



12 **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :
10.06.92 Patentblatt 92/24

51 Int. Cl.⁵ : **A63B 21/00**

21 Anmeldenummer : **88905813.7**

22 Anmeldetag : **07.07.88**

86 Internationale Anmeldenummer :
PCT/EP88/00605

87 Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/00064 12.01.89 Gazette 89/02

54 **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR UNTERSTÜTZUNG VON FITNESS-TRAINING MITTELS MUSIK.**

30 Priorität : **08.07.87 DE 3722468**
04.09.87 DE 3729691
05.03.88 DE 3807241

56 Entgegenhaltungen :
WO-A-87/03498
BE-A- 875 526
DE-A- 2 433 121
DE-A- 2 742 719
DE-A- 2 949 630
GB-A- 2 114 901

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.06.90 Patentblatt 90/23

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
10.06.92 Patentblatt 92/24

73 Patentinhaber : **MERTESDORF, Frank L.**
Jägerhofstrasse 63
W-4330 Mülheim/Ruhr Speldorf (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB IT

72 Erfinder : **MERTESDORF, Frank L.**
Jägerhofstrasse 63
W-4330 Mülheim/Ruhr Speldorf (DE)

EP 0 371 042 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterstützung von Fitness-Training, bei dem die ausübende Person Bewegungszyklen periodisch wiederholt, mittels Abspielens von Musik, sowie eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

Beim Fitness-Training werden rhythmische Bewegungen unter anderem von den Armen und / oder Beinen durchgeführt zum Beispiel unter Verwendung von Fahrrad-Ergometern oder Trimmfahrrädern mit Arm- und / oder Beinbetätigungseinrichtungen, beim Lauftraining und Trimmtrab sowie beim Training mit Rudergeräten und dergleichen.

Die genannten Geräte sowie das Laufen sind zum Training der Ausdauerfitness geeignet, die ein wichtiges Mittel zur Erhaltung des psychophysischen Wohlbefindens und zur Gesunderhaltung der Herz- und Kreislaufsystems ist. Gute Trainingswirkungen sind bei einer Belastung erreichbar, die zu einer Herzfrequenz von circa 70 % der individuellen maximalen Herzfrequenz über eine Zeit zwischen circa 20 bis 40 Minuten führt. Mit solchen Trainingsformen oft verbundene Empfindungen der Anstrengung und / oder Langeweile führen jedoch dazu, daß ein derartiges Training nicht besonders beliebt ist.

Die Wahrnehmung unangenehmer Empfindungen kann beim Training im Takt von rhythmischer Musik vermindert werden.

Dabei paßt der Übenbe ' das Tempo jedes Bewegungszyklus' dem Tempo der Musik so an, daß ein Bewegungszyklus von einer bestimmten Zahl von Schlagzeiten der Musik begleitet wird. Bei einem solchen Fitnessstraining nach Musikbegleitung mit vorgegebenem Tempo muß der Trainierende einen Teil seiner Aufmerksamkeit auf die Einhaltung des Taktes wenden und bei Abweichungen seinen Bewegungsrhythmus immer wieder anpassen, damit der trainingserleichternde Schrittmachereffekt der Musik und die verminderte Wahrnehmung unangenehmer Empfindungen voll zur Wirkung kommen.

Das Training nach rhythmischer Musik wurde in den letzten Jahren bei der unter dem Namen "Aerobics" bekannten Gymnastik mit Musik mit Erfolg zur Trainingsmotivierung benutzt. Dabei hat der Übenbe die Gelegenheit, trotz des vorgegebenen Musiktempos durch Variation der Intensität der einzelnen Bewegungen der Energieeinsatz seinem momentanen Befinden und Leistungsvermögen fortlaufend anzupassen. Eine individuelle Variation des Energieeinsatzes bei Trimmfahrrädern ist bei unveränderter Belastung durch Änderung der Zahl der Pedalumdrehungen pro Zeiteinheit möglich. Bei Geräten mit den Möglichkeit einen von der Umdrehungszahl unabhängigen Belastungseinstellung führen Änderungen der Umdrehungszahl zwar nicht zu Änderungen des erforderlichen Krafteinsatzes, können aber als Abwechslung empfunden werden. In jedem Falle führen Änderungen des Tempos der Bewegungszyklen bei trainingsbegleitender Musik mit konstantem Tempo dazu, daß man aus dem Takt kommt.

In der WO-A-87/03498 wird eine Vorrichtung beschrieben, die bei Vorbeiführen eines Körperteils an einer Sensorvorrichtung ein schlagzeugklangmuster eines elektronischen Schlagzeugs auslöst, damit der Trainierende seine übungen rhythmisch erleben kann. Das Gerät nach DE-A-2 433 121 weist Klangkörper auf, die bei folgerichtiger Berührung des übenbe mit der Hand eine Melodie erklingen lassen. In beiden Dokumenten ist eine automatische Synchronisation des Abspieltempos von Musikstücken mit dem Bewegungstempo des Trainierenden nicht vorgesehen.

In den BE-A- 875 526, DE-A-2 949 630 und GB-A-2 114 901 sind Trainingsgeräte mit audio-visuellen Vorrichtungen beschrieben, deren Abspieltempo sich proportional mit dem Bewegungstempo des Trainingsgerätes ändert. Nur in GB-A-2 114 901 sind Teile der Vorrichtung beschrieben, die - wie bei der vorliegenden Erfindung - die Synchronisation zwischen dem Bewegungstempo des Trainierenden und dem Abspieltempo eines audio-visuellen Abspielgerätes herstellen. Diese Druckschrift ist daher als nächstliegender Stand der Technik anzusehen.

Im Unterschied zu GB-A-2 114 901 soll die vorliegende Erfindung die Aufgabe lösen, die motivationsfördernde Wirkung der Musik dadurch zu verbessern, daß eine besondere Konzentration zur Anpassung des Bewegungsrhythmus' and die Taktschläge und Schlagzeiten der Musik nicht mehr erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird wie im Anspruch 1 beschrieben dadurch gelöst, daß je Bewegungszyklus eine gleichbleibende Zahl der abzuspielenden Schlagzeiten und Taktschläge von Musik und die Einsatzpunkte des Schlagzeiten vorgegeben werden, während jedes Bewegungszyklus' an eine Synchronisationseinheit Signale abgegeben werden, die die Erkennung der Bewegungsposition und die Einteilung jedes Bewegungszyklus' in Abschnitte erlauben, diesen Abschnitten jedes Bewegungszyklus' aufeinanderfolgende Abschnitte der vorgegebenen Zahl von schlagzeiten der abzuspielenden Musik bei vorbestimmten Einsatzpositionen innerhalb eines Bewegungszyklus' zugeordnet werden und die Synchronisationseinheit durch Ausgabe digitaler Signale an eine Abspielvorrichtung für Musik das Abspielen der Abschnitte der Schlagzeiten und Taktschläge der Musik während der Abschnitte der Bewegungszyklus', denen sie zugeordnet wurden, veranlaßt. Die Einsatzpositionen der Schlagzeiten und Taktschläge der Musik innerhalb jedes Bewegungszyklus' können dadurch verändert

werden, daß an die Synchronisationseinheit Signale für verschiedene Einsatzpositionen eingegeben werden können.

Eine Weiterbildung der Verfahrens entsprechend Anspruch 2 ermöglicht seine Anwendung auch im Falle nicht vorausshbar variierender Länge der Bewegungszyklen.

5 Eine gleichzeitige Synchronisation des Abspieltempos von bildgebenden Geräten von und mit dem Tempo des Bewegungszyklus' könnte die motivierende Wirkung noch unterstützen.

Bei einer praktischen Ausführungsform der Erfindung liegt die abzuspielende Musik in digitaler Form vor, weil hierbei die Synchronisation - mit bevorzugter Tonhöhenunabhängigkeit von den Änderungen des Bewegungstempos der ausübenden Person - besonders einfach ist.

10 Hinsichtlich einer Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 3 gelöst.

Musik kann in Form digitaler Codes vor allem für Tonhöhe, Anschlagsdynamik, Tonlänge von Notenwerten und weiters Merkmale wie After-Touch, Modulation und Sound vorliegen, das heißt, daß die Kennwerte aller Noten der abzuspielenden Musik in dem erforderlichen Umfang digital gespeichert werden können. Eine Temposteuerung durch taktbezogene Timing-Clock-Codes und Ausgabe von Codes für Notenkennwerte zu einem Synthesizer mit Rhythmusmaschine ist hier ohne Tonhöhenveränderung möglich.

15 Im Unterschied hierzu werden auf Compact-Disk (CD) und dem Digital-Audio-Tape (DAT) keine Notenkennwerte, sondern ein Abbild des analogen Mischsignals von Musik in digitaler Form durch Digitalisierung mit einer hohen Abtastfrequenz festgehalten. Eine Veränderung des Abspieltempos verändert dabei auch die 20 Tonhöhe.

Bei konstantem Musiktempo während der Digitalisierung mit gleichbleibender Zahl der Sample-Punkte je Schlagzeit kann auch bei gesampelter Musik das Musiktempo bei Änderung der Abspielgeschwindigkeit über Digital-Analog-Wandler taktbezogen geändert werden.

25 Compact-Disks oder Digital-Audio-Tapes sind auch ohne gleichbleibendes Musiktempo bei der Aufnahme für die unten beschriebene Temposteuerung verwendbar, wenn taktbezogene Clock-Signale mitgespeichert werden.

Im Sinne der Erfindung wird unter "Fitnesstraining" jede Art von sportlicher und / oder gymnastischer Übung verstanden, die geeignet ist, das körperliche Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und / oder die Gesundheit der übenden Person zu erhalten oder zu verbessern. Unter "Musik" wird jede Art von Tonwiedergabe verstanden, in der rhythmische Lautkombinationen abgegeben werden. Dies ist unter anderem bei reinen Rhythmusgeräten, aber auch bei melodiosen Musikstücken der Fall. Die "Zählzeit" oder "Schlagzeit" ist die metrische Untereinheit eines Taktes. Ihre Zeitdauer wird als Bruchteil einer ganzen Note angegeben. Das Tempo der Musik ist die Geschwindigkeit der Schlagzeiten. Es wird durch die Zahl der Metronomschläge pro Minute angegeben. Dabei hat die Zeit vom Beginn eines bis zum Beginn des nächsten Metronomschlages üblicherweise die Länge einer Viertelnote. Als "Taktschlag" wird im Sinne der Erfindung ein betont hörbares Ereignis verstanden, das innerhalb aufeinanderfolgender Schlagzeiten mehr oder minder regelmäßig wiederkehrt und vorzugsweise am Beginn einer Zählzeit (=Schlagzeit) und vorzugsweise als Teil der Rhythmusbegleitung einsetzt; dieses Ereignis kann aber auch, bezogen auf den Beginn einer Zählzeit, regelmäßig oder unregelmäßig zeitverzögert eintreten. Taktschläge können auch aus als Einheit empfundenen Tonsequenzen bestehen und sind akustische Verlaufsgestalten, die aus der Gesamtheit der Tonsequenzen von Musik deutlich hervortreten. Sie kehren typischerweise in aufeinanderfolgenden Schlagzeiten periodisch wieder und vermitteln bei Bewegung im Rhythmus von Musik eine akustische Orientierung dafür, daß man sich "im Takt" bewegt. Sie können Phasen verstärkter Anspannung und / oder akzentuierter Bewegung beim Fitnesstraining, die sich in aufeinanderfolgenden Bewegungszyklen rhythmisch wiederholen, psychisch unterstützen.

45 Durch die Erfindung sind Änderungen der Frequenz, mit der die Bewegungszyklen periodisch wiederholt werden - also Änderungen des Bewegungstempos - möglich, ohne aus dem Takt zu kommen, da sich das Tempo der Musik dem Bewegungstempo anpaßt. Einsatzpunkte oder -phasen und Zahl der Taktschläge der Musik innerhalb eines Bewegungszyklus' können dabei vorbestimmt werden und ändern sich nicht mit dem Bewegungstempo, wenn sie nicht vom Übenden geändert werden. Wenn ein Taktschlag zu Beginn einer Schlagzeit oder konstant zeitverzögert einsetzt, kann sein Einsatzpunkt innerhalb des Bewegungszyklus' durch den Beginn der Schlagzeit vorbestimmt und verändert werden. Dabei hat sich gezeigt, daß die motivierende Wirkung nur bei Einsatz der Taktschläge in bestimmten individuell verschiedenen Phasen eines Bewegungszyklus' ausgeprägt ist.

55 Auch vorkommender zeitlich variierender Einsatz der Taktschläge innerhalb der Schlagzeiten könnte ebenfalls berücksichtigt werden. Die ist im allgemeinen jedoch nicht erforderlich, da er üblicherweise nicht als unangenehm empfunden wird.

Bei den folgenden Ausführungsbeispielen gehen wir davon aus, daß Musik verwendet wird, bei der - wie bei rhythmischer Musik üblich - die Taktschläge innerhalb der Schlagzeiten als den metrischen Untereinheiten

der Musikakte auftreten und periodisch wiederkehren. Dadurch ist es möglich, die periodische Wiederkehr einer gewünschten Zahl von Taktschlägen innerhalb vorbestimmbarer Phasen eines Bewegungszyklus' eines oder mehrerer Körperteile des Übenden durch die Zuordnung einer entsprechenden Zahl von Schlagzeiten zu einem Bewegungszyklus zu erreichen.

5 Der Übende hat in den Ausführungsbeispielen auch die Möglichkeit, gewünschte Einsatzpunkte der Taktschläge aus über den ganzen Bewegungszyklus verteilten wählbaren Einsatzpunkten für Schlagzeiten nach seinem akustischen Eindruck der Einsatzpunkte der zugehörigen Taktschläge während des Übens auszuwählen und zu verändern. Damit ist die Zuordnung der Taktschläge zu bestimmten Bewegungsphasen bestimmend für seine Wahl der Einsatzpunkte der Schlagzeiten. Es spielt dabei keine Rolle, ob sie mit dem Beginn der
10 Schlagzeiten oder in Bezug hierauf zeitverzögert einsetzen. Bei periodisch etwas zeitlich variierenden Einsatzpunkten der Taktschläge innerhalb verschiedener Schlagzeiten könnte der Übende einen zum durchschnittlichen Einsatzpunkt der Taktschläge innerhalb der Bewegungszyklus' passenden Einsatzpunkt der Schlagzeiten wählen und zeitliche Variationen der betonten Tonsequenzen in seinem Bewegungszyklus nachvollziehen.

15 In den Ausführungsbeispielen wird dem Bewegungszyklus der bei einer Übung vorwiegend beteiligten Körperteile eine ganzzahlige Zahl von Schlagzeiten zugeordnet, die bei üblichen Frequenzen für diese Bewegungszyklen zu üblichen Musiktempi führt.

Man kann davon ausgehen, daß die Schlagzeiten bei der verwendeten rhythmischen Musik vorzugsweise die Länge einer Viertelnote haben. Beim Trimmfahrrad und Joggen mit üblichen Bewegungsfrequenzen der
20 Beine zwischen 50 und 90 pro Minute kommen dann zur Erreichung von üblichen Musiktempi und mit an gleicher Stelle des Bewegungszyklus' wiederkehrenden Taktschlägen praktisch nur 2 Viertelnoten je Bewegungszyklus in Frage.

Um zu erreichen, daß dabei eine Information über das Bewegungstempo, die bei einem Training nach vorgegebenem Tempo von Musik vorhanden ist, erhalten bleibt, kann zum Beispiel die Möglichkeit von visuellen
25 Anzeigen der Bewegungsfrequenz von Bewegungszyklen, der Momentan- und Gesamtleistung und der Differenz zu einer voreingestellten Sollleistung genutzt werden, die die ausübende Person regelmäßig nach Bedarf kontrollieren kann.

Zweckmäßige Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes, die insbesondere eine trainingsgerechte Synchronisation der Musik sowie ein angenehmes Musikempfinden gewährleisten, sind in weiteren Ansprüchen
30 enthalten.

Die erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile beziehungsweise Verfahrensschritte unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konzeption beziehungsweise Verfahrensbedingungen keinen besonderen Ausnahmebedingungen, so daß die in dem jeweiligen Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

35 Weiter Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnungen, in denen zwei bevorzugte Ausführungsformen erfindungsgemäß verwendbarer Geräte dargestellt sind.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Trimmfahrrad mit trainierender Person und Impulsgebern;

40 Fig. 2 eine laufende Person mit Impulsgebern, Sendern und Empfängern;

Fig. 3 eine Synchronisations-/ Abspiel-Einheit als Blockschaltbild ;

Fig. 4 Vorrichtung zur Impulserzeugung und Bewegungsrichtungserkennung - schematisch, sowie

Fig. 5 eine alternative Anordnung der Armbetätigungseinrichtung in Fig. 1.

Das in Figur 1 dargestellte Trimmfahrrad hat eine Fußbetätigungseinrichtung 1 und mit deren Zahnrand
45 (Antriebsrad) 1A exzentrisch verbundene vor- und zurückbewegbare Griffstangen 10, die ein Schwungrad 7 als Energieaufnahmeeinheit antreiben (DE-A-517 775, DE-A-2742 719). Dieses wird bei 8 mechanisch gebremst. Die Verwendung eines solchen Gerätes ist wegen der Möglichkeit der koordinierten rhythmischen Bewegung von Armen und Beinen für ein durch den Rhythmus von Musik unterstütztes Training besonders geeignet.

Im ersten Ausführungsbeispiel wird jedes Vorwärtsdrücken einer Griffstange 10 und gleichzeitiges Herabdrücken des gleichseitigen Fußpedals 1B sowie das gleichzeitige Heranziehen der Griffstange 10 und Heraufbewegen des Fußpedals 1B der anderen Seite während dieses Bewegungs-Teilabschnittes eines
50 Bewegungszyklus' bei Auswahl entsprechender Musik vom Einsetzen eines Taktschlages der Rhythmusbegleitung, der mit einer Schlagzeit von der Länge einer Viertelnote beginnt, begleitet. Dadurch wird die Kontraktion der für diese Bewegung benutzten Muskelgruppen - besonders der Beinstrecker eines Beines, der Armstrecker der gleichen Seite und der Armbeuger der anderen Seite - durch das Einsetzen eines Taktschlages
55 der Rhythmusbegleitung der Musik psychisch unterstützt.

Die entgegengesetzte Koordination mit Heranziehen einer Griffstange 10 bei gleichzeitigem Herabdrücken des gleichseitigen Fußpedals 1B wird auch als angenehm empfunden.

Zur Synchronisation der Musik ist eine Tretfrequenz von circa 50 bis 80 Umdrehungen pro Minute zu empfehlen. Dieser Frequenzbereich ist für die meisten Personen relativ angenehm und erlaubt es gleichzeitig, während der Beinstreckung jedes Beines und den dazu gleichzeitigen Armbewegungen bei einer Pedalumdrehung je eine Schlagzeit mit der Länge einer Viertelnote einsetzen zu lassen.

5 Damit wird ein bei rhythmischer Musik übliches Tempo von 100 bis 160 Metronomschlägen (beziehungsweise Viertelnoten) pro Minute erreicht. Manche Trainierende bevorzugen kurzzeitig auch Umdrehungsfrequenzen im Bereich von 100 Pedalumdrehungen pro Minute. Das entspricht bei zwei Schlagzeiten von der Länge einer Viertelnote je Pedalumdrehung Musiktempi von circa 200 (presto).

10 Nach meinen Versuchsergebnissen werden für das Einsetzen des Taktschlages individuell unterschiedliche Stellungen der Fußpedale 1B im Bereich zwischen circa 40 und 170 Grad Vorwärtsdrehung nach Passieren des oberen Extrempunktes mit der entsprechenden Position der Griffstangen 10 gewählt. Manche Übende haben auch gerne die Wahl, beim Heruntertreten welchen Pedals bei 4/4-Takt das häufig betonte erste und dritte Viertel eines Taktes beziehungsweise bei 2/4-Takt das erste Viertel einsetzt (bei 3/4-Takt wechselt das betonte erste Viertel von einem Bein zum anderen). Es ist auch erwünscht, die Einsatzpunkte der Taktschläge innerhalb der Bewegungszyklus' jedes Beines während des Trainings ändern zu können.

15 Es hat sich beim Training mit Musik als sinnvoll erwiesen, die Griffstangen 10 mit in der Höhe und Entfernung vom Körper individuell einstellbaren Griffen 35 zu versehen.

Die ebenfalls einstellbare Schrägstellung der Griffe 35 in Bezug auf die Horizontale - etwa 30 bis 40 Grad - soll eine mittlere Position zwischen Pronation und Supination des Unterarmes erlauben. Es ist eine Einstellung zu empfehlen, die auch bei Streckung eines Armes während des Vorwärtsdrückens einer Griffstange eine relativ aufrechte Haltung des Oberkörpers (etwa 15 bis 20 Grad von der Senkrechten nach vorne) erlaubt. Dadurch kann die relativ statische Muskelarbeit der Arme beim Abstützen des Gewichtes des vorgeneigten Oberkörpers, die bei Griffstangenbetätigung überwiegend in Beugstellung der Arme erfolgt, stark reduziert werden. Statische Muskelarbeit führt wegen der damit verbundenen kontinuierlichen Muskelkontraktion schon bei geringen Belastungen zur Muskelermüdung.

20 Außerdem wird eine von der Waagerechten etwa abwärts gerichtete Vorwärtsbewegung der Griffstangen 10 meist als angenehmer empfunden. Sie kann leicht durch Wahl eines näher zur Fußbetätigungseinrichtung gelegenen Anlenkpunktes für die Befestigung des Endes des Griffstangenhebels and der Antriebsstange 37 (entsprechend DE-A-2742 719) in Verbindung mit einer Verlängerung der Griffstangen 10 über die Verstell-
30 einrichtung 35A erreicht werden.

Eine alternative Ausführungsform zu der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung zur koordinierten Betätigung der Griffstangen 10 und Fußpedale 1B gemäß DE-A-2742 719 ist in Fig. 5 dargestellt. Sie entspricht im Prinzip der Beschreibung in DE-A-517 774 mit dem Unterschied, daß die von den Griffstangen 10 ausgehende Antriebskraft nicht über das mit den Fußpedalen 1B verbundene Zahnrad 1A, sondern über ein davon getrenntes Zahnrad 41, das sich vor den Griffstangen 10 befindet, auf das Schwungrad 7 als Energieaufnahmeinheit wirkt. Dadurch bewegen sich die Antriebsstangen 37 nicht mehr wie in Fig. 1 im Bereich der Fußpedale 1B. Dies hat den Vorteil, daß der Bewegungsraum der Füße weniger eingeschränkt ist, weniger Verletzungsschutzmaßnahmen erforderlich sind und die ganze Anordnung bei vielen Trimmfahrrädern ohne konstruktive Änderung insbesondere der Antriebseinrichtung 1 als Zusatzeinrichtung angebracht werden kann. Im einzelnen zeigt Fig. 5 folgende von Fig. 1 unterschiedliche Anordnung:

40 Die Griffstangen 10 sind mit vom Übenden weg gerichteten Antriebsstangen 37 und diese mit Zapfen 38 beweglich verbunden. Die Zapfen 38, Kurbelarme 39 und eine Antriebswelle 40 sind untereinander und mit einem Zahnrad 41 drehfest verbunden. Das Zahnrad 41 überträgt die Bewegung der Griffstangen 10 über eine Kette in einem wählbaren Übersetzungsverhältnis auf ein Zahnrad 42, das mit dem Schwungrad 7 oder - wenn vorhanden - mit dem Freilauf des Schwungrades 7 drehfest verbunden ist.

45 Es ist vorteilhaft, zwischen dem Zahnrad 41 und dem damit über eine Kette verbundenen Zahnrad 42 des Schwungrades 7 das gleiche Übersetzungsverhältnis zu wählen wie zwischen den Zahnrädern 1A und 7A, um die im allgemeinen bevorzugte Gleichheit der Frequenz der Bewegungszyklen von Armen und Beinen sicherzustellen. Auch die manchen Übenden angenehme Halbierung der Frequenz der Armbewegungen gegenüber den Beinbewegungen kann im Gegensatz zum Stand der Technik durch entsprechende Halbierung der Übersetzung zwischen den Zahnrädern 41 und 42 leicht realisiert werden. Die übrigen Bauteile entsprechen denen in Fig. 1 sinngemäß.

Die beschriebene Verstellbarkeit und Verlagerung des Drehbereiches der Griffstangen 10 sowie die Übertragung des antriebskräft der Griffstangen 10 auf das Schwungrad 7 mittels einer vom Übenden weg gelegenen Vorrichtung sind Verbesserungen, die auch bei Benutzung eines Trimmfahrrades mit koordiniert zu den Fußpedalen bewegbaren Griffstangen ohne Musik nützlich sind.

Für das erste Ausführungsbeispiel gehen wir zunächst davon aus, daß bei abgespielten Musik Taktschläge jeweils etwa zu Beginn der Schlagzeiten einsetzen. Die Synchronisation der Taktschläge der Musik von und

mit wählbaren Phasen der Beistreckung kann in einfacher Ausführung mit in Serie hergestellten Geräten und einem Sequenzerprogramm durch (sogenannte externe) Synchronisation des Abspieltempos digital gespeicherter Musik realisiert werden. Zum Abspielen digital gespeicherter Musik wird in Fig. 3 schematisch eine Synchronisations- und Abspieleinheit dargestellt; sie besteht aus einem Mikrocomputer 20 (zum Beispiel einem IBM-kompatiblen Personalcomputer) mit Sequenzer-Software zur digitalen Speicherung und Wiedergabe von Musik (z.B. Sequencer Plus mk III, Fa, Voyetra Technologies, Mamaroneck, USA), einer intelligenten MIDI-Schnittstelle 21 (z.B. OP 4001, FA, Voyetra Technologies, Mamaroneck, USA) mit 5-Volt-Clock-Eingang 21A zur externen Temposteuerung der Musikwiedergabe, sowie einem MIDI-fähigen Abspielgerät 25 zur Tonerzeugung (zum Beispiel Synthesizer mit Rhythmusmaschine oder Keyboard). MIDI ist die Abkürzung für Musical Instruments Digital Interface, beschrieben in S. Philipp, MIDI-Kompendium 2; Fränkisch-Crumbach 1986.

Zur externen Temposteuerung sind auf der rechten Seite des Schwungrades 7 zwölf als Impulsgeber dienende Magnete 5 in gleichen Abständen voneinander auf einem Kreisumfang 7B eines Schwungrades 7 befestigt. Ein über dem Kreisumfang 7B am Rahmen des Trimmfahrrades befestigter Sensor 6 gibt die von den vorbeibewegten Magneten 5 erzeugten Impulse 12 über eine Leitung 12A an die Synchronisations- und Abspieleinheit weiter. Zwischen einem mit den Griffstangen 10 und Fußpedalen 1B einer Fußbetätigungseinrichtung 1 verbundenen Zahnrad 1A und dem am Schwungrad 7 befestigten Zahnrad 7A besteht eine genau vierfache Übersetzung 4. Das bedeutet, daß der Sensor 6 bei einer halben Umdrehung des Zahnrades 1A und der Pedale 1B vierundzwanzig Magnetimpulse aufnimmt. Der Sensor 6 erzeugt - unter Verwendung einer nicht näher angegebenen Schaltung und Spannungsversorgung - mit einer in der Zeichnung nicht eigens dargestellten, da ansich bekannten Batterie bei jedem Passieren eines Magneten einen elektrischen 5-Volt-Rechteckimpuls 12 und leitet ihn zu einem 5-Volt-Clock-Eingang 21A der MIDI-Schnittstelle 21 des Mikrocomputers 20. Man kann entsprechende Impulse 12 auch mit einem optischen Sensor 29A und Impulsfenstern 28 in der Muffe 1D (siehe Fig. 4) der Fußbetätigungseinrichtung 1 erzeugen. Das Sequenzerprogramm und die digital gespeicherte Musik werden in den Arbeitsspeicher geladen und das Programm wird auf "externe" Synchronisation mit 24 Clockimpulsen je Viertelnote eingestellt, damit jede halbe Pedalumdrehung von einer Schlagzeit mit der Länge einer Viertelnote begleitet werden kann. Dabei wird mit jedem elektrischen Impuls 1/24 der Noten einer Schlagzeit - einschließlich der zugehörigen Pausen - abgespielt.

Enthält eine Schlagzeit von der Länge einer Viertelnote zum Beispiel einen Ton und eine Pause von je einer Achtenote Länge, so wird der Ton nach Beginn mit einem ersten Clock-Impuls während der folgenden Impulse fortgesetzt und endet mit dem dreizehnten Impuls.

Der erste Rechteckimpuls 12 veranlaßt einen in die MIDI-Schnittstelle integrierten Mikroprozessor einen MIDI-Start-Code (= FA(H)) und einen ersten MIDI-Timing-Clock-Code (= F8(H)) zu generieren. Für jeden folgenden Impuls wird nur ein Timing-Clock-Code generiert. Zur Zeit sind nach dem MIDI-Standard vierundzwanzig Timing-Clock-Codes je Viertelnote festgelegt.

Es ist noch ein Punkt in der Phase des Herabdrückens eines Beines bzw. des Vorwärtsbewegens eines Armes mit dem Einsetzen der Taktschläge zu koordinieren. Dazu wird der erste von Sensor 6 weitergeleitete Impuls zum Start des Abspielens der Noten der ersten Schlagzeit so ausgewählt, daß der erste Taktschlag bei der gewünschten Position während des Herabdrückens des Fußpedals 1B einsetzt. Diese kann manuell eingestellt oder zum Beispiel durch Verwendung eines Magneten 2 als Impulsgeber auf dem mit den Fußpedalen 1B verbundenen Zahnrad 1A und eines zugehörigen am Rahmen befestigten Sensors 3 erreicht.

Sensor 3 und Magnet 2 können so positioniert werden, daß der Sensor 3 nach Drücken einer Start-/Stop-Taste 9, die über eine Leitung 13 ein Relais 22 schließt (Fig. 3), einen ersten Impuls über eine Leitung 11 und 11A weiterleitet, wenn das rechte Fußpedal den gewünschten Einsatzpunkt der Schlagzeiten in seinem Bewegungszyklus erreicht hat. Dieser Impuls schaltet ein Relais 23, das einen Kontakt 23A einer Leitung 12A zur Temposteuerung schließt. Nach der Weiterleitung des ersten Impulses der Magnete 5 über die Leitung 12A beginnt das Abspielen der ersten Schlagzeit. Der Start des Abspielens kann durch Verlagerung des Magneten 2 verschoben werden, damit der Taktschlag einer Schlagzeit möglichst genau mit der gewünschten Phase der Muskelkontraktionen zusammentrifft.

Um den günstigen Effekt zu verstärken, ist es vorteilhaft, eine Rhythmusbegleitung mit ausgeprägten Taktschlägen zu wählen.

Bei erneuter Betätigung der Start-/Stop-Taste 9 öffnet der folgende Impuls des Sensors 3 die Kontakte der Relais 22 und 23 gleichzeitig. Mit der Unterbrechung der Rechteckimpulse 12 durch einen Impuls des Sensors 3 - also an der Startposition - ist gewährleistet, daß das Abspielen des Musikprogramms am Ende einer Viertelnote angehalten wird. Die mit dem letzten Impuls abgespielten Noten werden jedoch weiter generiert; sie sind also weiterhin hörbar.

Eine Fortsetzung des Abspielens der Musik mit Beginn der nächsten Schlagzeit ist durch erneute Betätigung der Start/Stop-Taste 9 möglich.

Während des Trainings ist ohne Freilauf bei Vorwärtsdrehung der Fußpedale wegen des Drehmomentes

des Schwungrades zufälliges Rückwärtstreten und damit eine Verschiebung des Einsatzpunktes des Schlagzeiten und der Taktschläge in der Regel ausgeschlossen, auch wenn das Bewegungstempo verändert wird.

Da Verschiebungen durch Rückwärtsbewegungen der Pedale jedoch zu Beginn des Trainings oder während Tretpausen leicht vorkommen können, ist zu empfehlen, die Start-/ Stop-Taste 9 erst nach Beginn des Vorwärtstretens und schon vor Tretpausen zu betätigen. Wenn eine Verschiebung des Einsatzpunktes dennoch vorkommt oder wenn sie vom Üben gewünschten wird, kann sie durch eine einfache Vorrichtung vom Üben selbst eingestellt werden. Durch Drücken einer Taste des Bedienungspultes 9A kann die Weiterleitung von Impulsen 12 unterbrochen und die Pedalstellung beim Einsatzpunkt der Schlagzeiten mit jedem unterdrückten Impuls 12 jeweils um den achtundvierzigsten Teil einer Pedalumdrehung rückverlagert werden. Durch eine zweite Taste, die mit jedem Tastendruck einen Zusatzimpuls aussendet, könnte der Einsatzpunkt auf eine spätere Pedalstellung vorverlagert werden.

Wenn zeitweise ein bewegungsunabhängig konstantes Musiktempo gewünscht wird, kann mit einem Umschalter auf dem Bedienungspult 9A Umschaltung auf einen 5-Volt-Rechteckgenerator erfolgen. Dieser kann mit durch einen Drehknopf variierbarer Frequenz Rechteckimpulse 12 in der für das gewünschte Musiktempo erforderlichen Frequenz (Tempo mal 24) zum 5-Volt-Clock-Eingang 21A senden.

Die soeben beschriebene Ausführungsform kann mit geringem Aufwand angeordnet werden. Sie hat aber den Nachteil, daß die Einstellung eines von der Position der Fußpedale 1B bei einem Impuls 12 des Sensors 3 abweichender Einsatzpunkt der Schlagzeiten, ebenso wie Kontrollen der Beibehaltung des vorgewählten Einsatzpunktes und bei versehentlichem Rückwärtstreten (ausnahmsweise auch bei Impulsunregelmäßigkeiten) erforderliche Korrekturen eine audiovisuelle Beobachtung des Einsatzpunktes der Taktschläge durch den Üben und die manuelle Verschiebung des Einsatzpunktes über Tasten des Bedienungspultes 9A erfordert.

Mit Unterstützung eines Mikrocomputers 24 oder 20 können der Start der Abspielens der Musik am gewählten Einsatzpunkt, die Kontrollen seiner Beibehaltung bei den folgenden Schlagzeiten und erforderliche Korrekturen automatisch ohne Beanspruchung des Üben durchgeführt werden.

Darüberhinaus können weitere unten beschriebene Einstellungs- und Wahlmöglichkeiten für den Üben bereitgestellt oder zumindest komfortabler gestaltet werden. Der Mikrocomputer 24, der nur solche Kontroll- und Korrekturaufgaben durchführt, kann ein Einplatinenrechner sein. Der Mikrocomputer 20 kann diese Aufgaben zusätzlich zur Absendung von Timing-Clock- und Noten-Codes zum Abspielgerät 25 übernehmen. Hierzu ist ein Personal- oder Homecomputer mit Massenspeicher für die digitalen Codes zum Abspielen von Musikstücken geeignet.

Zur Korrektur einer Verschiebung der Einsatzpunkte der Schlagzeiten und damit der Taktschläge, zum Beispiel wegen Rückwärtstretens, könnte der Mikrocomputer 24 fortlaufend die Relation der von den Sensoren 3 und 6 ausgesandten Impulse berechnen und bei Abweichungen der Relation vom Verhältnis 1.48 je Pedalumdrehung zur Wiederherstellung des Verhältnisses entsprechend viele Impulse zum 5-Volt-Clock-Eingang 21A unterdrücken. Man kann auch entsprechend viele zusätzliche Impulse weiterleiten oder beide Korrekturverfahren kombinieren.

Eine Vorrichtung zur computerunterstützten Erkennung von bei Rückwärtstreten abgegebenen Impulsen ermöglicht jedoch eine schnellere und flexiblere Korrektur. Trimmfahräder haben auch häufig Freilauf des Schwungrades.

Hier ist es nicht sinnvoll, die Synchronisationsimpulse wie vorstehend beschrieben von auf dem Schwungrad 7 angebrachten Impulsgebern abzuleiten. Bei jeder Verzögerung der Umdrehungen der Pedale gegenüber denen des Schwungrades würden sich bei Freilauf Verschiebungen des Beginns der Schlagzeiten und damit der Taktschläge in Bezug zu der vorher festgelegten Phase des Bewegungszyklus' ergeben. Daher sollten die Synchronisationsimpulse von Impulsgebern ausgelöst werden, die vorzugsweise auf einem Kreisumfang des fest mit der Pedalumdrehung verbundenen Zahnrades 1A oder parallel zu diesem angeordnet sind. Bei Verwendung eines Freilaufes können außerdem Stillstand, zufälliges Rückwärtsdrehen oder geringfügige Vor- und Rückbewegungen der Pedale durch die Entkopplung vom Drehmoment des Schwungrades - auch aus dem Vorwärtstreten mit höherer Frequenz heraus - relativ leicht vorkommen.

Daher ist eine Vorrichtung zur Erkennung der Tretrichtung bei Freilauf besonders zweckmäßig.

Zur Erzeugung von 48 Rechteckimpulsen je Pedalumdrehung, die auch bei Freilauf des Schwungrades zur Musiksteuerung geeignet sind und gleichzeitig die Tretrichtung erkennen lassen, kann man - wie in Fig. 4 dargestellt - auf die Mitte der Achse 1C des Zahnrades 1A im Freiraum zwischen der Achse 1C und der Muffe 1 d eine Impulsscheibe 33 befestigen und auf deren Kreisumfang 27, im gleichen seitlichen Abstand voneinander achtundvierzig Fenster als Impulsgeber 28 verteilen. Zwei in eine Aussparung der Muffe 1D eingebaute, den äußeren Rand der Impulsscheibe 33 umfassende Sensoren 29A und 29B (Hersteller ist zum Beispiel die Fa. TRW Electronic Components Group, Optoelectronics Division, Carrollton, USA; siehe Optoelectronics Data Book, OPB980 Series, Seite 292) können aus der Abtastung der Fenster 28 je Pedalumdrehung über zwei Leitungen 30A und 30B je achtundvierzig um 90 Grad versetzte Impulsfolgen 33A und 33B mit einem Impuls-Pau-

sen-Verhältnis von circa 1:1 liefern. Die Sensoren 29A und 29B sind so angeordnet, daß die Impulse 33A den Impulsen 33B bei Vorwärtstreten der Pedale 1B um 90 Grad voreilen. Hieraus können der Mikrocomputer 24 oder 20 die Drehrichtung 32 ableiten. Ein weiterer optischer Sensor 31 kann durch Abtastung des Fensters 31A einen Referenzimpuls 34 je Pedalumdrehung über die Leitung 34A an die Mikrocomputer 24 oder 20 liefern.

Man kann auch auf zwei Kreisumfängen des Zahnrades 1A je zwölf Impulsgeber (zum Beispiel Impulsfenster für optische Sensoren oder Magnete) im gleichen seitlichen Abstand voneinander derart verteilen, daß daraus zwei um 90 Grad versetzte Rechteckimpulsfolgen mit einem Impuls-Pausen-Verhältnis von 1:1 abgeleitet werden können. Die Auswertung der steigenden und fallenden Flanken beider Impulsfolgen ermöglicht die registrierung von achtundvierzig drehrichtungsunabhängigen Impulsen je Pedalumdrehung und die gleichzeitige Ermittlung der Drehrichtung durch einen Computer.

Für computerunterstützte Kontrollen und automatische Korrekturen von Verschiebungen der Einsatzpunkte der Schlagzeiten, die fast nur bei Rückwärtstreten vorkommen, können die Mikrocomputer 24 oder 20 die von den Sensoren 29A, 29B und 31 über die Leitungen 30A, 30B und 34A ausgesandten Impulse 33A, 33B und 34 über parallele Eingänge aufnehmen und in der später beschriebenen Weise ermitteln, ob die Bedingungen für ein weiteres Abspielen von Musik gegeben sind. Der Mikrocomputer 24 (zum Beispiel ein Einplatinenrechner) kann das Abspielen durch Aussendung von Rechteckimpulsen an den 5-V-Clock-Eingang 21A oder einfacher Midi-Timing-Clock-Codes an Midi-In 21B der Midi-Schnittstelle 21 veranlassen. Der Einsatz des Mikrocomputers 20 (zum Beispiel eines Personal- oder Homecomputers) für die Aufnahme und Bearbeitung der Impulse 33A, 33B und 34 und weiterer später beschriebener Eingaben ist ökonomischer als die Verwendung des Mikrocomputers 24, da ersterer diese Aufgaben zusätzlich zur Aussendung von Midi-Timing-Clock-Codes und Noten-Codes für die Musikerzeugung an ein Abspielgerät für Musik 25 (Synthesizer mit Rhythmusmaschine) übernehmen kann. Es ist auch möglich, eine Synthesizer-Karte als Einschub für einen Personal Computer zu benutzen (zum Beispiel das Expander-Modul FB01 von Yamaha, Japan für IBM-kompatible PC's). Die für das Abspielen jedes Musikstückes erforderlichen MIDI-Codes können durch Eingabe seiner Notenwerte mit einem Musik-Editor-Programm oder durch Einspielen über ein Keyboard programmgesteuert erzeugt, auf Floppy-Disk oder Festplatte gespeichert und bei Beginn des Trainings in den Arbeitsspeicher geladen werden. Für die im folgenden näher beschriebenen Aufgaben der Mikrocomputer 24 oder 20 wurde ein Assembler-Programm entwickelt.

Zunächst wird erläutert, wie mit Hilfe der Mikrocomputers 24 oder 20 und der Sensoren 29A, 29B, und 31 sowie durch Einstellung eines Codierschalters auf Bedienungspult 9A der Einsatzpunkt der Schlagzeiten beziehungsweise Taktschläge innerhalb einer Pedalumdrehung und damit innerhalb eines Bewegungszyklus' der Griffstangen 10 zu Beginn des Trainings individuell ausgewählt und auch während des Trainings leicht verändert werden kann.

Man kann bei Programmstart (für Musikstücke mit 4/4 und 2/4 Takt) vorwählen, bei welchem Bein die betonte 1.

Schlagzeit eines Taktes einsetzen soll.

Zur Eingabe des gewünschten Einsatzpunktes kann man dem Übenden zum Beispiel die Möglichkeit geben, über den Codierschalter zwischen 15 Positionen auswählen, die 15 Pedalstellungen im Bereich von circa 60 bis 165 Grad und dort ausgelösten Impulsen 33A zugeordnet werden können. Bei 48 Impulsen je Pedalumdrehung können Einsatzpunkte im Abstand von $360 : 48 = 7,5$ Grad gewählt werden.

Die mit einem Codierschalter einstellbare Einsatzposition für eine Schlagzeit kann jeweils bei Eintreffen eines Referenzimpulses 31A während Vorwärtsdrehung der Pedale über parallele Eingänge der Mikrocomputer 24 oder 20 eingelesen werden.

Sobald das erste Impuls von Sensor 31 gleichzeitig mit einem Impuls 33A bei Vorwärtsdrehung (das heißt einem Impuls 33B um circa 90 Grad voreilend) registriert wird, wartet der Mikroprozessor programmgesteuert sovielen danach ununterbrochen folgende Impulse 33A bei Vorwärtsdrehung ab, die Stellung des gewählten Fußpedals 1B der vom Übenden gewählten Einsatzposition für eine Schlagzeit von der Länge einer Viertelnote entspricht.

Der Einsatzpunkt der nächsten Schlagzeit liegt dann automatisch an der entsprechenden Position des anderen Fußpedals.

Bei während der Suche der Einsatzposition registrierten Impulsen während Rückwärtstretens sind entsprechend viele, um n (= Anzahl der vollständigen Umdrehungen bei Rückwärtstreten) mal 48 verminderte Impulse während Vorwärtstretens abzuwarten, bevor die Suche nach dem Einsatzpunkt fortgesetzt wird. Man kann auch die Suche mit dem nächsten Referenzimpuls bei Vorwärtsdrehung neu beginnen.

Sollten die Taktschläge in Bezug auf den Beginn der Schlagzeiten zeitverzögert einsetzen, so wird der Übende, der sich akustisch an den Taktschlägen orientiert, den Einsatzpunkt der Schlagzeiten innerhalb des Bewegungszyklus' um eine entsprechende Zahl von Impulsen 33A vorverlegen.

Der Mikrocomputer 24 leitet nach Erreichen des Einsatzpunktes für jeden während Vorwärtsdrehung regi-

strierten Impuls 33A einen MIDI-Timing-Clock-Code (= F8 (H)) zur Temposteuerung oder der Mikrocomputer 20 zusätzlich Codes für Notenkenwerte weiter, solange keine Impulse 33A während Rückwärtsdrehung der Pedale 1B registriert werden. Ist dies jedoch der Fall, wird ein Timing-Clock-Code erst wieder nach Abwarten einer entsprechenden, vorzugsweise um $n \times 48$ verminderten Anzahl von Impulsen während des Vorwärtsdrehens weitergeleitet, (wobei n die Anzahl der vollständig rückwärts getretenen Umdrehungen ist). Es ist auch möglich, beim nächsten Impuls 33A während erneuten Vorwärtstretens durch Absenden zusätzlicher Timing-Clock-Codes F8(H) die Verschiebung des Einsatzpunktes der Schlagzeiten und damit der Taktschläge zu korrigieren. Ihre Zahl entspricht der Differenz zu 48 der bei Rückwärtstreten gezählten (und um n mal 48 verminderten) Impulse.

Zur zusätzlichen Kontrolle können die ausgesandten Timing-Clock-Codes unter Rücksetzung des Zählers bei jeweils 48 auf Null aufaddiert werden und bei Erreichung des Referenzimpulses während Vorwärtsdrehung kann - nach Abschluß von Rückwärtskorrekturen - geprüft werden, ob sich die Zahl der Timing-Clock-Codes mit der Soll-Zahl der Impulse 33A bei Vorwärtsdrehung vom Referenzimpuls bis zum Einsatzpunkt zu 48 addiert. Bei einer Summe von über 48 sind für die der Differenz entsprechende Zahl der folgenden Impulse 33A bei Vorwärtsdrehung keine Timing-Clock-Codes auszusenden und bei eine Summe unter 48 entsprechend viele zusätzliche Codes auszusenden.

Während des Trainings kann ebenfalls bei jedem Referenzimpuls 34 während Vorwärtsdrehen die Stellung des Codierschalters für die Einsatzposition weiter eingelesen und außer während gerade laufender Korrekturen von Impulsen 33A während Rückwärtstretens - eine Abweichung der Addition mit der Zahl Timing-Clock-Codes von 48 wie gerade dargestellt korrigiert werden.

Damit können eventuell erforderliche Feinkorrekturen (bei Abweichungen ohne Änderung der Einsatzposition) und Änderungen der gewählten Einsatzposition mit derselben Operation durchgeführt werden.

Man kann eine automatische Korrektur nach Rückwärtstreten auch durch Fortsetzung des Abspielens der Musik mit dem nächsten Takt oder der nächsten Viertelnote am vorgesehenen Einsatzpunkt vornehmen. Dieses Verfahren ist auch für eine Fortsetzung des Abspielens nach einer Pause mit einer entsprechenden Eingabel geeignet.

Für eine manuelle oder automatische Fortsetzung des Abspielens mit demjenigen Takt, in dem die Stopstelle liegt, oder bei Synchronisationsverschiebungen ist es erforderlich, daß die Mikrocomputer 24 oder 20 die Taktposition des Musikstückes durch vorangehende Addition aller abgesandten Timing-Clock-Codes errechnet haben. Es kann zum Beispiel bei Impulsen 33A während Rückwärtstretens automatisch ein MIDI-Stop-Code abgesandt werden.

Zur Fortsetzung des Abspielens kann dann nach erneutem Vorwärtstreten ein Song-Position-Pointer-Code mit zwei Datenbytes, die den Beginn der nächsten Viertelnote oder der nächsten Taktes des Musikstückes bezeichnen, vom Mikrocomputer 24 über eine MIDI-Schnittstelle dem auf externe Steuerung durch SPP, MIDI-Timing-Clock und Chase Mode eingestellten Sequenzerprogramms automatisch zugeführt werden. Der Mikrocomputer 24 gibt sofort nach Eintreffen des ersten Impulses von Sensor 31 den Song-Position-Pointer-Code (= F2), die Datenbytes und den MIDI-Continue-Code (= (FB-H)) über die MIDI-Schnittstelle 21 an das Sequenzerprogramm weiter.

Für jeden danach vom Mikrocomputer 24 registrierten Impuls 33A bei Vorwärtstreten wird - wie schon vorher dargestellt - zur Temposteuerung ein MIDI-Timing-Clock-Code an den Eingang MIDI-In 21B weitergeleitet, bis wieder ein MIDI-Stop-Code durch einen Impuls 33A bei Rückwärtstreten ausgelöst wird.

Eine noch schnellere automatische Korrektur nach Stop bei Rückwärtstreten ist durch Sprung auf die kleinste Einheiten des Song-Position-Pointers möglich, die einer Sechzehntelnote entspricht.

Wenn der Mikrocomputer 20 die Impulse 33A und 33B direkt aufnimmt und auswertet, kann er entsprechend das Abspielen mit dem Absenden der Timing-Clock-Codes und Noten-Codes für den Beginn des nächsten Taktes oder auch der nächsten Sechzehntelnote bei dem entsprechenden folgenden Impuls 33A bei Vorwärtsdrehung zum Synthesizer 20 fortsetzen.

Nach bisherigen Versuchsergebnissen wird von den Übenden auch die Möglichkeit der Umschaltung zwischen bewegungsgesteuertem und vorgegebenem Musiktempo gewünscht.

Die Einstellung auf eine der beiden Betriebsarten kann über einen Umschalter erfolgen und über einen parallelen Eingang von Mikrocomputer 24 oder 20 eingelesen werden.

Bei Umschaltung von bewegungsgesteuertem auf vorgegebenes Musiktempo kann der Mikrocomputer 24 Timing-Clock-Codes beziehungsweise der Mikrocomputer 20 Timing-Clock-Codes mit den zugehörigen Noten-Codes mit einer konstanten Frequenz aussenden.

Das gewünschte konstante Musiktempo kann zum Beispiel über den jetzt nicht für die Einstellung der Einsatzpunkte benötigten Codierschalter aus 15 verschiedenen Tempi ausgewählt werden.

Alternativ kann als Voreinstellung das der letzten aktuellen Drehzahl bei Umschaltung entsprechende Tempo (Drehzahl $\times 2$) übernommen werden. Eine zusätzliche Veränderungsmöglichkeit des vorgegebenen

Tempos während des Trainings durch eine Plus- und Minustaste, durch deren Betätigung das Musiktempo konstant um jeweils einen Metronomschlag erhöht oder verringert werden kann, ist sinnvoll.

Bei Umschaltung von festem auf bewegungsgesteuertes Musiktempo ist ebenso wie bei Weiterspielen nach einem Stop erforderlich, die Takt-Position innerhalb des Musikstücks berechnet zu haben wie zu kennen.

Das Abspielen kann dann der Einfachheit halber - wie oben dargestellt - bei Erreichen des Einsatzpunktes für die Schlagzeiten mit dem nächsten Takt fortgesetzt werden.

Zur Vermeidung häufiger Korrekturen wegen Rückwärtstreten und eines Abspielens bei sehr langsamen Tempo kann man erwägen, bei Unterschreiten einer bestimmten Frequenz der Pedalumdrehungen automatisch auf konstantes Musiktempo umzuschalten und die Bewegungssteuerung des Musiktempos erst wieder bei Überschreiten dieser Grenzfrequenz automatisch einzuschalten.

Die Mikrocomputer 24, 20 oder ein zweiter Prozessor 26 können aus den Zeitdifferenzen bei jeder Umdrehung von Sensor 31 weitergeleiteten Impulse die momentane und durchschnittliche Umdrehungszahl pro Minute berechnen und auf einem Bildschirm 26A die positive oder negative Differenz der Gesamtzahl an Umdrehungen zu einer voreingestellten Sollzahl pro Zeiteinheit fortlaufend in grafischer Form ausgeben (DE -A-2753041), sowie die Pedalposition bei Schlagzeitbeginn und eventuell weitere Kennwerte.

Durch die beschriebenen Synchronisationsimpulse 33A bei Vorwärtsdrehung der Fußpedale kann der Mikrocomputer 20 anstelle des Absendens von Notencodes zu einem Synthesizer im Prinzip auch das Abspieltempo von digitalen Meßwerten eines gesampelten Musikstückes über Analog-Digital-Wandler taktbezogen steuern. Dies setzt voraus, daß bei Schlagzeiten von der Länge einer Viertelnote die zu jedem Vierundzwanzigstel einer Viertelnote gehörenden Sampleabschnitte für den Mikrocomputer erkennbar sind, zum Beispiel durch Einspielen spezieller Codes zu Beginn jedes solchen Abschnittes bei der Digitalisierung. Beim Abspielen könnten die aufeinanderfolgenden Synchronisationsimpulse jeweils das Abspielen eines Abschnittes mit konstantem Tempo starten. Bei beschleunigtem Eintreffen des Synchronisationsimpulses für die folgende Einheit müßten die dem vorangehenden Impuls zuzuordnenden, aber noch nicht abgespielten Sample-Punkte übersprungen werden. Bei verlangsamer Impulsfolge und konstantem Abspieltempo würden kleine, eventuell durch Wiederholungen zu überbrückende Lücken entstehen.

Die dargestellten Möglichkeiten der Temposteuerung von Musik mit einem Trimmfahrrad sind generell bei Ergometern auch mit frequenzunabhängiger Belastungseinstellung anwendbar. Eine Verwendung letzterer mit einer Vorrichtung zur Temposteuerung von Musik für die Rehabilitation von Herzgeschädigten ist vorteilhaft, weil eine Tempobeschleunigung Abwechslung ohne Gefährdung durch zu hohe Herzbelastung bringt.

Für das zweite Beispiel zur Steuerung des Musiktempos gemäß Fig. 2 durch die Beinbewegungen beim Lauftraining wird ein Training auf der Laufbahn eines Sportplatzes beschrieben, bei der von allen Punkten eine telemetrische Übertragung von Signalen zum Standort der Synchronisations-/ Abspieleinheit leicht möglich ist.

Beim Bewegungszyklus eines Beines beim Lauftraining ist keine feste Beziehung der Bewegungsabschnitte zu einer starren Größe wie einer Pedalumdrehung beim Trimmfahrrad herstellbar. Die Schrittlänge kann jederzeit unvorhersehbar verändert werden. Man kann sich aber zur Temposteuerung von Musik auf die Registrierung einiger charakteristischer Punkte des Bewegungszyklus der Beine beschränken und diese zur Schätzung der jeweils folgenden Zeitabschnitte eines Bewegungszyklus verwenden. Durch zwei Aufnehmer, zum Beispiel zwei Goniometer 14 kann das rhythmische Beugen und Strecken jedes Oberschenkels in der Hüfte oder im Knie registriert und über einen Sender 15 verstärkt an einen Empfänger 18 übertragen werden.

Hierzu eignen sich zum Beispiel Goniometer (Hersteller ist die Fa. Penny & Giles, Blackwood / GB; siehe Datenblatt der Goniometer), deren Ausgangsspannung sich proportional zur Beugung des Gelenkes verändert. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Synchronisations- und Abspieleinheit gemäß Fig. 3 grundsätzlich verwendbar. Mit dem Mikrocomputer 24 oder 20 können nach Analog/Digital-Wandlung der beugungsabhängigen Signale der Goniometer 14 die Extremposition im Bewegungszyklus jedes Oberschenkels beim Übergang vom Beugen zum Strecken ein Einsatzpunkt für die Schlagzeiten nach der Extremposition und die Zeitdifferenz zu der jeweils vorangehenden entsprechenden Extremposition des jeweils anderen Oberschenkels als Basis für die Schätzung der Zeitdifferenz zur nächsten entsprechenden Extremposition dieses Beines oder die Zeitdifferenz zwischen den entsprechenden Einsatzpunkten für die Schlagzeiten ermittelt werden.

Der Einfluß höherfrequenter Artefakte (zum Beispiel durch Vibration der Aufnehmer oder Störung der telemetrischen Übertragung) kann durch Hardware-Bandpaß-Filterung und / oder gleitende Mittelwertbildung in Echtzeit reduziert werden. Dabei sind die von den gewählten Grenzfrequenzen beziehungsweise der Zahl der gemittelten Werte abhängigen Phasenverschiebungen einzukalkulieren.

Artefaktverdächtige höherfrequente Spannungsänderungen können auch softwaremäßig vom Mikrocomputer 24 oder 20 eliminiert werden. Er kann hierzu bei jedem der digitalisierten Spannungswerte die Spannungsänderung zum Vorangehenden den Wert feststellen und dabei prüfen, ob diese Änderung über einem vorgegebenem Grenzwert liegt, der einer Beugungsänderung pro Zeiteinheit entspricht, die beim Laufen der vorgesehenen Art erfahrungsgemäß nicht mehr vorkommen kann. Darüber liegende Werte können als Arte-

fakte verworfen werden.

Nacht Artefaktreinigung kann der Mikrocomputer 24 oder 20 zur Erkennung der Spannungsmaxima der Goniometer 14 bei maximaler Beugung in der Hüfte oder im Knie während des Laufens bei jedem vom Analog/Digital-Wandler gesampelten Spannungswert sofort vergleichen, ob er einen Minimalwert erreicht oder überschreitet, der einer Beugung entspricht, die zur Anerkennung als Maximum zwischen Beugung und Streckung bei Laufbewegungen der vorgesehenen Art im allgemeinen mindestens erreicht wird. Nach Registrierung eines solchen minimalen Spannungsmaximums kann bei den folgenden Werten geprüft werden, ob sie darüber liegen und der jeweils höchste Wert kann festgehalten werden. Das Passieren eines Beugungsmaximums kann anerkannt werden, sobald bei der dem Beugungsmaximum folgenden Streckung ein artefaktbereinigter Spannungswert erreicht wird, der das vorausgehende Maximum um einen vorher festgelegten Prozentsatz des Maximumwertes oder absoluten Betrag, der einem bestimmten Beugungsgrad entspricht, unterschreitet.

Man kann auch einen festen Abstand vom minimal erforderlichen Maximum wählen. Zusätzlich könnte man noch zum Artefaktausfluß für die Anerkennung eines Beugungsmaximums Mindestzeitabstände zwischen den Werten zunehmender und abnehmender Beugung im gleichen Spannungsabstand von dem dazwischen liegenden Wert für die maximale Beugung fordern. Sie hätten mit dem Abstand vom der maximalen Beugung zuzunehmen und sollten bei dem Laufen der vorgesehenen Art immer erreicht werden. Der vorherbestimmte Spannungswert, der zur Bestätigung des vorangehenden zyklischen Beugungsmaximums erreicht werden muß, kann der Einfachheit halber so gewählt werden, daß er gleichzeitig als Einsatzpunkt für eine Schlagzeit benutzt werden kann. Ihre Festlegung sollte entsprechend dem Vorgehen beim Trimmfahrrad zum Beispiel durch Eingabemöglichkeit verschiedener Beugungsgrade, bei denen die Schlagzeiten einsetzen, individuell bestimmbar sein.

Setzen die Taktschläge innerhalb der Schlagzeiten zeitverzögert ein, kann der Übende einen entsprechend früheren Einsatzpunkt der Schlagzeit wählen.

Die Suche sollte jeweils bei den Signalen für ein Bein beginnen und bei Erfolg jeweils wechselnd für jedes Bein fortgesetzt werden. Schließlich ist auch eine programmgesteuerte Analyse eines Kurvenabschnittes zur Festlegung von Kennwerten denkbar. Bei Benutzung der vorstehend und mit Fig. 3 beschriebenen Synchronisations- und Abspielereinheit digital gespeicherter Musik müssen nach Ermittlung einer oberen Extremposition und eines Einsatzpunktes als Signal für das Einsetzen eines Taktschlages vierundzwanzig Timing-Clock-Codes zum Abspielen einer Schlagzeit von der Länge einer Viertelnote auf die geschätzte Zeitdifferenz bis zur nächsten entsprechenden Extremposition des anderen Beines, das den folgenden Taktschlag auslösen soll, verteilt werden. Mit der Absendung der Timing-Clock-Codes beginnt parallel die Erkennungsprozedur des Maximums für das andere Bein. Anstelle der Zeitdifferenz zwischen dem zuletzt registrierten Einsatzpunkt für einen Taktschlag bei einem Bein und dem vorangehenden entsprechenden Wert des anderen Beines kann man auch einen gleitenden Mittelwert aus einer geringen Zahl der jeweils letzten Zeitdifferenzen zur Schätzung der nächsten Zeitdifferenz verwenden. Nicht erkannte Beuge- und folgende Streckphasen, zum Beispiel wegen zu geringer Beinanehebung oder Artefakten, würden zu einem Weiterspielen der zuletzt abgespielten Note führen. Zur Abmilderung eines störenden Musikeindrucks könnte man zum Beispiel bei einer zeitlichen Verzögerung der Erkennung der nächsten Streckphase zum Beispiel um mehr als 20% gegenüber dem Schätzwert ersatzweise eine Serie von Synchronisationscodes in gleichem zeitlichen Abstand voneinander entsprechend der letzten geschätzten Zeitdifferenz aussenden. Um mögliche Verkürzungen der Zeitdifferenz bei Erhöhung der Trefffrequenz des anderen Beines teilweise aufzufangen, kann der Schätzwert auch etwas reduziert werden. Für jeden Timing-Clock-Code steht dann 1/24 der reduzierten geschätzten Zeitdifferenz zur Verfügung. Das Weiterleiten der Timing-Clock-Codes an die Synchronisationseinheit beziehungsweise bei Mikrocomputer 20 (mit Noten-Codes) an das Abspielgerät 25 kann um einen bestimmten Prozentsatz der Zeitdifferenz verzögert werden, wenn der Taktschlag eher in der Mitte zwischen dem Maximum des Anhebens des Oberschenkels oder bei Bodenkontakt einsetzen soll. Vor Absenden der Timing-Clock-Codes sollte geprüft werden, ob die Weiterleitung der vorangehenden Timing-Clock-Code - Serie beendet ist.

Falls dies wegen einer Beschleunigung des gerade vorwärts bewegten Beines (auch bei eventuell reduzierter Schätzung) nicht der Fall ist, kann die folgende Serie von MIDI-Timing-Clock-Codes erst nach Beendigung der entsprechend (eventuell auf die maximal mögliche Frequenz) beschleunigten Weiterleitung der noch ausstehenden Timing-Clock-Codes der vorangehenden Serie - ebenfalls entsprechend der Verzögerung beschleunigt - abgesandt werden (oder könnte ausfallen). Die Feststellung einer oberen Extremposition und die erforderlichen Berechnungen, Kontrollen und Vorbereitungen zum Start einer Impulsserie sollten nur etwa eine Millisekunde beanspruchen, damit der Taktschlag, wenn es gewünscht wird, schon kurz nach dieser extremposition einsetzen kann. Die durch den Laufrhythmus synchronisierte Musik kann mit einem an den Ton Ausgang 25A des Abspielgerätes 25 angeschlossenen Sender 19 zu einem vom Läufer tragbaren Empfänger 16 mit Kopfhörer 17 übertragen werden.

Bei dem geschilderten Verfahren entstehen bei Verlangsamung des Lauf tempos minimale Verlängerungen der bei der Rhythmusbegleitung am Ende einer Viertelnote oft vorhandenen Pausen und des Abspielens der noch nicht beendeten Noten der geschätzten Zeitdifferenzen am Ende jeder Schlagzeit von der Länge einer Viertelnote, die sich bei Reduktion der Zeitschätzung noch etwas erhöhen. Bei einer Tretgeschwindigkeit von 80 bis 90 Schritten pro Minute für jedes Bein und einem entsprechenden Musiktempo von 160 bis 180 Metronomschlägen pro Minute sind sie jedoch nicht mehr störend. Sie tragen eher noch zur Betonung des Rhythmus' bei. Andererseits kann der Sicherheitsabzug bei voraussichtlich gleichmäßigem Lauf tempo entfallen. Der bei Beschleunigung des Lauf tempos auftretende Rest beim Beginn der nächsten Schlagzeit und das schnellere Abspielen des Restes sind akustisch meist nicht störend.

Man kann auch zusätzlich die Zeitdifferenzen zwischen den entgegengesetzten Extrempositionen, nämlich zwischen Strecken und Beugen jedes Beines in der Hüfte oder zwischen anderen markanten Punkten des Bewegungszyklus ermitteln, die die Zeitdifferenz zwischen den anderen Extrempositionen, das heißt zwischen Beugen und Strecken jedes Beines in einem annähernd konstanten Verhältnis teilen. Wenn man diese zusätzlich zur Schätzung von Zeitdifferenzen und zum Absenden von Synchronisationsimpulsen benutzt, läßt sich die Anpassung des Musiktempo an Änderungen des Bewegungstempo noch etwas verbessern.

Man kann das beschriebene Verfahren zum Beispiel unter Verwendung von Druckaugnehmern in jedem Schuh entsprechend anwenden, wenn man das Einsetzen der Taktschläge mit einem späteren Abschnitt in der Streckphase jedes Beines synchronisieren will.

Eine miniaturisierte Ausführung der Synchronisations- und Abspieleinheit mit digital gespeicherter Musik, die der Läufer am Körper trägt, ist heute schon preiswert herstellbar. Dabei sind der Umfang der gespeicherten Musik und der Synthesizerleistung noch begrenzt.

Die Signale der Goniometer 14 können dabei zu einem Einplatinenrechner mit integrierter Vorverstärker, Analog/Digital-Wandler und Speicher für die Codes von Musikstücken weitergeleitet werden, der nach den beschriebenen Berechnungen Timing-Clock-Codes und Codes für Notenkenneiwerte entsprechend wie der Personalcomputer 20 an ein Synthesizermodul weiterleitet.

Mit einem solchen tragbaren Gerät kann das Musiktempo nicht nur durch Laufen gesteuert werden, sondern auch durch (am besten schnelleres) Gehen.

Eine solche tragbare Synchronisations- und Abspieleinheit mit Eingängen für die Impulse der Sensoren 29A und 29B und 31 anstelle der Analog/Digital-Wandler ist eine tragbare Form der bei dem Ausführungsbeispiel zum Training mit einem Trimmfahrrad beschriebenen Synchronisations- und Abspieleinheit. Sie kann nach Einbau von Impulsgebern in die Muffe 1D der Achse 1C eines Zahnrades 1A auch ortsunabhängig beim Fahren mit jedem normalen Fahrrad zum Abspielen von Musik in bewegungsgesteuertem Tempo benutzt werden.

Bei der Synchronisation von Musik durch das Training mit Rudertrimmgeräten besteht das Problem, daß - ähnlich wie beim Laufen die Schrittlänge - der Weg der Vor- und Zurückbewegung etwas variieren kann.

Hier kann man als charakteristische Punkte die Wendepunkte bei der Vor- und Zurückbewegung erfassen, aus der Zeitdifferenz zum vorangehenden Wendepunkt die zu erwartende Zeitdauer bis zum nächsten schätzen und weiter entsprechend dem beschriebenen Beispiel für das Lauftraining verfahren.

Da beim Rudern die im Training übliche Schlagfrequenz nur bei etwa 20 bis 30 Schlägen pro Minute liegt, sollten auf jede Vor- und jede Rückwärtsbewegung des Übenden 2 bis 3 Schlagzeiten - bei einer Länge von je einer Viertelnote - verteilt werden. Dabei würde ein Musiktempo von 80 bis 180 Metronomschlägen pro Minute erreicht.

Wir beschreiben hier eine Ausführungsform, bei der eine in der Mitte an einem Drahtseil befestigte Griffstange bei Rückwärtsbewegung des Oberkörpers auf einem Rollstuhl und Anziehen der Arme an den Körper das Drahtseil von einer mit einer Bremseinheit verbundenen Schwungradscheibe abrollt. Zur Impulsgenerierung kann man die Anordnung gemäß Fig. 4 entsprechend der Anbringung auf Zahnrad 1A mit einer parallel zur Schwungradscheibe auf deren Achse befestigten Scheibe realisieren. Wir beziehen uns in der folgenden Beschreibung auf die gleich wirkende Anordnung gemäß Fig. 4 mit Sensor 29A und 29B, Drehrichtungserkennung und Sensor 31 für einen Referenzimpuls 34 und Impulsscheibe 33 (zum Beispiel mit 96 Impulsfenstern).

Diese kann auf die Achse der bremsbaren Schwungradscheibe parallel zu dieser montiert werden. Das Fenster für einen Referenzimpuls 34 je Bewegungsphase, der ähnlich wie beim Trimmfahrrad für Kontrollen und die Bestimmung der Lage des Einsatzpunktes der Schlagzeiten genutzt werden kann, ist so zu positionieren, daß er etwa in der Mitte zwischen den maximal möglichen Vor- und Rückbewegung des Handgriffs, also an einer Position ausgelöst wird, die auch bei geringer Ausladung der Bewegung passiert wird.

Ein Mikrocomputer 24 oder 20 kann fortlaufend die Umkehrpunkte bei Vor- und Rückwärtsbewegung aus der Drehrichtungsänderung der Sensoren 29A und 29B feststellen und daraus - sowie aus dem vom Trainierenden eingegebenen Einsatzpunkt für die erste Schlagzeit, deren Angabe sich am Einsatzpunkt des ersten Taktschlages orientiert während einer Zugphase unter der Prämisse, daß die Schlagzeiten räumlich äquidistant

verteilt werden sollen, die Einsatzpunkte zum Beispiel weiterer drei Schlagzeiten eines Bewegungszyklus' schätzen. Die Festlegung des Einsatzpunktes der ersten Schlagzeit der Zugphase ist in Bezug auf die Zahl der Impulse 33A und 33B vor oder nach dem Referenzimpuls 34 möglich. Die Zahl der Impulse 33A beziehungsweise 33B zwischen den jeweils erreichten Extrempunkten und ihr Abstand vom Impuls 34 des Sensors 31 ist festzuhalten und entsprechend der erforderlichen Zahl von Steuerimpulsen für zum Beispiel zwei Schlagzeiten je Phase durch 48 zu teilen. Das Ergebnis gibt an, bei wieviel Impulsen ein MIDI-Timing-Clock-Code F8(H) weiterzugeben ist. Bei 1,5 Impulsen je Code wäre zum Beispiel bei jedem dritten Impuls ein MIDI-Timing-Clock-Code F8(H) auszulassen, um das Verhältnis einzuhalten.

Das Abspielen der Musik beginnt zweckmäßig mit einer Zugphase, nachdem bei der vorangehenden Vorwärtsbewegung die Umkehrpunkte, das Verhältnis von Impulsen 30A beziehungsweise 30B zu Timing-Clock-Codes sowie vorher der Einsatzpunkt für die erste Schlagzeit registriert wurden.

Eine Voreinstellung hierfür sollte vorhanden sein. Der Einsatzpunkt kann durch die Zahl der Impulse der Sensoren 29A und 29B vor oder nach dem Referenzimpuls 34 unter Berücksichtigung der Drehrichtung festgelegt werden.

Liegt er zum Beispiel zwanzig Impulse vom Referenzimpuls 34 entfernt in Richtung zum vorderen Umkehrpunkt und liegt dieser vierzig Impulse vom Referenzimpuls 34 entfernt, so hat das Abspielen der ersten Schlagzeit der Musik mit dem einundzwanzigsten Impuls 33A beziehungsweise 33B während Rückwärtsbewegung zu beginnen. Danach können bis zum hinteren Umkehrpunkt für die registrierten Impulse Timing-Clock-Codes im errechneten Verhältnis ausgesandt werden. Gleichzeitig werden die Impulse 33A beziehungsweise 33B und Timing-Clock-Codes aufaddiert und die Abweichung des hinteren Umkehrpunktes von dem nach der vorangehenden Phase geschätzten Wert errechnet.

Entsprechend der Differenz wird das Verhältnis von Impulsen und Codes bis zum nächsten Umkehrpunkt unter Berücksichtigung der bis zu diesem Punkt fehlenden oder zusätzlich abgesandten Codes neu geschätzt.

Bei jedem Umkehrpunkt können Abweichungen von der geschätzten Zahl der Impulse je Bewegungsphase durch Absenden zusätzlicher Codes oder durch Weglassen von Codes korrigiert werden, entsprechend dem Vorgehen bei dem Ausführungsbeispiel für Lauftraining.

Als für das erfindungsgemäße Verfahren besonders geeignet hat sich zum Beispiel Musik mit dem sogenannten Disco-Rhythmus und jede andere Musik erwiesen, bei der der "Taktschlag" mit dem Beginn der Zählzeit zusammenfällt oder gleichmäßig beziehungsweise periodisch verzögert nach dem Beginn der Zählzeit einsetzt beziehungsweise betont ist. Aber auch Musikstücke, bei denen sich das Einsetzen der Taktschläge etwas unregelmäßig verschiebt, können als angenehm empfunden werden. Bei Musikstücken im Dreivierteltakt mit Rhythmusbegleitung im Walzer-Rhythmus können beim Trimmfahrrad einer Pedalumdrehung - wie bei 4/4 und 2/4 Takt - zwei Schlagzeiten zugeordnet werden.

Dabei wechselt die betonte erste Schlagzeit jeweils von einem Bein zum anderen.

Bezugszeichenliste

1 Fußbetätigungseinrichtung

1A Zahnrad (Antriebsrad)

1B Fußpedale

1C Achse

1D Muffe

2 Magnet

3 Sensor

4 4-fache Übersetzung

5 12 Magnete

6 Sensor

7 Schwungrad

7A Zahnrad

7B Kreisumfang

8 Bremse

9 Start/Stop-Taste

9A Bedienungspult

10 Griffstangen

11 Leitung

11A Leitung

11B Leitung

12 Rechteckimpuls

	12A Leitung
	13 Leitung
	14 Goniometer
	14A Vorverstärker
5	15 Sender
	16 Empfänger
	17 Kopfhörer
	18 Empfänger
	19 Sender
10	20 Mikrocomputer
	20A parallele Eingänge
	21 MIDI-Schnittstelle
	21A 5-Volt-Clock-Eingang
	21B MIDI-In
15	22 Relais
	23 Relais
	23A Kontakt
	24 Mikrocomputer
	24A parallele Eingänge
20	25 Abspielgerät für Musik
	25A Tonausgang
	26 Mikroprozessor
	26A Bildschirm
	27 Kreisumfang
25	28 achtundvierzig Impulsgeber
	29A Sensor
	29B Sensor
	30A Leitung
	30B Leitung
30	31 Sensor
	31A Impulsgeber
	32 Drehrichtung
	33 Impulsscheibe
	33A Impulsfogen
35	33B Impulsfolgen
	34 Referenzimpuls
	34A Leitung
	35 Griffe
	35A Verstellrichtung
40	35B Verstellrichtung
	35C Verstellrichtung
	36 Leitungen
	37 Antriebsstangen
	38 Zapfen
45	39 Kurbelarme
	40 Antriebswelle
	41 Zahnrad
	42 Zahnrad

50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung des Abspieltempos einer Abspielvorrichtung für Musik durch das Tempo periodisch wiederholter Bewegungszyklen mindestens eines Körperteils beim Fitnesstraining mit Hilfe durch die Bewegung ausgelöster Signale und einer zwischen die Signale und die Abspielvorrichtung geschalteten Synchronisationseinheit, wobei

a) Signalgeber während des Bewegungszyklus fortlaufend oder in kurzen Abständen an die Synchronisationseinheit Signale abgeben, die die Erkennung der Bewegungsposition und Einteilung des Bewegungs-

zyklus in Abschnitte erlauben, und Signale an die Synchronisationseinheit eingegeben werden können, die die Einsatzpunkte der Schlagzeiten der Musik innerhalb des Bewegungszyklus bestimmen,

b) eine Abspielvorrichtung für Musik benutzt wird, bei der das Abspielen von aufeinanderfolgenden Abschnitten der Schlagzeiten von Musik digital gesteuert werden kann, z.B. durch Eingabe von Codes für die Tonerzeugung an einen Synthesizer oder durch Eingabe von Signalen, die der Abspielvorrichtung den Beginn für das Abspielen jedes Abschnittes der Schlagzeiten angeben, und

c) die Synchronisationseinheit, vorzugsweise ein Mikrocomputer - bei vorgegebener Zahl der je Bewegungszyklus abzuspielenden Schlagzeiten eines Musikstücks, bei vorgegebenen Einsatzpositionen der Schlagzeiten innerhalb eines Bewegungszyklus und sich daraus ergebender Zuordnung der Abschnitte der Schlagzeiten zu aufeinanderfolgenden Abschnitten eines Bewegungszyklus - das Abspielen der aufeinanderfolgenden Abschnitte der Schlagzeiten während der Abschnitte des Bewegungszyklus, denen sie zugeordnet wurden, durch Ausgabe digitaler Signale an die Abspielvorrichtung für Musik veranlaßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Synchronisationseinheit (vorzugsweise ein Mikrocomputer) bei nicht voraussehbaren Schwankungen der Länge von Abschnitten eines Bewegungszyklus diese Länge aufgrund vorangehender Abschnitte schätzt und - bei Feststellung zu früh oder noch nicht abgespielter Abschnitte von Schlagzeiten - die Zuordnung des Beginns der folgenden Schlagzeit zu dem vorgesehenen Einsatzpunkt innerhalb des Bewegungszyklus durch Verlängerung oder Verkürzung von folgenden Abschnitten der Schlagzeiten ganz oder weitgehend beibehält.

3. Vorrichtung mit Impulsgebern, einem Mikrocomputer und einem Synthesizer mit Rhythmusmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit

a.) umfangsverteilt angeordneten Impulsgebern (5 und 28), am Schwungrad (7), am Antriebsrad (1A) oder an der Impulsscheibe (33) eines Trimmfahrrades, und Impulsgebern (2, 31A) für Referenzimpulse zur Abgabe von Signalen während der Pedalumdrehungen an einen Mikrocomputer (20 oder 24), sowie Impulsgeber - z.B. ein Codierschalter an einem Bedienungspult (9A) - zur Eingabe von Einsatzpositionen für die Schlagzeiten innerhalb eines Bewegungszyklus, oder

b.) zwei Goniometern (14), die bei einem Läufer mit der Beugung und Streckung der Beine kontinuierlich veränderliche Signale nach Analog/Digital-Wandlung einem Mikrocomputer (20 oder 24) zuführen, sowie Impulsgeber - z.B. ein Codierschalter - zur Eingabe von Einsatzpositionen der Schlagzeiten innerhalb eines Bewegungszyklus, oder

c.) umfangsverteilt angeordneten Impulsgebern an einer Impulsscheibe (33) mit Referenzimpulsgeber (31A), bei einem Rudergrät zur Abgabe von Signalen während der Bewegungszyklen an einen Mikrocomputer (20 oder 24), sowie Impulsgeber - z. B. ein Codierschalter - zur Eingabe von Einsatzpositionen der Schlagzeiten innerhalb eines Bewegungszyklus und

d.) einem Mikrocomputer (20 oder 24), der programmgesteuert die Signale von a), b.) oder c.) über parallele Eingänge aufnimmt, daraus Abschnitte des Bewegungszyklus ableitet, diesen Abschnitten unter Berücksichtigung der vorgegebenen Zahl der Schlagzeiten und der gewählten Einsatzpositionen aufeinanderfolgende Abschnitte der Schlagzeiten von Musik zuordnet und durch Ausgabe von MIDI-Codes über eine MIDI-Schnittstelle (21) an einen Synthesizer mit Rhythmusmaschine (25) oder von MIDI-Timing-Codes an einen zweiten Mikrocomputer (20) mit einem Synthesizer mit Rhythmusmaschine (25) eine den Notenmerkmalen der Abschnitte der Schlagzeiten entsprechende Tonerzeugung veranlaßt.

Claims

1. Process for changing the playing tempo of a music playing unit by the tempo of periodically repeated movement cycles of at least one part of the body during fitness training by means of movement generated signals and a synchronizing unit, wherein

a) during the movement cycle signals are emitted continuously or at short intervals to the synchronizing unit by means of signal indicators which allow the recognition of the position of the movement and the subdivision of the movement cycle into sections, and signals can be transmitted (to the synchronizing unit) which determine the onset position of the musical beats within the movement cycle,

b) to play the music, a device is used with which the playing of successive sections of musical beats can be digitally controlled, e. g. by means of emitting codes which make a synthesizer generate sounds or which indicate to a device the starting point for playing each section of the musical beats,

c) the synchronizing unit - preferably a microcomputer - initiates the playing of successive sections of musical beats during the sections of the movement cycle to which they have been allocated, by emitting digital codes to the music playing device provided that the number of musical beats for each movement cycle and the allocation of the sections of the beats to successive sections of the movement cycle have been pre-

determined.

2. Process as claimed in claim 1, wherein the synchronization unit - preferably a microcomputer - estimates the length of sections of the movement cycle on the basis of preceding sections, shortens or extends the next sections of the musical beats - if unforeseeable shifts in the length of sections of a movement cycle occur and in case of sections of musical beats either not yet played or played too early - and in this way largely or completely maintains the allocation of the beginning of the next musical beat to the predetermined onset point.

3. Device with signal generators, a microcomputer and a synthesizer with rhythm machine for processing claim 1 or 2, with

a.) circumferentially positioned pulse generators (5 or 28) on the fly wheel (7), on the driving cog wheel (1A) or on the pulse disc (33) of an exercise cycle, and a pulse generator (2, 31A) for reference pulses to transmit signals during the pedal rotation to a microcomputer (20 or 24), as well as a pulse generator i.e. a code switch on a panel (9A) - to input onset positions for the musical beats within a movement cycle, or

b.) two goniometers (14) on a jogger, which after analogous/digital conversion transmit to a microcomputer (20 or 24) signals that continuously change with the bending and stretching of the legs, and a pulse generator i.e. a code switch to input the onset positions of the musical beats within a movement cycle, or

c.) circumferentially positioned pulse generators (33) with a pulse generator for reference pulses (31A) connected to a rowing device, to transmit signals during the movement cycles to a microcomputer (20 or 24), as well as a pulse generator - i.e. a code switch - to input the onset point of the musical beats within a movement cycle, and

d.) a microcomputer (20 or 24), which - program controlled - registers the signals of a.), b.) or c.) via parallel input, determines from this the sections of the movement cycle, allocates successive sections of the musical beats to those sections with reference to the predetermined number of musical beats and selected onset positions and triggers a sound generation in accordance with the note characteristics of the sections of the musical beats by emitting MIDI-codes, via a MIDI interface (21) to a synthesizer (25) or MIDI-timing codes to a microcomputer (20) with synthesizer (25).

Revendications

1. Procédé qui modifie la cadence de la musique émanant d'un dispositif musical, selon la cadence de cycles de mouvements répétés périodiquement par au moins une partie du corps lors d'un entraînement physique, à l'aide de signaux générés par le mouvement et d'un dispositif synchronisant installé entre les signaux et le dispositif musical:

a.) des transmetteurs de signaux envoient continuellement ou en brefs intervalles des signaux au dispositif synchronisant qui permettent de reconnaître la position du mouvement et de répartir le cycle du mouvement en sections; des signaux peuvent être transmis au dispositif synchronisant, qui déterminent le point de début des temps musicaux à l'intérieure du cycle de mouvement

b) on utilise un dispositif musical qui permet de commander d'une manière digitale les sections successives des temps musicaux passés, p. ex. en entrant des codes qui incitent un synthétiseur à générer des sons ou en entrant des signaux qui indiquent au dispositif musical le début de chaque section des temps musicaux à jouer et

c) le dispositif synchronisant - de préférence un micro-ordinateur - détermine le passage des sections de temps musicaux successives pendant les sections du cycle de mouvement auxquels ils étaient attribués en émettant des signaux digitaux au dispositif musical - pourvu que le nombre des temps musicaux par cycles de mouvement, le point de début des temps musicaux à l'intérieure d'un cycle de mouvement et l'attribution des sections de temps musicaux aux sections successives d'un cycle de mouvement soient prédéterminés.

2. Procédé comme décrit en 1: le dispositif synchronisant - de préférence un micro-ordinateur - évalue la durée des sections d'un cycle de mouvement d'après les sections précédentes et - en cas de variations imprévisibles et lorsque des sections de temps musicaux ne sont pas jouées ou jouées trop tôt - il maintient complètement ou dans une large mesure le début du temps musical suivant prévu et attribué au cycle de mouvement, en prolongeant ou diminuant les sections successives des temps musicaux

3. Dispositif avec émetteurs d'impulsions, un micro-ordinateur et un synthétiseur avec un générateur de rythme pour réaliser le procédé comme décrit en 1 ou 2, avec

a.) émetteurs d'impulsions placées sur la circonférence (5 et 28), au volant (7), à la roue de propulsion (1A), ou au disque d'impulsions (33) d'un vélo d'intérieur et des émetteurs d'impulsions (2, 31A) pour des impulsions de référence qui émettent des signaux au micro-ordinateur (20 ou 24) pendant la rotation des pédales, ainsi que des émetteurs d'impulsions - p. ex. un commutateur codé installé à un pupitre de

commande (9A) - afin d'entrer les points de debut des temps musicaux à l'intérieure d'un cycle de mouvement, ou

5 b.) deux goniomètres émettent au micro-ordinateur (20 ou 24) les signaux continuellement variants à la flexion et à l'extension des jambes d'un coureur après une conversion analogue et digitale, ainsi que des émetteurs d'impulsions - p.ex. un commutateur codé installé à un pupitre de commande - afin d'entrer le point de début des temps musicaux au cours d'un cycle de mouvement, ou

10 c.) émetteurs d'impulsions distribués sur la circonférence au disque d'impulsions (33) avec un émetteur de référence (31A) à l'appareil pour ramer qui émettent des signaux pendant les cycles de mouvement au micro-ordinateur (20 ou 24), et ainsi que des émetteurs d'impulsions - p. ex un commutateur codé - afin d'entrer les points de début des temps musicaux dans un cycle de mouvement et

15 d.) un micro-ordinateur (20 ou 24), qui enregistre les signaux de a.), b.) ou c.) par des entrées parallèles, détermine des sections de mouvement, attribue à ces sections des sections successives des temps musicaux, d'après le nombre prédéterminé des temps musicaux et les points de début choisis, et incite une génération des sons - correspondant aux signes des notes des sections des temps musicaux - en émettant des codes -MIDI à l'aide de l'interface MIDI (21) à un synthétiseur avec un générateur de rythme (25) ou en émettant des codes d'intervalle à un deuxième ordinateur (20) avec un synthesizer et un générateur de rythme (25).

20

25

30

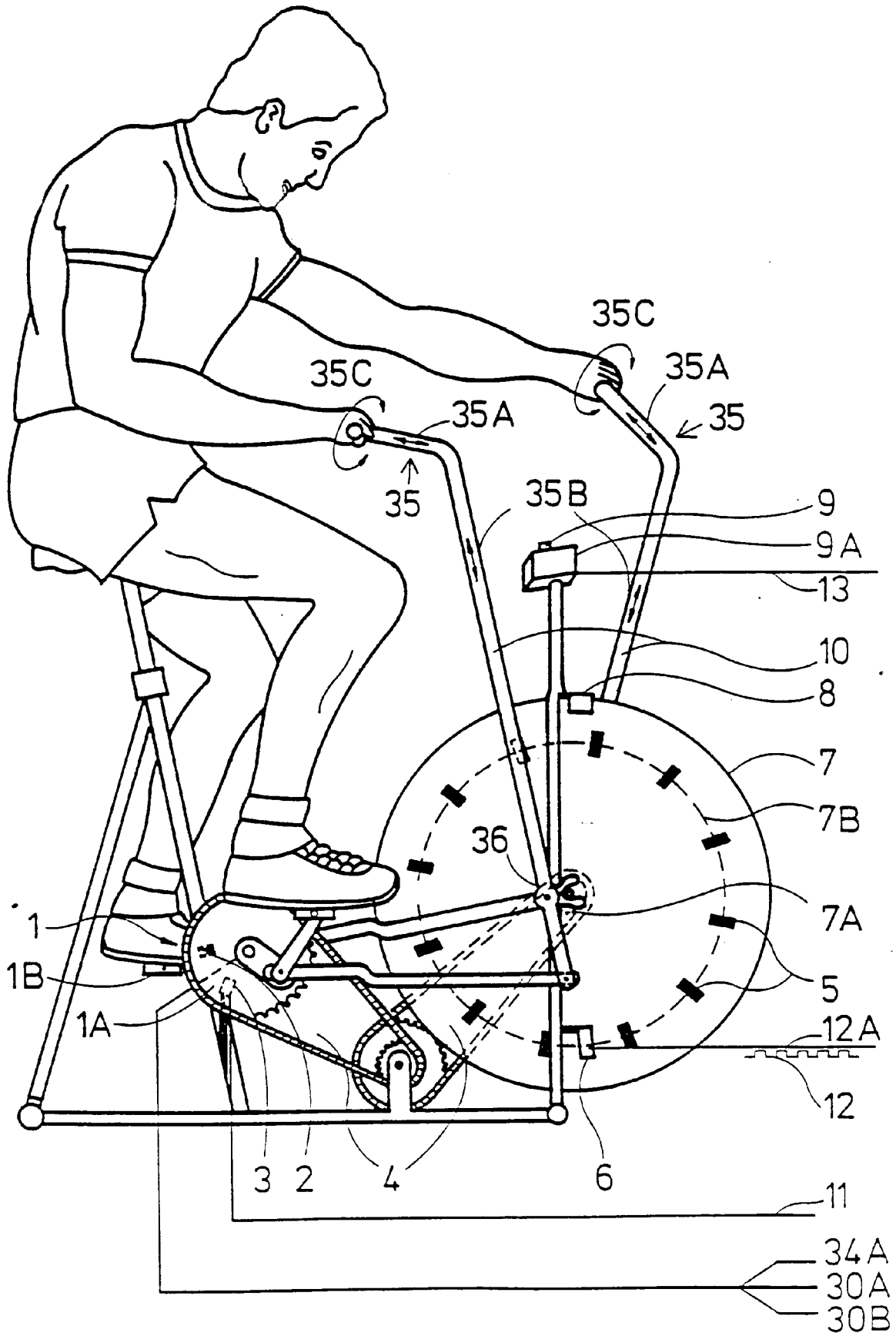
35

40

45

50

55



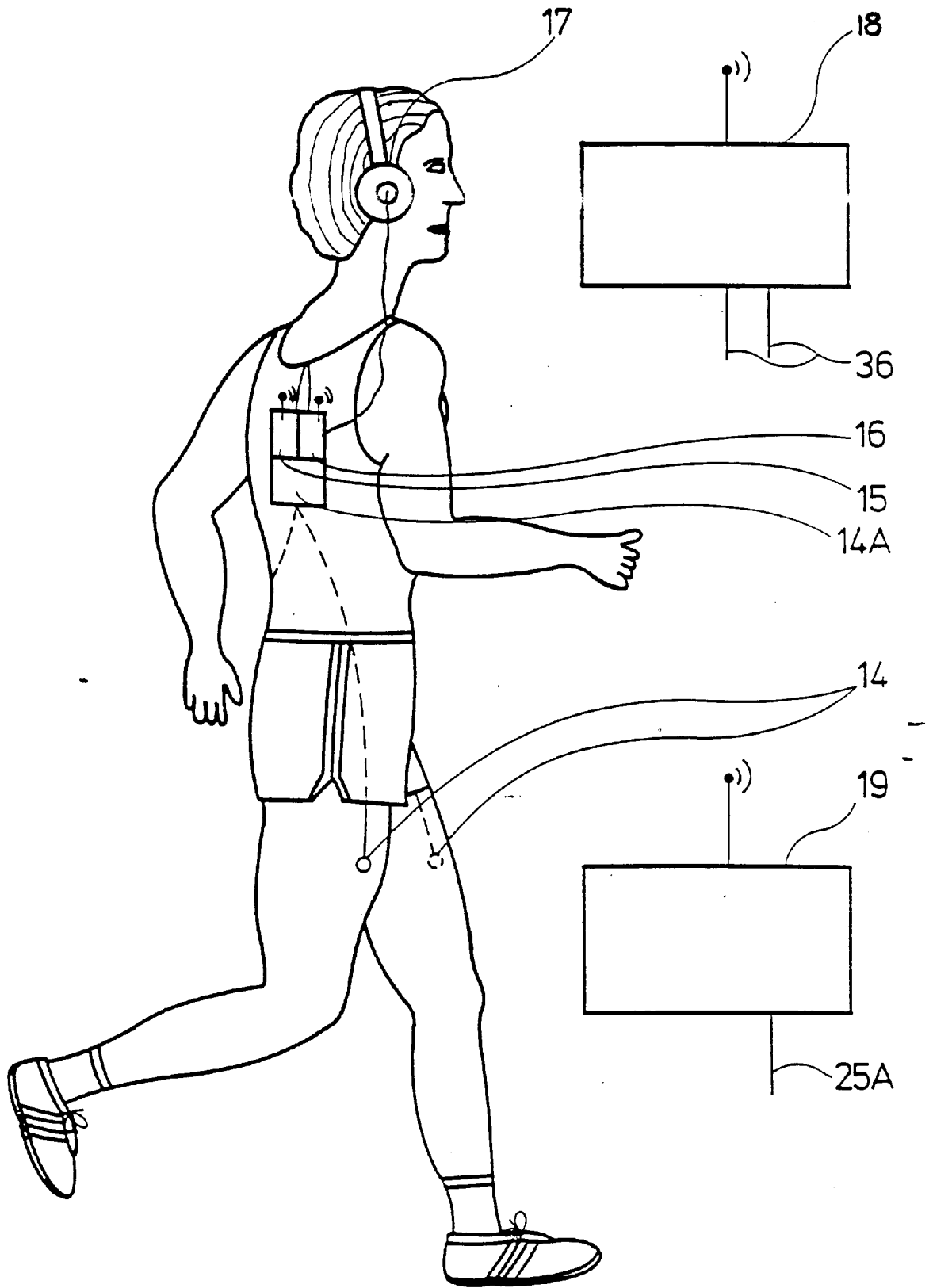


Fig. 3

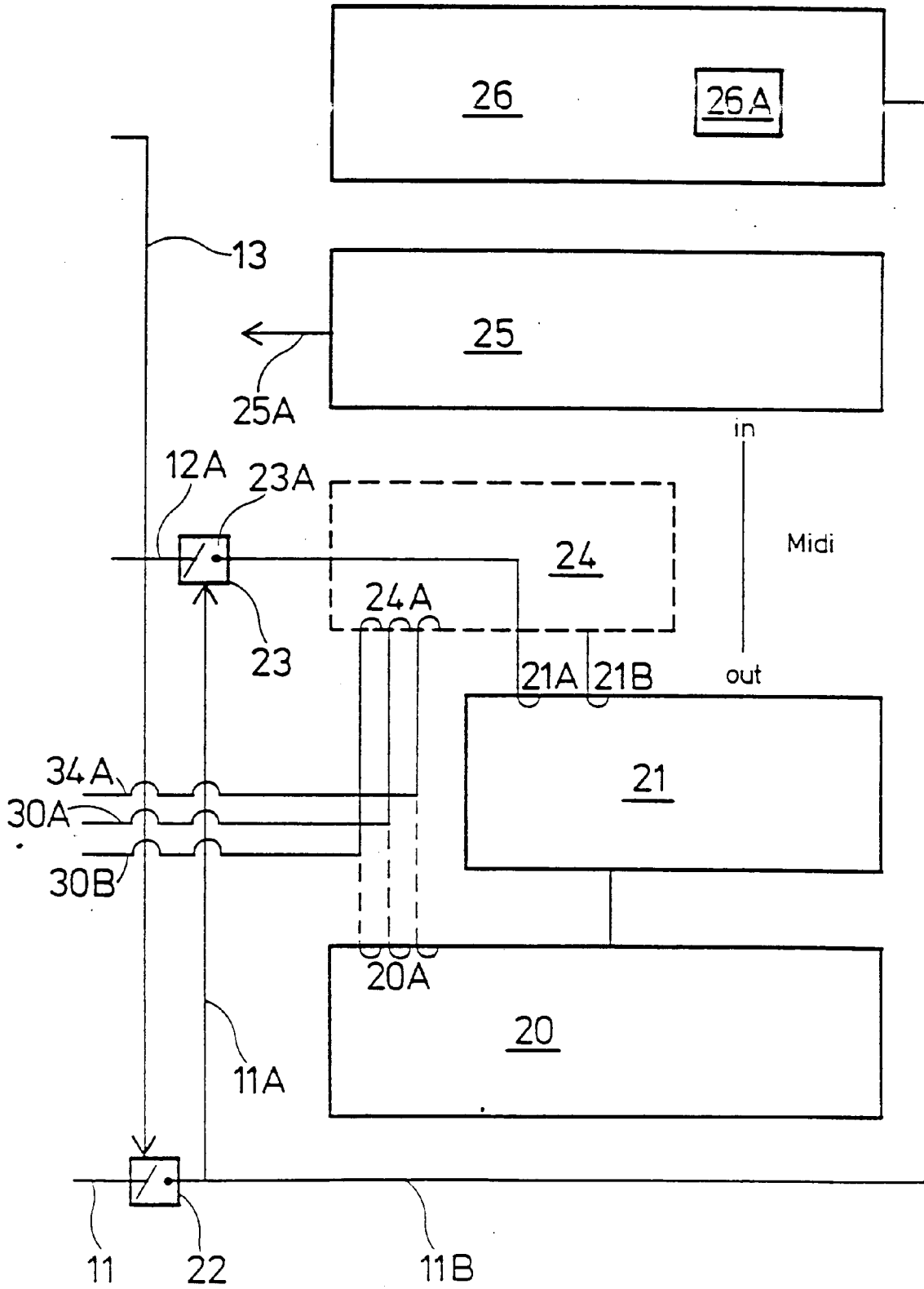


Fig. 4

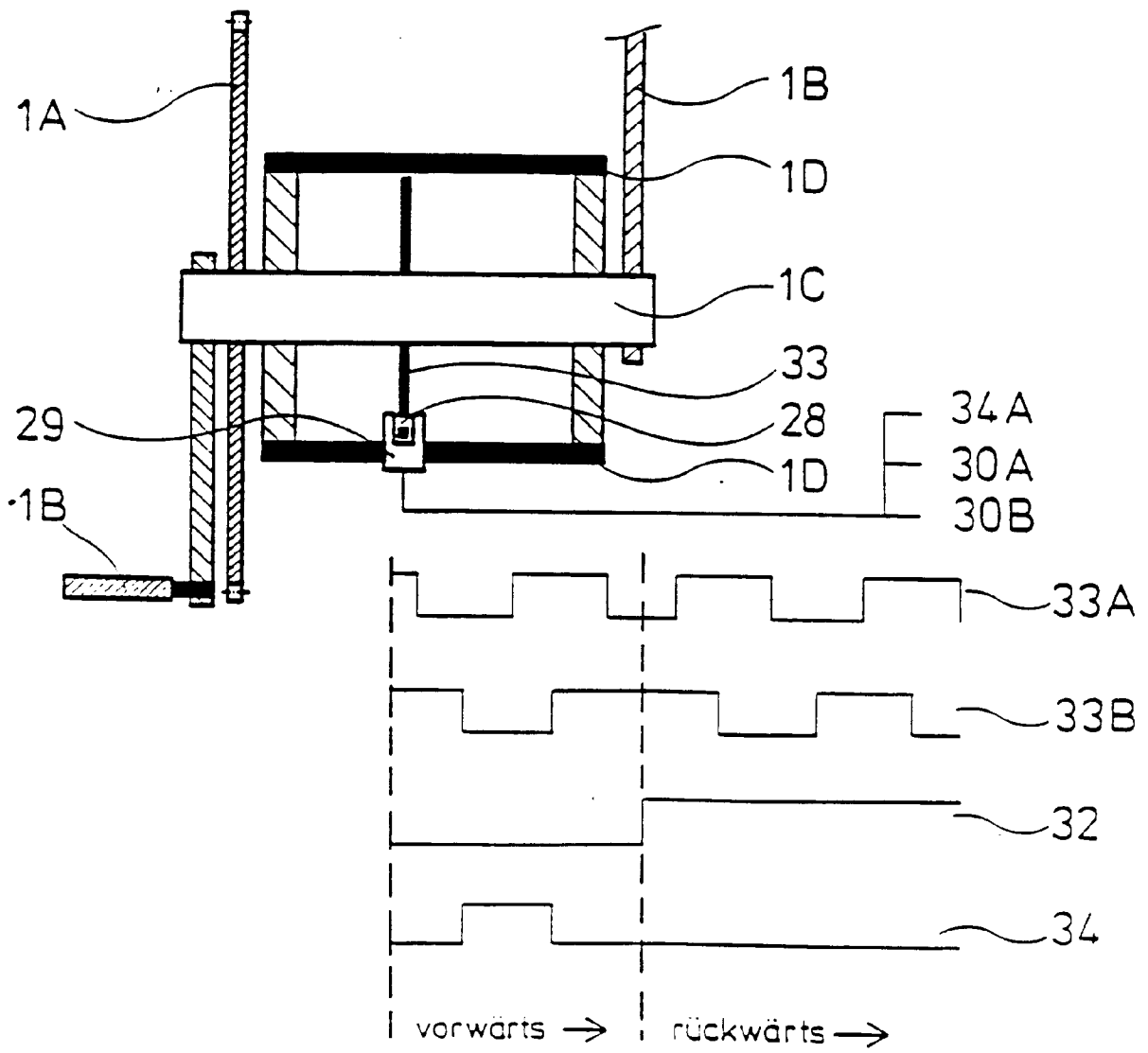
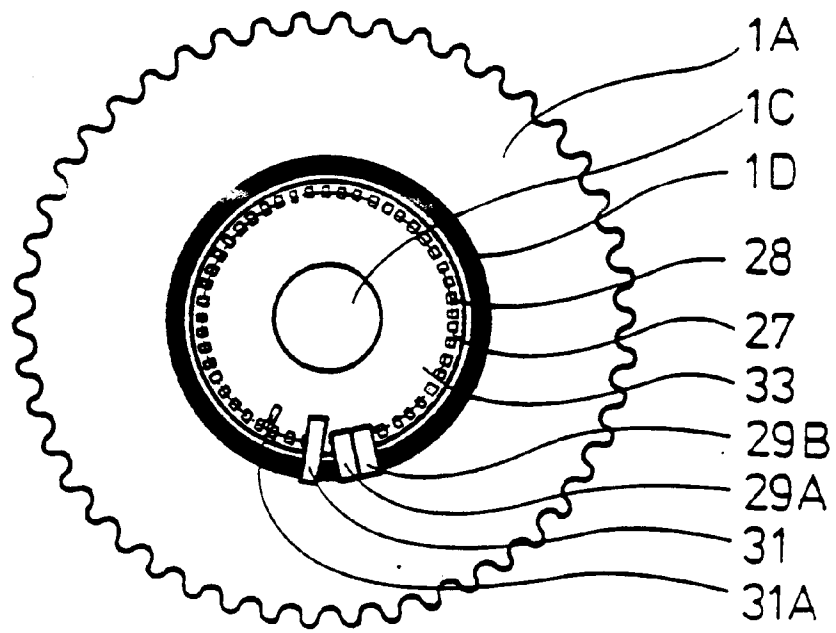


Fig. 5

