(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 033 829 A1** 2006.02.16

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 033 829.9**
(22) Anmeldetag: **13.07.2004**
(43) Offenlegungstag: **16.02.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G10H 1/00*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Derboven, Claas, 98693 Ilmenau, DE; Cremer, Markus, 98693 Ilmenau, DE; Sailer, Christian, 99086 Erfurt, FR; Katai, Andras, 98693 Ilmenau, DE; Saupe, Michael, 98693 Ilmenau, DE; Großmann, Holger, 98693 Ilmenau, DE

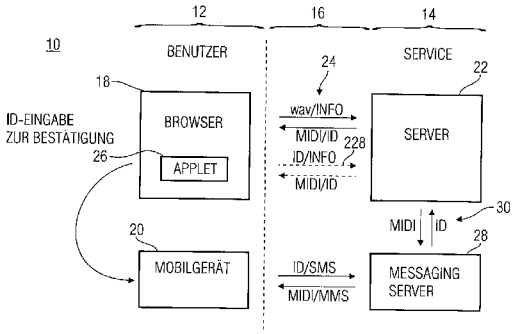
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE20 2004 003465 U1
US 64 72 591 B2
US 63 95 970 B2
US2003/00 13 497 A1
US 63 16 712 B1
US 62 94 720 B1
US 49 82 643
EP 11 72 797 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Polyphonen Melodie**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Erzeugung einer polyphonen Melodie, die es ermöglicht, unabhängig von der musikalischen Vorbildung des jeweiligen Benutzers und damit von einer möglichst großen Anzahl von Benutzern bedienbar zu sein und dabei für den Benutzer ansprechende Ergebnisse in Form polyphoner Melodien zu liefern, umfasst eine Empfangseinrichtung zum Empfangen einer Anforderung zur Erzeugung der polyphonen Melodie, die ein Audiosignal, das eine gewünschte Melodie beinhaltet, und eine Stilinformation, die einen gewünschten Musikstil für die polyphone Melodie angibt, umfasst, eine Verarbeitungseinrichtung zum Verarbeiten des Audiosignals, um eine Notenfolge zu erhalten, die die gewünschte Melodie darstellt, eine Begleitungsermittlungseinrichtung zum Ermitteln einer Begleitung zu der Melodie, basierend auf der Notenfolge und der Stilinformation, und eine Vereinigungseinrichtung zum Bilden der polyphonen Melodie auf der Basis der Begleitung und der Notenfolge.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Erzeugung einer polyphonen Melodie, und insbesondere die Erzeugung einer polyphonen Melodie basierend auf einem Audiosignal, wie es beispielsweise durch den Gesang, das Vorsummen oder das Vorspielen durch einen Benutzer mittels eines Musikinstrumentes erhalten wird. In besonderen Ausführungsbeispielen bezieht sich die vorliegende Erfindung auf die Generierung polyphoner Signalisierungsmelodien, wie z.B. als Klingeltöne für Mobiltelefone.

Stand der Technik

[0002] Schon seit einigen Jahren dienen Signaltöne von Mobiltelefonen nicht mehr nur alleine der Signalisierung eines Anrufes. Vielmehr wurden dieselben mit wachsenden melodischen Fähigkeiten der mobilen Geräte zu einem Unterhaltungsfaktor und unter Jugendlichen zu einem Statussymbol.

[0003] Frühere Mobiltelefone boten zum Teil die Möglichkeit, monophone Klingeltöne am Gerät selber zu komponieren. Dies war jedoch kompliziert und für musikalisch wenig vorgebildete Benutzer oft frustrierend und vom Ergebnis her betrachtet unbefriedigend. Daher ist diese Möglichkeit bzw. Funktionalität aus neueren Telefonen weitgehend verschwunden.

[0004] Insbesondere moderne Telefone, die mehrstimmige Signalisierungsmelodien bzw. Klingeltöne zulassen, bieten eine solche Fülle an Kombinationen, dass eine eigenständige Komposition einer Melodie auf einem solchen Mobilgerät kaum noch möglich ist. Allenfalls lassen sich vorgefertigte Melodie- und Begleitmuster neu kombinieren, um so in einem beschränkten Maße eigenständige Klingeltöne zu ermöglichen. Eine solche Kombinierbarkeit vorgefertigter Melodie- und Begleitmuster ist beispielsweise in dem Telefon Sony-Ericsson T610 implementiert. Darüber hinaus ist der Benutzer jedoch auf das Zukaufen kommerziell erhältlicher, vorgefertigter Klingeltöne angewiesen.

[0005] Wünschenswert wäre es, dem Benutzer eine intuitiv bedienbare Schnittstelle zur Erstellung einer eigenen Signalisierungsmelodie zur Verfügung stellen zu können, die keine große musikalische Bildung voraussetzt, aber trotzdem zur Umsetzung eigener polyphoner Melodien geeignet ist.

[0006] In den meisten Keyboards besteht heutzutage eine als sogenannte Begleitautomatik bezeichnete Funktionalität, eine Melodie bei Vorgabe der zu verwendenden Akkorde automatisch zu begleiten. Ganz abgesehen davon, dass solche Keyboards keine Möglichkeit liefern, über eine Schnittstelle zu einem Computer die mit einer Begleitung versehene Melodie an einen Computer zu übertragen und dort in ein geeignetes Handy-Format umzuwandeln zu lassen, um dieselben als Klingeltöne in ein Mobiltelefon verwenden zu können, scheidet die Verwendung eines Keyboards zur Erzeugung eigener polyphoner Signalisierungsmelodien für Mobiltelefone für die meisten Benutze aus, da dieselben nicht in der Lage sind, dieses Musikinstrument zu bedienen.

[0007] In der deutschen Patentanmeldung mit dem Titel „Vorrichtung und Verfahren zum Liefern einer Signalisierungsmelodie", deren Anmelderin gleich der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung ist, und die am 5. März 2004 beim Deutschen Patent- und Markenamt hinterlegt worden ist, wird ein Verfahren beschrieben, mit dem sich mit Hilfe eines Java-Applets und einer Serversoftware monophone und polyphone Klingeltöne generieren und auf ein Mobilgerät versenden lassen. Die Vorgehensweise zur Erzeugung polyphoner Klingeltöne wird dort nicht weiter beschrieben.

Aufgabenstellung

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer polyphonen Melodie zu schaffen, das bzw. die ermöglicht, unabhängig von der musikalischen Vorbildung des jeweiligen Benutzers und damit von einer möglichst großen Anzahl von Benutzern bedienbar zu sein und dabei für den Benutzer ansprechende Ergebnisse in Form polyphoner Melodien zu liefern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 28 gelöst.

[0010] Die Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass eine komfortable, flexible und für einen Benutzer auch kommerziell in Betracht kommende polyphone Signalisierungsmelodielieferung dadurch erzielt werden kann, dass einer Verarbeitungseinrichtung ein von einem Benutzer stammendes Audiosignal, wie beispielsweise eine von dem Benutzer gesungene Melodie, bereitgestellt wird. Die Verarbeitungseinrichtung wird dann das Audiosignal einer Verarbeitung unterziehen, die eine Notenextraktion umfasst, um aus dem Audiosignal eine maschinell verarbeitbare Analysemelodie bzw. eine Notenfolge zu erzeugen, die zumindest eine Repräsentation der von dem Benutzer gesungenen Benutzermelodie ist.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Benutzer nicht nur das Audiosignal eingeben, sondern zusammen mit demselben im Rahmen einer Anforderung zur Erzeugung einer polyphonen Melodie auch eine Stilinformation, abhängig von welcher die Begleitung für die in dem Audiosignal enthaltene Me-

lodie des Benutzers ermittelt wird.

[0012] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine einfach bedienbare und für einen Benutzer auch kommerziell in Betracht kommende Erzeugung polyphoner Melodien dadurch erreicht, dass einerseits dem Benutzer ermöglicht wird, eine gewünschte Melodie einzusingen, vorzusummen bzw. vorzuspielen, indem das entstehende Audiosignal in eine Notenfolge umgewandelt wird, und andererseits die hierbei entstehenden und für die Erzeugung einer harmonischen Begleitmusik von hoher Bedeutung seienden musikalischen Unzulänglichkeiten dadurch korrigiert werden, dass die aus dem Audiosignal erhaltene Notenfolge analysiert wird, um eine Haupttonart zu erhalten, und diese Haupttonart dann verwendet wird, um eine Tonart-korrigierte Version der Notenfolge zu erhalten, die eine Tonart-korrigierte Melodie darstellt. Zu dieser Tonart-korrigierten Version der Notenfolge wird dann die Begleitung ermittelt, die dann mit der Tonart-korrigierten Melodie vereinigt wird, um die polyphone Melodie zu erhalten. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfindung darin, dass es auch musikalisch nicht vorgebildeten Benutzern möglich ist, die erfindungsgemäße Erzeugung polyphoner Melodien einzusetzen. Die hierbei durch musikalisch weniger vorgebildete Benutzer entstehenden Abweichungen zwischen dem tatsächlichen Audiosignal, das der polyphonen Melodieerzeugung zugeführt wird, und der von dem Benutzer gewünschten Melodie wird durch die Bestimmung der Haupttonart und die Tonart-Korrektur noch vor der Ermittlung der Begleitung „herausgefiltert". Hierdurch werden Missklänge in der Begleitung bei diesen Benutzern vermieden. Insbesondere ermöglicht es dieses Ausführungsbeispiel, die eigene Gestaltung polyphoner Melodien zur Verwendung als beispielsweise Signalisierungsmelodie zu vereinfachen. Ferner kann der Mensch einfach, ohne dass es einer Notenschrift etc. bedarf, das Audiosignal, das die von dem Benutzer gewünschte Benutzermelodie umfasst, erzeugen, beispielsweise durch ein einfaches, durch den Benutzer selbst gespieltes Instrument oder einfach durch Gesang oder Summen.

[0013] Gemäß verschiedener Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden während der Verarbeitung des Audiosignals durch die Verarbeitungseinrichtung verschiedene Versionen der Notenfolge erzeugt, von denen schließlich eine zur Ermittlung der Begleitung und zur Vereinigung zur polyphonen Melodie herangezogen wird. Eine Zwischen- oder Endversion dieser Versionen der Notenfolge wird gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zwischengespeichert. Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer nach einer Anforderung mittels Audiosignals und Stilinformation die sich ergebende polyphone Signalisierungsmelodie probehören kann, und gegebenenfalls die Stilinformationen nachträglich ändern kann, ohne dass er das Audiosignal erneut durch Singen, Summen oder dergleichen erzeugen muß, in welchem Fall auch fraglich wäre, ob er in der Lage wäre, das selbe Melodieergebnis zu erhalten. Vielmehr muss er lediglich die Stilinformationen ändern, und erneut eine Anfrage stellen, wobei zur Identifizierung der zwischengespeicherten Version gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine bei Zwischenspeicherung ergebende Bereitstellungs-ID verwendet wird. Der Benutzer kann somit ohne weiteres und mühelos mehrmals an der polyphonen Signalisierungsmelodie feilen, ohne das Audiosignal mühevoll immer wieder zu wiederholen.

[0014] Insbesondere ist die vorliegende Erfindung folglich dahingehend vorteilhaft, dass sie die eigene Gestaltung polyphoner Melodien zur Verwendung als beispielsweise Signalisierungsmelodien vereinfacht.

[0015] Ferner kann ein Mensch einfach, ohne dass es einer Notenschrift etc. bedarf, das Audiosignal, dass die von dem Benutzer gewünschte Benutzermelodie umfasst, erzeugen, beispielsweise durch ein einfaches, durch den Benutzer selbst gespieltes Instrument oder einfach durch Gesang oder Summen.

[0016] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Bezeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0017] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Systems zur Erzeugung polyphoner Melodien gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise des Systems nach Fig. 1;

[0019] Fig. 3 ein Blockschaltbild des internen Aufbaus des Servers nach Fig. 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0020] Fig. 4 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Tonartbestimmungs/Tonartkorrektur-Einrichtung von Fig. 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0021] Fig. 5 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung von Fig. 3;

[0022] Fig. 6 eine schematische Skizze eines Ausschnitts aus einer Tonart-korrigierten Notenfolge zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung von Fig. 3;

[0023] Fig. 7 ein Blockschaltbild des internen Aufbaus des Servers nach Fig. 1 gemäß einem weiteren

Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0024] Fig. 8 eine schematische Skizze zur Veranschaulichung der Notendarstellung, wie sie von der Extraktionseinrichtung der Vorrichtung von Fig. 7 ausgegeben wird;

[0025] Fig. 9 ein Blockschaltbild des internen Aufbaus der Rhythmuseinrichtung aus der Vorrichtung von Fig. 1, die zusammen mit der Notenextraktionseinrichtung der Vorrichtung von Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel für eine Rhythmus-Aufbereitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung liefert;

[0026] Fig. 10 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Einrichtung zur Bestimmung der Grundnotenlänge und zur Einteilung der Noten der Notenfolge in Notenlängen-Klassen bzw. -Quantisierungsstufen aus Fig. 9;

[0027] Fig. 11 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung einer möglichen Vorgehensweise zur Zuordnung der Notenlängen-Quantisierungsstufen zu den Noten in dem Ablauf nach Fig. 10;

[0028] Fig. 12 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Auftaktbestimmungseinrichtung von Fig. 9; und

[0029] Fig. 13 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Anpassungseinrichtung von Fig. 9.

Ausführungsbeispiel

[0030] Bevor im Folgenden anhand der Figuren Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher veranschaulicht werden, wird darauf hingewiesen, dass sich dieselben zwar lediglich auf die Generierung polyphoner Signalisierungsmelodien für Mobiltelefone beziehen, dass die vorliegende Erfindung aber auch auf anderen Anwendungsgebieten geeignet ist.

[0031] Fig. 1 zeigt ein System bzw. eine Anordnung zur Erzeugung einer polyphonen Signalisierungsmelodie für das Mobilgerät eines Benutzers. Das System, das in Fig. 1 allgemein mit **10** angezeigt ist, verteilt sich auf eine private Benutzer-Sphäre **12** und einen zentralen Server- bzw. Dienst-Bereich **14**, die über Übertragungsmedien **16** miteinander kommunikativ verbunden sind. In seiner privaten Sphäre **12** umfasst der Benutzer einen Browser **18**, der auf einem Computer des Benutzers (nicht gezeigt) läuft, wobei unter Browser ein Internetprogramm verstanden wird, das in der Lage ist, eine kommunikative Verbindung mit dem Internet herzustellen. In der privaten Sphäre **12** des Benutzers befindet sich ferner ein Mobilgerät **20** des Benutzers, nämlich dasjenige, für das die polyphone Signalisierungsmelodie bestimmt ist, die der Benutzer zu generieren wünscht.

[0032] Auf der anderen Seite, nämlich in dem Service-Bereich **14** befindet sich ein Server **22**, der ebenfalls wie der Computer des Benutzers an das Internet angeschlossen ist. Über das Internet, das in Fig. 1 mit **24** angedeutet ist, können der Browser **18** und der Server **22** folglich miteinander kommunizieren. Insbesondere befindet sich auf dem Server **22** eine auf dem Computer des Benutzer herunter ladbare Version eines auf dem Browser **18** lauffähigen Applets **26**, das, wie es im Folgenden noch näher erörtert werden wird, in der Lage ist, aus einem Gesang, einem Vorsummen oder einem Vorspielen mittels eines Instrumentes durch den Benutzer ein Audiosignal zu erzeugen und dies mit Zusatzinformationen, wie sie ebenfalls im Folgenden noch näher beschrieben werden, an den Server **22** zu senden, daraufhin eine Probe- bzw. vorläufige Fassung einer hieraus generierten polyphonen Signalisierungsmelodie mit einer Bereitstellungs-ID bzw. – Identifikationsnummer zu erhalten und dem Benutzer vorzuspielen, sowie gegebenenfalls die Bereitstellungs-ID zusammen mit veränderten Zusatzinformationen erneut an den Server **22** zu senden und daraufhin eine entsprechend angepasste bzw. modifizierte Fassung der polyphonen Melodie zusammen mit einer Bereitstellungs-ID zu erhalten.

[0033] In Fig. 1 ist exemplarisch davon ausgegangen worden, dass das Audiosignal beispielsweise in Form einer wav-Datei an den Server **22** weitergeleitet wird, während die vorläufigen bzw. überarbeiteten Versionen der polyphonen Signalisierungsmelodien als MIDI-Dateien (MIDI = musical instrument digital interface) an das Applet **26** über das Internet **24** weitergeleitet werden. Andere Formate sind jedoch ebenfalls möglich.

[0034] Der Server **22** ist mit einem Messaging- bzw. Nachrichten-Server **28** verbunden, der ebenfalls Teil des Service- bzw. Dienst-Bereiches **14** ist. Die Kommunikationsverbindung zwischen Server **22** und Nachrichten-Server **28** ist in Fig. 1 mit **30** angezeigt und kann jegliche Art einer Verbindung sein, wie z.B. eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung.

[0035] Insbesondere müssen Server **22** und Nachrichten-Server **28** nicht unbedingt örtlich getrennt sein, sondern können in ein und demselben Computer vorgesehen sein. Über die Verbindung **30** übermittelt der Server **22** dem Nachrichten-Server **28** die erzeugten vorläufigen und überarbeiteten Fassungen der polyphonen Melodien zusammen mit einer von ihm vergebenen Bereitstellungs-ID, die der Server **22** wie im Vorhergehenden erwähnt gegenüber dem Applet **26** als Identifizierungsmittel zur Identifikation der vorläufigen und überarbeiteten Versionen der polyphonen Signalisierungsmelodien verwendet. Der Nachrichten-Server **28** speichert die erhaltenen poly-

phonen Melodiedateien unter der Bereitstellungs-ID (ID) ab.

[0036] Gefällt dem Benutzer eine der probeweise vorgespielten Fassungen einer polyphonen Melodie, so kann er die dieser Version entsprechende Bereitstellungs-ID in Fig. 1 exemplarisch im Rahmen einer SMS von seinem Mobilgerät **20** aus an den Nachrichten-Server **28** übermitteln, der daraufhin unter Verwendung der in der SMS enthaltenen Bereitstellungs-ID die bereitgestellte polyphone Signalisierungsmelodiedatei abruft und per MMS (MMS = multi-media messaging services) kostenpflichtig an das Mobilgerät **20** des Benutzers zurücksendet.

[0037] Nachdem im Vorhergehenden der Aufbau des Systems **10** von Fig. 1 beschrieben worden ist, sowie die Funktionsweisen der einzelnen Komponenten des Systems **10**, wird Bezug nehmend auf Fig. 2 die Funktionsweise des gesamten Systems **10** bzw. das Zusammenspiel aller Komponenten beschrieben. Wie im Vorhergehenden beschrieben, funktioniert das System **10** als ein Internet-Angebot auf Browser-basierte Weise. Der Benutzer bzw. potentielle Kunde verfügt folglich über einen PC bzw. Computer mit Internetanbindung als auch ein entsprechendes mehrstimmfähiges Mobiltelefon bzw. Mobilgerät **20**.

[0038] Um nun die Erzeugung einer polyphonen individuellen Signalisierungsmelodie zu starten, führt der Benutzer zunächst eine Gesangsaufnahme **50** durch. Hierzu öffnet der Benutzer mit seinem Browser **18** die Internet-Seite des auf dem Server **22** laufenden Dienstes. Hierbei wird das Applet **26** von dem Server **22** über das Internet **24** auf den Computer des Benutzers geladen, welches von da an der Steuerung der Klingeltongenerierung auf Seiten des Benutzers bzw. der Benutzer-Sphäre **12** dient. Nachdem das Applet **26** auf den Computer des Benutzers geladen ist, greift der Benutzer in dem Schritt **50** auf eine Audioaufnahme-Funktion des Applets **26** zu, mit Hilfe derer der Benutzer die gewünschte Melodie aufnehmen kann. Die Aufnahme findet beispielsweise mittels eines an dem PC des Benutzers angeschlossenen Mikrofons und sich eines daran anschließenden A/D-Wandlers statt. Das Audiosignal, dass das Applet **26** in dem Schritt **50** aus der erhaltenen Aufnahme erzeugt, stellt beispielsweise eine komprimierte oder unkomprimierte Audiodatei dar, die eine Folge von zeitlichen Abtastwerten, wie sie beispielsweise durch das Mikrofon nach Analog-Digital-Wandlung erhalten werden, repräsentiert. Das von dem Applet **26** erzeugte Audiosignal repräsentiert somit die von dem Benutzer gewünschte Melodie in Form von beispielsweise einer Folge von Audiowerten oder einer Zeit/Frequenz-Darstellung der gewünschten Melodie.

[0039] Danach wählt der Benutzer in einem Schritt **52** unter einer vorbestimmten Auswahl von unterschiedlichen möglichen Musikstilen einen gewünschten Musikstil aus, dem anschließend die synthetisch generierte polyphone Melodie entsprechen soll. Die aufgenommene Melodie bzw. das von dem Applet **26** erzeugte Audiosignal, das in Fig. 1 mit „wav" repräsentiert ist, und die von dem Benutzer ausgewählte, einen Musikstil angegebene Stilinformation, die in Fig. 1 mit „Info" repräsentiert ist, werden dann als Erstgenerierungsanforderung „wav/Info" über das Internet an den Server **22** geschickt. Dieser führt daraufhin in einem Schritt **54** eine Melodieanalyse an dem empfangenen Audiosignal durch und erzeugt eine polyphone Notenfolge, die die angeforderte polyphone Melodie darstellt. Die Art und Weise, auf welche der Server **22** den Schritt **54** durchführt, wird nachfolgend Bezug nehmend auf die Fig. 3–Fig. 6 näher erörtert.

[0040] Innerhalb des Server-Bereiches **14** wird die vorläufige Version der polyphonen Klingelmelodie in dem Nachrichten-Server **28** abgespeichert – in Fig. 1 mit dem mit „MIDI" beschrifteten Pfeil angedeutet, wobei der Server hierzu eine von dem Server vergebene Bereitstellungs-ID verwendet. Alternativ könnte es sein, dass der Nachrichtenserver die Bereitstellungs-ID vergibt, unter welcher der Nachrichten-Server **28** diese vorläufige Version der polyphonen Klingelmelodie abspeichert, und diese dann an den Server **22** zurückschickt, wie es durch einen mit „ID" beschrifteten Pfeil angedeutet ist. Als Reaktion auf die Anfrage wav/Info von dem Benutzer hin sendet der Server eine die vorläufige Version der polyphonen Klingelmelodie enthaltenden Datei zusammen mit der Bereitstellungs-ID an das Applet **26**, wie es durch einen mit „MIDI/ID" beschrifteten Pfeil angedeutet ist. Das Applet **26** gibt die polyphone Melodie zum Probehören durch den Benutzer in einem Schritt **56** wieder, wie z.B. über in einem Monitor des Computers integrierte Lautsprechboxen.

[0041] Das Applet **26** gibt dann dem Benutzer **10** in einer Abfrage **58** die Möglichkeit, seine Zufriedenheit oder Unzufriedenheit über die vorgespielte vorläufige Version der polyphonen Klingelmelodie zum Ausdruck zu bringen. In dem Fall, dass er mit der vorgespielten Version noch nicht zufrieden ist, kann der Benutzer in einem Schritt **60** Korrekturen bzw. Veränderungen von Parametern vornehmen, die zur Generierung der polyphonen Melodie in Schritt **54** verwendet worden sind, nämlich insbesondere des von dem Benutzer in Schritt **52** eingegebenen Stils, aber auch von anderen Parametern, wie z.B. Taktinformationen, wie es im Folgenden noch näher beschrieben wird, wobei die Änderung dieser Parameter in Schritt **60** erfolgt. Nach Eingabe der veränderten Parameter in Schritt **60** werden dieselben zusammen mit der Bereitstellungs-ID als Nachbesserungsanfrage zur Neuberechnung bzw. Neugenerierung an den Server **22** geschickt, wie es durch einen gestrichelten und mit

„ID/Info" überschriebenen Pfeil angedeutet ist. Der Server **22** durchläuft daraufhin zumindest zum Teil die Melodieanalyse und die Erzeugung der polyphonen Melodie aus Schritt **54** erneut, wie es Bezug nehmend auf Fig. 3–Fig. 6 noch näher erörtert werden wird, um eine überarbeitete Version der polyphonen Melodie zu erzeugen, die daraufhin wieder im Schritt **56** wiedergegeben wird. Anders ausgedrückt, berechnet der Server **22** aus der bekannten Melodie mit Hilfe der neuen Parameterinformationen aus Schritt **60** einen neuen Klingelton und sendet denselben wieder zurück, wobei der Rücksendevorgang einer überarbeiteten Version in Fig. 1 mit einem mit „MIDI/ID" unterschriebenen gestrichelten Pfeil angedeutet ist.

[0042] Die Schritte **54**, **56**, **58** und **60** werden so lange wiederholt, bis der entstandene Klingelton bzw. die entstandene polyphone Signalisierungsmelodie dem Benutzer zusagt bzw. er mit derselben zufrieden ist, wobei jedes Mal, da eine neue Version der polyphonen Melodie von dem Server **22** generiert worden ist, diese als aktuelle Version in dem Nachrichten-Server **28** entweder wieder unter der gleichen Bereitstellungs-ID oder unter Vergabe einer neuen Bereitstellungs-ID in dem Nachrichten-Server **28** zur Abrufung durch den Benutzer gespeichert wird.

[0043] In dem Fall, dass der Benutzer zufrieden ist, kann der Benutzer in einem Schritt **62** die in dem Nachrichten-Server **28** bereitgestellte Datei mit der aktuellen Version der polyphonen Melodie unter Verwendung der zuletzt von dem Server **22** erhaltenen Bereitstellungs-ID anfordern, indem er in dem exemplarischen Beispiel von Fig. 1 im Rahmen einer SMS die Bereitstellungs-ID in das Mobilgerät **20** eingibt und die SMS inklusive der Bereitstellungs-ID als Kaufangebot an den Server **28** sendet, wie es durch einen mit „ID/SMS" überschriebenen Pfeil in Fig. 1 angedeutet ist. Nachdem der Benutzer die ID-Nummer von seinem Mobilgerät **20** aus als Kurznachricht (SMS) an den Nachrichtenserver **28** des Systems **10** geschrieben hat, erhält derselbe in einem Schritt **64**, vorzugsweise kostenpflichtig, wie z.B. unter Abrechnung in seiner Telefonrechnung, die unter dieser ID bereitgestellte polyphone Signalisierungsmelodie auf sein Endgerät bzw. Mobilgerät **20** geschickt, wobei dieser Vorgang in Fig. 1 mit dem mit „MIDI/MMS" unterschriebenen Pfeil angedeutet ist.

[0044] Nachdem im Vorhergehenden Bezug nehmend auf Fig. 1 und Fig. 2 eher im Groben ein Überblick über die Generierung einer polyphonen Signalisierungsmelodie gegeben wurde, soll im Folgenden Bezug nehmend auf die Fig. 3–Fig. 6 der Aufbau und die Funktionsweise des Servers **22** beschrieben werden, oder anders ausgedrückt, die exakte Vorgehensweise bei der Durchführung bzw. die genauen Teilschritte des Schrittes **54**.

[0045] Fig. 3 zeigt den internen Aufbau des Servers **22**. Wie es Fig. 3 zu entnehmen ist, besteht der Server **22** intern aus mehreren Komponenten, die in Fig. 3 mit Rechtecken angedeutet sind. Die einzelnen Komponenten bzw. Einrichtungen übernehmen dabei verschiedene Funktionen des Servers **22** und könnten beispielsweise in Software implementiert sein, wie z.B. als einzelne Unterprogrammroutinen eines auf dem Server laufenden Programms. Im Besonderen umfasst der Server **22** eine Melodieextraktionseinrichtung **102**, eine Tonartbestimmungs/Tonartkorrektur-Einrichtung **104**, eine Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106**, eine Progression/Harmoniebestimmungseinrichtung **108**, eine MIDI-Syntheseeinrichtung **110** und einen Melodiespeicher **112**. Ein Eingang der Melodieextraktionseinrichtung **102** ist vorgesehen, um das Audiosignal **114**, angedeutet mit wav, von dem Applet **26** zu erhalten, wenn, wie im Vorhergehenden beschrieben, der Benutzer seine erstmalige Anforderung bezüglich der Generierung einer polyphonen Signalisierungsmelodie an den Server **22** sendet. An die Melodieextraktionseinrichtung **102** schließen sich die Tonartbestimmungs/Tonartkorrektur-Einrichtung **104**, die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106**, die Progressions/Harmoniebestimmungseinrichtung **108** und die MIDI-Syntheseeinrichtung **110** in Reihe geschaltet an, wobei sich am Ausgang der MIDI-Syntheseeinrichtung **110** die polyphone Signalisierungsmelodie in einem vorbestimmten Format, hier exemplarisch in Form einer MIDI-Datei, ergibt, die dann, wie es Bezug nehmend auf Fig. 1 bereits beschrieben worden ist, an den Nachrichten-Server **28** weitergeleitet wird. Die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** umfasst ferner einen weiteren Eingang, über welchen sie Stilinformationen empfangen kann, die beispielsweise bei der erstmaligen Anforderung einer polyphonen Signalisierungsmelodie von dem Benutzer eingegeben werden (durchgezogene Linie in Fig. 3 und in Fig. 1) oder von dem Benutzer in veränderter Form auf ein Probehören zusammen mit der Bereitstellungs-ID nach einem Probehören an den Server **22** gesendet werden (gestrichelte Linie in Fig. 1 und Fig. 3).

[0046] Wie es in Fig. 3 zu erkennen ist, gibt die Tonartbestimmung/Tonartkorrektoreinrichtung **104** die von ihr auf die später Bezug nehmend auf Fig. 4 noch näher erörterte Weise erzeugte Tonart-korrigierte Notenfolge nicht nur direkt an die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** weiter, sondern leitet dieselbe ferner an den Melodiespeicher **112** weiter, welche dieselbe dann gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel – aber nicht notwendiger Weise – unter der selben Bereitstellungs-ID, die sie für die bei diesem Durchgang erzeugte polyphone Signalisierungsmelodie am Ausgang der Midi-Syntheseeinrichtung **110** zur Speicherung im Nachrichten-Server **28** vergibt, zwischenspeichert. Die Zwischenspeicherung der Tonart-korrigierten Notenfolge dient dazu,

dass, wie es im Folgenden noch näher erörtert werden wird, der Benutzer bei Änderung der Stilinformationen oder anderer Parameter nach einem Probehören der vorläufigen Version der polyphonen Signalisierungsmelodie seine gewünschte Melodie am Applet **26** nicht erneut einsingen bzw. vorspielen muss, sondern dass er lediglich die von dem Applet **26** angeforderten Zusatzinformationen bzw. Parameter ändern muss. Aus diesem Grund ist ein Ausgang des Melodiespeichers **112** ebenfalls mit dem Eingang der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** verbunden, an welchem dieselbe die Tonart-korrigierte Notenfolge erwartet. Auf den Melodie-Speicher **112** kann über die Bereitstellungs-ID zugegriffen werden. Diese Funktionalität ist in Fig. 3 mit gestrichelten Linien angedeutet und wird später noch detailliert erörtert.

[0047] Nachdem im Folgenden der interne Aufbau des Servers **22** beschrieben wurde, wird im Folgenden die Funktionsweise desselben für den Fall der Erstanfrage „wav/Info" (siehe Fig. 1) beschrieben. Sobald nach den Schritten **50** und **52** von Fig. 2 die Anforderung von dem Benutzer beim Server **22** eingeht, die das Audiosignal mit der gewünschten und vom Benutzer eingesungenen oder vorgespielten Melodie sowie die vom Benutzer eingegebene Stilinformation enthält, erhält die Melodieextraktionseinrichtung **102** das Audiosignal **114** und extrahiert aus demselben eine Notendarstellung der von dem Benutzer gewünschten Melodie bzw. eine Notenfolge **116**. Genauer ausgedrückt liegt das Audiosignal am Eingang der Melodieextraktionseinrichtung **102** noch in einem Zustand vor, da dasselbe eine komprimierte oder unkomprimierte Fassung einer Folge von Audiowerten darstellt, wie sie bei einer Abtastung des Ausgangssignals durch eine Audioaufnahmeeinrichtung, wie z.B. ein Mikrofon, erhalten werden. Das Audiosignal ist in Fig. 3 mit dem Pfeil **114** angedeutet. In der Notendarstellung ist die vom Benutzer gewünschte Melodie in Form einer Folge von Noten dargestellt, wobei im folgenden exemplarisch davon ausgegangen wird, dass für jede Note n der Notenfolge an der Position n ein Notenanfangszeitpunkt t_n, eine unquantisierte Notenlänge τ_n, eine Tonhöhe T_n in quantisierter Form, wie z.B. im MIDI-Format, und in unquantisierter Form bzw. als exakte Frequenz f_n sowie ggf. noch weitere Informationen, wie z.B. eine Lautstärke L_n oder dergleichen, in der Notendarstellung enthalten sind. Andere Notendarstellungen sind allerdings ebenfalls möglich.

[0048] Die Melodieerkennung, die durch die Melodieextraktionseinrichtung **102** zur Generierung der Notenfolge **114** durchgeführt wird, kann beispielsweise mit Hilfe des Ohrmodells Modells von Torsten Heinz, unter Verwendung des Verfahrens nach der WO 2004/010327 A2 oder unter Verwendung des Konzepts nach der US 5,918,223 stattfinden. Die Inhaltsbasierte Analyse nach US 5,918,223 extrahiert mehrere akustische Merkmale aus einem Audiosignal. Gemessen werden dort beispielsweise Lautstärke, Bass, Tonhöhe, Brightness und Cepstral-Koeffizienten in einem Zeitfenster bestimmter Länge in periodischen Intervallabständen, woraus dann ein Vektor gebildet wird, mit dem in eine Datenbank zugegriffen werden kann, um aus der Datenbank beispielsweise eine Notenfolgedarstellung einer Melodie zu erhalten, also einer Analysemelodie, die wenigstens ähnlich ist zu der Benutzermelodie, also der Melodie, wie sie der Benutzer vorgesungen, vorgespielt bzw. vorgesummt hat.

[0049] Die Tonartbestimmungs/Tonartkorrektur-Einrichtung **104** erhält die Notenfolge **114** und bestimmt basierend auf derselben eine Haupttonart bzw. Tonart der durch die Notenfolge **104** repräsentierten Benutzermelodie inklusive des Tongeschlechtes, d.h. Dur oder Moll, des gesungenen Stückes. Nachdem aus der Melodie die Tonart sowie das Tongeschlecht des gesungenen Stückes erkannt worden sind, erkennt dieselbe an dieser Stelle ferner tonleiterfremde Töne in der Notenfolge **114** und korrigiert dieselben, um zu einem harmonisch klingenden Endergebnis zu kommen, nämlich einer Tonart-korrigierten Notenfolge **118**, die eine Tonartkorrigierte Form der von dem Benutzer gewünschten Melodie darstellt. Die Funktionsweise der Einrichtung **104** hinsichtlich der Tonartbestimmung kann auf verschiedene Weisen eingeführt sein. Die Tonartbestimmung kann beispielsweise auf die in dem Artikel Krumhansl, Carol L.: Cognitive Foundations of Musical Pitch, Oxford University Press, 1990, oder die in Temperley, David: The cognition of basical musical structures. The MIT Press, 2001, beschriebene Weise stattfinden. Eine exemplarische Vorgehensweise bzw. Funktionsweise der Einrichtung **104** wird im Folgenden explizit Bezug nehmend auf Fig. 4 beschrieben.

[0050] Die Einrichtung **104** unterzieht die erhaltene Notenfolge **116** zunächst einer Analyse **150**, um für jede mögliche Note bzw. Tonhöhe die Häufigkeit ihres Auftretens über einen geeigneten Ausschnitt oder über die gesamte Notenfolge **116** hinweg zu bestimmen, wobei hierzu die quantisierte Notenhöhe T_n jeder Note herangezogen wird. Gegebenenfalls wird diese aus der exakten Frequenz f_n zu jeder Note n erst ermittelt, falls in der Notenfolge **116** diese Information noch nicht für die Noten enthalten sein sollte. Das Ergebnis des Schrittes **150** ist eine Notenhäufigkeitsverteilung, die die Häufigkeit einzelner Noten bzw. Tonhöhen in der Notenfolge **116** darstellt. In einem Schritt **152** vergleicht daraufhin die Einrichtung **104** die ermittelte Notenhäufigkeitsverteilung mit Referenzverteilungen, die einzelnen möglichen Tonarten zugeordnet sind. Die Referenzverteilungen sind beispielsweise über Statistiken über die Notenhäufigkeit bei verschiedenen Tonarten ermittelt und in Form einer Nachschlagtabelle in der Einrichtung **104** bereitgestellt worden. In einem Schritt **154** ermittelt

dann die Einrichtung **104** die Haupttonart zu der Notenfolge **116** bzw. zu der von dieser Notenfolge **116** repräsentierten Benutzermelodie. Insbesondere bestimmt sie diejenige Tonart unter den möglichen Tonarten als die Haupttonart, deren zugeordnete Referenzverteilung der ermittelten Notenhäufigkeitsverteilung laut dem Vergleich aus Schritt **152** am ähnlichsten ist.

[0051] Jeder möglichen Tonart ist eine Tonleiter zugeordnet, d.h. ein Satz zugelassener Töne bzw. Halbtöne, im folgenden auch als Noten bezeichnet. Ein Schritt **156** ermittelt nun die Einrichtung **104** unter den Tönen bzw. Noten der Notenfolge **116** diejenigen, die nicht zur Tonleiter der ermittelten Haupttonart passen, wobei jedoch vorzugsweise als zur Tonleiter einer Tonart passend auch solche Noten angesehen werden, die zwar nicht zur reinen Tonleiter der Tonart gehören, aber bei denen es sich um Noten handelt, zur dritten oder siebten Stufe um einen Halbton erniedrigt sind.

[0052] Es wird angenommen, dass diese nicht passenden Töne bzw. Noten von dem Benutzer falsch eingesungen bzw. vorgespielt worden sind. Da die Noten der Melodie nicht immer korrekt eingesungen werden, sondern eben auch „danebenliegen" können, führt die Einrichtung **104** in einem nachfolgenden Schritt **158** eine Korrektur dieser erkannten Noten bzw. Töne durch. Dabei verändert sie die in der Melodieextraktion ermittelten quantisierte Tonhöhe T_n dieser Noten zu Tönen der Tonleiter der ermittelten Haupttonart. Anders ausgedrückt, wird die im Schritt **150** erhaltene Tonartinformation dazu verwendet, die quantisierten Tonhöhen T_n aller Noten der Notenfolge **116**, deren quantisierte Tonhöhe T_n nicht in die erkannte Tonart passt, und die im Schritt **156** ermittelt worden sind, nach oben oder unten zu korrigieren bzw. ihre Tonhöhe zu ändern. Die Entscheidung, ob eine Note nach oben oder unten korrigiert wird, d.h. ob ihre quantisierte Tonhöhe erhöht oder verringert wird, hängt von der in der Melodieextraktion erkannten exakten Frequenz f_n dieser Note ab. Liegt diese Frequenz näher am nächsthöheren Ton der Tonleiter der erkannten Haupttonart, wird der betrachtete Ton bzw. die betrachtete Note nach oben verschoben, ansonsten nach unten. Es werde beispielsweise angenommen, dass im Schritt **154** als Haupttonart C-Dur erkannt worden sei. Ferner sei angenommen, dass einer Note n mit einer Frequenz f_n der Benutzermelodie bei der Melodieextraktion **102** in der Notenfolge **116** als quantisierter Ton T_n ein C# zugewiesen worden sei, und ferner dass der Wert f_n exemplarisch exakt dem T_n, d.h. dem C#, entspreche, was natürlich in Wirklichkeit nur selten vorkommen wird. Die quantisierte Tonhöhe T_n = C# gehört nicht zur C-Dur-Tonleiter, weshalb im Schritt **156** die betreffende Note n als Note ermittelt wird, die nicht zur Tonleiter der ermittelten Tonart passt. Da die Frequenz f_n der eingesungenen Note, hier exemplarisch genau C#, näher an dem nächsthöheren Ton der C-Dur-Tonleiter liegt, nämlich dem D, als an dem nächstniedrigeren Ton der C-Dur-Tonleiter, wird in dem Schritt **158** in diesem exemplarischen Fall aus dem C# ein D.

[0053] Das Ergebnis des Schrittes **158** ist die Tonart-korrigierte Notenfolge **118**, die der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** zugeht. Die Einrichtung **106** legt dann aufgrund der rhythmischen Eigenschaften der Notenfolge **118** ein Taktraster über die Tonart-korrigierte Melodie, wobei leichte Rhythmusabweichungen von ihr korrigiert werden. Über das Taktraster ermittelt die Einrichtung **106** auch, ob die Melodie auftaktig oder volltaktig beginnt. Zur Festlegung der Geschwindigkeit der Melodie bzw. des Stückes wertet die Einrichtung **106** die Stilinformation von dem Benutzer aus. Die genaue Funktionsweise der Einrichtung **106** wird im Folgenden Bezug nehmend auf die Fig. 5 und Fig. 6 beschrieben.

[0054] Zunächst bestimmt die Einrichtung **106** in einem Schritt **198** zu der Tonart-korrigierten Notenfolge **118** eine Grundnotenlänge bzw. eine Mindestnotenlänge, wie z.B. aus einer Auswertung der Statistik der vorkommenden unquantisierten Notendauern T_n der Noten der Notenfolge **118**, und ordnet dann jeder Note der Notenfolge **118** eine quantisierte Notenlänge als ein Vielfaches der Grundnotenlänge bzw. eine Notenquantisierungsstufe, die die quantisierte Notenlänge in Einheiten der Grundnotenlänge angibt, zu. Nach Schritt **198** enthält die Notendarstellung bzw. die entstehende Notenfolge rhythmisch-quantisierte Noten, deren ganzzahlige Vielfache Notenlängen der Noten in der Notenfolge **118** sein können. In einem Schritt **200** untersucht nun die Einrichtung **106** die in der Notenfolge **118** vorhandenen quantisierten (dieser Zusatz wird im folgenden auch manchmal weggelassen) Notenlängen, um die häufigst vorkommende Notenlänge in der Tonartkorrigierten Notenfolge **118** zu bestimmen. Diese häufigst vorhandene Notenlänge ist ein ganzzahliges Vielfaches der Mindestnotenlänge der Notenfolge **118** und wird später von der Einrichtung **106** benötigt, um eine Taktkorrektur bzw. Rhythmuskorrektur vorzunehmen.

[0055] In einem Schritt **202** bestimmt daraufhin die Einrichtung **106** die Notenlängen der in der Notenfolge **118** vorkommende Noten ausgedrückt in Bruchteilen einer Taktlänge, um ein Taktraster zu bestimmen. Anders ausgedrückt identifiziert die Einrichtung **106** in Schritt **202** die Noten der Notenfolge **118** als bestimmte Bruchteile unter möglichen Bruchteilen einer Taktlänge, wie als eine von einer ganzen, halben, Viertel-, Achtel-, Sechzehntel-, Zweiunddreißigstel- ... Note. Dies ist gleichbedeutend damit, dass die Einrichtung **106** bestimmt, welchem Bruchteil einer Taktlänge die Mindestnotenlänge entspricht. Längere Notenlängen entsprechen dann einem entsprechenden ganzzahligen Vielfachen dieses Bruchteils. Zur Durchführung des Schrittes **202** zieht die Einrichtung

106 die Stilinformation **204** heran, die der Benutzer bei der erstmaligen Anforderung der polyphonen Signalisierungsmelodie zusammen mit der durch Singen oder Vorspielen oder dergleichen erhaltenen Audiosignal im Rahmen des Applet **26** eingegeben und an den Server **22** geliefert hat, wie es in Fig. 3 mit einem Pfeil **204** angedeutet ist. Die Einrichtung **106** verwendet die Stilinformation in dem Schritt **202** auf die folgende Weise. Jedem möglichen Stil bzw. Genre ist ein unterschiedlicher Tempobereich zugeordnet, wie z.B. für Pop 80-102 BPM (BPM = Beats per minute = Takte pro Minute). Beispiele für weitere mögliche Stile bzw. Genres sind Rock, Blues, Reggae etc. Durch die Stilinformation **204** wird nun einer der Tempobereiche ausgewählt und die Mindestnotenlänge wird als derjenige Bruchteil unter den möglichen Bruchteilen eines Taktes bestimmt, so dass das sich ergebende Tempo bzw. die sich ergebende Anzahl an Takten pro Minute für die Notenfolge **118** einen Wert annimmt, der in dem ausgewählten Tempobereich liegt, bzw. am nächsten zu diesem Bereich liegt. In einem exemplarischen Fall betrage die Mindestnotenlänge beispielsweise 1/16 Sekunden und der durch Stilinformation angegebene Tempobereich erstrecke sich von 80 bis 120 BPM. In diesem exemplarischen Fall führte eine Identifizierung von Noten mit einer Mindestnotenlänge in der Notenfolge **118** als Sechzehntel-Noten, also als Noten einer Notenlänge gleich einem Sechzehntel einer Taktlänge, zu einem Tempo von 240 BPM, d.h. einem zu hohen Tempowert, der außerhalb des gewünschten Tempobereiches liegt. Die Einrichtung **106** würde deshalb im Schritt **202** Noten der Mindestnotenlänge als Achtel-Noten identifizieren, wodurch sich ein Wert von 120 BPM für das resultierende Tempo der Notenfolge **118** ergäbe. Für andere Mindestnotenlängen als dem exemplarischen Wert von 1/16 Sekunden kann es vorkommen, dass keine der möglichen Bruchteile x^{-2n} ($n \in |N$) zu einem Tempo führt, das in dem gewünschten Tempobereich liegt. In diesem Fall wird die Mindestnotenlänge als ganze, halbe, 1/4-, 1/8- bzw. 1/16-Note identifiziert, je nach dem, bei welchem dieser Werte das Tempo dem gewünschten Tempobereich am nächstgelegenen ist. Wie im Vorhergehenden bereits beschrieben, wird hierdurch nicht nur für die kürzeste Notenlänge bestimmt, ob es sich um eine ganze, halbe, 1/4-, 1/8-, 1/16-...-Note handelt, sondern auch gleichzeitig für die anderen Noten mit anderen Notenlängen in der Notenfolge **118**, deren Notenlänge dann eben einfach als ein entsprechendes ganzzahliges Vielfaches dieses Bruchteiles identifiziert werden können, der für die Mindestnotenlänge bestimmt worden ist.

[0056] Fig. 6 zeigt exemplarisch bei **206** ein Beispiel einer Notenfolge **118**. Jede Ziffer in der Zahlenfolge **206** in Fig. 6 soll anzeigen, um die wievielte Note in der Notenfolge es sich jeweils handelt. Die einzelnen Ziffern beziehen sich dabei auf aufeinanderfolgende Zeiträume der Mindestnotenlänge. Somit erstreckt sich die erste Note „1" über einen Zeitraum der ersten fünf Mindestnotenlängen bzw. fünf Einheiten hinweg, die zweite Note „2" über einen darauf folgenden Zeitraum von vier Mindestnotenlängen bzw. vier Einheiten, die dritte Note „3" über einen wiederum darauf folgenden Zeitraum von zwölf Einheiten usw. Ein Zeitstrahl **208** soll die zeitliche Anordnung der Ziffern bzw. Noten in der Notenfolge **206** veranschaulichen.

[0057] Wie es zu erkennen ist, ist die häufigst vorkommende Notenlänge **210** bei dem Beispiel von Fig. 6 gleich Vier mal der Mindestnotenlänge **212**. In Fig. 6 ist exemplarisch davon ausgegangen worden, dass Noten der Mindestnotenlänge 1/16-Noten sind. Aus dieser Bestimmung **202** folgt, dass sich ein Takt über 16 Mindestnotenlängen **212** erstreckt bzw. über 16 Ziffern in Fig. 6. Fraglich ist jedoch noch, mit welchem Versatz zu der Notenfolge **206** bzw. **118** die Taktgrenzen der aufeinander folgenden Takte bzw. das Taktraster zu dem Notenfolgenanfang liegt. Der Versatz bzw. Offset wird auch als Auftakt bezeichnet. Bei **214** in Fig. 6 sind nun untereinander Taktraster mit 16 Einheiten langen Takten angedeutet, die sich lediglich durch den Offset bzw. den Auftakt voneinander unterscheiden. Die senkrechten Striche sollen hierbei die Taktgrenzen bzw. die Taktanfänge bedeuten. Ein Auftakt von Null bedeutet, dass die Notenfolge **118** bzw. **206** volltaktig ist. In einem Schritt **216** vergleicht nun die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** die Taktanfänge mit den Notenanfängen der Notenfolge **306** für unterschiedliche Versatz- bzw. Auftaktwerte. Insbesondere vergleicht die Einrichtung **106** im Schritt **216** die 16 Einheiten langen Taktraster, die sich lediglich durch den Offset voneinander unterscheiden, mit der Notenfolge **206** daraufhin, wie oft Taktanfänge auf Notenanfänge fallen, und wie sehr in dem Fall eines Zusammenfallens eines Taktanfangs mit einer Notenmitte der Notenüberlapp ist, d.h. die kleinere Länge der Hälften dieser Noten vor und nach der jeweiligen Taktgrenze. Diesen Vergleich führt die Einrichtung **106** für alle möglichen Auftakte durch.

[0058] In einem Schritt **218** bestimmt die Einrichtung **106** daraufhin basierend auf dem Vergleich **216** einen der möglichen Versatz- bzw. Auftaktwerte als den Auftakt der Notenfolge **206**. Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Einrichtung **106** denjenigen Auftakt wählt, bei dem am meisten Taktanfänge auf Notenanfänge fallen. In dem Beispiel von Fig. 6 würde dies dazu führen, dass das Taktraster in der sechsten Zeile bei 214 zu dem Auftaktwert 5 am besten passt, da hier die meisten Taktanfänge, d.h. die senkrechten Striche in der Zeile mit Auftakt = 5, auf Notenanfänge fallen, so dass in diesem Fall die Einrichtung **106** im Schritt **218** einen Auftakt von fünf Mindestnotenlängen annehmen würde. In die Bestimmung bzw. Bewertung gemäß Schritt **218** können jedoch auch andere Parameter einfließen als die Häufigkeit des Zusammenfallens zwischen Takt- und Notenanfängen.

Die Position in der gesamten Melodie kann beispielsweise ebenfalls eine Rolle spielen, so dass näher am Anfang liegende Startzeitpunkte bzw. kleinere Auftaktwerte höher bewertet bzw. bevorzugt werden, da der musikalische Auftakt im Regelfall relativ kurz ist. Ferner könnten Überlappungen, d.h. Male, an denen Taktgrenzen mit Notenmitten zusammenfallen und deren Längen größer als eine Mindestnotenlänge ist, dazu führen, dass das Taktraster mit dem entsprechenden Auftakt weniger wahrscheinlich als der Auftakt für die Notenfolge **206** im Schritt **218** bestimmt wird, quasi als „Bestrafung" für Überlappungen bzw. Overlaps bzw. überhängende Noten.

[0059] Noch einmal in anderen Worten ausgedrückt, legt die Einrichtung **106** in dem Falle, dass es sich bei der Mindestnotenlänge exemplarisch um eine 1/16-Note handelt, ein entsprechendes Taktraster mit Takten der Länge 16 Mal der Mindestnotenlänge mit dem Anfang auf alle möglichen 1/16-Zeitpunkte. Dann wird untersucht, für welchen Startzeitpunkt es an den Taktübergängen möglichst wenig überlappende Noten gibt, bzw. es werden die anderen Untersuchungen durchgeführt. Der Startzeitpunkt mit den wenigsten Überlappungen wird als Offset bzw. Auftakt definiert, in dem Fall von Fig. 6 der Auftakt **5**.

[0060] Nachdem im Schritt **218** die Position für den besten Taktanfang und damit der Auftakt bestimmt und im Schritt **202** bereits die Taktlänge als ein Vielfaches der Mindestnotenlänge bestimmt worden ist, quantisiert in einem Schritt **220** die Einrichtung **106** die Notenlängen der Noten in der Notenfolge **118** auf das errechnete bzw. bestimmte Taktmaß bzw. das ermittelte Taktraster. Wie es Bezug nehmend auf Schritt **200** beschrieben worden ist, wird dort aus einer Untersuchung der vorhandenen Notenlängen die am häufigst vorhandene Notenlänge als ein Maß bestimmt. Sind beispielsweise Notenlängen mit der Einheit „2" bzw. mit einer Länge gleich dem Zweifachen der Mindestnotenlänge am häufigsten vorhanden, dann wird diese Länge als ein Vergleichsmaß für den Schritt **220** herangezogen. Noten mit einem Überhang, der kleiner als dieses Vergleichsmaß ist, werden nun gekürzt, so dass ihr Anfang oder Ende mit einer Taktgrenze zusammenfällt, so dass auf das Taktmaß quantisiert werden. Beträgt das Vergleichsmaß bzw. die häufigst vorkommende Notenlänge beispielsweise zwei Mindestnotenlängen und ist die Mindestnotenlänge eine 1/16-Note, dann werden kurz, nämlich 1/16 einer Taktlänge, in den nächsten Takt überhängende Noten um die Mindestnotenlänge gekürzt und kurz, nämlich etwa 1/16 einer Taktlänge, vor dem Takt beginnende Noten auf den Taktanfang korrigiert, und zwar indem gleichzeitig die jeweils nachfolgende Note bzw. die vorhergehende Note entsprechend verlängert wird. Auf diese Weise werden im Schritt **220** die Notenlängen der Noten in der Notenfolge **118** abhängig von dem bestimmten Auftakt und der bestimmten Taktlänge korrigiert. Die sich so ergebende Notenfolge stellt eine Tonart- und Taktmaß-korrigierte Notenfolge **222** dar, die, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, von der Einrichtung **106** an die Progression/Harmoniebestimmungseinrichtung **108** weitergeleitet wird.

[0061] Die Einrichtung **108** ist dazu da, um für die Melodie, die durch die Notenfolge **222** repräsentiert wird, eine passende Begleitung zu finden. Dazu agiert bzw. wirkt die Einrichtung **108** taktweise. Insbesondere wirkt die Einrichtung **108** an jedem Takt derart, dass sie eine Statistik über die in dem jeweiligen Takt vorkommenden Töne bzw. Tonhöhen der Noten erstellt. Die Statistik der vorkommenden Töne wird dann mit den möglichen Akkorden der Tonleiter der Haupttonart verglichen, wie sie von der Tonartbestimmungseinrichtung **104** bestimmt worden ist. Die Einrichtung **108** wählt unter den möglichen Akkorden insbesondere denjenigen Akkord aus, dessen Töne am besten mit den Tönen übereinstimmen, die sich in dem jeweiligen Takt befinden, wie es durch die Statistik angezeigt wird. Wird beispielsweise als Tonart durch die Tonartbestimmungseinrichtung **104** C-Dur erkannt, und befinden sich in einem Takt beispielsweise die Töne D, F und A, dann wird als Begleitung für diesen Takt durch die Einrichtung **108** der Akkord D-Moll gewählt, der mit diesen Tönen übereinstimmt und ein Akkord der C-Dur-Tonart ist. Bevorzugter Weise werden als mögliche Akkorde für die Dur-Tonleiter die erste, zweite, vierte und fünfte Stufe und für Moll-Tonleitern die erste, dritte, vierte und siebte Stufe als mögliche Akkordstufen verwendet. Für die Tonart C-Dur sind also die Akkorde C-Dur, D-Moll, F-Dur und G-Dur für die Begleitung möglich. Auf diese Weise bestimmt die Einrichtung **108** für jeden Takt denjenigen Akkord, der am besten zu den eingesungenen Tönen in dem jeweiligen Takt passt. Mit anderen Worten ausgedrückt, ordnet die Einrichtung **108** den durch die Einrichtung **106** gefundenen Takten Akkordstufen der Grundtonart in Abhängigkeit des Tongeschlechtes zu, so dass sich eine Akkordprogression über den Verlauf der Melodie bildet. Am Ausgang der Progressions/Harmoniebestimmungseinrichtung **108** gibt dieselbe folglich neben der Tonart- und Taktmaß-korrigierten Notenfolge ferner für jeden Takt eine Akkordstufenangabe an die Midi-Syntheseeinrichtung **110** aus.

[0062] Die Midi-Syntheseeinrichtung **110** benutzt zur Durchführung der Synthese, d.h. zur künstlichen Erzeugung der sich schließlich ergebenden polyphonen Signalisierungsmelodie, obwohl in Fig. 3 nicht gezeigt, ebenfalls die Stilinformation **204** von dem Benutzer. Beispielsweise kann der Benutzer durch die Stilinformation aus vier verschiedenen Stilen bzw. Musikrichtungen auswählen, in denen der Klingelton bzw. die Signalisierungsmelodie generiert werden kann, nämlich Pop, Techno, Latin oder Reggae. Zu jedem dieser Stile sind bereits mehrere Begleitpatterns im System hinterlegt. Gemäß einem Ausfüh-

rungsbeispiel sind zu jedem Stil drei Begleitpatterns hinterlegt, nämlich ein Begleitpattern Intro, ein Begleitpattern Outro und ein Begleitpattern für normale Takte. Alle Begleitpattern bzw. Begleitmuster sind bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel nur in einer Akkordversion abgelegt, vorliegend exemplarisch nur in C-Dur. Die Begleitmuster sind beispielsweise in einer Nachschlagtabelle in der Einrichtung **110** hinterlegt. Zur Erzeugung der Begleitung verwendet nun die Midi-Syntheseeinrichtung **110** die durch die Stil-Information **204** angezeigten Begleitmuster. Zur Erzeugung der Begleitung hängt die Midi-Syntheseeinrichtung **110** diese Begleitmuster pro Takt aneinander. Handelt es sich bei dem durch die Einrichtung **108** bestimmten Akkord zu diesem Takt um denjenigen, in dem die Begleitmuster bereits vorliegen, so wählt die Syntheseeinrichtung **110** für diesen Takt für die Begleitung einfach eines der Begleitmuster zu dem aktuellen Stil aus. Gemäß dem Ausführungsbeispiel mit Intro-, Outro- und Normal-Takt-Begleitmuster wählt die Syntheseeinrichtung **110** nur beim ersten Takt das Intro-Begleitmuster, beim letzten Takt das Outro-Begleitmuster und bei den übrigen Takten das Normal-Takt-Begleitmuster. Entspricht jedoch für einen bestimmten Takt, der durch die Einrichtung **108** bestimmte Akkord nicht der Akkordversion, für welche das Begleitmuster vorliegt, so verschiebt die Syntheseeinrichtung **110** die Noten um die entsprechende Halbtonanzahl, bzw. ändert – im Falle eines anderen Tonartgeschlechts- die Terz sowie die Sext und Septim, und zwar durch Verschieben um eine Halbtonzahl nach unten in dem Fall eines Moll-Akkords bei einem Dur-Begleitmuster und um eine Halbtonzahl nach oben in dem Fall eines Dur-Akkords bei einem Moll-Begleitmuster. Liegen die Begleitmuster beispielsweise in C-Dur vor, so werden im Falle einer Moll-Tonart die Terzen und die Sext sowie die Septim in den Begleitmustern dementsprechend geändert, nämlich um einen Halbton verringert. Auf diese Weise setzt die Syntheseeinrichtung **110** die Begleitung abhängig von dem ausgewählten Stil aus einem Intro-Begleitmuster, n normalen Begleitmustern und einem Outro-Begleitmuster zusammen. Die Instrumente für die Begleitung wählt die Syntheseeinrichtung vorzugsweise ebenfalls abhängig von der Stilinformation aus.

[0063] Ferner setzt die Syntheseeinrichtung **110** die Melodieinformation, die in der Tonart- und Taktmaß-korrigierten Notenfolge repräsentiert ist, abhängig von der Stilinformation in eine Hauptmelodie um. Hauptmelodie und Begleitung fügt die Syntheseeinrichtung **110** dann zu einer polyphonen Signalisierungsmelodie zusammen, die sie vorliegend exemplarisch in Form einer Midi-Datei **226** an ihrem Ausgang ausgibt und den Klingelton darstellt. Mit anderen Worten ausgedrückt, werden vorbereitete bzw. vorliegende Rhythmus- und Begleitmuster der gewählten Stilrichtung unter die Hauptmelodie gelegt, so dass sich ein polyphoner Klingelton ergibt.

[0064] Die vorhergehende Beschreibung der Funktionsweise des Servers **22** von Fig. 3 bezog sich auf den Fall der erstmaligen Anforderung einer polyphonen Melodie durch den Benutzer, also auf die Durchführung des Schrittes **54**. Die entstehende Midi-Datei **226** gelangt dann, wie Bezug nehmend auf Fig. 2 beschrieben, zum Benutzer für eine Probewiedergabe. Im Folgenden wird die Funktionsweise des Servers **22** für den Fall beschrieben, dass der Benutzer mit der Gehörprobe nicht zufrieden ist (Schritt **58**), und deshalb im Schritt **60** eine Nachbesserungsanforderung **228** an den Server **22** übersendet wird, die die Bereitstellungs-ID sowie zusätzliche Parameter enthält, die zur Erzeugung der probeweise vorgespielten polyphonen Signalisierungsmelodie durch den Server **22** verwendet und nun durch den Benutzer geändert worden sind (Schritt **60**).

[0065] In Fig. 3 ist der Eingang der Nachbesserungsanforderung **228** durch gestrichelte Linien angedeutet. Sie umfasst, wie erwähnt, die Bereitstellungs-ID **230** und weitere Parameter, unter denen sich unter anderem die Stilinformation **232** befindet. Der Melodiespeicher **112** empfängt die Bereitstellungs-ID **230** aus der Nachbesserungsanforderung **228**. Sie verwendet diese ID **230**, um auf die Tonart-korrigierte Notenfolge zuzugreifen, wie sie von der Einrichtung **104** aus dem im ursprünglichen Schritt **50** aufgenommenen Audiosignal zusammen mit der Einrichtung **102** erzeugt und in den Speicher **112** eingetragen worden ist, wie es durch einen Pfeil **234** angedeutet ist.

[0066] In dem Fall, dass sich die Stilinformation durch den Benutzer geändert hat, d.h. dass er nach dem Probehören beispielsweise statt Pop Reggae als Stil ausgewählt hat, ist die Funktionsweise des Servers **22** zur Erzeugung einer nachgebesserten polyphonen Signalisierungsmelodie ab der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106** im Wesentlichen dieselbe, wie sie im Vorhergehenden beschrieben worden ist. Und zwar erhält die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung 106 eben die Tonart-korrigierte Notenfolge diesmal einfach nicht von der Tonartbestimmungs/Tonartkorrektur-Einrichtung 104, sondern von dem Melodiespeicher **112**, wie es durch einen Pfeil **236** angedeutet ist. Der Melodiespeicher **112** greift hierzu mit der ID **230** als Index auf die zwischengespeicherte Tonart-korrigierte Notenfolge zu und leitet sie an die Einrichtung **106** weiter, die daraufhin an dieser Notenfolge auf die Bezug nehmend auf Fig. 5 und Fig. 6 bereits beschriebene Art und Weise arbeitet, diesmal jedoch unter Verendung der neuen Stilinformation. Auch die folgenden Einrichtungen **108** und **110** arbeiten entsprechend der im Vorhergehenden beschriebenen Weise.

[0067] Gemäß weiterer Ausführungsbeispiele wird es dem Benutzer in Schritt **60** aber nicht nur ermöglicht, die Stilinformation bzw. den Stil zu verändern,

sondern ferner den Auftakt zu verschieben, so dass der Takt anders unter der Melodie zu liegen kommt. Mit anderen Worten ausgedrückt, entfällt bei explizit eingegebenem Auftakt bzw. geändertem Auftaktwert in der Nachbesserungsanforderung **228** das Paar von Schritten **216** und **218** in der Verarbeitung der Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung **106**. Vielmehr übernimmt die Einrichtung **106** in dem Fall eines durch den Benutzer explizit eingegebenen geänderten Auftaktes diesen Auftakt ohne eigene Auftaktbestimmung.

[0068] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird dem Benutzer Gelegenheit gegeben, das Tempo der probeweise vorgespielten polyphonen Signalisierungsmelodie zu ändern. In diesem Fall enthält die Nachbesserungsanforderung **228** einen explizit eingegebenen Tempowert. In diesem Fall führt die Rhythmus/Auftakt-Bestimmungseinrichtung nach der Durchführung der Schritte **216**–**220** bzw. lediglich des Schrittes **220** in dem Fall eines ebenfalls geänderten Auftaktes folgende Schritte durch. Und zwar bildet sie den Quotienten aus dem Tempo, wie er sich aus der Bestimmung im Schritt **202** tatsächlich ergeben hat, durch den tatsächlich explizit angegebenen Tempowert, wie er in der Nachbesserungsanforderung **228** enthalten ist. Mit diesem Quotienten multipliziert die Einrichtung **106** dann die Mindestnotenlänge, wonach alle weiteren Verarbeitungen mit der neu erhaltenen Mindestnotenlänge durchgeführt werden. Auf diese Weise wird das Tempo der Benutzermelodie und damit auch der späteren polyphonen Signalisierungsmelodie an die gewünschte explizit von dem Benutzer in Schritt **60** angegebene Tempovorgabe angepasst.

[0069] Die so entstehende neue polyphone Signalisierungsmelodie wird dann wiederum, wie es bereits im Vorhergehenden beschrieben worden ist, im Nachrichten-Server **28** abgespeichert und wiederum zum Probehören als MIDI-Datei an den Benutzer ausgeliefert, der daraufhin wieder den Stil oder andere Parameter ändert sowie den Auftakt verschieben kann oder dergleichen, woraufhin wieder mit Hilfe der eindeutigen ID die Melodie noch einmal aus dem Melodienspeicher **112** angefordert und mit der neuen Stilinformation oder den anderen geänderten Parametern der Prozess ab der Rhythmus-Erkennung noch einmal wiederholt wird, ..., bis irgendwann einmal die Melodie dem Benutzer zusagt.

[0070] Bezug nehmend auf die Fig. 1–Fig. 6 wurde folglich ein System beschrieben, das in der Lage ist, interaktiv polyphone Klingeltöne bzw. Signalisierungsmelodien aus einer gesungenen, gesummten oder vorgespielten Benutzereingabe zu gewinnen, diese intuitiv halbautomatisch anzupassen und an den Benutzer gegen Bezahlung auszuliefern. Das System, und insbesondere der Server **22**, gewann hierzu aus einer eingesungenen bzw. vorgespielten Melodie ein polyphones Musikstück mit Hauptmelodie, Begleitung, Bass, Schlagzeug oder dergleichen. Insbesondere war der Server des vorhergehenden Ausführungsbeispiels in der Lage, eine komplette Generierung einer Begleitung aus einer monophonen Melodie, wie z.B. Gesang, vorzunehmen.

[0071] Bezug nehmend auf die vorhergehende Beschreibung wird noch darauf hingewiesen, dass verschiedenste Veränderungen an dem vorhergehenden beschriebenen System vorgenommen werden können. Beispielsweise kann dem Benutzer neben der Auswahl eines Stils in Schritt **52** die Gelegenheit gegeben werden, auch andere Parameter zu ändern, die für die Erzeugung der polyphonen Signalisierungsmelodie in Schritt **54** relevant sind, wie z.B. die Auswahl eines Instruments für die Hauptmelodie, dass die MIDI-Syntheseeinrichtung **110** zur Umsetzung der Tonart- und Taktmaß-korrigierten Notenfolge in die Hauptmelodie bzw. zur Instrumentierung verwendet. Das Gleiche gilt für den Schritt **60**, bei dem dem Benutzer folglich ebenfalls die Gelegenheit gegeben werden könnte, das Instrument für die Hauptmelodie zu ändern. Ebenfalls wäre es möglich, dem Benutzer lediglich bei Schritt **60** die Möglichkeit der Umstellung des Instruments für die Hauptmelodie zu gewähren, während bei der ersten Generierung der polyphonen Signalisierungsmelodie die MIDI-Syntheseeinrichtung zunächst ein vorgabe- bzw. defaultmäßig eingestelltes Instrument für die gewählte Stilinformation heranzieht.

[0072] Ferner wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das spezielle System in Fig. 1 beschränkt ist bzw. die Anordnung der einzelnen Komponenten dieses Systems. Ferner wäre es nämlich möglich, dass der Benutzer seine gewünschte Melodie nicht durch ein Applet an seinem Computer aufnehmen lässt, sondern beispielsweise via seinen Mobiltelefon **22** oder einen anderen geeigneten Telefon an eine geeignete Aufnahmestation überträgt, die sich in Kommunikation mit dem Server **22** befindet oder in demselben sogar integriert ist. Die Eingabe der Zusatzinformationen im Schritt **52**, das Probehören in Schritt **56** und die Änderung von Stil- oder anderen Informationen, wie es im Vorhergehenden beschrieben wurde, könnte in diesem Fall ebenfalls über das Mobilgerät **20** oder das Telefon oder dergleichen durchgeführt werden, nämlich über die Tastatur oder über Spracherkennungseingabe. In diesem Fall müsste lediglich sichergestellt werden, dass der Benutzer die probeweise an das Mobiltelefon **20** übersandte Probeversion der polyphonen Signalisierungsmelodie nicht dauerhaft verwenden kann, ohne dafür zu bezahlen.

[0073] Ferner wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf Signalisierungsmelodien begrenzt ist, und somit ebenfalls nicht auf eine Anwendung, bei der die entstehende polyphone Me-

lodie per MMS an ein Mobilgerät übertragen wird. Denkbar wäre ferner eine Implementierung einer Vorrichtung zur Generierung einer polyphonen Melodie aus einer eingesungenen, vorgespielten oder vorgesummten Benutzermelodie als in sich abgeschlossenes Gerät, wie z.B. als Computer mit entsprechender Software. Ein Benutzer könnte sich mit Hilfe einer entsprechenden Software beispielsweise eine Einstiegsmelodie für sein Benutzerkonto auf seinem Computer in polyphoner Form selbst erzeugen, die jedes Mal ertönt, sobald der Benutzer an seinem Computer wieder sein Benutzerkonto bzw. seinen Account öffnet bzw. betritt.

[0074] Ferner wird darauf hingewiesen, dass der in den Fig. 2, Fig. 4 und Fig. 5 angegebene exemplarische Funktionsablauf in seiner Funktionsabfolge auch geändert werden kann. Ferner könnte die Tonartbestimmung und die Tonartkorrektur durch die Einrichtung **104** auch auf andere Weise durchgeführt werden als auf die im Vorhergehenden beschriebene Weise. Dasselbe gilt für die sich an dieser Einrichtung **104** anschließende Erzeugung der Bitleitung und Hauptmelodie.

[0075] Auch die Rhythmus- und Auftaktbestimmung kann anders durchgeführt werden. Insbesondere muss keine Taktmaßkorrektur durchgeführt werden. Die Begleitmuster könnten in mehr als nur einer Tonart vorliegen. Ferner könnte für die verschiedenen Tongeschlechter auch eine andere Gruppe von Akkordstufen als die vorgenannten Akkordstufen zugelassen werden. Ferner könnten sich die möglichen Akkordstufen auch von Tonart zu Tonart nicht nur von Tongeschlecht zu Tongeschlecht ändern.

[0076] Im folgenden wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine mögliche Implementierung des Servers **22** anhand der Fig. 7–Fig. 13 beschrieben. Insbesondere zeigt Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel für den Aufbau des Servers oder, anders ausgedrückt, einer Vorrichtung zur rhythmischen und harmonischen Aufbereitung und Neuinstrumentierung eines eine Melodie darstellenden Audiosignals und zum Ergänzen der entstehenden Melodie um eine geeignete Begleitung, um einen polyphonen Klingelton zu erhalten.

[0077] Die Vorrichtung von Fig. 7, die allgemein mit **300** angezeigt ist, umfasst einen Eingang **302** zum Empfang des Audiosignals. In dem vorliegenden Fall wird exemplarisch davon ausgegangen, dass die Vorrichtung **300** bzw. der Eingang **302** das Audiosignal in einer Zeitabtastungsdarstellung, wie z.B. als WAV-Datei, erwartet. Das Audiosignal könnte am Eingang **302** allerdings auch in anderer Form vorliegen, wie z.B. in einer unkomprimierten oder komprimierten Form oder in einer Frequenzbanddarstellung, wie es bezugnehmend auf Fig. 1 beschrieben wurde. Die Vorrichtung **300** umfasst ferner einen Ausgang **304** zur Ausgabe einer polyphonen Melodie in jedwedem Format, wobei in dem vorliegenden Fall exemplarisch von einer Ausgabe der polyphonen Melodie im MIDI-Format ausgegangen wird. Zwischen den Eingang **302** und den Ausgang **304** sind eine Extraktionseinrichtung **304**, eine Rhythmuseinrichtung **306**, eine Tonarteinrichtung **308**, eine Harmonieeinrichtung **310** und eine Syntheseeinrichtung **312** in dieser Reihenfolge in Reihe geschaltet. Ferner umfasst die Einrichtung **300** einen Melodiespeicher **314**. Ein Ausgang der Tonartarteinrichtung **308** ist nicht nur mit einem Eingang der nachfolgenden Harmonieeinrichtung **310** verbunden, sondern ferner mit einem Eingang des Melodiespeichers **314**. Dementsprechend ist der Eingang der Harmonieeinrichtung **310** nicht nur mit dem Ausgang der in Verarbeitungsrichtung vorher angeordneten Tonarteinrichtung **308** sondern auch mit einem Ausgang des Melodiespeichers **314**. Ein weiterer Eingang des Melodiespeichers **314** ist dazu vorgesehen, eine Bereitstellungs-Identifikationsnummer ID zu empfangen, nämlich aus der Nachbesserungsbenutzeranforderung **228** (Fig. 1). Ein weiterer Eingang der Syntheseeinrichtung **312** ist dazu ausgelegt, eine Stilinformation zu empfangen, nämlich entweder aus einer Nachbesserungsanforderung **228** (Fig. 1) zusammen mit der ID, angedeutet durch die gestrichelten Pfeile in Fig. 7, oder durch eine Erstanforderung WAV/Info (Fig. 1) zusammen mit dem aufgenommenen Audiosignal, angedeutet durch den durchgezogenen Pfeil in Fig. 7. Extraktionseinrichtung **304** und Rhythmuseinrichtung **306** bilden zusammen eine Rhythmus-Aufbereitungseinrichtung **316**.

[0078] Nachdem im Vorhergehenden der Aufbau der Vorrichtung **300** von Fig. 7 beschrieben worden ist, wird im folgenden ihre Funktionsweise beschrieben.

[0079] Die Extraktionseinrichtung **304** ist dazu ausgebildet, das am Eingang **302** empfangene Audiosignal einer Notenextraktion bzw. -erkennung zu unterziehen, um aus dem Audiosignal eine Notenfolge zu erhalten. Ihre Funktionalität entspricht somit derjenigen der Extraktionseinrichtung **102** aus Fig. 3.

[0080] Die Notenfolge **318**, die die Extraktionseinrichtung **304** an die Rhythmuseinrichtung **306** weiterleitet, liegt bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer Form vor, bei der für jede Note n ein Tonanfangszeitpunkt t_n, der den Ton- bzw. Notenanfang beispielsweise in Sekunden angibt, eine Ton- bzw. Notendauer τ_n, die die Notendauer der Note beispielsweise in Sekunden angibt, eine quantisierte Noten- bzw. Tonhöhe, d.h. C, Fis oder dergleichen, beispielsweise als MIDI-Note, eine Lautstärke Ln der Note und eine exakte Frequenz f_n des Tons bzw. der Note in der Notenfolge enthalten ist, wobei n einen Index für die jeweilige Note in der Notenfolge darstellen soll, der mit der Reihenfolge der aufeinanderfolgen-

den Noten zunimmt bzw. die Position der jeweiligen Note in der Notenfolge angibt. In dieser Form kann auch die Notenfolge **116** vorliegen.

[0081] In Fig. 8 ist exemplarisch ein Beispiel für eine Notenfolge veranschaulicht. Insbesondere zeigt Fig. 8 – aufgetragen über eine Zeitachse **320** – die Tonanfangszeitpunkte t_n, t_{n+1}, t_{n+2} und t_{n+3} von vier aufeinander folgenden Noten mit der Notendauer τ_n – τ_{n+3}, wobei die Noten nach ihrer zeitlichen Ausdehnung entlang der Zeitachse **320** durch schraffierte Felder **322a**–**322d** veranschaulicht sind. Wie oben erwähnt, sind jeder der Noten **322a**–**322d** noch eine quantisierte Tonhöhe T_n, eine Lautstärke L_n und eine exakte Frequenz f_n zugeordnet.

[0082] Die Notenfolge **318** stellt immer noch die Melodie dar, wie sie auch durch das Audiosignal **302** dargestellt wurde. Die Notenfolge **318** wird nun der Rhythmuseinrichtung **306** zugeführt. Die Rhythmuseinrichtung **306** ist ausgebildet, um die zugeführte Notenfolge zu analysieren, um eine Taktlänge, einen Auftakt, d.h. ein Taktraster, für die Notenfolge zu bestimmen und dabei die einzelnen Noten der Notenfolge geeigneten quantifizierten Längen zuzuordnen und die Notenanfänge der Noten an das Taktraster anzupassen.

[0083] Fig. 9 zeigt den internen Aufbau der Rhythmuseinrichtung **306**. Wie es gezeigt ist, umfasst die Rhythmuseinrichtung **306** eine Einrichtung **330** zur Bestimmung einer Grundnotenlänge und zur Einteilung der Noten der Notenfolge **318** gemäß der Grundnotenlänge in Notenlängenklassen. Die Einrichtung **330** ist ausgebildet, um als Folge hiervon eine vorläufige Notenlängen-quantisierte Notenfolge auszugeben, bei der für jede Note zusätzlich zu den Informationen, die bereits in der Notenfolge **318** enthalten waren, ein der jeweiligen Note zugeordneter Notenlängenklassenwert LC_n enthalten ist, sowie eine für die gesamte Notenfolge geltende Notenlänge NL, die quasi die Quantisierungsschrittweite angibt. Die Rhythmuseinrichtung **306** umfasst ferner eine Taktlängenbestimmungseinrichtung **332**, die ausgebildet ist, um die Notenlängen-quantisierte Notenfolge von der Einrichtung **330** zu empfangen, aus derselben eine Taktlänge TL zu bestimmen und an ihrem Ausgang die bestimmte Taktlänge TL auszugeben. Eine Auftaktbestimmungseinrichtung **334** ist ausgebildet, um von der Einrichtung **330** die Notenlängen-quantisierte Notenfolge sowie die Notenlänge NL und von der Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** die Taktlänge TL zu erhalten, um basierend auf diesen Informationen einen Auftakt zu bestimmen und an ihrem Ausgang auszugeben. Der Auftakt und die Taktlänge bestimmen ein Taktraster der Notenlängen-quantisierte Notenfolge. Auftakt, Taktlänge TL und Notenlängenquantisierte Notenfolge inklusive der Notenlänge NL werden an eine Anpassungseinrichtung **336** der Rhythmuseinrichtung **306** weitergeleitet, die ausgebildet ist, um diese Informationen zu empfangen und basierend auf denselben die Notenlängen-quantisierte Notenfolge an das Taktraster abhängig von der Taktlänge und des Auftakts anzupassen, wodurch sich am Ausgang der Anpassungseinrichtung **336** eine rhythmisch aufbereitete Notenfolge ergibt. Bei der sich gemäß der im Folgenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsform der Anpassungseinrichtung **336** ergebenden rhythmisch aufbereiteten Notenfolge weisen gegenüber der Notenfolge, wie sie von der Einrichtung **330** ausgegeben wird, einige Noten verbesserte, nämlich auf ein ganzzahliges Vielfaches der Grundnotenlänge quantisierte Tonanfangszeitpunkte t_n' auf.

[0084] Nachdem im Vorhergehenden der interne Aufbau der Einrichtung **306** von Fig. 7 bezugnehmend auf Fig. 9 beschrieben worden ist, wird im folgenden ihre Funktionsweise beschrieben.

[0085] Die Einrichtung **330** ist dazu ausgebildet, zunächst eine Grundeinheit bzw. Grundnotenlänge bzw. kürzeste Noteneinheit NL zu bestimmen, als Vielfaches derer die Notenlängen der Noten der Notenfolge **318** angegeben und damit quantisiert werden sollen, und dann alle Noten tatsächlich auf entsprechende Vielfache dieser kürzesten Notenlänge NL zu quantisieren sowie zusätzlich diese quantisierten Notenlängen als Ganzzahl für jede Note hinzuzufügen bzw. abzuspeichern, um zu einer Notenlängen-quantisierten Notenfolge **324** zu gelangen, die die Einrichtung **324** dann an die Tonarteinrichtung **308** weitergibt. Dabei markiert die Einrichtung **330** Noten, bei denen die dadurch entstehende quantisierte Notenlänge mehr als einen Grenzwert von der tatsächlich extrahierten Notendauer τ_n abweicht. Zum Schluss überprüft die Einrichtung **330** statistisch, ob die Quantisierung prinzipiell brauchbar ist, und wiederholt evt. die Quantisierung mit einer veränderten Notenlänge NL.

[0086] Im folgenden wird Bezug nehmend auf Fig. 10 die Funktionsweise der Einrichtung **330** detaillierter beschrieben. Zunächst legt die Einrichtung **330** die kürzeste Einheit NL, bzw. die Grundnotenlänge, fest. Hierzu führt die Einrichtung **330** in einem Schritt **400** zunächst eine Tonabstandsstatistikermittlung durch. Dabei bestimmt die Einrichtung **330** zunächst für jede Note n den Abstand vom Notenanfang t_n bis zum Anfang t_{n+1} der nächsten Note n+1, d.h. t_{n+1}–t_n wobei somit für jede Note n – ausgenommen der letzten Note – ein IOI_n- (inter onset intervall = Interanfangszeitpunktintervall) Wert bestimmt wird. Diese IOI-Werte werden auf ein geeignetes Raster quantisiert. Für jede IOI-Quantisierungsstufe zählt die Einrichtung **330** die Anzahl der entsprechenden Noten, deren IOI_n-Wert auf diese IOI-Quantisierungsstufe quantisiert worden ist, um ein Histogramm der IOI-Häufigkeiten bzw. die Tonabstandsstatistik zu ermitteln. Zur endgültigen Bestimmung der Grundno-

tenlänge NL in einem Schritt **402** sucht die Einrichtung **330** daraufhin die häufigste Notenlänge bzw. diejenige IOI-Quantisierungsstufe, für die die meisten Noten in der Notenfolge **318** in Schritt **400** ermittelt worden sind. Je nach Länge und weiterer Verteilung im Histogramm verwendet die Einrichtung **330** im Schritt **402** diese häufigste Notenlänge, die Hälfte oder ein Viertel hiervon als den Wert für die kürzeste Notenlänge bzw. die Grundnotenlänge NL. In anderen Worten ausgedrückt, hängt die Bestimmung von NL in Schritt **402** von der Tonabstandsstatistik aus Schritt **400**, einer Gewichtung, die kürzere IOI-Quantisierungsstufen vor größeren IOI-Quantisierungsstufen bevorzugt, und einem Maß für die Streuung der IOI-Werte ab.

[0087] In einem weiteren Schritt **404** überprüft die Einrichtung **330** dann für jede Note m, ob der Unterschied zwischen dem Notenanfangszeitpunktunterschied zur nachfolgenden Note bzw. zwischen $IOI_n = t_{n+1} - t_n$, auf der einen Seite und der tatsächlichen Notendauer τ_n dieser Note größer als eine vorbestimmte Konstante c mal die Grundnotenlänge NL ist, d.h. ob $t_{n+1} - t_n - \tau_n > c \cdot NL$ gilt. Wenn dem so ist, fügt die Rhythmuseinrichtung **106** hinter der jeweiligen Note eine Pause bzw. Pausennote als zusätzliche Note mit eigener Notendauer τ und eigenem Notenanfangszeitpunkt t in die Notenfolge **318** ein.

[0088] Insbesondere umfasst der Schritt **404** folgende Teilschritte. Zunächst initialisiert die Einrichtung **330** einen Zähler i in einem Schritt **404a**. Danach überprüft sie in einer Abfrage **404b**, ob die Ungleichung $t_{i+1} - t_i - \tau_i > c \cdot NL$ erfüllt ist, was bedeutet, dass die Note i zur nachfolgenden Note einen Tonanfangsabstand aufweist, der von ihrer Notendauer τ_i um mehr als den Schwellenwert $c \cdot NL$ abweicht. Ergibt die Abfrage **404b**, dass die Ungleichung erfüllt ist, fügt die Einrichtung **330** in einem Schritt **404c** in die Notenfolge **318** die Pausennote ein. Dabei wird der Pausennote beispielsweise der Index i+1 zugewiesen, also die Position in der Notenfolge **318** unmittelbar hinter der aktuellen Note i, und zwar mit einem Tonanfangszeitpunkt $t_{i+1} >= t_i + \tau_i$ und einer Notendauer τ_{i+1} kleiner gleich dem Notenanfangszeitpunkt t_{i+1} der noch – ohne die Pausennoteneinfügung – aktuellen Nachfolgenote i+1 der Noten i. Die aktuellen Noten mit dem Index > i, d.h. die aktuellen Noten i+1, i+2... werden um einen Index nach oben verschoben bzw. ihr Index wird um Eins inkrementiert. Anschließend wird auch der Zähler i in Schritt **404c** inkrementiert, um nunmehr auf die eingefügte Pausennote zu zeigen.

[0089] Nach dem Schritt **404c** wird der Zähler i in Schritt **404d** inkrementiert, woraufhin die Abfrage **404b** erneut durchgeführt wird. Erhält die Einrichtung **330** für die Abfrage **404b** ein negatives Ergebnis, so überprüft sie in einem Schritt **404e**, ob der Zähler i am Ende der Notenfolge **318** bereits angelangt ist, bzw. ob Noten in der Notenfolge **318** noch nicht in dem Schritt **404** verarbeitet worden sind. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt **404f** der Zähler i inkrementiert, woraufhin mit Schritt **404b** fortgefahren wird. Erst wenn die Abfrage in Schritt **404e** negativ ausfällt, ist der Schritt **404** und damit die Einfügung von Pausennoten beendet.

[0090] Danach führt die Einrichtung **330** in einem Schritt **406** die Bildung von Längenklassen durch, d.h. sie ordnet jeder Note der Notenfolge, wie sie aus Schritt **404** erhalten wird, d.h. einer gegebenenfalls um Pausennoten erweiterten Notenfolge **318**, eine Notenlängenquantisierungsstufe bzw. eine Notenlängenklasse eine aus einer vorbestimmten Mehrzahl von Notenlängenquantisierungsstufen zu und markiert dabei schlecht quantisierte Noten. Hierzu existieren zwei mögliche Vorgehensweisen, wobei es vorgesehen sein kann, dass die Rhythmuseinrichtung in der Lage ist, zwischen beiden Vorgehensweisen auszuwählen, wie es im folgenden noch näher beschrieben wird.

[0091] Die erste Möglichkeit, auf die die Einrichtung **330** die Zuordnung der Notenlängenquantisierungsstufen durchführt, besteht darin, dass die Einrichtung **330** für jede Note n ihren Wert IOI_n, d.h. die Differenz zwischen ihrem Anfangszeitpunkt t_n und dem Tonanfangszeitpunktes t_{n+1} der Nachfolgenote n+1, durch die in Schritt **402** bestimmte Grundnotenlänge NL teilt, und das Ergebnis der Division in beispielsweise auf eine Ganzzahl gerundeter Form dazu verwendet, in einer Nachschlagtabelle nachzuschlagen, die jedem möglichen Divisionsergebnis eine Längenklasse LC bzw. eine Notenlängenquantisierungsstufe zuordnet. Die Zuordnung gemäß dieser Nachschlagtabelle ist derart definiert, dass die hierdurch erhaltende Zuordnung, die die Einrichtung **330** ausführt, jeder Note eine aus einer Mehrzahl von möglichen Notenlängenquantisierungsstufen bzw. Längenklassen LC zuordnet, wobei die möglichen Längenklassen beispielsweise 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 usw., für musikalisch sinnvolle Noten wie – abhängig von der Taktlänge – beispielsweise eine Sechzehntel, Achtel-, 3/16-tel-, Viertel-, 3/8-tel-, halbe, 5/8-tel-, 3/4-tel-Note usw., sind. Ferner ist die Nachschlagtabelle derart ausgebildet, dass die entstehende Zuordnung der Divisionswerte zu den Längenklassen LC derart ist, dass die entstehende quantisierte Notenlänge für die Note n, nämlich $LC_n \cdot NL$, ungefähr dem Tonanfangsabstand dieser Note n zu der nachfolgenden Note n+1, d.h. dem Wert IOI_n, entspricht, bzw. dem IOI_n-Wert für alle möglichen LC-Werte am nächsten kommt. Ist die Abweichung zwischen einer für eine Note n ermittelten quantisierten Notenlänge $LC_n \cdot NL$ und dem Tonanfangsabstand IOI_n dieser Note n zu der nachfolgenden Note n+1 größer einer vorbestimmten Konstante, so markiert die Einrichtung **330** diese Note n als schlecht quantisiert, wobei die Markierung dieser Noten zu einem späteren Zeitpunkt

verwendet wird, wie es noch im folgenden erörtert wird. Nach dem Schritt **406** umfasst die Notenfolge folglich zu jeder Note nicht nur eine tatsächliche Notendauer τ_n sondern auch eine Längenklasse LC_n, die bezogen auf die Grundnotenlänge NL die Länge der Note in quantvisierter Form angibt, nämlich zu $LC_n \cdot NL$.

[0092] Die erste Möglichkeit zur Durchführung des Schrittes **406** funktioniert nur dann gut, wenn das Audiosignal bzw. die in demselben enthaltene Melodie einen gleichmäßigen Takt aufweist. Dies ist jedoch häufig nicht der Fall. Insbesondere dann, wenn das Audiosignal am Eingang **302** der Vorrichtung **300** von einem Benutzer in ein Mikrophon eingesungen, mit einem Instrument vorgespielt, vorgesummt oder vorgepfiffen worden ist, dessen musikalisches Können eher durchschnittlich ist, variiert nämlich der der Melodie des Audiosignals am Eingang **302** zugrunde liegende Takt bzw. der Rhythmus, und somit auch die Notendauer der ansonsten – beabsichtigter Weise – vielleicht gleichlangen Noten über die Notenfolge **318** hinweg. Die Einrichtung **330** wird diesen Fall einer im Rhythmus variierenden Melodie daran erkennen, dass die Anzahl der als schlecht quantisierten Noten relativ hoch ist, die Anzahl also beispielsweise einen bestimmten Prozentsatz aller Noten in der Notenfolge **318** überschreitet. Die Einrichtung **330** kann es deshalb davon abhängig machen, ob dieser Fall eintritt, ob sie die im folgenden beschriebene Vorgehensweise zur Notenlängenklassenzuordnung alternativ zu der im Vorhergehenden beschriebenen verwendet. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel führt die Einrichtung **330** gleich die im folgenden beschriebene Art und Weise zur Notenlängenklassenzuordnung aus, wobei diese im nachfolgenden Bezug nehmend auf Fig. 5 beschrieben wird. Alternativ ist die Einrichtung **330** fest darauf eingestellt, die folgende Vorgehensweise zur Notenklassenzuordnung zu verwenden. Wiederum möglich wäre eine manuelle Umstellung zwischen den beiden alternativen Möglichkeiten durch den Benutzer.

[0093] Um also die Adaption der schwankenden Geschwindigkeit der durch das Audiosignal **302** repräsentierten Melodie bei entsprechend unterschiedlich langen IOIs zu verbessern, – oder gemäß der fest eingestellten alternativen Vorgehensweise zur Notenklassenzuordnung – variiert die Einrichtung **330** für jede Note der Notenfolge, wie sie in Schritt **404** erhalten wird, den Wert von NL und berechnet damit die Abweichung der quantisierten Länge $LC_n \cdot NL$ von dem tatsächlichen IOI-Wert für die folgenden s Noten, worauf hin die Einrichtung **330** die Abweichung mit der Größe der Abweichung als zusätzlichen Faktor minimiert, so dass immer ein lokaloptimales NL verwendet wird. Für die folgenden Noten verwendet die Einrichtung **330** dann immer die lokale NL der vorhergehenden Noten, woraufhin der Prozess wiederholt wird. Am Schluss wird aus allen Noten ein durchschnittliches NL berechnet und damit das aus Schritt **402** bestimmte NL ersetzt. Um die Vorgehensweise näher zu veranschaulichen, sei im folgenden auf Fig. 11 Bezug genommen.

[0094] Zunächst initialisiert die Einrichtung **330** einen Zähler n, um alle möglichen Gruppen von aufeinander folgenden s+1 Noten der Notenfolge **318** durchzuscannen, d.h. alle N–s möglichen Gruppen, wobei N die Anzahl der Noten der aktuellen Notenfolge sein soll. Die Initialisierung findet in Schritt **406a** statt. Danach, in einem Schritt **406b**, variiert die Einrichtung **330** die aktuelle Notenlänge NL, nämlich die in Schritt **402** erhaltene Notenlänge, um eine Kandidatennotenlänge zu erhalten, die von der Notenlänge NL um ein vorbestimmtes maximales Maß abweicht. Wie es sich im Folgenden noch herausstellen wird, wird der Schritt **406b** mehrmals für eine Gruppe durchlaufen, wobei die in Schritt **406b** ermittelten Kandidatennotenlängen beispielsweise auf eine vorbestimmte Weise um die variierte Notenlänge liegen.

[0095] In einem darauf folgenden Schritt **406c** bestimmt die Einrichtung **330** für jede Note der Gruppe von Noten, deren erste Note die Note m ist, also für die Noten mit dem Index zwischen m und m + s, die Notenlängenquantisierungsstufe, wie es bereits im vorhergehenden Bezug nehmend auf die erste Möglichkeit zur Durchführung des Schrittes **406** beschrieben worden ist, diesmal jedoch für bzw. abhängig von der Kandidatennotenlänge KNL, wie sie in Schritt **406b** ermittelt worden ist. Das Ergebnis von Schritt **406c** sind folglich s+1 Notenlängenquantisierungsstufen LC_n, nämlich eine pro Note der Gruppe m.

[0096] In einem darauf folgenden Schritt **406d** berechnet die Einrichtung **330** einen gewissen Abstandswert aus den Notenlängenquantisierungsstufen bzw. Längenklassen, die für die Noten der Gruppe m in Schritt **406d** bestimmt worden sind, derart, dass der Abstandswert repräsentativ ist für eine mittlere Abweichung der in Schritt **406c** ermittelten quantisierten Notenlängen $LC_i \cdot NL$ mit $m \le i \le m+s$ von den entsprechenden Notenanfangsabständen zwischen den Noten der Gruppe m und der jeweils nachfolgenden Note, d.h. von IOI_i mit $n \le i \le m+s$. Beispielsweise berechnet die Einrichtung **330** in Schritt **406d** den Abstandswert $a_{m,j}$ für die Gruppe m und die j-te Kandidatennotenlänge KNL zu

$$a_{m,j} = \frac{1}{s+1} \sum_{i=m}^{m+s} \left| IOI_i - KNL_j \cdot LC_i \right|$$

[0097] Im darauf folgenden Schritt **406e** überprüft die Einrichtung **330**, ob eine vorbestimmte Anzahl von Kandidatennotenlängen in Schritt **406b** erzeugt worden sind. Falls nicht, wiederholt die Einrichtung **330** den Schritt **406b** und erzeugt somit eine zweite, dritte, ... q-te Kandidatennotenlänge KNL. Daraufhin werden die Schritte **406c** und **406d** für die neue Kan-

didatenlänge durchgeführt. Auf diese Weise wird, bis in dem Schritt **406e** feststeht, das eine genügend hohe Anzahl an Kandidatennotenlängen erzeugt worden ist, für jede Kandidatennotenlänge KNL_j ein Abstandswert $a_{m,j}$ für die Gruppe m erhalten. In einem Schritt **406f** bestimmt nun die Einrichtung **330** diejenige Kandidatennotenlänge für die Gruppe m als eine lokale Notenlänge für diese Gruppe m, für die der Abstandswert $a_{m,j}$ minimiert ist. Vorzugsweise gewichtet dabei die Einrichtung **330** die Abstandswerte $a_{m,j}$ vorher mit einem zusätzlichen Faktor p_j, der mit zunehmender Abweichung der Kandidatennotenlänge KNL_j von der Notenlänge, wie sie dem Schritt **406b** zur Variation zugrunde lag, zunimmt, also beispielsweise mit $p_j = |KNL_j\text{-}NL|$, so dass die Einrichtung **330** die Folge von Werten $f_j = a_{m,j}\, p_j$ minimiert. Die lokale Notenlänge für die Gruppe m, die auf diese Weise in Schritt **406f** bestimmt wird, weicht folglich höchstens um ein vorbestimmtes Maß von der Notenlänge ab, wie sie in Schritt **406b** zur Variation verwendet worden ist, was beim ersten Durchlauf der Schritte **406b**–**406f** die Notenlänge ist, die in Schritt **402** ermittelt worden ist, d.h. NL, bei nachfolgenden Schritten jedoch, wie es im folgenden noch beschrieben wird, die lokale Notenlänge der vorhergehenden Gruppe m–1. Auf diese Weise wird eine kontinuierliche Adaption der lokalen Notenlängen für die aufeinander folgenden Gruppen m erzielt.

[0098] In einem auf den Schritt **406f** folgenden Schritt **406g** ordnet die Rhythmuseinrichtung **302** der ersten Note der Gruppe, d.h. der Note m, die in Schritt **406f** bestimmte lokale Notenlänge und die Notenlängenquantisierungsstufe zu, die in Schritt **406c** für diese Note und für die lokale Notenlänge bestimmt worden ist.

[0099] Daraufhin überprüft die Einrichtung **330** in einem Schritt **406h** ob eine nachfolgende Gruppe von s+1 aufeinander folgenden Noten existiert. Ist dies der Fall, erhöht in einem Schritt **406i** die Einrichtung **330** den Zähler m und führt die Schritte **406b**–**406h** für die auf die Note m folgende Note m+1 und die s auf diese Note folgenden Noten durch, wobei sie hierbei bei Schritt **406b**, wie im vorhergehenden bereits erwähnt, Kandidatennotenlängen nicht als Variation zu der in Schritt **402** bestimmten Notenlänge NL sondern als Variation zu der lokalen Notenlänge der zuletzt verarbeiteten Gruppe bestimmt. Der Abstand der einer Note in Schritt **406g** zugeordneten lokalen Notenlänge zu der in Schritt **402** bestimmten Notenlänge kann deshalb durchaus groß werden, größer jedenfalls als das maximale Variationsmaß in Schritt **406b**. Allerdings ändern sich die lokalen Notenlängen von Note zu Note lediglich um das Variationshöchstmaß in Schritt **406b**.

[0100] Stellt die Einrichtung **330** in Schritt **406h** fest, dass zu allen Noten, bzw. Gruppen die Schritte **406b**–**406g** durchgeführt worden sind, berechnet sie in einem Schritt **406j** eine neue Notenlänge als einen Mittelwert über die den Noten in Schritt **406g** zugeordneten lokalen Notenlängen, um die in Schritt **402** bestimmte Notenlänge für die darauf folgende Verarbeitung zu ersetzen. Ferner kann die Einrichtung **330**, obwohl es in Fig. 11 nicht gezeigt ist, in dem Schritt **406g** ferner gleich einer Markierung der schlecht quantisierten Noten durchführen, wie es im vorhergehenden Bezug nehmend auf die erste mögliche Durchführungs-Art und Weise für den Schritt **406** beschrieben worden ist.

[0101] Nachdem im Schritt **406** jeder Note n eine Längenklasse LC_n zugeordnet worden ist, wird durch die Einrichtung **330** in einem Schritt **408** eine prinzipielle Überprüfung der durch den Schritt **406** realisierten Quantisierung bzw. eine Überprüfung der Güte der Notenklassenbestimmung durchgeführt. Dabei geht die Einrichtung **330** insbesondere folgendermaßen vor. Zunächst untersucht die Einrichtung **330**, wie viele der Noten der Notenfolge eine Längenklasse LC hat, die einem Vielfachen von 3 entspricht, also beispielsweise 3, oder, wenn auch die Längenklassen 6, 9, 12 usw. zu den möglichen Längenklassen gehören, die Längenklasse 6 usw. In einen darauf folgenden Schritt überprüft die Einrichtung **330** dann, ob die Anzahl einen gewissen Wert überschreitet, wie z.B. einen gewissen Prozentsatz relativ zu der Anzahl aller Noten der Notenfolge. Ist dies der Fall (**410**), so geht die Einrichtung **330** davon aus, dass die bisherige Wahl der Notenlänge NL, wie sie entweder durch den Schritt **402** oder alternativ durch den Schritt **406j** bestimmt worden ist, keine geeignete Grundnotenlänge darstellt, da Noten zumeist zueinander Notenlängenverhältnisse von 2^{-x} mit x einer Ganzzahl aufweisen. Deshalb ändert die Einrichtung **330** in einem Schritt **412** die bisher geltende Notenlänge aus Schritt **402** bzw. **406j**, indem sie die bisher geltende Notenlänge mit 2/3 oder 3/2 multipliziert, um eine neue Notenlänge NL' zu erhalten. Insbesondere multipliziert die Einrichtung **330** im Schritt **412** die bisher geltende Notenlänge NL mit 2/3, wenn die bisher geltende Notenlänge größer als eine Konstante x, mit x beispielsweise einem Wert zwischen 0,05 und 0,2 Sekunden und vorzugsweise 0,11 Sekunden, ist, und mit 3/2, wenn die bisher geltende NL kleiner oder gleich der Konstante x ist. Hält die bisher geltende NL jedoch im Schritt **410** der Überprüfung Stand, so beendet die Einrichtung **330** ihre Arbeit, um, wie Bezug nehmend auf Fig. 9 beschrieben, die Notenfolge **318** unter zusätzlicher Zuordnung jeder Note zu einer Längenklasse LC als Notenlängenquantisierte Notenfolge zusammen mit der bestimmten Notenlänge NL an die Taktbestimmungseinrichtung **332** und die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** sowie die Anpassungseinrichtung **336** auszugeben.

[0102] Nach der Ausgabe der Notenlängen-quantisierten Notenfolge wird zunächst die Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** aktiv, um die Taktlänge zu

bestimmen, und zwar als eine Anzahl der Grundnotenlänge NL. Damit ergibt sich inhärent auch die Anzahl der Grundnotenlängen pro Taktschlag bzw. Beat bzw. pro Beatintervall und eine Taktgeschwindigkeit bzw. ein BPM-Wert der Notenlängen-quantisierten Notenfolge.

[0103] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel führt die Einrichtung **332** die Taktlängenbestimmung auf die folgende Weise durch. Sie geht zunächst vorgabemäßig davon aus, dass ein bestimmtes Taktschema vorliegt, wobei im Folgenden exemplarisch davon ausgegangen wird, dass die Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** einen Vier-Viertel-Takt annimmt, bei dem vier Schläge bzw. Beats pro Takt vorkommen. Außerdem ist der Taktlängenbestimmungseinrichtung **230** eine Mindestgeschwindigkeit vorgegeben, wie z.B. eine Mindestgeschwindigkeit von 70 bpm. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bestimmt nun die Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** eine Ganzzahl $x > 0$ derart, dass

$$\frac{60\text{sek}}{2\,\min_{bpm}} < 2^x\,NL \leq \frac{60\text{sek}}{\min_{bpm}}$$

gilt, wobei „sek" die Einheit Sekunden sein soll, $\min_{bpm}$ der bpm-Wert der Mindestgeschwindigkeit und NL die durch die Einrichtung **330** bestimmte Grundnotenlänge sei.

[0104] Auf diese Weise wird einem Taktschlag die Länge 2^x NL zugeordnet, so dass sich eine Geschwindigkeit der Schläge zwischen der Minimalgeschwindigkeit und dem Doppelten der Minimalgeschwindigkeit ergibt, also, um bei dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel zu bleiben, eine Geschwindigkeit zwischen 70 und 140 bpm. Die Taktlänge beträgt damit unter der vorhergehenden exemplarischen Annahme eines Vier-Viertel-Taktes automatisch 4×2^x NL. Damit liegt die Länge eines Taktes in NL-Einheiten und damit auch in Sekunden fest, woraufhin die Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** die Taktlänge TL an die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** und die Anpassungseinrichtung **336** ausgibt.

[0105] Auf die Ausgabe der Taktlänge TL durch die Einrichtung **332** hin wird die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** aktiv, um ihrerseits eine Auftakterkennung und damit eine endgültige Festlegung der Taktgrenzen bzw. eine endgültige Festlegung des Taktrasters der Notenlängen-quantisierte Notenfolge durchzuführen.

[0106] Die Funktionsweise der Auftaktbestimmungseinrichtung **334** zur Bestimmung des Auftaktes wird im Folgenden Bezug nehmend auf Fig. 12 näher erläutert. Zunächst versucht die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** in einem Schritt **500** unter den Noten der Notenlängen-quantisierten Notenfolge lange Noten ausfindig zu machen. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erkennt die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** solche Noten der Notenlängen-quantisierte Notenfolge als lange Noten an, deren zugeordnete Längenklasse LC_n multipliziert mit der Grundnotenlänge NL größer als das Schlagintervall 2^x NL bzw., in dem Fall eines Vier-Viertel-Taktes, größer als TL/4 ist.

[0107] Nachdem die Einrichtung **334** solche langen Noten im Schritt **500** bestimmt hat, versucht die Einrichtung in einem Schritt **502** Gruppen von langen Noten zu finden, die untereinander bezüglich ihrer Notenanfangszeitpunkte im wesentlichen mit einem Vielfachen einer Taktlänge TL beabstandet sind. Anders ausgedrückt, ermittelt die Einrichtung **334** in dem Schritt **502** alle Gruppen von langen Noten, deren Noten alle Notenanfangszeitpunkte t_n aufweisen, die untereinander einen Abstand aufweisen, der im Wesentlichen einem ganzzahligen Vielfachen der ermittelten Taktlänge TL entspricht bzw. von einem ganzzahligen Vielfachen der ermittelten Taktlänge um höchstens einen vorbestimmten Schwellenwert abweicht. Die Ermittlung im Schritt **502** wird beispielsweise derart durchgeführt, dass die Überprüfung der Abstände zwischen den Notenanfangszeitpunkten der Noten einer potentiellen Gruppe von langen Noten daraufhin, ob dieselben weniger als ein vorbestimmtes Maß von einem Vielfachen einer Taktlänge TL entfernt sind, auf die Abstände zwischen Taktanfangszeitpunkten aufeinander folgender bzw. nächstliegender Noten dieser Gruppen beschränkt wird. Alternativ können jedoch auch alle Abstände überprüft werden.

[0108] Dem Schritt **502** liegt die Beobachtung zugrunde, dass lange Noten zumeist an Taktanfängen angeordnet sind. Alle im Schritt **502** ermittelten Gruppen stellen folglich Kandidatengruppen von langen Noten dar, deren Noten an den Taktanfängen angeordnet sein könnten. Alle Noten der Kandidatengruppen werden folglich als mögliche erste Note eines Taktes markiert.

[0109] In einem Schritt **504** wählt die Einrichtung **334** eine der Kandidatengruppen aus, nämlich bevorzugter Weise diejenige, die die meisten langen Noten aufweist. Anders ausgedrückt, wählt die Einrichtung **334** im Schritt **504** diejenigen unter den markierten langen Noten, die zu den meisten anderen langen Noten den im Schritt **502** geforderten Abstand haben, als erste Noten eines Taktes bzw. Noten aus, die Taktanfänge bilden. Im Schritt **506** bestimmt die Einrichtung **334** daraufhin den Auftakt, indem sie ein Taktraster mit der bestimmten Taktlänge TL so zeitlich verschiebt, dass die Taktanfänge möglichst gut mit den Notenanfängen der langen Noten der im Schritt **504** bestimmten Gruppe übereinstimmen, wodurch sich der Auftakt bzw. der Versatz der Takte zu dem

Beginn der Notenlängen-quantisierten Notenfolge ergibt. Diesen Auftakt gibt die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** an ihrem Ausgang aus, beispielsweise in Sekunden, gemessen von Beginn der Melodie an, um ihn an die Anpassungseinrichtung **336** weiterzuleiten.

[0110] Die Anpassungseinrichtung **336** führt daraufhin eine Korrektur von neben dem durch die Taktlänge TL und den Auftakt bestimmten Takt bzw. dem durch die Taktlänge und den Auftakt bestimmte Taktraster liegenden Noten der Notenlängenquantisierten Notenfolge durch. Insbesondere führt die Anpassungseinrichtung **336** eine Quantisierung der Notenanfangszeitpunkte durch, wie sie Bezug nehmend auf Fig. 13 näher veranschaulicht wird.

[0111] Zunächst sucht die Einrichtung **336** in einem Schritt **600** den durch die Notenlängen-quantisierten Notenfolge repräsentierten gesamten Vektor außer demjenigen Teil, der sich auf den ersten Takt bzw. den Auftakt bezieht, daraufhin durch, ob er Gruppen von aufeinander folgenden Noten enthält, die ein oder mehrere Ticks bzw. um ein oder zwei NL oder um ein anderes vorbestimmtes Maß neben den Taktschlägen liegen, wie sie durch das Taktraster definiert sind, das durch die Taktlänge TL und den Auftakt definiert ist.

[0112] Um dies zu veranschaulichen, sei beispielsweise auf Fig. 8 Bezug genommen. Fig. 8 deutet mit gestrichelten Linien aufgetragen über der Zeitachse **320** eine Einteilung der Zeitachse **320** in aufeinanderfolgende Abschnitte der Länge NL an, wie sie durch die Auftaktbestimmung durch die Einrichtung **334** festgelegt ist. In diesem exemplarischen Fall gehörte beispielsweise die Note **322c** zu den langen Noten, wie sie im Schritt **500** ermittelt worden sind. Dementsprechend liegt in der Gegend des Notenanfangszeitpunktes der Note **322c** t_{n+z} ein Taktanfang **602**, wie es im Schritt **506** festgelegt worden ist, und somit auch ein Taktschlag. Die in Fig. 8 erkennbare leichte Diskrepanz zwischen dem Zeitpunkt des Taktanfangs **602** und dem Notenanfangszeitpunkt t_{n+2} der Note **342c** lässt sich durch die Rhythmusschwankungen des ursprünglichen Audiosignals am Eingang **302** der Vorrichtung erklären. Durch die Festlegung des Taktrasters derart, dass in dem gezeigten Ausschnitt von Fig. 8 der Taktanfang **602** an der gezeigten Stelle ist, ist aber auch das Raster von Notenlängen NL in seinem zeitlichen Versatz festgelegt. In dem Fall von Fig. 8 sei exemplarisch angenommen, dass durch die Einrichtung **332** das Schlagintervall auf 2^3 NL festgelegt worden sei, weshalb sich in Fig. 8 ein weiterer Taktschlag bei **604** befindet und ein wiederum weiterer bei **606**. Wie es zu sehen ist, liegt von den Noten **322a**, **322c** und **322d** keine der Noten derart, dass ihre Notenanfänge um mehr als eine Notenlänge NL von einem Taktschlag **602**–**606** abweichen. Folglich würde keine der Noten in dem Schritt **600** durch die Einrichtung **336** im Rahmen einer Gruppe ausgewählt werden. Die Note **323b** würde ebenfalls nicht, da sie eine einzelne Note umgeben von Noten mit geringen Abständen zu Taktschlägen ist, als Teil einer Gruppe von aufeinander folgenden Noten der im Schritt **600** gesuchten Art ausgewählt werden.

[0113] Findet aber die Einrichtung **336** eine Gruppe der im Schritt **600** gesuchten Art, führt die Einrichtung **336** bestimmte Maßnahmen nach einer gewissen Priorität an dieser Gruppe durch, wie es im Folgenden beschrieben wird. Zunächst überprüft die Einrichtung **336** in einem Schritt **608** die Noten der gefundenen Gruppe von aufeinander folgenden Noten der Notenlängen-quantisierten Notenfolge daraufhin, ob eine Note im Schritt **504** durch die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** als Anfangsnote eines Taktes markiert worden ist. Falls dies der Fall ist, verschiebt die Einrichtung **336** in einem Schritt **610** die Gruppe derart, dass die betreffende Note, d.h. diejenige, die einen Taktanfang darstellt, auf dem Taktanfang liegt, wobei alle auf diese Note folgenden Noten dieser Gruppe dementsprechend mitverschoben werden. Beginnt die Gruppe von aufeinander folgenden Noten beispielsweise bei der Note m, und reicht die Gruppe bis zur Note m + 1, und ist weiterhin die Note, die den Taktanfang darstellt, die Note j mit $m \leq j \leq m+1$, und ist t_{Takt} der Zeitpunkt des entsprechenden Taktanfangs, so verschiebt die Einrichtung **336** im Schritt **610** alle Noten j bis m + 1 durch Addieren von $t_{Takt} - t_j$ zu den Notenanfangszeitpunkten t_j, ..., t_{m+1} Nach dem Schritt **610** fährt die Einrichtung **336** bei Schritt **600** mit der nächsten Gruppe fort.

[0114] Fällt jedoch die Überprüfung im Schritt **608** negativ aus, d.h. befindet sich in der aktuellen Gruppe keine Note, die einen Taktanfang darstellt bzw. im Schritt **504** als erste Note eines Taktes markiert worden ist, so fährt die Einrichtung **336** bei Schritt **612** damit fort, zu überprüfen, ob vor der aktuellen Gruppe von Noten eine Note vorhanden ist, die wegen ihrer großen Abweichung des Produktes aus Längenklasse mal Notenlänge von der wirklichen Notendauer τ im Schritt **406** durch die Einrichtung **330** markiert worden ist. Ist dies der Fall, führt die Einrichtung **336** in einem Schritt **614** eine Untersuchung dahingehend durch, ob alle folgenden Noten der Gruppe nach einer Verschiebung besser relativ zu den Taktschlägen liegen, d.h. ein mittlere Abstand jedes Notenanfangszeitpunktes der Noten der aktuellen Gruppe zu dem jeweils nächstgelegenen Taktschlag bei Verschiebung in der Zeitachse kleiner wird, und zwar vorzugsweise bei Verschiebung um Vielfache von NL. Ist dies der Fall, verschiebt die Einrichtung **336** in einem Schritt **616** die Noten in der aktuellen Gruppe unter entsprechender Verkürzung bzw. Verlängerung der Note vor der Gruppe um Einheiten der Grundnotenlänge NL nach vorne oder nach hinten, je nachdem, wie die im Schritt **406** markierte Note besser an ihre ursprüngliche Länge herankommt, d.h. derart, dass

die entstehende Längenklasse LC' für diese Note multipliziert mit NL ihrer tatsächlichen Notendauer τ näher kommt. Nach dieser Maßnahme fährt die Einrichtung **336** mit der nächsten Gruppe im Schritt **600** fort.

[0115] Befindet sich jedoch keine als schlecht quantisiert markierte Note in der aktuellen Gruppe, so fährt die Einrichtung **336** bei Schritt **618** damit fort, zu überprüfen, ob die Gruppe insgesamt ein oder zwei Ticks neben dem Takt bzw. neben den Taktschlägen liegt, woraufhin, wenn dies der Fall ist, die Einrichtung **336** in einem Schritt **620** nur die Gruppe von Noten verschiebt, wobei die Richtung vom Durchschnitt der ursprünglichen Positionen der Noten abhängt, d.h. den für diese Noten in der Notenlängen-quantisierten Notenfolge enthaltenen Notenanfangszeitpunkten t_n.

[0116] Nach Durchführung der Maßnahme **620** fährt die Einrichtung **336** bei Schritt **600** mit der nächsten Gruppe fort. Bei einem negativen Ergebnis der Abfrage **618** fährt die Einrichtung **336** ebenfalls mit dem Schritt **600** bezüglich der nächsten Gruppe fort.

[0117] Die Notenfolge, die die Anpassungseinrichtung **336** nach Durchführung der in Fig. 13 gezeigten Schritte ausgibt, stellt folglich eine rhythmisch aufbereitete Notenfolge dar, die auch das Ausgangsergebnis **324** der Rhythmuseinrichtung **306** von Fig. 7 darstellt.

[0118] An der rhythmisch aufbereiteten Notenfolge **324** führt die Tonarteinrichtung **308** eine Tonartbestimmung und ggf. eine Tonartkorrektur durch. Genauer ausgedrückt bestimmt die Einrichtung **308** basierend auf der Notenfolge **324** eine Haupttonart bzw. Tonart der durch die Notenfolge **324** bzw. das Audiosignal **302** repräsentierten Benutzermelodie inklusive des Tongeschlechtes, d.h. Dur oder Moll, des beispielsweise gesungenen Stückes. Danach erkennt dieselbe an dieser Stelle ferner tonleiterfremde Töne bzw. Noten in der Notenfolge **114** und korrigiert dieselben, um zu einem harmonisch klingenden Endergebnis zu kommen, nämlich einer rhythmisch aufbereiteten und tonart-korrigierten Notenfolge **700**, die an die Harmonieeinrichtung **310** weitergeleitet wird und eine Tonart-korrigierte Form der von dem Benutzer gewünschten Melodie darstellt. Die Funktionsweise der Einrichtung **324** entspricht somit derjenigen der Einrichtung **104** von Fig. 3.

[0119] Die Harmonieeinrichtung **310** ist dazu ausgebildet, die Notenfolge **700** von der Einrichtung **308** zu empfangen und für die Melodie, die durch diese Notenfolge **700** repräsentiert wird, eine passende Begleitung zu finden. Dazu agiert bzw. wirkt die Einrichtung **310** taktweise. Insbesondere wirkt die Einrichtung **310** an jedem Takt, wie er durch das durch die Rhythmuseinrichtung **306** festgelegte Taktraster bestimmt ist, derart, dass sie eine Statistik über die in dem jeweiligen Takt vorkommenden Töne bzw. Tonhöhen der Noten T_n erstellt. Die Statistik der vorkommenden Töne wird dann mit den möglichen Akkorden der Tonleiter der Haupttonart verglichen, wie sie von der Tonarteinrichtung **308** bestimmt worden ist. Die Einrichtung **310** wählt unter den möglichen Akkorden dann insbesondere denjenigen Akkord aus, dessen Töne am besten mit den Tönen übereinstimmen, die sich in dem jeweiligen Takt befinden, wie es durch Statistik angezeigt wird. Auf diese Weise bestimmt die Einrichtung **310** für jeden Takt denjenigen Akkord, der am besten zu den beispielsweise eingesungenen Tönen bzw. Noten in dem jeweiligen Takt passt. Mit anderen Worten ausgedrückt, ordnet die Einrichtung **310** den durch die Einrichtung **306** gefundenen Takten Akkordstufen der Grundtonart in Abhängigkeit des Tongeschlechtes zu, so dass sich eine Akkordprogression über den Verlauf der Melodie bildet. Am Ausgang der Einrichtung **310** gibt dieselbe folglich neben der rhythmisch aufbereiteten und Tonart-korrigierten Notenfolge inklusive NL ferner für jeden Takt eine Akkordstufenangabe an die Syntheseeinrichtung **312** aus. Die Wirkweise der Einrichtung **310** entspricht somit derjenigen der Einrichtung **108** aus Fig. 3.

[0120] Die Syntheseeinrichtung **312** benutzt zur Durchführung der Synthese, d.h. zur künstlichen Erzeugung der sich schließlich ergebenden polyphonen Melodie, die Stilinformation. Ihre Funktionsweise entspricht weitestgehend derjenigen der Einrichtung **110** aus Fig. 3. Es kann jedoch vorgesehen sein, dass in der Syntheseeinrichtung **312** zu jedem Musikstil mehrere Begleitmuster in unterschiedlichen Geschwindigkeiten hinterlegt sind. Die Syntheseeinrichtung wählt dann unter diesen stets dasjenige aus, das der Geschwindigkeit der Hauptmelodie am nächsten kommt, wie sie durch die Notenfolge **700** repräsentiert wird, die sich – um bei der exemplarischen Vorgabe eines Vier-Viertel-Taktes und einer Minimalgeschwindigkeit von 70bpm zu bleiben – zu 4·60sek/TL [bpm] berechnet und zwischen 70–140 bpm liegt.

[0121] Die Syntheseeinrichtung **312** instrumentiert also die durch die Notenfolge **700**, die von der Harmonieeinrichtung **310** an die Syntheseeinrichtung **312** weitergeleitet wird, repräsentierte Melodie, um eine Hauptmelodie zu erhalten und kombiniert anschließend Begleitung und Hauptmelodie zu einer polyphonen Melodie, die sie vorliegend exemplarisch in Form einer MIDI-Datei am Ausgang **304** ausgibt, wo sie, wie es bezugnehmend auf Fig. 1 beschrieben, zu dem Benutzer zum Probehören in Nachrichten MIDI/ID zusammen mit der Bereitstellungs-ID zurückgesendet wird, mit der die auch im Nachrichtenserver **28** gespeichert wird.

[0122] Die Tonarteinrichtung **308** ist ferner dazu

ausgebildet, die Notenfolge **700** im Melodiespeicher **314** unter der Bereitstellungsidentifikationsnummer zu speichern. Ist der Benutzer mit dem Ergebnis der polyphonen Melodie am Ausgang **304** unzufrieden, kann somit. Wie im vorhergehenden beschrieben, die Bereitstellungsidentifikationsnummer zusammen mit einer neuen Stilinformation im Rahmen der Nachbesserungsanforderung **228** (Fig. 1) neu in die Vorrichtung von Fig. 7 eingeben, woraufhin der Melodiespeicher **314** die unter der Bereitstellungsidentifikationsnummer gespeicherte Folge **700** an die Harmonieeinrichtung **310** weiterleitet, die daraufhin – wie im Vorhergehenden beschrieben – die Akkorde bestimmt, woraufhin die Syntheseeinrichtung **312** unter Verwendung der neuen Stilinformation abhängig von den Akkorden eine neue Begleitung und abhängig von der Notenfolge **700** eine neue Hauptmelodie erzeugt und zu einer neuen polyphonen Signalisierungsmelodie am Ausgang **304** zusammenfügt. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 wird die Stilinformation erst bei der Synthese verwendet, um passende Begleitungen auszusuchen, während sie keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Stückes hat. Die Zwischenspeicherung kann deshalb vorliegend nach Tonartkorrektur und rythm, ischer Aufbereitung stattfinden.

[0123] Akkordstufenzuordnung zu den Takten durch die Einrichtung **310** und die anschließende Synthetisierung der Begleitung und Instrumentierung der Hauptmelodie funktionieren besser, weil die durch die Einrichtung zur rhythmischen Aufbereitung **316** erzeugte Notenfolge **324** ein Zusammenfügen der Begleitung und der Hauptmelodie zu einem rhythmisch wohlklingenden polyphonen Klang erst überhaupt ermöglicht.

[0124] Bezug nehmend auf die Fig. 7–Fig. 13 wird darauf hingewiesen, dass viele der im vorhergehenden beschriebenen Schritte nicht in dieser Reihenfolge von den einzelnen Einrichtungen durchgeführt werden müssen. Bezüglich der Schritte wird insbesondere darauf hingewiesen, dass die einzelnen Einrichtungen, deren Funktionsweisen durch die Schrittabfolge jeweils definiert sind, für die einzelnen Schritte Einrichtungen aufweisen, die die jeweilige Funktionalität bzw. den jeweiligen Schritt übernehmen. Beispielsweise ist die gesamte Vorrichtung von Fig. 7 als Computerprogramm implementiert, das für jede einzelne Einrichtung bzw. jeden einzelnen Schritt ein Unterprogramm oder einen Abschnitt eines Programmcodes aufweist.

[0125] Ferner ist es möglich, viele der Funktionalitäten der Einrichtungen der Rhythmuseinrichtung **306** auch anders zu implementieren als dies Bezug nehmend auf die Fig. 4–Fig. 7 beschrieben worden ist. Insbesondere Bezug nehmend auf die Funktionalität der Auftaktbestimmungseinrichtung **334** wird im Folgenden eine Alternative zu der im Vorhergehenden beschriebenen Vorgehensweise beschrieben. Nach dieser alternativen Vorgehensweise unterscheidet die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** nicht zwischen langen und kurzen Noten. Sie verschiebt lediglich kontinuierlich oder quasi kontinuierlich ein Taktraster mit der durch die Taktlängenbestimmungseinrichtung **332** bestimmten Taktlänge über die Zeitachse **320** (Fig. 8) und bestimmt dabei für jeden Versatzwert, wie viele Notenanfangszeitpunkte mit Taktanfängen derart zusammenfallen, dass der Zeitunterschied einen bestimmten Schwellenwert unterschreitet. Abhängig von dieser Anzahl für jeden Taktrasterversatz bestimmt die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** dann denn Auftakt als denjenigen Versatzwert, der zu den meisten Aufeinandertreffen zwischen Taktanfängen und Notenanfängen führt. Dabei kann die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** zusätzlich solche Versatzwerte bevorzugen, die kleiner sind. Ferner kann die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** bestimmen, um wie viel der nächstgelegene Notenanfangszeitpunkt von einem Taktanfang entfernt ist, bei dem keine Übereinstimmung bzw. kein Zusammenfallen mit einem Notenanfang festgestellt worden ist. Die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** könnte dann noch eine Anzahl von Taktanfängen zählen, bei denen dieser größere Abstand einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Diese Anzahl könnte die Auftaktbestimmungseinrichtung **334** bei der Auswahl unter den Versatzwerten als Auftakt dadurch berücksichtigen, dass sie Versatzwerte benachteiligt, bei denen solche Taktanfänge vorkommen, und zwar ggf. um so mehr, je größer die Anzahl solcher Nicht-Zusammenfallen-Ereignis-Taktanfänge ist. Die Einrichtung **334** könnte ferner die Bezug nehmend auf Fig. 12 beschriebene Vorgehensweise zur Bestimmung des Auftaktes versuchen, und daraufhin, falls die Anzahl der Noten in der größten Gruppe zu klein ist, die in diesem Absatz beschriebene Vorgehensweise verwenden.

[0126] Ferner wird darauf hingewiesen, dass die im Vorhergehenden beschriebene Reihenfolge der Einrichtungen und/oder Schritte nicht immer festgelegt sein muss. So kann beispielsweise in Fig. 7 die Tonarteinrichtung **308** auch zwischen der Extraktionseinrichtung **304** und der Rhythmuseinrichtung **306** angeordnet sein, um die Notenfolge **318** vor ihrer Verarbeitung durch die Rhythmuseinrichtung **306** hinsichtlich einer bestimmten Tonart in den Tonhöhen zu korrigieren.

[0127] Explizit wird noch mal darauf hingewiesen, dass abhängig von den Gegebenheiten das erfindungsgemäße Schema zur Generierung polyphoner Melodien in Software implementiert sein kann. Die Implementation kann auf einem digitalen Speichermedium, insbesondere einer Diskette oder einer CD mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass das entspre-

chende Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die Erfindung somit auch in einem Computerprogrammprodukt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Rechner und/oder einem entsprechenden Digital- oder Analogbaustein abläuft. In anderen Worten ausgedrückt kann die Erfindung somit als ein Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens realisiert werden, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung einer polyphonen Melodie, mit
einer Empfangseinrichtung (**114**; **302**) zum Empfangen einer Anforderung zur Erzeugung der polyphonen Melodie, die ein Audiosignal, das eine gewünschte Melodie beinhaltet, und eine Stilinformation, die einen gewünschten Musikstil für die polyphone Melodie angibt, umfasst;
eine Verarbeitungseinrichtung (**102**, **104**, **106**; **304**, **306**) zum Verarbeiten des Audiosignals, um eine Notenfolge zu erhalten, die die gewünschte Melodie darstellt;
einer Begleitungsermittlungseinrichtung (**108**, **110**; **310**, **312**) zum Ermitteln einer Begleitung zu der Melodie basierend auf der Notenfolge und der Stilinformation; und
einer Vereinigungseinrichtung (**110**; **312**) zum Bilden der polyphonen Melodie auf der Basis der Begleitung und der Notenfolge.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Verarbeitungseinrichtung ausgebildet ist, um an dem Audiosignal eine Notenfolgenextraktion durchzuführen, um eine Erstversion (**114**) der Notenfolge zu erhalten, derart, dass in der Erstversion der Notenfolge für jede Note der Notenfolge ein Notenanfangszeitpunkt, eine Notendauer, eine Lautstärke und eine notenquantisierte Tonhöhe enthalten ist.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, bei der die Verarbeitungseinrichtung folgendes Merkmal aufweist eine Analyseeinrichtung (**104**) zum Analysieren der Notenfolge, um eine Haupttonart zu erhalten.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wiederum rückbezogen auf Anspruch 2, bei der die Verarbeitungseinrichtung folgendes Merkmal aufweist:
eine Einrichtung (**150**) zum Ermitteln einer Häufigkeit von in der Notenfolge vorkommenden notenquantisierten Tonhöhen, um eine Notenhäufigkeitsverteilung zu erhalten;
eine Einrichtung (**152**) zum Vergleichen der Notenhäufigkeitsverteilung mit Referenzverteilungen, wobei jede Referenzverteilung einer aus einer Mehrzahl von möglichen Tonarten zugeordnet ist, um ein Vergleichsergebnis zu erhalten; und
eine Einrichtung (**154**) zum Bestimmen der Haupttonart unter den möglichen Tonarten auf der Basis des Vergleichsergebnisses.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 3 oder 4, bei der die Verarbeitungseinrichtung ferner folgendes Merkmal aufweist:
eine Tonartkorrektureinrichtung (**104**) zum Durchführen einer Tonartkorrektur an der Notenfolge basierend auf der Haupttonart, um eine Tonart-korrigierte Version der Notenfolge zu erhalten.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wiederum rückbezogen auf Anspruch 2, bei der die Tonartkorrektureinrichtung (**104**) folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**156**) zum Ermitteln von Noten mit notenquantisierten Tonhöhen in der Notenfolge (**116**), die nicht zu einer Tonleiter der Haupttonart passen; und
eine Einrichtung (**158**) zum Verändern der ermittelten notenquantisierten Tonhöhen, um zu der Haupttonart zu passen, wodurch eine Tonart-korrigierte Version der Notenfolge erhalten wird.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 5 oder 6, wiederum rückbezogen auf Anspruch 2, bei der die Verarbeitungseinrichtung folgendes Merkmal aufweist:
eine Einrichtung (**106**) zum Einteilen der Notenfolge in Takte.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, bei der die Stilinformation eine Stilidentifikationsnummer aufweist, die einen Musikstil unter einer Mehrzahl von möglichen Musikstilen identifiziert, wobei jedem möglichen Musikstil ein Tempobereich zugeordnet ist,
wobei die Einrichtung zum Einteilen folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**202**) zum Identifizieren der Noten der Notenfolge (**118**) als Bruchteile unter möglichen Bruchteilen einer Taktlänge, derart, dass sich ein Tempo der Notenfolge ergibt, das sich in demjenigen Tempobereich befindet, der dem Musikstil zugeordnet ist, der durch die Stilidentifikationsnummer identifiziert wird, oder das sich ergebende Tempo diesem Tempobereich für alle möglichen Bruchteile am nächsten liegt, wodurch ein vorläufiges Taktraster mit der Taktlänge erhalten wird;
eine Einrichtung (**216**) zum, für unterschiedliche Versätze zwischen dem vorläufigen Taktraster und der Notenfolge (**118**), Vergleichen einer Lage von Taktanfängen des Taktrasters relativ zu den Noten der Notenfolge, um ein Taktrastervergleichsergebnis zu erhalten;
eine Einrichtung (**218**) zum, abhängig von dem Taktrastervergleichsergebnis, Bestimmen eines der zeitlichen Versätze als Auftakt, wobei der Auftakt zusammen mit der Taktlänge die Einteilung der Notenfolge in Takte festlegt.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes Merkmal aufweist:
eine Einrichtung (**306**) zur rhythmischen Aufbereitung des Notenfolge, wodurch die Notenfolge ferner in Takte eingeteilt wird.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, bei der die Einrichtung zur rhythmischen Aufbereitung folgende Merkmale aufweist:
eine Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) zum Bestimmen einer Grundnotenlänge (NL) auf der Basis der Notenfolge und zum Zuordnen der Noten (**322a**–d) der Notenfolge zu Notenlängenquantisierungsstufen auf der Basis der Grundnotenlänge (NL), um eine Notenlängenquantisierte Version (**324**) der Notenfolge zu erhalten;
eine Taktlängenbestimmungseinrichtung (**332**) zum Bestimmen einer Taktlänge (TL) als ein erstes ganzzahliges Vielfaches der Grundnotenlänge (NL), derart, dass eine sich ergebende Schlaggeschwindigkeit der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge eine vorbestimmte Bedingung erfüllt;
eine Auftaktbestimmungseinrichtung (**334**) zum Bestimmen des Auftaktes der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge abhängig von der Taktlänge (TL), wobei durch die Taktlänge (TL) und den Auftakt ein Taktraster definiert ist; und
eine Anpassungseinrichtung (**336**) zum Anpassen der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge an das Taktraster auf der Basis der Taktlänge (TL) und des Auftaktes.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wiederum rückbezogen auf Anspruch 2, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ausgebildet ist, um
a) Differenzen zwischen den Notenanfangszeitpunkten (t_n) von aufeinanderfolgenden Noten der Notenfolge (**318**) zu bilden (**400**), um eine Tonabstandsstatistik zu erhalten, und
b) die Grundnotenlänge (NL) basierend auf der Tonabstandsstatistik zu ermitteln (**402**).

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ferner ausgebildet ist, um
c) zu überprüfen (**404b**), ob eine Abweichung zwischen einer Differenz zwischen den Notenanfangszeitpunkten (t_n) einer ersten Note der Notenfolge (**318**) und einer zweiten, auf die erste Note folgenden Note der Notenfolge (**318**) auf der einen Seite und der Notendauer (τ_n) der ersten Note auf der anderen Seite eine ersten vorbestimmten Schwellwert überschreitet, der von der Grundnotenlänge (NL) abhängt, und
d) falls dies der Fall ist, in die Notenfolge (**318**) hinter der ersten Note eine Pausennote als Note mit einem Notenanfang und einer Notenlänge einzufügen (**404e**), die von den Notenanfangszeitpunkten (t_n) der ersten und zweiten Note sowie der Notendauer (τ_n) der ersten Note abhängen.

13. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 11 oder 12, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ferner ausgebildet ist, um
e) der Noten der Notenfolge (**318**) jeweils eine ganzzahlige Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) zuzuordnen (**406**), wodurch die Notenlängen-quantisierte Version (**324**) der Notenfolge erhalten wird, wobei die Zuordnung e) unter Zuordnen einer ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) aus einer vorbestimmten Mehrzahl von möglichen ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufen zu einer dritten Note der Notenfolge (**318**) abhängig von einem Verhältnis zwischen einer Differenz des Notenanfangszeitpunkts (t_n) der dritten Note und des Notenanfangszeitpunkts (t_n) einer auf die dritte Note folgenden Note der Notenfolge (**318**) auf der einen Seite und der Grundnotenlänge (NL) auf der anderen Seite stattfindet.

14. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 11 oder 12, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ausgebildet ist, um
e) den Noten der Notenfolge (**318**) jeweils eine ganzzahlige Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) zuzuordnen, wodurch die Notenlängen-quantisierte Version (**324**) der Notenfolge erhalten wird, wobei die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) derart ausgebildet ist, dass die Zuordnung unter Durchführung folgender Schritte ausgeführt wird:
e1) Variieren (**406b**), für eine Gruppe bestehend aus einer vierten Note und s auf die vierte Noten folgenden Noten der Notenfolge (**318**), der Grundnotenlänge (NL) innerhalb eines bestimmten Höchstmaßes, um Kandidatenabschnittsgrundnotenlängen (KNL) zu erhalten (**406b**);
e2) Zuordnen (**406c**), für jede Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL), für jede Note der Gruppe, jeweils einer ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufe aus der vorbestimmten Mehrzahl von möglichen ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufen zu der jeweiligen Note der Gruppe, und zwar abhängig von einem Verhältnis zwischen einer Differenz des Notenanfangszeitpunktes (t_n) der jeweiligen Note und des Notenanfangszeitpunktes (t_n) der auf die jeweilige Note folgende Note der Notenfolge auf der einen Seite und der jeweiligen Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL) auf der anderen Seite (**406c**);
e3) Berechnen (**406d**), für jede Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL), eines Gruppenabstandswertes, basierend auf, für jede Note der Gruppe, einer Differenz zwischen dem Produkt der ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufe, der die jeweilige Note der Gruppe für die jeweilige Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL) zugeordnet ist, und der jeweiligen Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL) auf der einen Seite und einer Differenz zwischen dem Notenanfangszeitpunkt (t_n) der jeweili-

gen Note und dem Notenanfangszeitpunkt (t_n) der auf die jeweilige Note nachfolgenden Note auf der anderen Seite,
e4) basierend auf den Gruppenabstandswerten für jede Kandidatenabschnittsgrundnotenlänge (KNL), Bestimmen (**406f**) einer Abschnittsgrundnotenlänge unter den Kandidatenabschnittsgrundnotenlängen (KNL), derart, dass der Gruppenabstandswert für die Abschnittsgrundnotenlänge unter den Gruppenabstandswerten für die Kandidatenabschnittsgrundnotenlängen (KNL) extremal ist,
e5) Zuordnen (**406g**) der Abschnittsgrundnotenlänge und der ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufe, der in Schritt e2) die vierte Note für die Abschnittsgrundnotenlänge zugeordnet worden ist, zu der vierten Note, wobei die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) derart ausgebildet ist, dass zur Durchführung der Zuordnung nach e) die Schritte e1) – e5) ferner für eine auf die vierte Note folgende fünfte Note der Notenfolge (**318**) anstelle der vierten Note durchgeführt werden (**406h**, **406i**), wobei jedoch im Schritt e1) die der vierten Note zugeordnete Abschnittsgrundnotenlänge innerhalb des Höchstmaßes variiert wird.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ausgebildet ist, um
f) aus den Abschnittsgrundnotenlängen einen Durchschnittswert zu berechnen und die Grundnotenlänge durch den Durchschnittswert zu ersetzen (**406j**).

16. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ausgebildet ist, um
g) die den Noten der Notenfolge (**318**) zugeordneten ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufen (LC_n) daraufhin auszuwerten (**408**), wie viele derselben einem Vielfachen von Drei entsprechen, um ein Auswerteergebnis zu erhalten, und
h) abhängig von dem Auswerteergebnis (**410**), die Grundnotenlänge (NL) zu ändern (**412**) und den Schritt e) bzw. die Schritte e) und f) erneut durchzuführen.

17. Vorrichtung gemäß Anspruch 16, bei der die Grundnotenlängenquantisierungseinrichtung (**330**) ausgebildet ist, um die Änderung h) der Grundnotenlänge derart durchzuführen, dass die Grundnotenlänge mit 2/3 multipliziert wird, wenn die Grundnotenlänge größer als ein zweiter vorbestimmter Schwellwert ist, und die Grundnotenlänge mit 3/2 zu multiplizieren, wenn die Grundnotenlänge kleiner als der zweite vorbestimmte Schwellenwert ist.

18. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 bis 17, bei der die Auftaktbestimmungseinrichtung (**334**) ausgebildet ist, um
a) unter den Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge solche herauszufinden (**500**), deren zugeordnete Notenlängenquantisierungsstufen (LC_n) einen dritten vorbestimmten Schwellwert überschreiten, um die herausgefundenen Noten als lange Noten unter den Noten zu identifizieren,
b) die langen Noten dahingehend auszuwerten (**502**), welche Gruppen von langen Noten Noten aufweisen, deren Notenanfangszeitpunkte (t_n) untereinander Abstände aufweisen, die einem ganzzahligen Vielfachen der Taktlänge (TL) mit weniger als einer vorbestimmten maximalen Abweichung entsprechen, um Kandidatengruppen von Noten zu erhalten;
c) die Kandidatengruppen dahingehend auszuwerten (**504**), welche der Kandidatengruppen die meisten Noten aufweist, um ein zweites Auswerteergebnis zu erhalten; und
d) auf der Basis des zweiten Auswerteergebnisses den Auftakt zu bestimmen (**506**).

19. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 18, bei der die Taktlängenbestimmungseinrichtung (**332**) ausgebildet ist, um eine Ganzzahl x derart zu bestimmen, dass 2^x mal der Grundnotenlänge (NL) eine vorbestimmte Bedingung erfüllt, und basierend auf 2^x und der Grundnotenlänge die Taktlänge (TL) festzulegen.

20. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, bei der die Anpassungseinrichtung (**336**) ausgebildet ist, um
a) unter den Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge eine Gruppe von aufeinanderfolgenden Noten zu ermitteln (**600**), deren Notenanfangszeitpunkte (t_n) um mehr als ein vierter vorbestimmter Schwellwert von Taktschlägen abweichen, wie sie durch das Taktraster festgelegt sind, und
b) zu untersuchen (**608**), ob eine der Noten der Gruppe von Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge zu einer Kandidatengruppe gehört, die die meisten Noten unter den Kandidatengruppen aufweist, und, falls dies der Fall ist, die Notenanfangszeitpunkte (t_n) der Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge, die der Kandidatengruppe mit dem meisten Noten zugehört, sowie die nachfolgenden Noten der Gruppe derart gemeinsam zu verschieben (**610**), dass die der Kandidatengruppe mit den meisten Noten zugehörende Note der Gruppe mit einem Taktanfang des Taktrasters übereinstimmt.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 20, bei der die Anpassungseinrichtung (**336**) ausgebildet ist, um
c) falls keine Note der Gruppe von Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge einer der Kandidatengruppen angehört, zu untersuchen (**612**), ob die Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) der Note vor der Gruppe von Noten der Notenlängenquantisierten Version (**324**) der Notenfolge mal die Grundnotenlänge (NL) von der Notendauer (τ_n) dieser Note um mehr als ein fünfter vorbestimm-

ter Schwellwert abweicht, und in diesem Fall zu untersuchen (**614**), ob alle Noten der Gruppe von Noten der Notenlängen-quantisierten Version (**324**) der Notenfolge nach einer Verschiebung ihrer Notenanfangszeitpunkte (t_n) um ein ganzzahliges Vielfaches der Grundnotenlänge (NL) besser mit den Taktschlägen übereinstimmen, und, falls dies der Fall ist, die Notenanfangszeitpunkte (t_n) der Noten der Gruppe unter entsprechender Verkleinerung oder Vergrößerung der ganzzahligen Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) der Note vor der Gruppe so zu verschieben, dass die Notenlängenquantisierungsstufe (LC_n) der Note vor der Gruppe mal die Grundnotenlänge (LC_n) der Notendauer (τ_n) dieser Note näher kommt.

22. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 7–21, bei der die Begleitungsermittlungseinrichtung folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**108**; **310**) zum Zuweisen einer Akkordstufe aus einer Mehrzahl möglicher Akkordstufen zu jedem Takt der Notenfolge; und
eine Einrichtung (**110**; **312**) zum Synthetisieren der Begleitung basierend auf den Akkordstufen, die den Takten der Notenfolge zugewiesen sind, wobei die Stilinformation eine Stilidentifikationsnummer, die einen Musikstil unter einer Mehrzahl von möglichen Musikstilen identifiziert, aufweist, und wobei jedem möglichen Musikstil ein Begleitmuster in einer vorbestimmten der möglichen Tonarten zugeordnet ist, wobei die Einrichtung (**110**) zum Synthetisieren ausgebildet ist, um die Synthetisierung der Begleitung dadurch durchzuführen, dass für jeden Takt aus dem Begleitmuster, das der Haupttonart zugeordnet ist, abhängig von der Akkordstufe, die dem jeweiligen Takt zugewiesen ist, und vom Tongeschlecht der Haupttonart durch Veränderung auf vorbestimmte Weise oder keine Änderung ein Begleitmuster erzeugt wird, das dem jeweiligen Takt zugeordnet wird.

23. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner folgendes Merkmal aufweist:
eine Einrichtung (**26**) zum Aufnehmen eines Gesangs, eines Vorsummens oder eines Audiovorspiels eines Benutzers, um das Audiosignal zu erhalten.

24. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, bei der die Einrichtung (**26**) zum Aufnehmen des Gesangs, des Vorsummens oder des Audiovorspiels ein von einem Server (**22**) auf einen Computer des Benutzers herunterladbares Programm ist, während die Umwandlungseinrichtung, die Analyseeinrichtung, die Überarbeitungseinrichtung, die Ermittlungseinrichtung und die Vereinigungseinrichtung in einem Computerprogramm implementiert sind, das auf dem Server läuft.

25. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**28**) zum Bereitstellen der polyphonen Melodie unter einer vorbestimmten Bereitstellungsidentifikationsnummer für einen späteren Abruf durch den Benutzer; und
eine Einrichtung (**24**) zum Übertragen einer Probeversion der polyphonen Melodie zusammen mit der Bereitstellungsidentifikationsnummer an den Benutzer für ein Vorspielen der Probeversion; und
eine Einrichtung zum Übertragen der polyphonen Melodie an den Benutzer auf einen Erhalt einer Anforderung des Benutzers mit der Bereitstellungsidentifikationsnummer hin.

26. Vorrichtung gemäß Anspruch 25, der ferner folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**112**) zum Zwischenspeichern einer Version der Notenfolge;
eine Einrichtung (**232**) zum Empfangen einer veränderten Stilinformation von dem Benutzer als Reaktion auf das Übertragen der Probeversion an den Benutzer,
wobei die Begleitungsermittlungseinrichtung ausgebildet ist, um ansprechend auf einen Empfang der veränderten Stilinformation hin, die Ermittlung für die veränderte Stilinformation an der in der Einrichtung zum Zwischenspeichern zwischengespeicherten versoin der Notenfolge erneut durchzuführen, um eine revidierte Fassung der polyphonen Melodie zu erhalten.

27. Vorrichtung gemäß Anspruch 26, bei der
die Einrichtung (**112**) zum Zwischenspeichern ausgebildet ist, um die Version der Notenfolge unter einer Zwischenversionsnummer zwischenzuspeichern,
die Einrichtung (**24**) zum Übertragen der Probeversion ausgebildet ist, um mit der Probeversion auch die Zwischenversionsnummer an den Benutzer zu übertragen,
die Einrichtung (**232**) zum Empfangen der veränderten Stilinformation von dem Benutzer ausgebildet ist, um mit der veränderten Stilinformation auch eine Angabe (**230**) zu empfangen, die die Zwischenversionsidentifikationsnummer anzeigt, und
die Begleitungsermittlungseinrichtung ausgebildet ist, um ansprechend auf einen Empfang der veränderten Stilinformation hin die Ermittlung für die veränderte Stilinformation an derjenigen Version der Notenfolge vorzunehmen, die in der Einrichtung (**112**) zum Zwischenspeichern unter der Zwischenversionsnummer gespeichert ist, die von der Angabe angezeigt wird, die von dem Benutzer empfangen worden ist, um eine revidierte Fassung der polyphonen Melodie zu erhalten.

28. Verfahren zur Erzeugung einer polyphonen Melodie, mit
Empfangen einer Anforderung zur Erzeugung der polyphonen Melodie, die ein Audiosignal, das eine gewünschte Melodie beinhaltet, und eine Stilinformation, die einen gewünschten Musikstil für die polyphone Melodie angibt, umfasst;

Verarbeiten des Audiosignals, um eine Notenfolge zu erhalten, die die gewünschte Melodie darstellt;
Ermitteln einer Begleitung zu der Melodie basierend auf der Notenfolge und der Stilinformation; und
Bilden der polyphonen Melodie auf der Basis der Begleitung und der Notenfolge.

29. Computer-Programm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 28, wenn das Computer-Programm auf einem Computer und/oder einem entsprechenden Digital- oder Analogbaustein abläuft.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

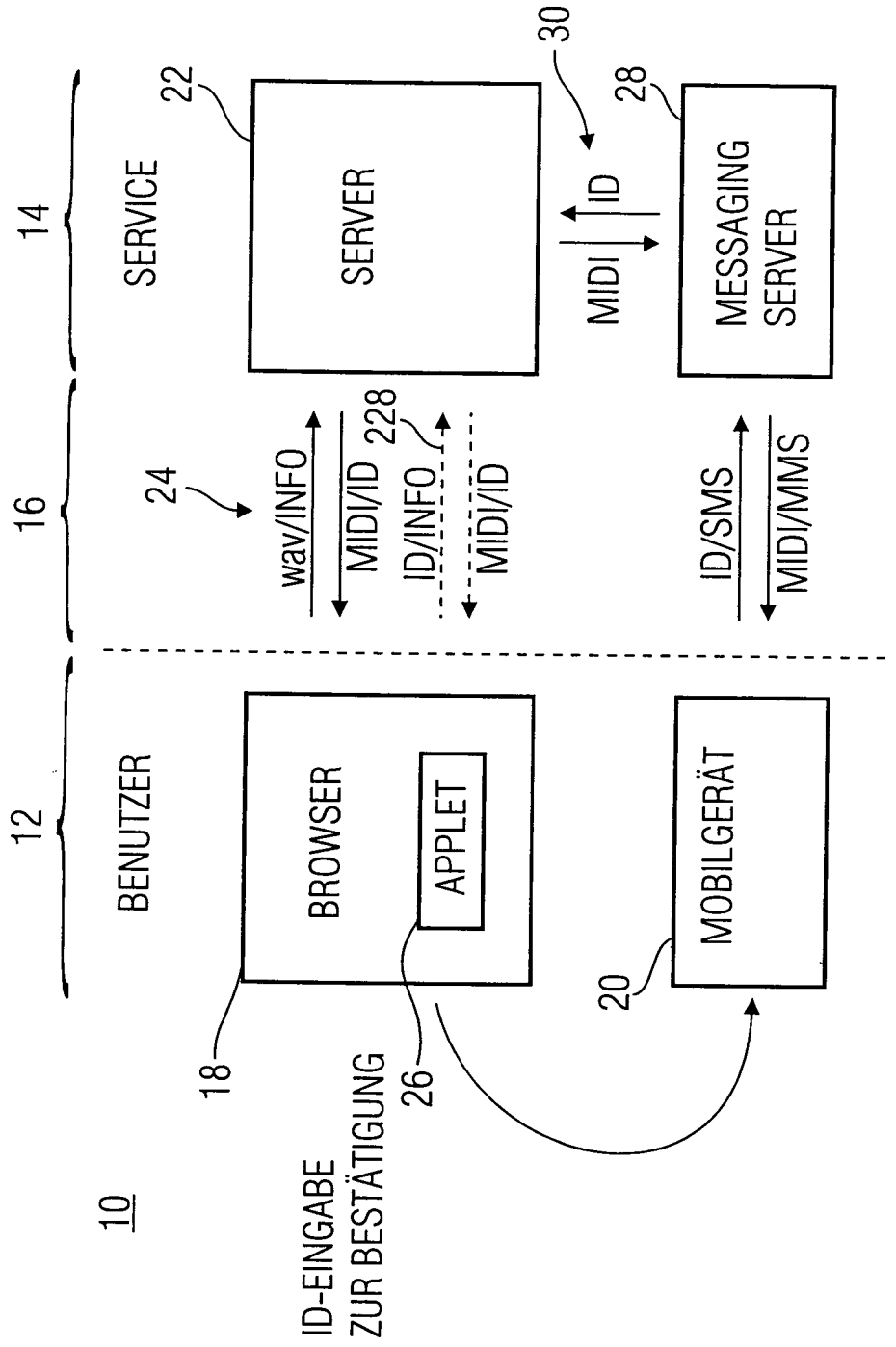


FIG. 1

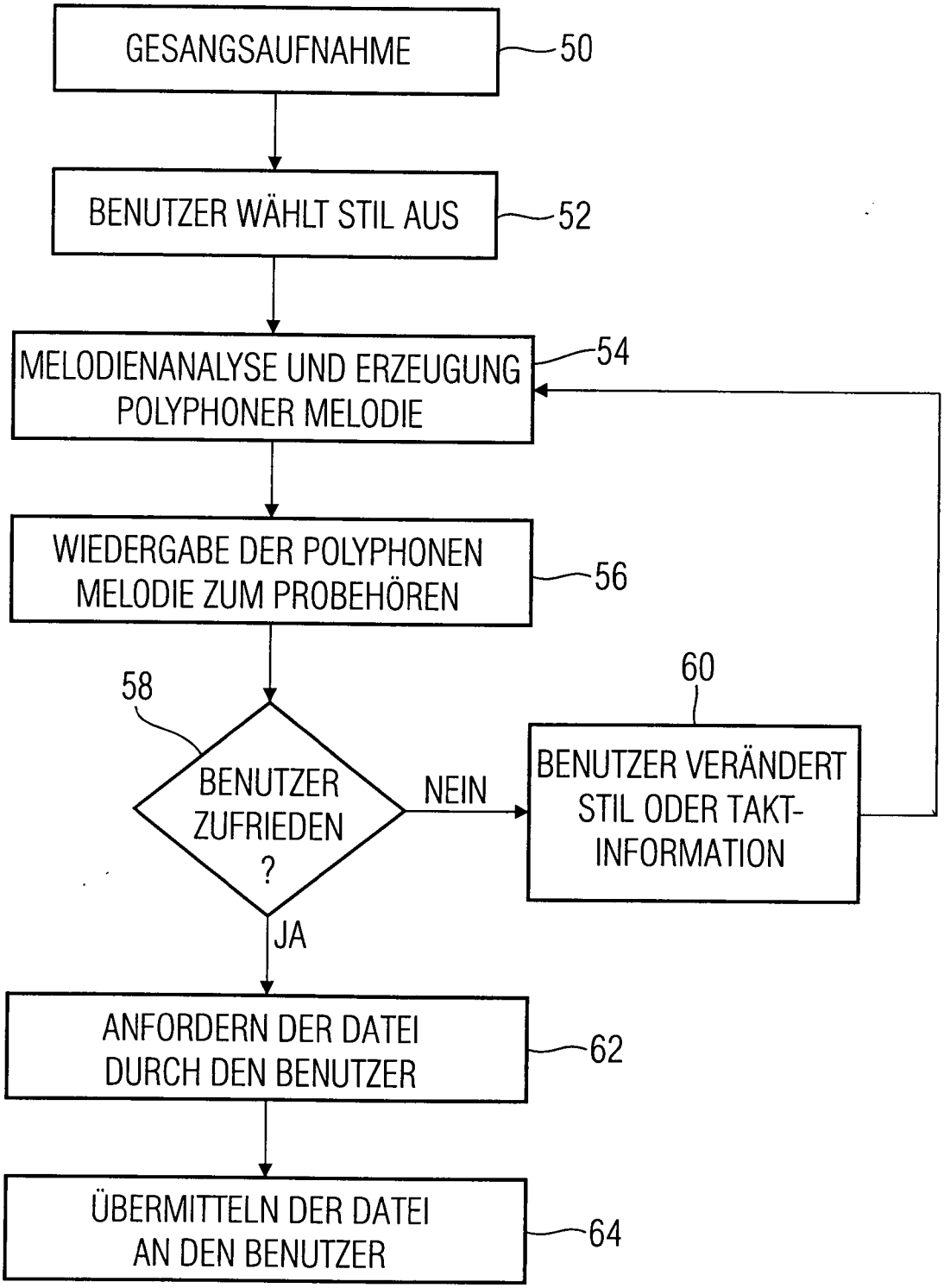

GESANGSAUFNAHME
50
BENUTZER WÄHLT STIL AUS
52
MELODIENANALYSE UND ERZEUGUNG POLYPHONER MELODIE
54
WIEDERGABE DER POLYPHONEN MELODIE ZUM PROBEHÖREN
56
58
BENUTZER ZUFRIEDEN ?
NEIN
60
BENUTZER VERÄNDERT STIL ODER TAKT-INFORMATION
JA
ANFORDERN DER DATEI DURCH DEN BENUTZER
62
ÜBERMITTELN DER DATEI AN DEN BENUTZER
64

FIG. 2

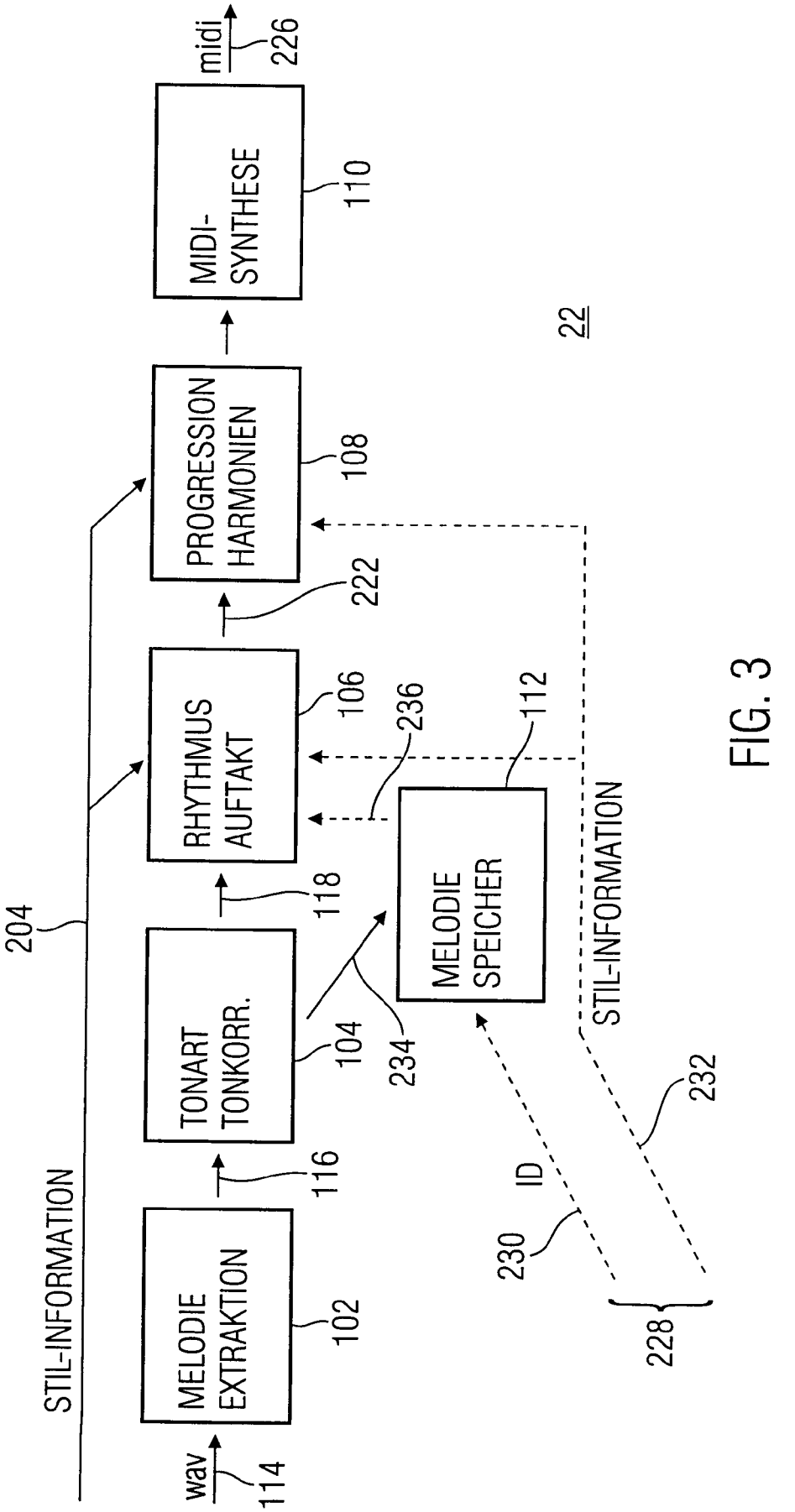

wav
114
MELODIE EXTRAKTION
102
STIL-INFORMATION
204
116
TONART TONKORR.
104
118
RHYTHMUS AUFTAKT
106
222
PROGRESSION HARMONIEN
108
MIDI-SYNTHESE
110
midi
226
22
234
MELODIE SPEICHER
112
236
ID
230
228
STIL-INFORMATION
232

FIG. 3

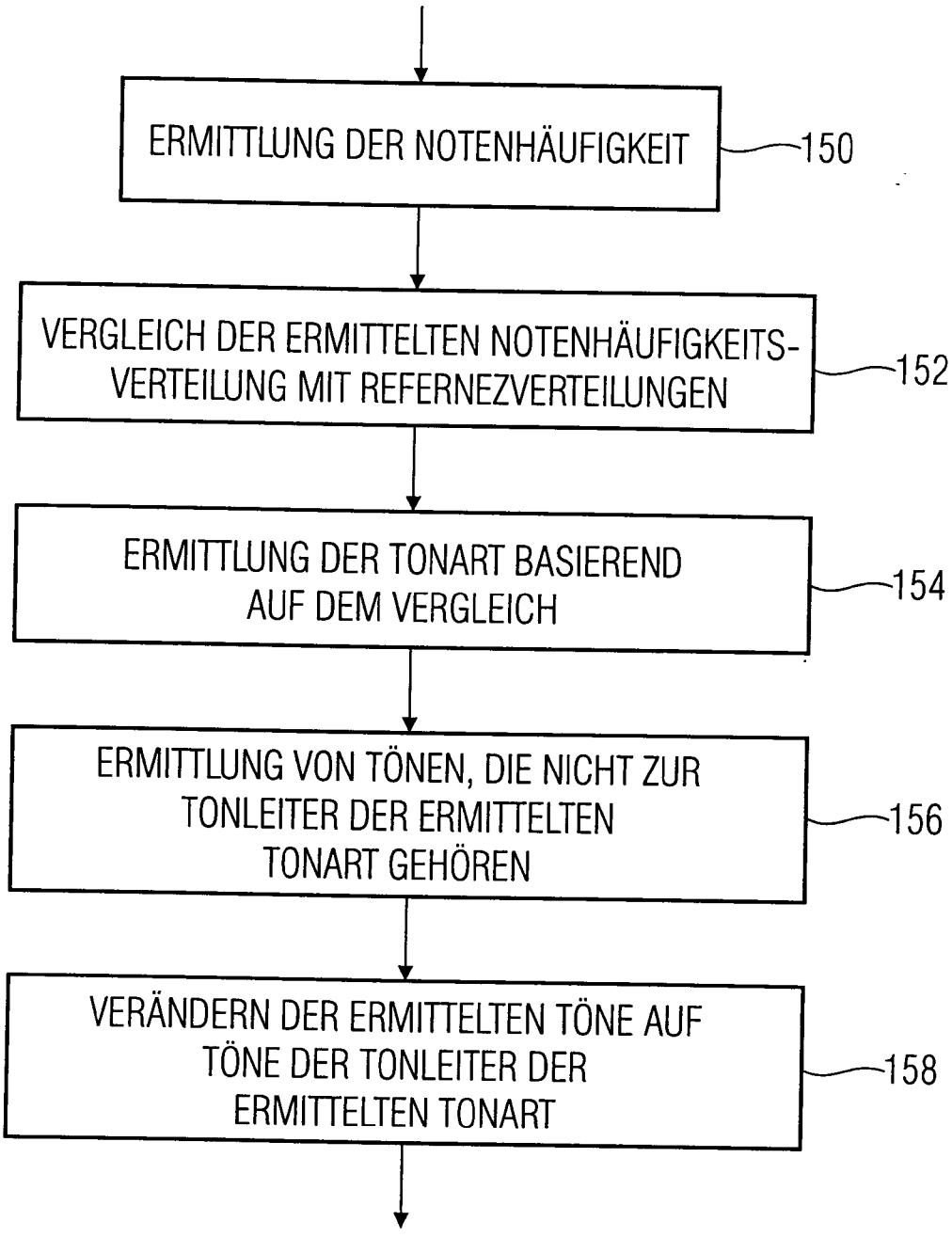

ERMITTLUNG DER NOTENHÄUFIGKEIT
150
VERGLEICH DER ERMITTELTEN NOTENHÄUFIGKEITS-VERTEILUNG MIT REFERNEZVERTEILUNGEN
152
ERMITTLUNG DER TONART BASIEREND AUF DEM VERGLEICH
154
ERMITTLUNG VON TÖNEN, DIE NICHT ZUR TONLEITER DER ERMITTELTEN TONART GEHÖREN
156
VERÄNDERN DER ERMITTELTEN TÖNE AUF TÖNE DER TONLEITER DER ERMITTELTEN TONART
158

FIG. 4

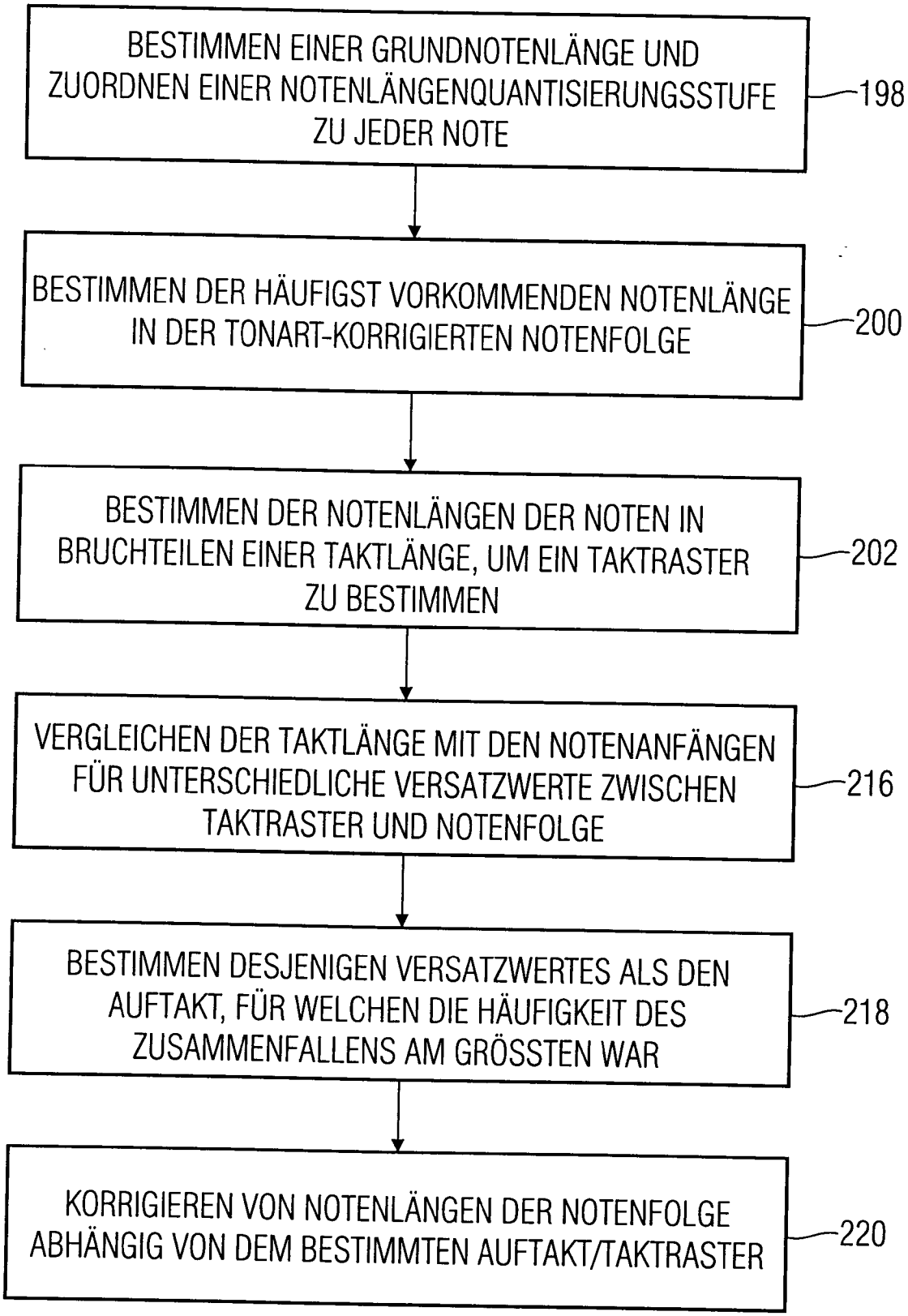

BESTIMMEN EINER GRUNDNOTENLÄNGE UND ZUORDNEN EINER NOTENLÄNGENQUANTISIERUNGSSTUFE ZU JEDER NOTE
198
BESTIMMEN DER HÄUFIGST VORKOMMENDEN NOTENLÄNGE IN DER TONART-KORRIGIERTEN NOTENFOLGE
200
BESTIMMEN DER NOTENLÄNGEN DER NOTEN IN BRUCHTEILEN EINER TAKTLÄNGE, UM EIN TAKTRASTER ZU BESTIMMEN
202
VERGLEICHEN DER TAKTLÄNGE MIT DEN NOTENANFÄNGEN FÜR UNTERSCHIEDLICHE VERSATZWERTE ZWISCHEN TAKTRASTER UND NOTENFOLGE
216
BESTIMMEN DESJENIGEN VERSATZWERTES ALS DEN AUFTAKT, FÜR WELCHEN DIE HÄUFIGKEIT DES ZUSAMMENFALLENS AM GRÖSSTEN WAR
218
KORRIGIEREN VON NOTENLÄNGEN DER NOTENFOLGE ABHÄNGIG VON DEM BESTIMMTEN AUFTAKT/TAKTRASTER
220

FIG. 5

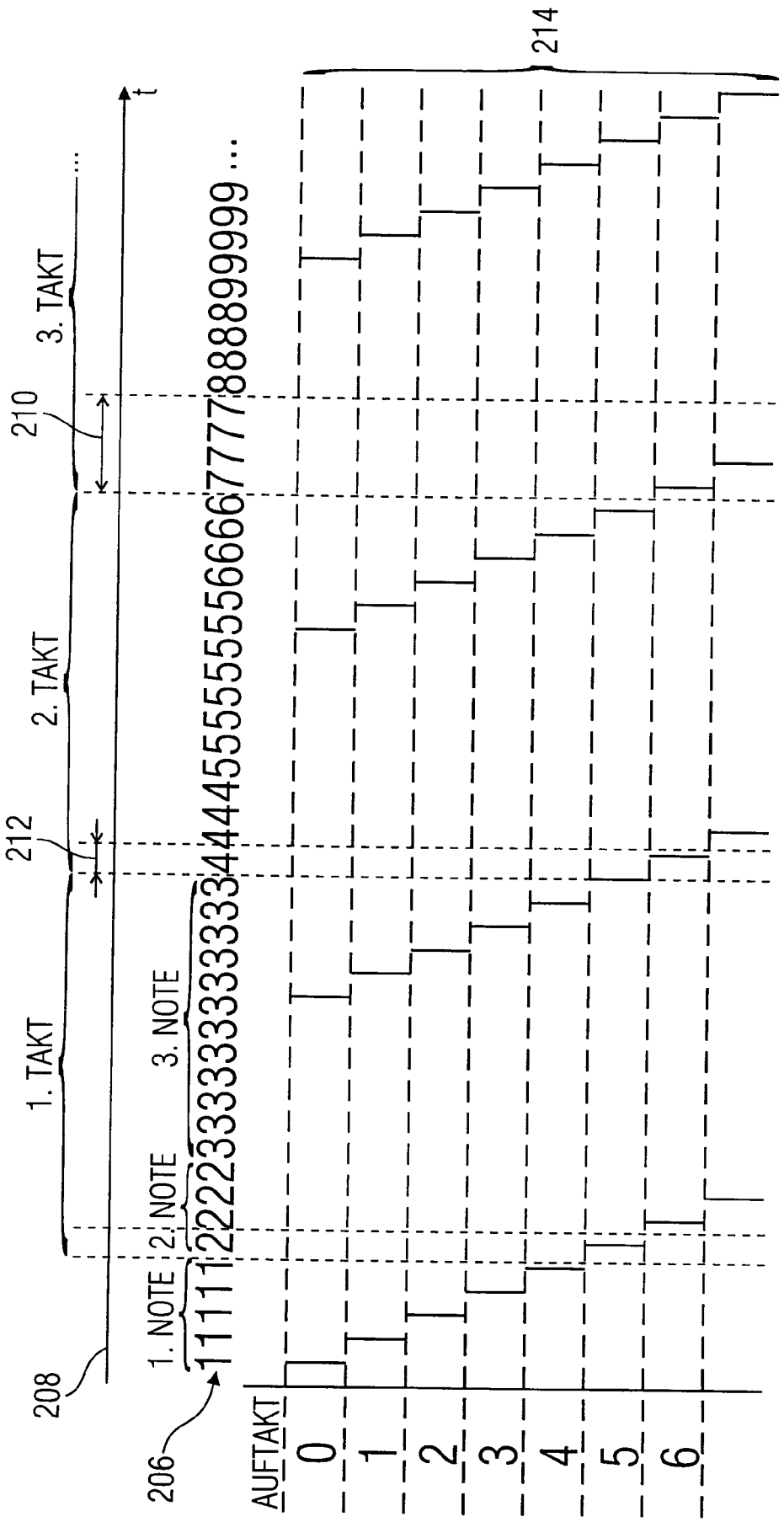

214
t
3. TAKT
2. TAKT
1. TAKT
210
212
208
206
1. NOTE
2. NOTE
3. NOTE
11111222333333333444555555566666777788889999...
AUFTAKT
0
1
2
3
4
5
6

FIG. 6

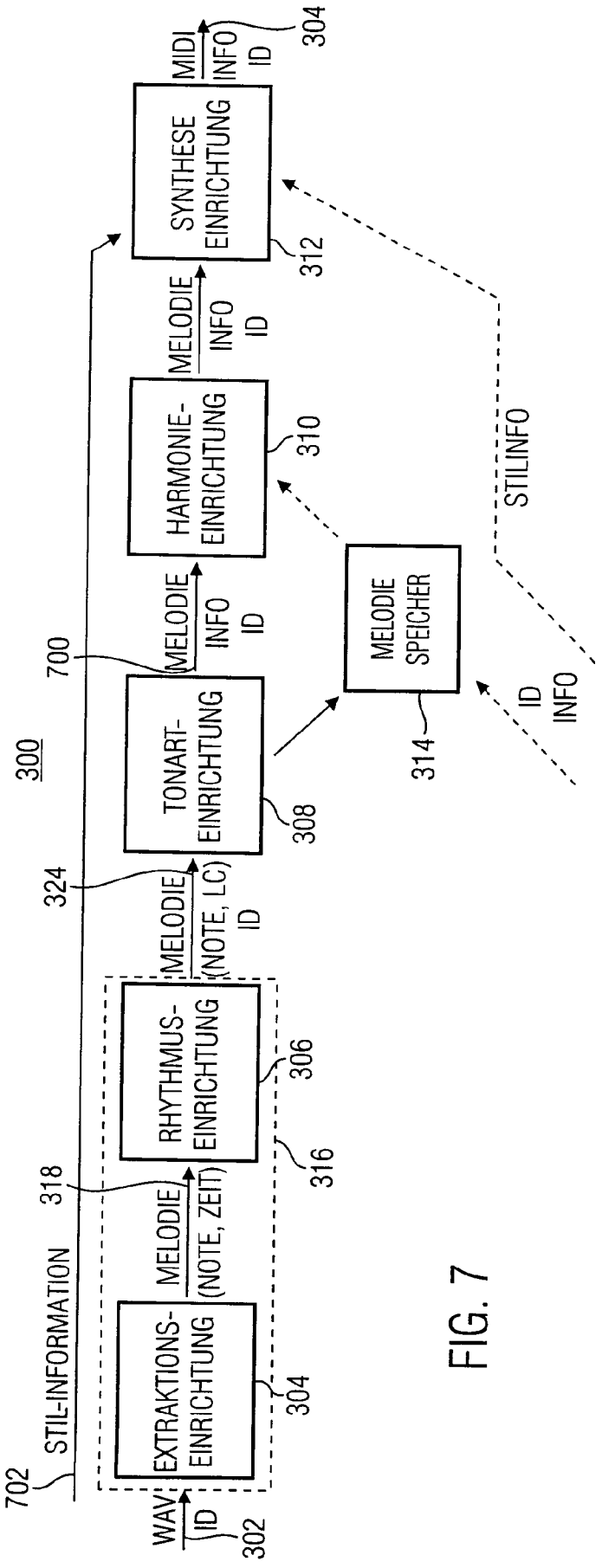

300
700
702
STIL-INFORMATION
WAV
ID
302
EXTRAKTIONS-
EINRICHTUNG
304
MELODIE
(NOTE, ZEIT)
318
RHYTHMUS-
EINRICHTUNG
306
316
MELODIE
(NOTE, LC)
ID
324
TONART-
EINRICHTUNG
308
MELODIE
INFO
ID
HARMONIE-
EINRICHTUNG
310
MELODIE
INFO
ID
SYNTHESE
EINRICHTUNG
312
MIDI
INFO
ID
304
MELODIE
SPEICHER
314
ID
INFO
STILINFO

FIG. 7

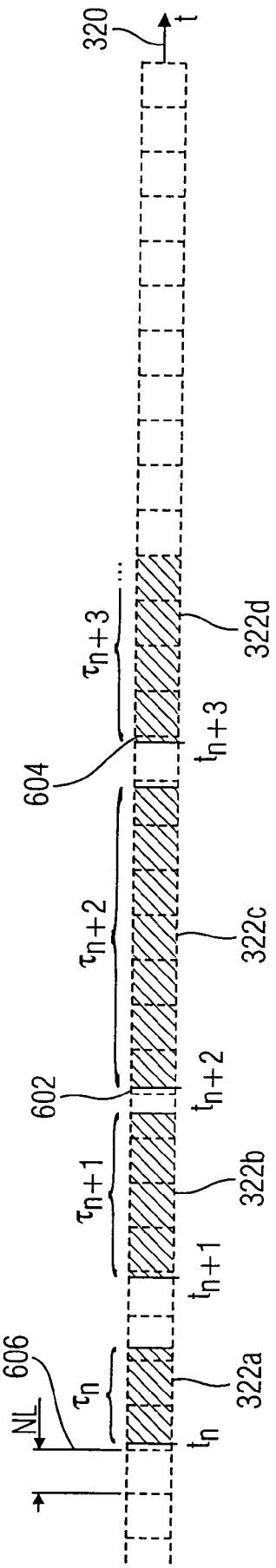

320
t
606
NL
τ_n
t_n
322a
τ_{n+1}
t_{n+1}
322b
602
τ_{n+2}
t_{n+2}
322c
604
τ_{n+3}
t_{n+3}
322d

FIG. 8

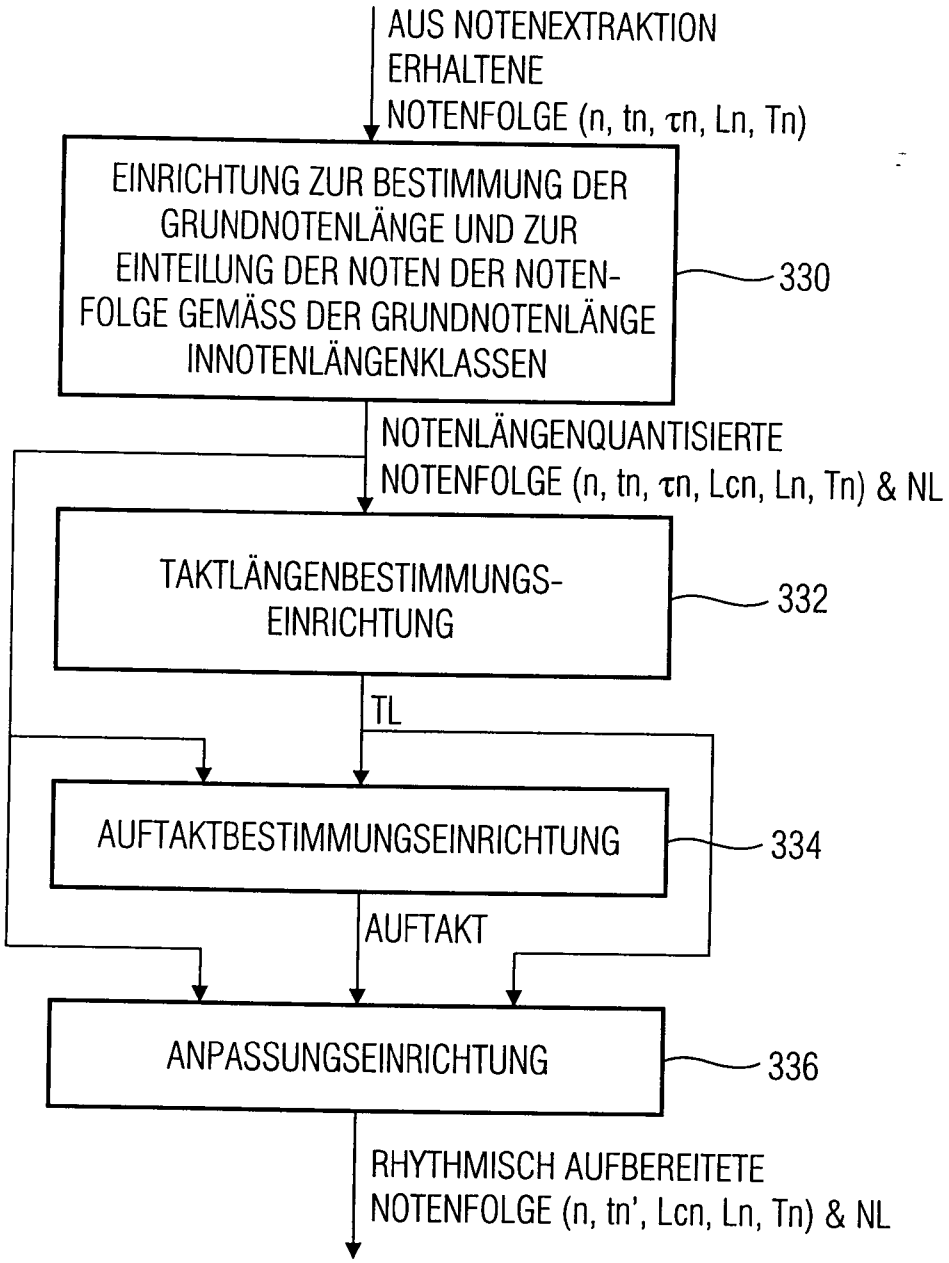

AUS NOTENEXTRAKTION ERHALTENE NOTENFOLGE (n, tn, τn, Ln, Tn)
EINRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER GRUNDNOTENLÄNGE UND ZUR EINTEILUNG DER NOTEN DER NOTEN-FOLGE GEMÄSS DER GRUNDNOTENLÄNGE INNOTENLÄNGENKLASSEN
330
NOTENLÄNGENQUANTISIERTE NOTENFOLGE (n, tn, τn, Lcn, Ln, Tn) & NL
TAKTLÄNGENBESTIMMUNGS-EINRICHTUNG
332
TL
AUFTAKTBESTIMMUNGSEINRICHTUNG
334
AUFTAKT
ANPASSUNGSEINRICHTUNG
336
RHYTHMISCH AUFBEREITETE NOTENFOLGE (n, tn', Lcn, Ln, Tn) & NL

FIG. 9

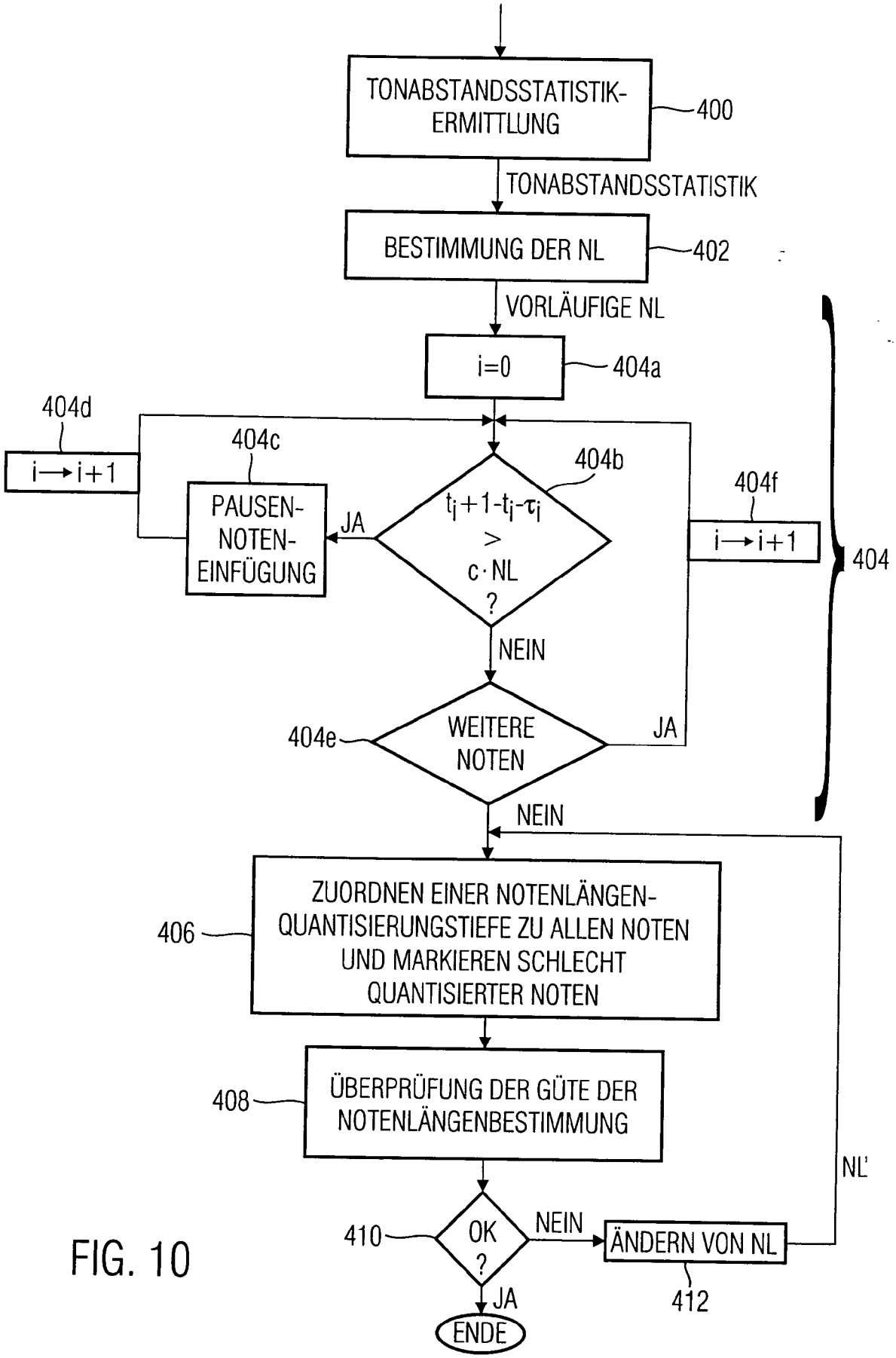

TONABSTANDSSTATISTIK-ERMITTLUNG
400
TONABSTANDSSTATISTIK
BESTIMMUNG DER NL
402
VORLÄUFIGE NL
i=0
404a
404d
i→i+1
404c
PAUSEN-NOTEN-EINFÜGUNG
404b
$t_i+1-t_i-\tau_i$ > c·NL ?
JA
404f
i→i+1
404
NEIN
404e
WEITERE NOTEN
JA
NEIN
406
ZUORDNEN EINER NOTENLÄNGEN-QUANTISIERUNGSTIEFE ZU ALLEN NOTEN UND MARKIEREN SCHLECHT QUANTISIERTER NOTEN
408
ÜBERPRÜFUNG DER GÜTE DER NOTENLÄNGENBESTIMMUNG
410
OK ?
NEIN
ÄNDERN VON NL
412
NL'
JA
ENDE

FIG. 10

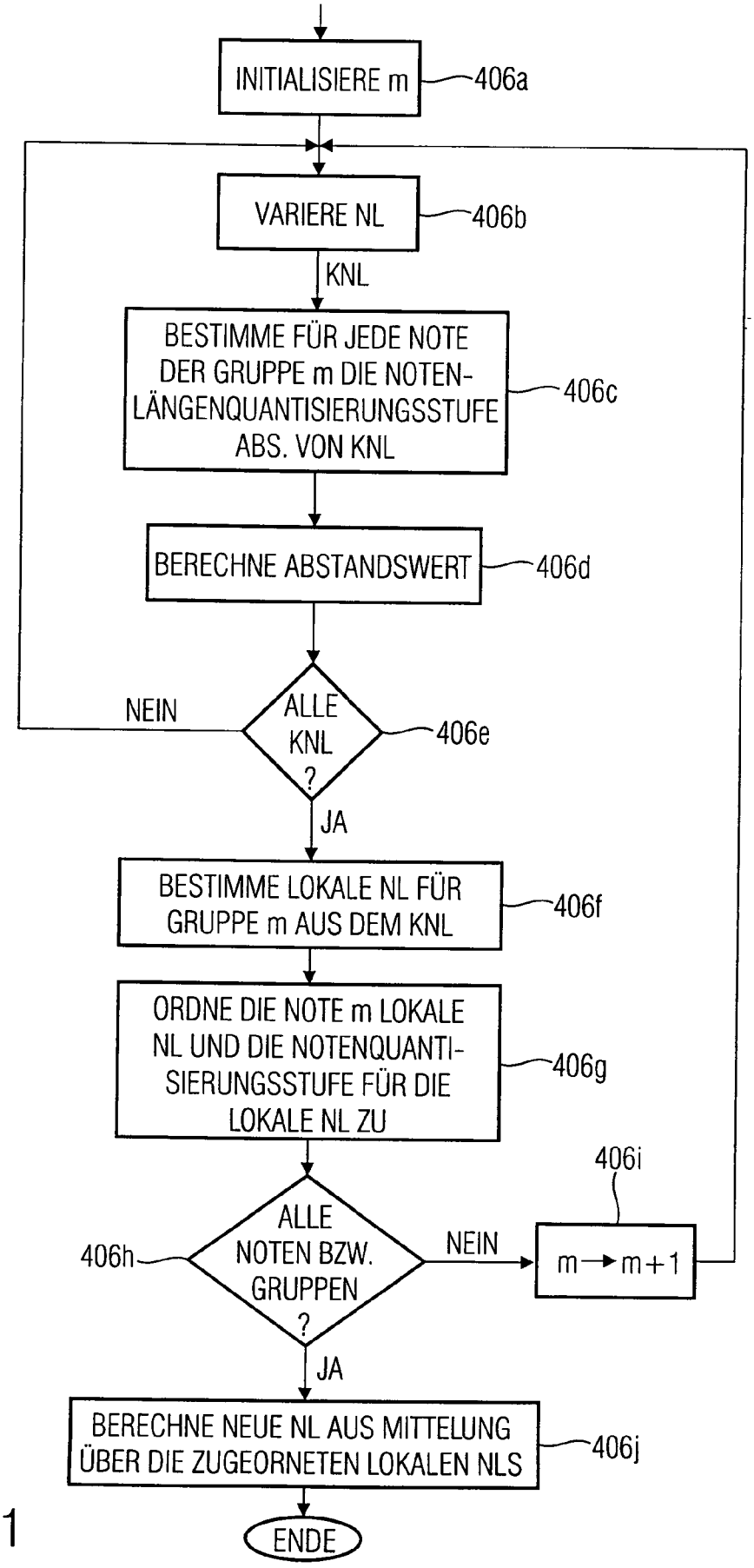

INITIALISIERE m
406a
VARIERE NL
406b
KNL
BESTIMME FÜR JEDE NOTE DER GRUPPE m DIE NOTEN-LÄNGENQUANTISIERUNGSSTUFE ABS. VON KNL
406c
BERECHNE ABSTANDSWERT
406d
ALLE KNL ?
406e
NEIN
JA
BESTIMME LOKALE NL FÜR GRUPPE m AUS DEM KNL
406f
ORDNE DIE NOTE m LOKALE NL UND DIE NOTENQUANTI-SIERUNGSSTUFE FÜR DIE LOKALE NL ZU
406g
ALLE NOTEN BZW. GRUPPEN ?
406h
NEIN
406i
m → m+1
JA
BERECHNE NEUE NL AUS MITTELUNG ÜBER DIE ZUGEORNETEN LOKALEN NLS
406j
ENDE

FIG. 11

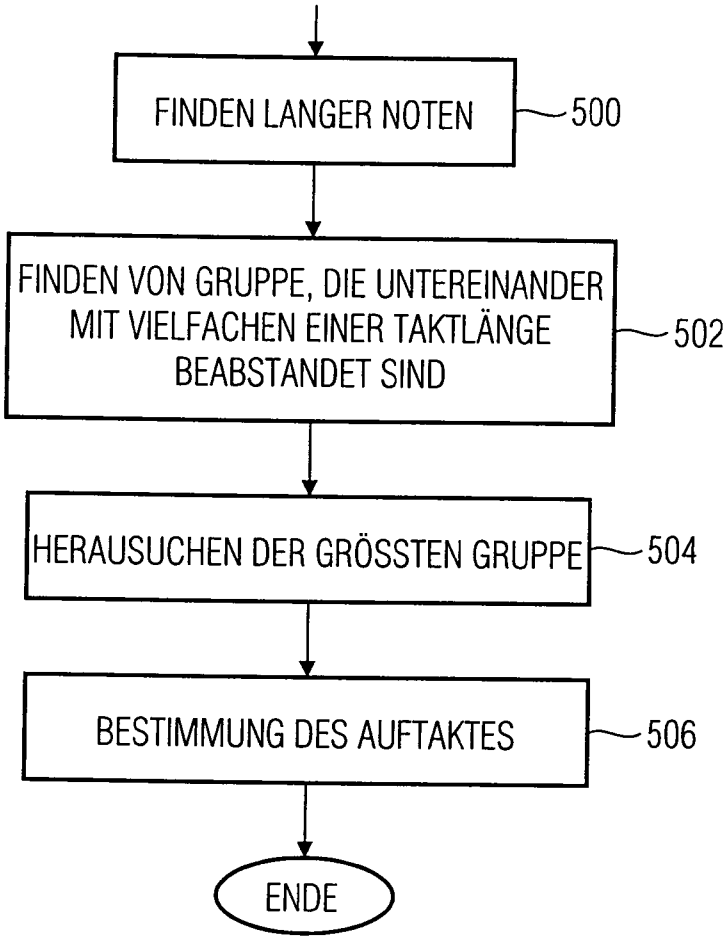

FINDEN LANGER NOTEN
500
FINDEN VON GRUPPE, DIE UNTEREINANDER MIT VIELFACHEN EINER TAKTLÄNGE BEABSTANDET SIND
502
HERAUSUCHEN DER GRÖSSTEN GRUPPE
504
BESTIMMUNG DES AUFTAKTES
506
ENDE

FIG. 12

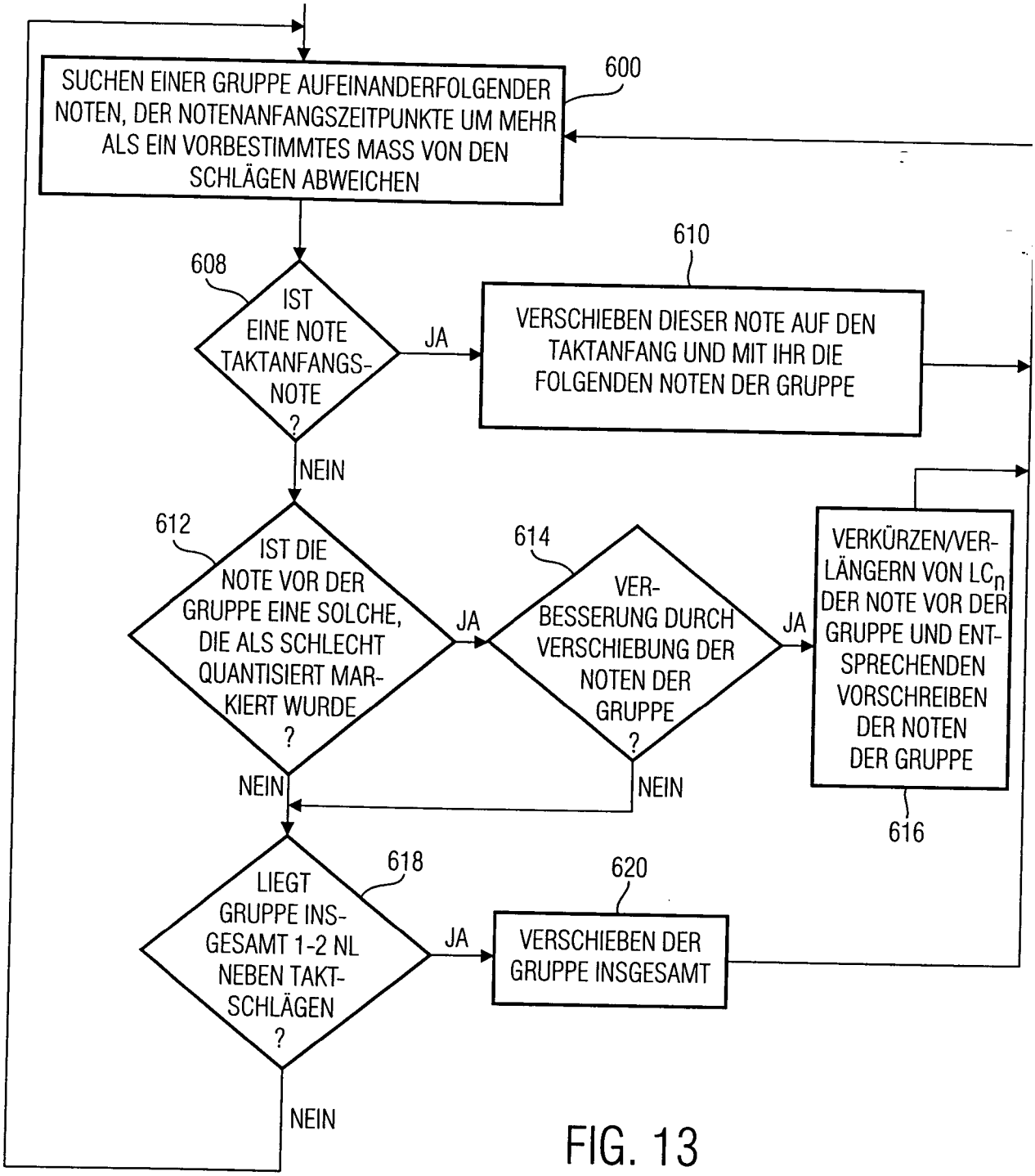

SUCHEN EINER GRUPPE AUFEINANDERFOLGENDER NOTEN, DER NOTENANFANGSZEITPUNKTE UM MEHR ALS EIN VORBESTIMMTES MASS VON DEN SCHLÄGEN ABWEICHEN
600
608
IST EINE NOTE TAKTANFANGS-NOTE ?
JA
610
VERSCHIEBEN DIESER NOTE AUF DEN TAKTANFANG UND MIT IHR DIE FOLGENDEN NOTEN DER GRUPPE
NEIN
612
IST DIE NOTE VOR DER GRUPPE EINE SOLCHE, DIE ALS SCHLECHT QUANTISIERT MARKIERT WURDE ?
JA
614
VER-BESSERUNG DURCH VERSCHIEBUNG DER NOTEN DER GRUPPE ?
JA
VERKÜRZEN/VERLÄNGERN VON LC_n DER NOTE VOR DER GRUPPE UND ENTSPRECHENDEN VORSCHREIBEN DER NOTEN DER GRUPPE
616
NEIN
NEIN
618
LIEGT GRUPPE INSGESAMT 1-2 NL NEBEN TAKTSCHLÄGEN ?
JA
620
VERSCHIEBEN DER GRUPPE INSGESAMT
NEIN

FIG. 13