,  $t_m(s_m(t_s))$ ), darstellbar auf der reellen  
 bzw. komplexen Zahlenebene,  $1 \leq s \leq q$ ,

oder

- beliebig definierbarer Abbildungen ( $f^\#(t_l)$ )  
 oder beliebig definierbarer Abbildungen  
 ( $f_1^\#(t_l)$ ,  $f_2^\#(t_l)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_l)$ ) oder Signale  
 ( $s^\#(t_l)$ ) oder Signale ( $s_1^\#(t_l)$ ,  $s_2^\#(t_l)$ , ...,  
 25  $s_\Omega^\#(t_l)$ ), darstellbar auf der reellen bzw.  
 komplexen Zahlenebene,  $1 \leq l \leq q$ ,

oder Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen jene Signale

oder jene Transferfunktionen oder jene Verknüpfungen oder jene Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter ausgewählt werden, welche bislang am häufigsten

5 auftraten, ansonsten, sofern mehrere Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter in gleicher Häufigkeit auftreten, jene gewählt werden, welche die

10 breiteste Streuung zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt, ansonsten auch dies für mehrere Signale oder

15 Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter zutrifft, die zuerst aufgetretenen ausgewählt werden, ansonsten, sofern zwei Mittelwerte aus  $(\xi^o_1, \xi^o_2, \dots, \xi^o_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$

20 liegen, sofern im  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter ausgewählt

25 wurden, ebendiese beibehalten werden, und, sofern so ausgewählter Mittelwert sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$

30 darstellt, unter Wahl der diesem Mittelwert zugeordneten Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter der gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten

ein  $q + 1$ -ter Schritt der gleicher Form, wie  
 für den  $q$ -ten Schritt dargestellt,  
 durchgeführt wird und der Prozess solange  
 fortgesetzt wird, bis ein Mittelwert obige  
 5 Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl  
 zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist,

oder dass

- die Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der Verknüpfung  
 ( $\hat{f}(t_1)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_1)$ ,  
 10  $\hat{f}_2(t_1)$ , ...,  $\hat{f}_p(t_1)$ ) von zwei oder mehreren  
 Signalen ( $s_1(t_1)$ ,  $s_2(t_1)$ , ...,  $s_m(t_1)$ ) bzw. von  
 deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1))$ ,  
 $t_2(s_2(t_1))$ , ...,  $t_m(s_m(t_1))$ ), darstellbar auf  
 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

15 oder

- die Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der beliebig  
 definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_1)$ ) oder der  
 beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_1)$ ,  
 $f_2^\#(t_1)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_1)$ ) des Signals ( $s^\#(t_1)$ ) oder  
 20 der Signale ( $s_1^\#(t_1)$ ,  $s_2^\#(t_1)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_1)$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
 Umformung, im 3. Quadranten der komplexen  
 25 oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
 die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im  
 folgenden die Abszissenachse der reellen  
 30 Zahlenebene mit der reellen Achse der

komplexen Zahlenebene identisch ist, und die  
 Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit  
 der imaginären Achse der komplexen  
 Zahlenebene, bestimmt werden, und  
 5 anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^{\circ}_1 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} \right) / k_1$$

errechnet wird;

10 - die Schnittpunkte ( $\xi_{h_2}$ ) der Verknüpfung  
 ( $\hat{f}(t_2)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_2)$ ,  
 $\hat{f}_2(t_2)$ , ...,  $\hat{f}_p(t_2)$ ) von zwei oder mehreren  
 Signalen ( $s_1(t_2)$ ,  $s_2(t_2)$ , ...,  $s_m(t_2)$ ) bzw. von  
 deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_2))$ ,  
 15  $t_2(s_2(t_2))$ , ...,  $t_m(s_m(t_2))$ ), darstellbar auf  
 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- die Schnittpunkte ( $\xi_{h_2}$ ) der beliebig  
 definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_2)$ ) oder der  
 20 beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^{\#}(t_2)$ ,  
 $f_2^{\#}(t_2)$ , ...,  $f_{\mu}^{\#}(t_2)$ ) des Signals ( $s^{\#}(t_2)$ ) oder  
 der Signale ( $s_1^{\#}(t_2)$ ,  $s_2^{\#}(t_2)$ , ...,  $s_{\Omega}^{\#}(t_2)$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

25 mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
 Umformung, im 3. Quadranten der komplexen  
 oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
 die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1,  
 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1)

aufgespannt wird, bestimmt werden, und  
anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^{\circ}_2 := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / k_2$$

sowie der Mittelwert ( $\xi^*_2$ ) aller Schnittpunkte  
( $\xi_{h_1}, \xi_{h_2}$

$$\xi^*_2 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / (k_1 + k_2)$$

errechnet werden, und, sofern der ( $\xi^*_2$ )  
nächstgelegene Mittelwert ( $\xi^{\circ}_v$ ),  $v$  gleich 1  
oder 2, sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma +$   
 $\xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
beliebig festlegbare fiktive  
Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
Wahl der ( $\xi^{\circ}_v$ ) zugeordneten

- Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t_v)$ ) oder Verknüpfungen  
( $f_1^{\wedge}(t_v)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_v)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_v)$ )  
oder Signale ( $s_1(t_v)$  oder  $s_2(t_v)$  oder ... oder  
 $s_m(t_v)$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_v))$   
oder  $t_2(s_2(t_v))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_v))$ ),  
darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_v)$ )  
oder beliebig definierbaren Abbildungen

$(f_1^\#(t_v)$  oder  $f_2^\#(t_v)$  oder ... oder  $f_\mu^\#(t_v)$ ) oder  
 Signale  $(s^\#(t_v))$  oder  $(s_1^\#(t_v)$  oder  $s_2^\#(t_v)$  oder  
 ... oder  $s_\Omega^\#(t_v))$ , darstellbar auf der reellen  
 bzw. komplexen Zahlenebene,

5 oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte  
 Prozess angehalten wird, ansonsten, sofern  
 beide Mittelwerte  $(\xi^{\circ_1}, \xi^{\circ_2})$  gleiche Distanz zu  
 10  $(\xi^{*_2})$  aufweisen,  $(\xi^{\circ_1})$  ausgewählt wird, und,  
 sofern der erste Mittelwert  $(\xi^{\circ_1})$  innerhalb  
 des Intervalls  $[-\sigma + \xi^{*_2}, \xi^{*_2} + \sigma]$  liegt, unter  
 Wahl der  $(\xi^{\circ_1})$  zugeordneten

- Verknüpfung  $(f^\wedge(t_1))$  oder Verknüpfungen  
 15  $(f_1^\wedge(t_1)$  oder  $f_2^\wedge(t_1)$  oder ... oder  $f_p^\wedge(t_1))$   
 oder Signale  $(s_1(t_1)$  oder  $s_2(t_1)$  oder ... oder  
 $s_m(t_1))$  oder Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_1))$   
 oder  $t_2(s_2(t_1))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_1))$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 20 Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung  $(f^\#(t_1))$   
 oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 $(f_1^\#(t_1)$  oder  $f_2^\#(t_1)$  oder ... oder  $f_\mu^\#(t_1))$   
 25 oder Signale  $(s^\#(t_1))$  oder  $(s_1^\#(t_1)$  oder  $s_2^\#(t_1)$   
 oder ... oder  $s_\Omega^\#(t_1))$ , darstellbar auf der  
 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder

Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten in einem q-ten Schritt

5 - die Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der Verknüpfung ( $\hat{f}(t_q)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_q)$ ,  $\hat{f}_2(t_q)$ , ...,  $\hat{f}_p(t_q)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t_q)$ ,  $s_2(t_q)$ , ...,  $s_m(t_q)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_q))$ ,  $t_2(s_2(t_q))$ , ...,  $t_m(s_m(t_q))$ ), darstellbar auf  
10 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- die Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_q)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_q)$ ,  $f_2^\#(t_q)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_q)$ ) des Signals ( $s^\#(t_q)$ ) oder  
15 der Signale ( $s_1^\#(t_q)$ ,  $s_2^\#(t_q)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_q)$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
20 Umformung, im 3. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, bestimmt werden, und  
25 anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi_q^\circ := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie der Mittelwert ( $\xi_q^*$ ) aller Schnittpunkte  
 $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq})$

$$\xi_q^* := \left( \sum_{k_1} \xi_{h1} + \sum_{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q)$$

5  $h_1 = 1 \quad h_2 = 1 \quad h_q = 1)$

errechnet werden, und, sofern der ( $\xi_q^*$ )  
 nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_{\varpi}^{\circ}$ ),  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder  $q$ , sodann innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 10 die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 Wahl der ( $\xi_{\varpi}^{\circ}$ ) zugeordneten

- Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t_{\varpi})$ ) oder Verknüpfungen  
 $(f_1^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_{\varpi})$ )  
 15 oder Signale ( $s_1(t_{\varpi})$  oder  $s_2(t_{\varpi})$  oder ... oder  
 $s_m(t_{\varpi})$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_{\varpi}))$   
 oder  $t_2(s_2(t_{\varpi}))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_{\varpi}))$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 Zahlenebene,

20 oder

- beliebig definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_{\varpi})$ )  
 oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 $(f_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\#}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_{\varpi})$ )  
 oder Signale ( $s^{\#}(t_{\varpi})$ ) oder ( $s_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $s_2^{\#}(t_{\varpi})$ )  
 25 oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_{\varpi})$ ), darstellbar auf der  
 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen der gesamte  
 Prozess angehalten wird, ansonsten bei  
 5 gleichem Mittelwert verschiedener

- Verknüpfungen ( $f^{\wedge}(t_s)$ ) oder Verknüpfungen  
 ( $f_1^{\wedge}(t_s), f_2^{\wedge}(t_s), \dots, f_p^{\wedge}(t_s)$ ) oder Signale  
 ( $s_1(t_s), s_2(t_s), \dots, s_m(t_s)$ ) oder  
 Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_s)), t_2(s_2(t_s)),$   
 10  $\dots, t_m(s_m(t_s))$ ), darstellbar auf der reellen  
 bzw. komplexen Zahlenebene,  $1 \leq s \leq q$ ,

oder

- beliebig definierbarer Abbildungen ( $f^{\#}(t_l)$ )  
 oder beliebig definierbarer Abbildungen  
 15 ( $f_1^{\#}(t_l), f_2^{\#}(t_l), \dots, f_{\mu}^{\#}(t_l)$ ) oder Signale  
 ( $s^{\#}(t_l)$ ) oder Signale ( $s_1^{\#}(t_l), s_2^{\#}(t_l), \dots,$   
 $s_{\Omega}^{\#}(t_l)$ ), darstellbar auf der reellen bzw.  
 komplexen Zahlenebene,  $1 \leq l \leq q$ ,

oder Eigenschaften oder Parameter dieser  
 20 Signale oder Transferfunktionen oder  
 Verknüpfungen oder Abbildungen jene Signale  
 oder jene Transferfunktionen oder jene  
 Verknüpfungen oder jene Abbildungen oder  
 deren Eigenschaften oder Parameter ausgewählt  
 25 werden, welche bislang am häufigsten  
 auftraten, ansonsten, sofern mehrere Signale  
 oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen  
 oder Abbildungen oder deren Eigenschaften  
 oder Parameter in gleicher Häufigkeit  
 30 auftreten, jene gewählt werden, welche die

breiteste Streuung zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt, ansonsten auch dies für mehrere Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter zutrifft, die zuerst aufgetretenen ausgewählt werden, ansonsten, sofern zwei Mittelwerte aus  $(\xi^o_1, \xi^o_2, \dots, \xi^o_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sofern im  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter ausgewählt wurden, ebendiese beibehalten werden, und, sofern so ausgewählter Mittelwert sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter Wahl der diesem Mittelwert zugeordneten Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder deren Eigenschaften oder Parameter der gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten ein  $q + 1$ -ter Schritt der gleicher Form, wie für den  $q$ -ten Schritt dargestellt, durchgeführt wird und der Prozess solange fortgesetzt wird, bis ein Mittelwert obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

11. Verfahren gemäss einem der vorliegenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Schnittpunkte ( $\xi_{h1}$ ) der Summe der komplexen Transferfunktionen

5  $(f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) des paarweisen Signals  $(x(t_1), y(t_1))$ , darstellbar auf der komplexen oder reellen Zahlenebene, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 10 mit der im 1. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im folgenden die  
 15 Abszissenachse der reellen Zahlenebene mit der reellen Achse der komplexen Zahlenebene identisch ist, und die Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit der imaginären Achse der komplexen Zahlenebene, bestimmt werden,  
 20 und anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^o_1 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} \right) / k_1$$

errechnet wird;

25 - die Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der Summe der komplexen Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) des paarweisen Signals  $(x(t_2), y(t_2))$ , darstellbar  
 30 auf der komplexen oder reellen Zahlenebene,

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 mit der im 1. Quadranten der komplexen oder  
 reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die  
 durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 5 oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 aufgespannt wird, bestimmt werden, und  
 anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi_{\circ 2} := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / k_2$$

10

sowie der Mittelwert  $(\xi_{\circ 2}^*)$  aller Schnittpunkte  
 $(\xi_{h_1}, \xi_{h_2})$

$$\xi_{\circ 2}^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / (k_1 + k_2)$$

15

errechnet werden, und, sofern der  $(\xi_{\circ 2}^*)$   
 nächstgelegene Mittelwert  $(\xi_{\circ v}^*)$ ,  $v$  gleich 1  
 oder 2, sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma +$   
 $\xi_{\circ 2}^*, \xi_{\circ 2}^* + \sigma]$ , wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
 20 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 Wahl der  $(\xi_{\circ v}^*)$  zugeordneten Signale  $(x(t_v))$  oder  
 $y(t_v)$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_v)] =$   
 $[x(t_v)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_v)] =$   
 25  $[y(t_v)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe der  
 gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten,  
 30 sofern beide Mittelwerte  $(\xi_{\circ 1}^*, \xi_{\circ 2}^*)$  gleiche

Distanz zu  $(\xi^*_{\cdot 2})$  aufweisen,  $(\xi^{\circ}_{\cdot 1})$  ausgewählt  
 wird, und, sofern  $(\xi^{\circ}_{\cdot 1})$  innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_{\cdot 2}, \xi^*_{\cdot 2} + \sigma]$  liegt, unter Wahl  
 der  $(\xi^{\circ}_{\cdot 1})$  zugeordneten Signale  $(x(t_1))$  oder  
 5  $y(t_1))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_1)] =$   
 $[x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_1)] =$   
 $[y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 10 oder Transferfunktionen oder Summe der  
 gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten

- in einem q-ten Schritt die Schnittpunkte  
 $(\xi_{hq})$  der Summe der komplexen  
 Transferfunktionen  $(f^*[x(t_q)] = [x(t_q)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 15  $g^*[y(t_q)] = [y(t_q)/\sqrt{2}] * (1 + i))$   
 des paarweisen Signals  $(x(t_q), y(t_q))$ ,  
 darstellbar auf der komplexen oder reellen  
 Zahlenebene, gegebenenfalls nach  
 entsprechender Umformung, mit der im 1.  
 20 Quadranten der komplexen oder reellen  
 Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch  
 die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder  
 auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt  
 wird, bestimmt werden, und anschliessend  
 25 deren Mittelwert (

$$\begin{aligned}
 & k_q \\
 \xi^{\circ}_q &:= (\sum_{h_q=1} \xi_{hq}) / k_q \\
 & h_q = 1)
 \end{aligned}$$

sowie der Mittelwert  $(\xi^*_q)$  aller Schnittpunkte  
 30  $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq},$

$$\xi_{*q}^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{h_q} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q),$$

$$(h_1 = 1, h_2 = 1, \dots, h_q = 1)$$

5 errechnet werden, und, sofern der  $(\xi_{*q}^*)$   
 nächstgelegene Mittelwert  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$ ,  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder  $q$ , sodann innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi_{*q}^*, \xi_{*q}^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive  
 10 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 Wahl der  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$ zugeordneten Signale  $(x(t_{\varpi}))$  oder  
 $y(t_{\varpi}))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_{\varpi})] =$   
 $[x(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_{\varpi})] =$   
 $[y(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 15 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe der  
 gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten  
 bei gleichem Mittelwert verschiedener Signale  
 20  $(x(t_s))$  oder  $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summen  
 dieser Transferfunktionen oder spezifischer  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 25 oder Transferfunktionen oder Summen,  $1 \leq s \leq$   
 $q$ , jene Signale  $(x(t_s))$  oder  $y(t_s))$  oder  
 Transferfunktionen  $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] *$   
 $(-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 +$   
 $i))$  oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 30 spezifischen Eigenschaften oder Parameter

dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt werden, welche bislang am häufigsten auftraten, ansonsten, sofern mehrere Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder

5 Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen oder spezifische Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder

10 Summen in gleicher Häufigkeit auftreten, jene Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder

15 spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt werden, welche die breiteste Streuung zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die

20 letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt, ansonsten auch dies für mehrere Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder

25  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen oder spezifische Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summen zutrifft, das zuerst aufgetretene bzw. dessen Signale

30 ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen

Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt  
 werden, ansonsten, sofern zwei Mittelwerte  
 aus  $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2, \dots, \xi^{\circ}_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sofern im  
 5  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden  
 Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale  
 $(x(t)$  oder  $y(t))$  oder Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)]$   
 $= [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 10 Transferfunktionen oder spezifische  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt  
 wurden, ebendiese beibehalten werden, und,  
 sofern so ausgewählter Mittelwert sodann  
 15 innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$   
 liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer beliebig  
 festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$   
 darstellt, unter Wahl der diesem Mittelwert  
 zugeordneten Signale  $(x(t)$  oder  $y(t))$  oder  
 20 Transferfunktionen  $(f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i))$   
 oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 25 Summe der gesamte Prozess angehalten wird,  
 ansonsten  
  
 - ein  $q + 1$ -ter Schritt der gleicher Form,  
 wie für den  $q$ -ten Schritt dargestellt,  
 durchgeführt wird und der Prozess solange  
 30 fortgesetzt wird, bis ein Mittelwert obige  
 Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl  
 zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist,

oder dass

- die Schnittpunkte ( $\xi_{h1}$ ) der Summe der komplexen Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) des paarweisen Signals  $(x(t_1), y(t_1))$ , darstellbar auf der komplexen oder reellen Zahlenebene, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, mit der im 3. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im folgenden die Abszissenachse der reellen Zahlenebene mit der reellen Achse der komplexen Zahlenebene identisch ist, und die Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit der imaginären Achse der komplexen Zahlenebene, bestimmt werden, und anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi_1^o := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} \right) / k_1$$

errechnet wird;

- die Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der Summe der komplexen Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) des paarweisen Signals  $(x(t_2), y(t_2))$ , darstellbar auf der komplexen oder reellen Zahlenebene, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,

mit der im 3. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, bestimmt werden, und anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^{\circ}_2 := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / k_2$$

sowie der Mittelwert  $(\xi^*_2)$  aller Schnittpunkte  $(\xi_{h_1}, \xi_{h_2})$

$$\xi^*_2 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} \right) / (k_1 + k_2)$$

errechnet werden, und, sofern der  $(\xi^*_2)$  nächstgelegene Mittelwert  $(\xi^{\circ}_v)$ ,  $v$  gleich 1 oder 2, sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$ , wobei  $\sigma$  die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter Wahl der  $(\xi^{\circ}_v)$  zugeordneten Signale  $(x(t_v))$  oder  $y(t_v)$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_v)] = [x(t_v)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_v)] = [y(t_v)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe der gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten, sofern beide Mittelwerte  $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2)$  gleiche Distanz zu  $(\xi^*_2)$  aufweisen,  $(\xi^{\circ}_1)$  ausgewählt

wird, und, sofern  $(\xi^{\circ}_1)$  innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, unter Wahl der  $(\xi^{\circ}_1)$  zugeordneten Signale  $(x(t_1))$  oder  $y(t_1))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe der gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten

- in einem q-ten Schritt die Schnittpunkte  $(\xi_{hq})$  der Summe der komplexen Transferfunktionen  $(f^*[x(t_q)] = [x(t_q)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_q)] = [y(t_q)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  des paarweisen Signals  $(x(t_q), y(t_q))$ , darstellbar auf der komplexen oder reellen Zahlenebene, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, mit der im 3. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, bestimmt werden, und anschliessend deren Mittelwert (

$$\xi^{\circ}_q := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie der Mittelwert  $(\xi^*_q)$  aller Schnittpunkte  $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq},$

$$\xi_{*q}^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h_2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{h_q} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q),$$

$$h_1 = 1 \quad h_2 = 1 \quad h_q = 1)$$

errechnet werden, und, sofern der  $(\xi_q^*)$   
 5 nächstgelegene Mittelwert  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$ ,  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder  $q$ , sodann innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, unter  
 10 Wahl der  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$ zugeordneten Signale  $(x(t_{\varpi}))$  oder  
 $y(t_{\varpi}))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_{\varpi})] =$   
 $[x(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_{\varpi})] =$   
 $[y(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 15 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe der  
 gesamte Prozess angehalten wird, ansonsten  
 bei gleichem Mittelwert verschiedener Signale  
 $(x(t_s))$  oder  $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  
 20  $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summen  
 dieser Transferfunktionen oder spezifischer  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summen,  $1 \leq s \leq$   
 25  $q$ , jene Signale  $(x(t_s))$  oder  $y(t_s))$  oder  
 Transferfunktionen  $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] *$   
 $(-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 +$   
 $i))$  oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
 30 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summe ausgewählt werden, welche bislang am

häufigsten auftraten, ansonsten, sofern  
 mehrere Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder  
 Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen  
 5 oder spezifische Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summen in gleicher Häufigkeit auftreten, jene Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder  
 10 Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 15 Summe ausgewählt werden, welche die breiteste Streuung zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt,  
 20 ansonsten auch dies für mehrere Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen oder spezifische  
 25 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summen zutrifft, das zuerst aufgetretene bzw. dessen Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 30  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt

werden, ansonsten, sofern zwei Mittelwerte  
 aus  $(\xi^o_1, \xi^o_2, \dots, \xi^o_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sofern im  
 $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden  
 Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale  
 5  $(x(t)$  oder  $y(t))$  oder Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)]$   
 $= [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifische  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 10 oder Transferfunktionen oder Summe ausgewählt  
 wurden, ebendiese beibehalten werden, und,  
 sofern so ausgewählter Mittelwert sodann  
 innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$   
 liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer beliebig  
 15 festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$   
 darstellt, unter Wahl der diesem Mittelwert  
 zugeordneten Signale  $(x(t)$  oder  $y(t))$  oder  
 Transferfunktionen  $(f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i))$   
 20 oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summe der gesamte Prozess angehalten wird,  
 ansonsten  
 25 - ein  $q + 1$ -ter Schritt der gleicher Form,  
 wie für den  $q$ -ten Schritt dargestellt,  
 durchgeführt wird und der Prozess solange  
 fortgesetzt wird, bis ein Mittelwert obige  
 Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl  
 30 zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

12. Verfahren gemäss einem der  
 vorliegenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

die zusätzliche Anwendung von  
Kompressionsverfahren oder  
Datenreduktionsverfahren oder sonstigen  
selektiven Auswertungsverfahren.

5           13.       Vorrichtung mit

10           - Mitteln zur Evaluierung einer Verknüpfung  
              ( $\hat{f}(t)$ ) oder mehrerer Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  
               $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) von zwei oder mehreren  
              Signalen ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) bzw. von  
              deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  
               $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der  
              reellen bzw. komplexen Zahlenebene, wobei  
              ( $s_1(t)$ ) den Funktionswert des ersten Signals  
              zum Zeitpunkt  $t$ , ( $s_2(t)$ ) den Funktionswert  
15           des zweiten Signals zum Zeitpunkt  $t$ , ...,  
              ( $s_m(t)$ ) den Funktionswert des  $m$ -ten Signals  
              zum Zeitpunkt  $t$  darstellt,

oder

20           - Mitteln zur Evaluierung einer beliebig  
              definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder von  
              beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  
               $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) von einem Signal ( $s^\#(t)$ )  
              oder mehreren Signalen ( $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  
               $s_\Omega^\#(t)$ ), darstellbar auf der reellen bzw.  
25           komplexen Zahlenebene, wobei ( $s_1^\#(t)$ ) den  
              Funktionswert des ersten Signals zum  
              Zeitpunkt  $t$ , ( $s_2^\#(t)$ ) den Funktionswert des  
              zweiten Signals zum Zeitpunkt  $t$ , ...,  
              ( $s_\Omega^\#(t)$ ) den Funktionswert des  $\Omega$ -ten Signals  
30           zum Zeitpunkt  $t$  darstellt,

gekennzeichnet durch

5 - Mittel zur Bestimmung der Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen der Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) für einen oder mehrere Signalabschnitte ( $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_\chi$ ),

oder

10 - Mittel zur Bestimmung der Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) für einen oder mehrere Signalabschnitte ( $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_\varsigma$ ).

14. Vorrichtung gemäss Anspruch 13 mit

15 - Mitteln zur Evaluierung einer Verknüpfung ( $\hat{f}(t)$ ) oder mehrerer Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t)$ ,  $\hat{f}_2(t)$ , ...,  $\hat{f}_p(t)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der  
20 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

25 - Mitteln zur Evaluierung einer beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder von beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) von einem Signal ( $s^\#(t)$ ) oder mehreren Signalen ( $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,

$s_{\Omega}^{\#}(t)$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

gekennzeichnet durch

5 - Mittel zur Bestimmung der Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen, welche, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, die Abbildung mittels einer Gleichung der Form  $(Av_1^2 + Bv_2^2 + Cv_3^2 + 2Fv_2v_3 + 2Gv_3v_1 + 2Hv_1v_2 = 0)$  verwenden, der

10 Verknüpfung  $(f^{\wedge}(t))$  oder der Verknüpfungen  $(f_1^{\wedge}(t), f_2^{\wedge}(t), \dots, f_p^{\wedge}(t))$  für einen oder mehrere Signalabschnitte  $(t_1, t_2, \dots, t_{\chi})$ ,

oder

15 - Mittel zur Bestimmung der Invarianten von einer Abbildung oder mehreren Abbildungen, welche, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, die Abbildung mittels einer Gleichung der Form  $(Av_1^2 + Bv_2^2 + Cv_3^2 + 2Fv_2v_3 + 2Gv_3v_1 + 2Hv_1v_2 = 0)$  verwenden, der beliebig

20 definierbaren Abbildung  $(f^{\#}(t))$  oder der beliebig definierbaren Abbildungen  $(f_1^{\#}(t), f_2^{\#}(t), \dots, f_{\mu}^{\#}(t))$  für einen oder mehrere Signalabschnitte  $(t_1, t_2, \dots, t_{\varsigma})$ .

25 15. Vorrichtung gemäss Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Invarianten, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, sich als Linearkombination von Invarianten bzw. Vektoren auf einer Ebene darstellen lassen,

30 die, gegebenenfalls nach entsprechender

Umformung, lotrecht zur reellen oder komplexen Zahlenebene liegt, und diese, gegebenenfalls nach Drehung oder entsprechender Umformung, in der Diagonalen des 1. und 3. Quadranten durchschneidet.

16. Vorrichtung gemäss einer der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch Mittel, welche die Schnittpunkte dieser Invarianten bzw. Vektoren mit der reellen oder komplexen Zahlenebene, auf der

- die betrachtete Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t)$ ) oder betrachteten Verknüpfungen ( $f_1^{\wedge}(t)$ ,  $f_2^{\wedge}(t)$ , ...,  $f_p^{\wedge}(t)$ ),

oder

15 - die betrachtete, beliebig definierbare Abbildung ( $f^{\#}(t)$ ) oder die betrachteten, beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^{\#}(t)$ ,  $f_2^{\#}(t)$ , ...,  $f_{\mu}^{\#}(t)$ ),

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, sich darstellen lässt oder darstellen lassen, verwendet werden.

17. Vorrichtung gemäss einer der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die benannten Signale ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$  bzw.  $s^{\#}(t)$  bzw.  $s_1^{\#}(t)$ ,  $s_2^{\#}(t)$ , ...,  $s_{\Omega}^{\#}(t)$  (bzw.  $x(t)$ ,  $y(t)$  bzw.  $x_{\#}(t)$ ,  $y_{\#}(t)$ )) Audiosignale darstellen.

18. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 13 bis 17, gekennzeichnet durch Mittel zur Auswahl gemäss statistischen und sonstigen Kriterien anhand der bestimmten Invarianten oder, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, der Schnittpunkte dieser Invarianten bzw. Vektoren mit der reellen oder komplexen Zahlenebene, auf der

- die betrachtete Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t)$ ) oder betrachteten Verknüpfungen ( $f_1^{\wedge}(t)$ ,  $f_2^{\wedge}(t)$ , ...,  $f_p^{\wedge}(t)$ )

oder

- die betrachtete, beliebig definierbare Abbildung ( $f^{\#}(t)$ ) oder die betrachteten, beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^{\#}(t)$ ,  $f_2^{\#}(t)$ , ...,  $f_{\mu}^{\#}(t)$ ),

gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, liegt oder liegen, oder auch anhand einer Auswahl von diesen Invarianten oder Schnittpunkten.

19. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 13 bis 18, gekennzeichnet durch Mittel zur Normierung hinsichtlich der Amplitude oder sonstigen Eigenschaften

- der betrachteten Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t)$ ) oder der betrachteten Verknüpfungen ( $f_1^{\wedge}(t)$ ,  $f_2^{\wedge}(t)$ , ...,  $f_p^{\wedge}(t)$ ) oder der verwendeten zwei oder mehreren Signale ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ , ...,  $s_m(t)$ ) oder der verwendeten

Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t))$ ,  $t_2(s_2(t))$ , ...,  $t_m(s_m(t))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- 5 - der betrachteten, beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t)$ ) oder der betrachteten, beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t)$ ,  $f_2^\#(t)$ , ...,  $f_\mu^\#(t)$ ) oder des verwendeten Signals ( $s^\#(t)$ ) oder der verwendeten Signale ( $s_1^\#(t)$ ,  $s_2^\#(t)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t)$ ), darstellbar auf  
10 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene.

20. Vorrichtung gemäss Anspruch 19, gekennzeichnet durch Mittel zur Normierung anhand des Signalpegels.

- 15 21. Vorrichtung gemäss Anspruch 19 oder 20, gekennzeichnet durch Mittel zur Normierung anhand der *mean-square energy*.

- 20 22. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 13 bis 21, gekennzeichnet durch Mittel zur Bestimmung

- der Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der Verknüpfung ( $\hat{f}(t_1)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_1)$ ,  $\hat{f}_2(t_1)$ , ...,  $\hat{f}_p(t_1)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t_1)$ ,  $s_2(t_1)$ , ...,  $s_m(t_1)$ ) bzw. von  
25 deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1))$ ,  $t_2(s_2(t_1))$ , ...,  $t_m(s_m(t_1))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

5 - der Schnittpunkte ( $\xi_{h1}$ ) der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_1)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_1)$ ,  $f_2^\#(t_1)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_1)$ ) des Signals ( $s^\#(t_1)$ ) oder der Signale ( $s_1^\#(t_1)$ ,  $s_2^\#(t_1)$ , ...,  $s_\sigma^\#(t_1)$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

10 mit der, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, im 1. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, wobei im  
15 folgenden die Abszissenachse der reellen Zahlenebene mit der reellen Achse der komplexen Zahlenebene identisch ist, und die Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit der imaginären Achse der komplexen Zahlenebene, und anschliessend von deren  
20 Mittelwert (

$$\xi^{\circ 1} := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} \right) / k_1 ;$$

25 sowie durch Mittel zur anschliessenden Bestimmung

30 - der Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der Verknüpfung ( $f^\wedge(t_2)$ ) oder der Verknüpfungen ( $f_1^\wedge(t_2)$ ,  $f_2^\wedge(t_2)$ , ...,  $f_p^\wedge(t_2)$ ) von zwei oder mehreren Signalen ( $s_1(t_2)$ ,  $s_2(t_2)$ , ...,  $s_m(t_2)$ ) bzw. von deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_2))$ ,

$t_2(s_2(t_2)), \dots, t_m(s_m(t_2)))$ , darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

5 - der Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_2)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_2)$ ,  $f_2^\#(t_2)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_2)$ ) des Signals ( $s^\#(t_2)$ ) oder der Signale ( $s_1^\#(t_2)$ ,  $s_2^\#(t_2)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_2)$ ),  
10 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, im 1. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und  
15 (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, und anschliessend von deren Mittelwert (

$$\xi_2^o := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / k_2$$

20

sowie vom Mittelwert ( $\xi_2^*$ ) aller Schnittpunkte ( $\xi_{h1}, \xi_{h2}$

$$\xi_2^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2),$$

25

sowie durch Mittel zur Bestimmung, ob der ( $\xi_2^*$ ) nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_v^o$ ),  $v$  gleich

1 oder 2, innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl der  $(\xi^{\circ}_v)$  zugeordneten

- Verknüpfung  $(f^{\wedge}(t_v))$  oder Verknüpfungen  $(f_1^{\wedge}(t_v)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_v)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_v))$  oder Signale  $(s_1(t_v)$  oder  $s_2(t_v)$  oder ... oder  $s_m(t_v))$  oder Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_v))$  oder  $t_2(s_2(t_v))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_v))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung  $(f^{\#}(t_v))$  oder beliebig definierbaren Abbildungen  $(f_1^{\#}(t_v)$  oder  $f_2^{\#}(t_v)$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_v))$  oder Signale  $(s^{\#}(t_v))$  oder  $(s_1^{\#}(t_v)$  oder  $s_2^{\#}(t_v)$  oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_v))$ , darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zum Beenden des gesamten Prozesses im positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob gegebenenfalls zwei Mittelwerte  $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2)$  gleiche Distanz zu  $(\xi^*_2)$  aufweisen, sowie zur Auswahl von  $(\xi^{\circ}_1)$  im positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob der erste Mittelwert  $(\xi^{\circ}_1)$  innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$



oder

5 - der Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der beliebig  
definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_q)$ ) oder der  
beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_q)$ ,  
 $f_2^\#(t_q)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_q)$ ) des Signals ( $s^\#(t_q)$ ) oder  
der Signale ( $s_1^\#(t_q)$ ,  $s_2^\#(t_q)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_q)$ ),  
darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
Zahlenebene,

10 mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
Umformung, im 1. Quadranten der komplexen  
oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
die durch die Vektoren (1, 1, -2) und  
(1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1)  
aufgespannt wird, dies für einen q-ten  
15 Schritt, und anschliessend von deren  
Mittelwert (

$$\xi_q^\circ := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

20 sowie vom Mittelwert ( $\xi_q^*$ ) aller Schnittpunkte  
( $\xi_{h1}$ ,  $\xi_{h2}$ , ...,  $\xi_{hq}$ )

$$\xi_q^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q)$$

$$h_1=1 \quad h_2=1 \quad h_q=1)$$

25 sowie Mittel zur Bestimmung, ob der ( $\xi_q^*$ )  
nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_\omega^\circ$ ),  $\omega$  gleich 1  
oder 2 oder ... oder q, sodann innerhalb des

Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im  
 5 positiven Falle zur Wahl der  $(\xi_{\varpi}^o)$  zugeordneten

- Verknüpfung  $(f^{\wedge}(t_{\varpi}))$  oder Verknüpfungen  $(f_1^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_{\varpi}))$  oder Signale  $(s_1(t_{\varpi})$  oder  $s_2(t_{\varpi})$  oder ... oder  
 10  $s_m(t_{\varpi}))$  oder Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_{\varpi}))$  oder  $t_2(s_2(t_{\varpi}))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_{\varpi})))$ , darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung  $(f^{\#}(t_{\varpi}))$  oder beliebig definierbaren Abbildungen  $(f_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\#}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_{\varpi}))$  oder Signale  $(s^{\#}(t_{\varpi}))$  oder  $(s_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $s_2^{\#}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_{\varpi}))$ , darstellbar auf der  
 15 reellen bzw. komplexen Zahlenebene,  
 20

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zum Beenden des gesamten Prozesses im  
 25 positiven Falle, sowie Mittel zur Bestimmung, ob bei gleichem Mittelwert verschiedene

- Verknüpfungen  $(f^{\wedge}(t_s))$  oder Verknüpfungen  $(f_1^{\wedge}(t_s), f_2^{\wedge}(t_s), \dots, f_p^{\wedge}(t_s))$  oder Signale  $(s_1(t_s), s_2(t_s), \dots, s_m(t_s))$  oder

Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_s)), t_2(s_2(t_s)), \dots, t_m(s_m(t_s)))$ , darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,  $1 \leq s \leq q$ ,

oder

- 5 - beliebig definierbare Abbildungen  $(f^\#(t_l))$  oder beliebig definierbare Abbildungen  $(f_1^\#(t_l), f_2^\#(t_l), \dots, f_\mu^\#(t_l))$  oder Signale  $(s^\#(t_l))$  oder Signale  $(s_1^\#(t_l), s_2^\#(t_l), \dots, s_\Omega^\#(t_l))$ , darstellbar auf der reellen bzw.
- 10 komplexen Zahlenebene,  $1 \leq l \leq q$ ,
- oder Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen vorliegen, sowie im positiven Falle zur Wahl jener
- 15 Signale oder jener Transferfunktionen oder jener Verknüpfungen oder jener Abbildungen oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, welche
- 20 bislang am häufigsten auftraten, sowie zur Bestimmung, ob mehrere Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder
- 25 Verknüpfungen oder Abbildungen in gleicher Häufigkeit auftreten, und im positiven Falle zur Wahl jener Signale oder jener Transferfunktionen oder jener Verknüpfungen oder jener Abbildungen oder der Eigenschaften
- 30 oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder

Abbildungen, welche die breiteste Streuung zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$  maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt, sowie durch Mittel zur Bestimmung, ob auch dies für mehrere Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen zutrifft, sowie im positiven Falle zur Wahl der zuerst aufgetretenen, sowie zur Bestimmung, ob zwei Mittelwerte aus  $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2, \dots, \xi^{\circ}_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sowie im positiven Falle zur Bestimmung, ob im  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder die Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen ausgewählt wurden, sowie im positiven Falle zur Beibehaltung jener Signale oder jener Transferfunktionen oder jener Verknüpfungen oder jener Abbildungen oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zur Bestimmung, ob so ausgewählter Mittelwert sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl der diesem

Mittelwert zugeordneten Signale oder  
 Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder  
 Abbildungen oder der Eigenschaften oder  
 Parameter dieser Signale oder  
 5 Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder  
 Abbildungen, sowie Mittel zum Beenden des  
 gesamten Prozesses im positiven Falle, sowie

Mittel zur Durchführung eines  $q + 1$ -ter  
 Schrittes der gleicher Form, wie für den  $q$ -  
 10 ten Schritt dargestellt, und zur Fortsetzung  
 des Prozesses, sowie zur Bestimmung, ob ein  
 Mittelwert obige Anforderungen erfüllt oder  
 eine Höchstzahl zulässiger  
 Optimierungsschritte erreicht ist, und somit  
 15 der Prozess beendet werden soll, sowie im  
 positiven Falle zum Beenden des gesamten  
 Prozesses;

oder auch Mittel zur Bestimmung

- der Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der Verknüpfung  
 20 ( $\hat{f}(t_1)$ ) oder der Verknüpfungen ( $\hat{f}_1(t_1)$ ,  
 $\hat{f}_2(t_1)$ , ...,  $\hat{f}_p(t_1)$ ) von zwei oder mehreren  
 Signalen ( $s_1(t_1)$ ,  $s_2(t_1)$ , ...,  $s_m(t_1)$ ) bzw. von  
 deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1))$ ,  
 $t_2(s_2(t_1))$ , ...,  $t_m(s_m(t_1))$ ), darstellbar auf  
 25 der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- der Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der beliebig  
 definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_1)$ ) oder der  
 beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_1)$ ,  
 30  $f_2^\#(t_1)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_1)$ ) des Signals ( $s^\#(t_1)$ ) oder

der Signale  $(s_1^\#(t_1), s_2^\#(t_1), \dots, s_\Omega^\#(t_1))$ ,  
darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
Umformung, im 3. Quadranten der komplexen  
oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
die durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  
 $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im  
folgenden die Abszissenachse der reellen  
Zahlenebene mit der reellen Achse der  
komplexen Zahlenebene identisch ist, und die  
Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit  
der imaginären Achse der komplexen  
Zahlenebene, und anschliessend von deren  
Mittelwert (

$$\xi_1^o := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h_1} \right) / k_1 ;$$

sowie durch Mittel zur anschliessenden  
Bestimmung

- der Schnittpunkte  $(\xi_{h_2})$  der Verknüpfung  
 $(\hat{f}(t_2))$  oder der Verknüpfungen  $(\hat{f}_1(t_2),$   
 $\hat{f}_2(t_2), \dots, \hat{f}_p(t_2))$  von zwei oder mehreren  
Signalen  $(s_1(t_2), s_2(t_2), \dots, s_m(t_2))$  bzw. von  
deren Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_2)),$   
 $t_2(s_2(t_2)), \dots, t_m(s_m(t_2)))$ , darstellbar auf  
der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

5 - der Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der beliebig definierbaren Abbildung ( $f^\#(t_2)$ ) oder der beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_2)$ ,  $f_2^\#(t_2)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_2)$ ) des Signals ( $s^\#(t_2)$ ) oder der Signale ( $s_1^\#(t_2)$ ,  $s_2^\#(t_2)$ , ...,  $s_\sigma^\#(t_2)$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

10 mit der, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, im 3. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, und anschliessend von deren Mittelwert (

$$15 \quad \xi_2^o := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / k_2$$

sowie vom Mittelwert ( $\xi_2^*$ ) aller Schnittpunkte ( $\xi_{h1}$ ,  $\xi_{h2}$

$$20 \quad \xi_2^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2),$$

25 sowie durch Mittel zur Bestimmung, ob der ( $\xi_2^*$ ) nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_v^o$ ),  $v$  gleich 1 oder 2, innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$

darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl der  $(\xi_v^o)$  zugeordneten

- Verknüpfung  $(f^{\wedge}(t_v))$  oder Verknüpfungen  $(f_1^{\wedge}(t_v)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_v)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_v))$  oder Signale  $(s_1(t_v)$  oder  $s_2(t_v)$  oder ... oder  $s_m(t_v))$  oder Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_v))$  oder  $t_2(s_2(t_v))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_v))$ ), darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- beliebig definierbaren Abbildung  $(f^{\#}(t_v))$  oder beliebig definierbaren Abbildungen  $(f_1^{\#}(t_v)$  oder  $f_2^{\#}(t_v)$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_v))$  oder Signale  $(s^{\#}(t_v))$  oder  $(s_1^{\#}(t_v)$  oder  $s_2^{\#}(t_v)$  oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_v))$ , darstellbar auf der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zum Beenden des gesamten Prozesses im positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob gegebenenfalls zwei Mittelwerte  $(\xi_1^o, \xi_2^o)$  gleiche Distanz zu  $(\xi^*_2)$  aufweisen, sowie zur Auswahl von  $(\xi_1^o)$  im positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob der erste Mittelwert  $(\xi_1^o)$  innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl der  $(\xi_1^o)$  zugeordneten

5                   - Verknüpfung ( $f^{\wedge}(t_1)$ ) oder Verknüpfungen  
                   ( $f_1^{\wedge}(t_1)$  oder  $f_2^{\wedge}(t_1)$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_1)$ )  
                   oder Signale ( $s_1(t_1)$  oder  $s_2(t_1)$  oder ... oder  
                    $s_m(t_1)$ ) oder Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_1))$   
                   oder  $t_2(s_2(t_1))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_1))$ ),  
                   darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
                   Zahlenebene,

oder

10                   - beliebig definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_1)$ )  
                   oder beliebig definierbaren Abbildungen  
                   ( $f_1^{\#}(t_1)$  oder  $f_2^{\#}(t_1)$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_1)$ )  
                   oder Signale ( $s^{\#}(t_1)$ ) oder ( $s_1^{\#}(t_1)$  oder  $s_2^{\#}(t_1)$   
                   oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_1)$ ), darstellbar auf der  
                   reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

15                   oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
                   Signale oder Transferfunktionen oder  
                   Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel  
                   zum Beenden des gesamten Prozesses im  
                   positiven Falle, sowie Mittel zur Bestimmung

20                   - der Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der Verknüpfung  
                   ( $f^{\wedge}(t_q)$ ) oder der Verknüpfungen ( $f_1^{\wedge}(t_q)$ ,  
                    $f_2^{\wedge}(t_q)$ , ...,  $f_p^{\wedge}(t_q)$ ) von zwei oder mehreren  
                   Signalen ( $s_1(t_q)$ ,  $s_2(t_q)$ , ...,  $s_m(t_q)$ ) bzw. von  
                   deren Transferfunktionen ( $t_1(s_1(t_q))$ ,  
 25                    $t_2(s_2(t_q))$ , ...,  $t_m(s_m(t_q))$ ), darstellbar auf  
                   der reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

oder

- der Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der beliebig  
 definierbaren Abbildung ( $f^{\#}(t_q)$ ) oder der

beliebig definierbaren Abbildungen ( $f_1^\#(t_q)$ ,  
 $f_2^\#(t_q)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_q)$ ) des Signals ( $s^\#(t_q)$ ) oder  
 der Signale ( $s_1^\#(t_q)$ ,  $s_2^\#(t_q)$ , ...,  $s_\Omega^\#(t_q)$ ),  
 darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
 5 Zahlenebene,

mit der, gegebenenfalls nach entsprechender  
 Umformung, im 3. Quadranten der komplexen  
 oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene,  
 die durch die Vektoren (1, 1, -2) und  
 10 (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1)  
 aufgespannt wird, dies für einen q-ten  
 Schritt, und anschliessend von deren  
 Mittelwert (

$$\xi_q^\circ := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie vom Mittelwert ( $\xi_q^*$ ) aller Schnittpunkte  
 ( $\xi_{h1}$ ,  $\xi_{h2}$ , ...,  $\xi_{hq}$

$$\xi_q^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q)$$

$$h_1=1 \quad h_2=1 \quad h_q=1)$$

sowie Mittel zur Bestimmung, ob der ( $\xi_q^*$ )  
 nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_q^\circ$ ),  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder q, sodann innerhalb des  
 25 Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel  
 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im

positiven Falle zur Wahl der  $(\xi^{\circ}_{\varpi})$   
zugeordneten

5                   - Verknüpfung  $(f^{\wedge}(t_{\varpi}))$  oder Verknüpfungen  
                   $(f_1^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\wedge}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_p^{\wedge}(t_{\varpi}))$   
oder Signale  $(s_1(t_{\varpi})$  oder  $s_2(t_{\varpi})$  oder ... oder  
 $s_m(t_{\varpi}))$  oder Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_{\varpi}))$   
oder  $t_2(s_2(t_{\varpi}))$  oder ... oder  $t_m(s_m(t_{\varpi})))$ ,  
darstellbar auf der reellen bzw. komplexen  
Zahlenebene,

10                   oder

                  - beliebig definierbaren Abbildung  $(f^{\#}(t_{\varpi}))$   
oder beliebig definierbaren Abbildungen  
 $(f_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $f_2^{\#}(t_{\varpi})$  oder ... oder  $f_{\mu}^{\#}(t_{\varpi}))$   
oder Signale  $(s^{\#}(t_{\varpi}))$  oder  $(s_1^{\#}(t_{\varpi})$  oder  $s_2^{\#}(t_{\varpi})$   
15                   oder ... oder  $s_{\Omega}^{\#}(t_{\varpi}))$ , darstellbar auf der  
reellen bzw. komplexen Zahlenebene,

                  oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
Signale oder Transferfunktionen oder  
Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel  
20                   zum Beenden des gesamten Prozesses im  
positiven Falle, sowie Mittel zur Bestimmung,  
ob bei gleichem Mittelwert verschiedene

25                   - Verknüpfungen  $(f^{\wedge}(t_s))$  oder Verknüpfungen  
 $(f_1^{\wedge}(t_s), f_2^{\wedge}(t_s), \dots, f_p^{\wedge}(t_s))$  oder Signale  
 $(s_1(t_s), s_2(t_s), \dots, s_m(t_s))$  oder  
Transferfunktionen  $(t_1(s_1(t_s)), t_2(s_2(t_s)),$   
 $\dots, t_m(s_m(t_s)))$ , darstellbar auf der reellen  
bzw. komplexen Zahlenebene,  $1 \leq s \leq q$ ,

oder

- beliebig definierbare Abbildungen ( $f^\#(t_l)$ )  
oder beliebig definierbare Abbildungen  
( $f_1^\#(t_l)$ ,  $f_2^\#(t_l)$ , ...,  $f_\mu^\#(t_l)$ ) oder Signale  
5 ( $s^\#(t_l)$ ) oder Signale ( $s_1^\#(t_l)$ ,  $s_2^\#(t_l)$ , ...,  
 $s_\Omega^\#(t_l)$ ), darstellbar auf der reellen bzw.  
komplexen Zahlenebene,  $1 \leq l \leq q$ ,

oder Eigenschaften oder Parameter dieser  
Signale oder Transferfunktionen oder  
10 Verknüpfungen oder Abbildungen vorliegen,  
sowie im positiven Falle zur Wahl jener  
Signale oder jener Transferfunktionen oder  
jener Verknüpfungen oder jener Abbildungen  
oder der Eigenschaften oder Parameter dieser  
15 Signale oder Transferfunktionen oder  
Verknüpfungen oder Abbildungen, welche  
bislang am häufigsten auftraten, sowie zur  
Bestimmung, ob mehrere Signale oder  
Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder  
20 Abbildungen oder Eigenschaften oder Parameter  
dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
Verknüpfungen oder Abbildungen in gleicher  
Häufigkeit auftreten, und im positiven Falle  
zur Wahl jener Signale oder jener  
25 Transferfunktionen oder jener Verknüpfungen  
oder jener Abbildungen oder der Eigenschaften  
oder Parameter dieser Signale oder  
Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder  
Abbildungen, welche die breiteste Streuung  
30 zeigen, d.h. für welche die Differenz  $d - c$   
maximal wird, wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste  
Indexnummer des jeweils durchlaufenen

Optimierungsschritts darstellt, sowie durch Mittel zur Bestimmung, ob auch dies für mehrere Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder

5      Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen zutrifft, sowie im positiven Falle zur Wahl der zuerst aufgetretenen, sowie zur Bestimmung, ob zwei Mittelwerte aus

10       $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2, \dots, \xi^{\circ}_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sowie im positiven Falle zur Bestimmung, ob im  $q - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Signale oder

15      Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder die Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen ausgewählt wurden, sowie im

20      positiven Falle zur Beibehaltung jener Signale oder jener Transferfunktionen oder jener Verknüpfungen oder jener Abbildungen oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder

25      Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zur Bestimmung, ob so ausgewählter Mittelwert sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q, \xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel beliebig festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im

30      positiven Falle zur Wahl der diesem Mittelwert zugeordneten Signale oder Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen oder der Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder

Transferfunktionen oder Verknüpfungen oder Abbildungen, sowie Mittel zum Beenden des gesamten Prozesses im positiven Falle, sowie

5 Mittel zur Durchführung eines  $q + 1$ -ter Schrittes der gleicher Form, wie für den  $q$ -ten Schritt dargestellt, und zur Fortsetzung des Prozesses, sowie zur Bestimmung, ob ein Mittelwert obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger  
10 Optimierungsschritte erreicht ist, und somit der Prozess beendet werden soll, sowie im positiven Falle zum Beenden des gesamten Prozesses.

15 23. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 13 bis 22, gekennzeichnet durch Mittel

- zur Bestimmung der Schnittpunkte ( $\xi_{hi}$ ) der Summe der komplexen Transferfunktionen ( $f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ), des  
20 paarweisen Signals ( $x(t_1), y(t_1)$ ), darstellbar auf der komplexen oder reellen Zahlenebene, gegebenenfalls nach entsprechender Umformung, mit der im 1. Quadranten der komplexen oder reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die  
25 durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$  oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$  aufgespannt wird, wobei im folgenden die Abszissenachse der reellen Zahlenebene mit der reellen Achse der komplexen Zahlenebene  
30 identisch ist, und die Ordinatenachse der reellen Zahlenebene mit der imaginären Achse

der komplexen Zahlenebene, und anschliessend  
von deren Mittelwert(

$$\xi^{\circ}_1 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} \right) / k_1 ;$$

- zur anschliessenden Bestimmung der  
Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der Summe der komplexen  
Transferfunktionen ( $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ )  
des paarweisen Signals ( $x(t_2), y(t_2)$ ),  
darstellbar auf der komplexen oder reellen  
Zahlenebene, gegebenenfalls nach  
entsprechender Umformung, mit der im 1.  
Quadranten der komplexen oder reellen  
Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch  
die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder  
auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt  
wird, und anschliessend von deren Mittelwert  
(

$$\xi^{\circ}_2 := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / k_2$$

sowie vom Mittelwert ( $\xi^*_2$ ) aller Schnittpunkte  
( $\xi_{h1}, \xi_{h2}$

$$\xi^*_2 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2),$$

sowie zur Bestimmung, ob der  $(\xi^*_2)$   
 nächstgelegene Mittelwert  $(\xi^{\circ}_v)$ ,  $v$  gleich 1  
 oder 2, innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2$   
 +  $\sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
 5 ebenfalls durch ein Mittel beliebig  
 festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$   
 darstellt, sowie zur Wahl der  $(\xi^{\circ}_v)$   
 zugeordneten Signale  $(x(t_v)$  oder  $y(t_v))$  oder  
 Transferfunktionen  $(f^*[x(t_v)] = [x(t_v)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_v)] = [y(t_v)/\sqrt{2}] * (1 + i))$   
 10 oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summe und Beenden des gesamten Prozesses im  
 15 positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob  
 gegebenenfalls zwei Mittelwerte  $(\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2)$   
 gleiche Distanz zu  $(\xi^*_2)$  aufweisen, sowie zur  
 Auswahl von  $(\xi^{\circ}_1)$  im positiven Falle, sowie  
 zur Bestimmung, ob  $(\xi^{\circ}_1)$  innerhalb des  
 20 Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel  
 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie zur  
 Wahl der  $(\xi^{\circ}_1)$  zugeordneten Signale  $(x(t_1)$  oder  
 25  $y(t_1))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_1)] =$   
 $[x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_1)] =$   
 $[y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 30 oder Transferfunktionen oder Summe und zum  
 Beenden des gesamten Prozesses im positiven  
 Falle, sowie

- zur Bestimmung der Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der  
 Summe der komplexen Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_q)] = [x(t_q)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_q)] = [y(t_q)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  des  
 5 paarweisen Signals  $(x(t_q), y(t_q))$ , darstellbar  
 auf der komplexen oder reellen Zahlenebene,  
 gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 mit der im 1. Quadranten der komplexen oder  
 reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die  
 10 durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 aufgespannt wird, dies für einen q-ten  
 Schritt, und anschliessend von deren  
 Mittelwert (

$$15 \quad \xi_q^{\circ} := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie vom Mittelwert ( $\xi_q^*$ ) aller Schnittpunkte  
 $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq},$

$$20 \quad \xi_q^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q),$$

sowie zur Bestimmung, ob der ( $\xi_q^*$ )  
 nächstgelegene Mittelwert ( $\xi_{\varpi}^{\circ}$ ),  $\varpi$  gleich 1  
 25 oder 2 oder ... oder q, innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel  
 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie zur

Wahl der ( $\xi_{\text{m}}^{\circ}$ ) zugeordneten Signale ( $x(t_{\text{m}})$  oder  $y(t_{\text{m}})$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_{\text{m}})] = [x(t_{\text{m}})/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_{\text{m}})] = [y(t_{\text{m}})/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser

5 Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe und Beenden des gesamten Prozesses im positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob bei gleichem

10 Mittelwert verschiedene Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen oder spezifische

15 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summen,  $1 \leq s \leq q$ , vorliegen, sowie im positiven Falle zur Wahl jener Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder

20 spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe, welche bislang am häufigsten auftraten, sowie zur Bestimmung, ob mehrere

25 Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen

30 oder spezifische Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summen in gleicher Häufigkeit auftreten, und im positiven Falle zur Wahl jener Signale

$(x(t_s)$  oder  $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe  
 dieser Transferfunktionen oder spezifischen  
 5 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe, welche  
 die breiteste Streuung zeigen, d.h. für  
 welche die Differenz  $d - c$  maximal wird,  
 wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer  
 10 des jeweils durchlaufenen  
 Optimierungsschritts darstellt, sowie zur  
 Bestimmung, ob auch dies für mehrere Signale  
 $(x(t_s)$  oder  $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 15  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summen  
 dieser Transferfunktionen oder spezifische  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summen zutrifft,  
 sowie im positiven Falle zur Wahl des zuerst  
 20 aufgetretenen bzw. von dessen Signalen  $(x(t_s)$   
 oder  $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_s)]$   
 $= [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] =$   
 $[y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder der spezifischen  
 25 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe, sowie zur  
 Bestimmung, ob zwei Mittelwerte aus  $(\xi^o_1, \xi^o_2, \dots,$   
 $\xi^o_q)$  nächst  $(\xi^*_q)$  liegen, sowie im positiven  
 Falle zur Bestimmung, ob im  $q - 1$ -ten  
 30 Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw.  
 dessen zugehörige Signale  $(x(t)$  oder  $y(t))$   
 oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}]$   
 $* (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 +$

i)) oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifische Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summe ausgewählt wurden, und im positiven  
 5 Falle zur Beibehaltung jener Signale ( $x(t)$   
 oder  $y(t)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t)] =$   
 $[x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}]$   
 $* (1 + i)$ ) oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 10 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe, sowie zur  
 Bestimmung, ob so ausgewählter Mittelwert  
 sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*,$   
 $\xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
 15 ebenfalls durch ein Mittel beliebig  
 festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$   
 darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl  
 der diesem Mittelwert zugeordneten Signale  
 ( $x(t)$  oder  $y(t)$ ) oder Transferfunktionen  
 20 ( $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] =$   
 $[y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe und zum  
 25 Beenden des gesamten Prozesses, sowie  
  
 - zur Durchführung eines  $q + 1$ -ten Schritts  
 der gleicher Form, wie für den  $q$ -ten Schritt  
 dargestellt, und zur Fortsetzung des  
 Prozesses, sowie zur Bestimmung, ob ein  
 30 Mittelwert obige Anforderungen erfüllt oder  
 eine Höchstzahl zulässiger  
 Optimierungsschritte erreicht ist, und somit  
 der Prozess beendet werden soll, sowie im

positiven Falle zum Beenden des gesamten  
Prozesses;

oder auch Mittel

5 - zur Bestimmung der Schnittpunkte ( $\xi_{h1}$ ) der  
Summe der komplexen Transferfunktionen  
( $f^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ), des  
paarweisen Signals ( $x(t_1), y(t_1)$ ), darstellbar  
auf der komplexen oder reellen Zahlenebene,  
10 gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
mit der im 3. Quadranten der komplexen oder  
reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die  
durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$   
oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
15 aufgespannt wird, wobei im folgenden die  
Abszissenachse der reellen Zahlenebene mit  
der reellen Achse der komplexen Zahlenebene  
identisch ist, und die Ordinatenachse der  
reellen Zahlenebene mit der imaginären Achse  
20 der komplexen Zahlenebene, und anschliessend  
von deren Mittelwert(

$$\begin{aligned} & k_1 \\ \xi_1^o &:= (\sum \xi_{h1}) / k_1; \\ & h_1 = 1) \end{aligned}$$

25 - zur anschliessenden Bestimmung der  
Schnittpunkte ( $\xi_{h2}$ ) der Summe der komplexen  
Transferfunktionen ( $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ )  
des paarweisen Signals ( $x(t_2), y(t_2)$ ),  
30 darstellbar auf der komplexen oder reellen

Zahlenebene, gegebenenfalls nach  
entsprechender Umformung, mit der im 3.  
Quadranten der komplexen oder reellen  
Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch  
die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder  
auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt  
wird, und anschliessend von deren Mittelwert  
(

$$\xi^{\circ}_2 := \left( \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / k_2$$

sowie vom Mittelwert ( $\xi^*_2$ ) aller Schnittpunkte  
( $\xi_{h1}, \xi_{h2}$

$$\xi^*_2 := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2),$$

sowie zur Bestimmung, ob der ( $\xi^*_2$ )  
nächstgelegene Mittelwert ( $\xi^{\circ}_v$ ), v gleich 1  
oder 2, innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2$   
+  $\sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
ebenfalls durch ein Mittel beliebig  
festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$   
darstellt, sowie zur Wahl der ( $\xi^{\circ}_v$ )  
zugeordneten Signale ( $x(t_v)$  oder  $y(t_v)$ ) oder  
Transferfunktionen ( $f^*[x(t_v)] = [x(t_v)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_v)] = [y(t_v)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ )  
oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
Summe und Beenden des gesamten Prozesses im

positiven Falle, sowie zur Bestimmung, ob  
 gegebenenfalls zwei Mittelwerte ( $\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2$ )  
 gleiche Distanz zu ( $\xi^*_2$ ) aufweisen, sowie zur  
 Auswahl von ( $\xi^{\circ}_1$ ) im positiven Falle, sowie  
 5 zur Bestimmung, ob ( $\xi^{\circ}_1$ ) innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel  
 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie zur  
 10 Wahl der ( $\xi^{\circ}_1$ ) zugeordneten Signale ( $x(t_1)$  oder  
 $y(t_1)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_1)] =$   
 $[x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_1)] =$   
 $[y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 15 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe und zum  
 Beenden des gesamten Prozesses im positiven  
 Falle, sowie  
  
 - zur Bestimmung der Schnittpunkte ( $\xi_{hq}$ ) der  
 20 Summe der komplexen Transferfunktionen  
 $(f^*[x(t_q)] = [x(t_q)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  und  
 $g^*[y(t_q)] = [y(t_q)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  des  
 paarweisen Signals ( $x(t_q), y(t_q)$ ), darstellbar  
 auf der komplexen oder reellen Zahlenebene,  
 25 gegebenenfalls nach entsprechender Umformung,  
 mit der im 3. Quadranten der komplexen oder  
 reellen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die  
 durch die Vektoren  $(1, 1, -2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 oder auch  $(-1, -1, 2)$  und  $(1, 1, 1)$   
 30 aufgespannt wird, dies für einen q-ten  
 Schritt, und anschliessend von deren  
 Mittelwert (

$$\xi_q^{\circ} := \left( \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / k_q$$

sowie vom Mittelwert  $(\xi_q^*)$  aller Schnittpunkte  
 $(\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hq},$

$$\xi_q^* := \left( \sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_q=1}^{k_q} \xi_{hq} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_q),$$

$$h_1=1 \quad h_2=1 \quad h_q=1)$$

sowie zur Bestimmung, ob der  $(\xi_q^*)$   
 nächstgelegene Mittelwert  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$ ,  $\varpi$  gleich 1  
 oder 2 oder ... oder  $q$ , innerhalb des  
 Intervalls  $[-\sigma + \xi_q^*, \xi_q^* + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$   
 die vom Benutzer ebenfalls durch ein Mittel  
 beliebig festlegbare fiktive  
 Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie zur  
 Wahl der  $(\xi_{\varpi}^{\circ})$  zugeordneten Signale  $(x(t_{\varpi})$  oder  
 $y(t_{\varpi}))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_{\varpi})] =$   
 $[x(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_{\varpi})] =$   
 $[y(t_{\varpi})/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe und  
 Beenden des gesamten Prozesses im positiven  
 Falle, sowie zur Bestimmung, ob bei gleichem  
 Mittelwert verschiedene Signale  $(x(t_s)$  oder  
 $y(t_s))$  oder Transferfunktionen  $(f^*[x(t_s)] =$   
 $[x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] =$   
 $[y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i))$  oder Summen dieser  
 Transferfunktionen oder spezifische

Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summen,  $1 \leq s \leq$   
 $q$ , vorliegen, sowie im positiven Falle zur  
 Wahl jener Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder  
 5 Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifischen Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 10 Summe, welche bislang am häufigsten  
 auftraten, sowie zur Bestimmung, ob mehrere  
 Signale ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder  
 Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summen dieser Transferfunktionen  
 15 oder spezifische Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summen in gleicher Häufigkeit auftreten, und  
 im positiven Falle zur Wahl jener Signale  
 20 ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen  
 ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  
 $g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe  
 dieser Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 25 oder Transferfunktionen oder Summe, welche  
 die breiteste Streuung zeigen, d.h. für  
 welche die Differenz  $d - c$  maximal wird,  
 wobei  $d$  die letzte,  $c$  die erste Indexnummer  
 des jeweils durchlaufenen  
 30 Optimierungsschritts darstellt, sowie zur  
 Bestimmung, ob auch dies für mehrere Signale  
 ( $x(t_s)$  oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen  
 ( $f^*[x(t_s)] = [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder

$g^*[y(t_s)] = [y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$  oder Summen  
 dieser Transferfunktionen oder spezifische  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summen zutrifft,  
 5 sowie im positiven Falle zur Wahl des zuerst  
 aufgetretenen bzw. von dessen Signalen ( $x(t_s)$   
 oder  $y(t_s)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t_s)]$   
 $= [x(t_s)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t_s)] =$   
 $[y(t_s)/\sqrt{2}] * (1 + i)$  oder Summe dieser  
 10 Transferfunktionen oder der spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 oder Transferfunktionen oder Summe, sowie zur  
 Bestimmung, ob zwei Mittelwerte aus ( $\xi^o_1, \xi^o_2, \dots,$   
 $\xi^o_q$ ) nächst ( $\xi^*_q$ ) liegen, sowie im positiven  
 15 Falle zur Bestimmung, ob im  $q - 1$ -ten  
 Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw.  
 dessen zugehörige Signale ( $x(t)$  oder  $y(t)$ )  
 oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}]$   
 $* (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 +$   
 20  $i)$  oder Summe dieser Transferfunktionen oder  
 spezifische Eigenschaften oder Parameter  
 dieser Signale oder Transferfunktionen oder  
 Summe ausgewählt wurden, und im positiven  
 Falle zur Beibehaltung jener Signale ( $x(t)$   
 25 oder  $y(t)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t)] =$   
 $[x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}]$   
 $* (1 + i)$  oder Summe dieser  
 Transferfunktionen oder spezifischen  
 Eigenschaften oder Parameter dieser Signale  
 30 oder Transferfunktionen oder Summe, sowie zur  
 Bestimmung, ob so ausgewählter Mittelwert  
 sodann innerhalb des Intervalls  $[-\sigma + \xi^*_q,$   
 $\xi^*_q + \sigma]$  liegt, wobei  $\sigma$  die vom Benutzer  
 ebenfalls durch ein Mittel beliebig

festlegbare fiktive Standardabweichung  $\sigma > 0$  darstellt, sowie im positiven Falle zur Wahl der diesem Mittelwert zugeordneten Signale ( $x(t)$  oder  $y(t)$ ) oder Transferfunktionen ( $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$  oder  $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ ) oder Summe dieser Transferfunktionen oder spezifischen Eigenschaften oder Parameter dieser Signale oder Transferfunktionen oder Summe und zum Beenden des gesamten Prozesses, sowie

- zur Durchführung eines  $q + 1$ -ten Schritts der gleicher Form, wie für den  $q$ -ten Schritt dargestellt, und zur Fortsetzung des Prozesses, sowie zur Bestimmung, ob ein Mittelwert obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist, und somit der Prozess beendet werden soll, sowie im positiven Falle zum Beenden des gesamten Prozesses.

24. Vorrichtung gemäß einer der Ansprüche 13 bis 23, mit Mitteln zur Komprimierung oder Datenreduzierung oder sonstigen selektiven Auswertung.

25