



(10) **DE 20 2016 008 331 U1** 2017.10.12

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2016 008 331.8**
(22) Anmeldetag: **24.11.2016**
(47) Eintragungstag: **04.09.2017**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **12.10.2017**

(51) Int Cl.: **A61N 2/04 (2006.01)**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Bemer Int. AG, Triesen, LI

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
dantzhoehe PATENT & RECHT, 14199 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Beeinflussung biologischer Abläufe in einem lebenden Gewebe**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Beeinflussung biologischer Abläufe in einem lebenden Gewebe, insbesondere einem menschlichen Körper, zur Beaufschlagung zumindest eines Teils des Gewebes mit einem pulsierenden magnetischem Feld, mit einer Felderzeugungsvorrichtung (2) zur Erzeugung des pulsierenden magnetischen Feldes und einem Impulsgenerator (1) zur Ansteuerung der Felderzeugungsvorrichtung (2), wobei der Impulsgenerator (1) derart ausgebildet ist, dass das pulsierende Magnetfeld aus einer Folge von Hauptimpulsen (11) besteht deren Impulswiederholungsrate zwischen 0,01 und 1000 Hz liegt, wobei die Hauptimpulse (11) durch eine Mehrzahl von sich überlagernden Unterimpulsen (13) gebildet wird dass der Amplitudenverlauf eines Hauptimpulses (11) die folgende Funktion aufweist:

$$y(x) = \frac{x^a * k * e^{\sin x^b}}{c} + d$$

darin bedeuten:

y(x) = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Hauptimpulses als Funktion von x;

x = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Hauptimpuls (11) wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt

a = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Hauptimpulses (11);

b = die Anzahl der Unterimpulse (13)

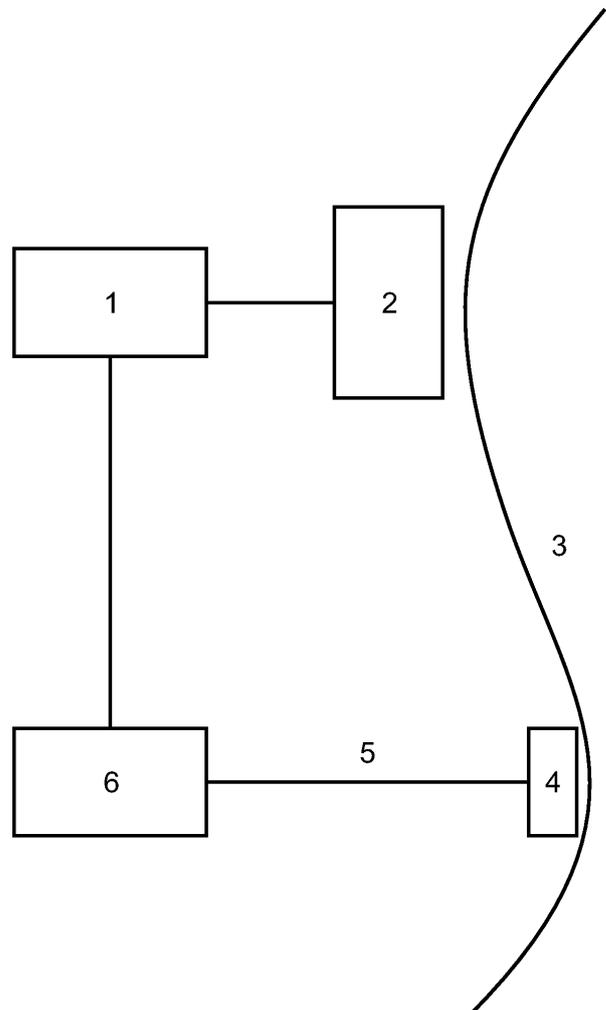
c = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude

d = ein Offsetwert;

k = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Unterimpulse (13)

dadurch gekennzeichnet, dass

die Hauptimpuls (11) überlagert wird von einem Nebenimpuls (12), wobei der Nebenimpuls (12) eine Phasenverschiebung φ gegenüber den Hauptimpuls von $-0,5 > \varphi > 0,5$ aufweisen und die Phasenverschiebung φ ungleich 0 ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beeinflussung biologischer Abläufe in einem lebenden Gewebe, insbesondere einem menschlichen Körper, zur Beaufschlagung zumindest eines Teils des Gewebes mit einem pulsierenden magnetischem Feld.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein elektrisches oder elektromagnetisches Signal zur Beeinflussung biologischer Abläufe in einem lebenden Gewebe, insbesondere einem menschlichen Körper, durch Beaufschlagung zumindest eines Teils des Gewebes mit einem pulsierenden elektromagnetischen Feld.

[0003] Vorrichtungen, die elektromagnetische Felder erzeugen und die routinemäßig in Kliniken, speziell im Bereich der Orthopädie, zu therapeutischen Zwecken eingesetzt werden, sind seit Beginn der 70iger Jahre bekannt. Die sinusförmigen Magnetfelder, die in semiinvasiven Verfahren mit pulsierenden Magnetfeldern verwendet wurden, wiesen eine Frequenz von 2 bis 20 Hz und magnetische Flussdichten zwischen 1 mT und 10 mT auf. An implantierten Elektroden wurde mit Hilfe eines sog. Sekundärelementes eine Wechselspannung zur Erzeugung eines externen Magnetfelds induziert.

[0004] Weiterhin war aber auch die nichtinvasive Behandlung ohne Sekundärelement bekannt, bei der im behandelten Körperteil, der sich im Zentrum der Spule zu befinden hatte, nur sehr schwache elektrische Ströme induziert wurden. Auch Geräte für die Ganzkörpertherapie sind seit den 70er Jahren bekannt, bei dem sich die Feldlinien gleichmäßig im Körper verteilen.

[0005] Bei diesen Behandlungsformen dient dabei ein Generator zur Ansteuerung einer Magnetfelderzeugungsvorrichtung, bei dem der Generator die Magnetfelderzeugungsvorrichtung so ansteuert, dass das Magnetfeld aus einer Vielzahl von in ihrem zeitlichem Abstand und Amplitudenverlauf charakteristisch geformten Grundimpulsen bzw. Hauptimpulsen besteht. Die Impulshäufigkeit liegt üblicherweise zwischen 0 und 1000 Hz. Ein derartiger Hauptimpuls kann Sinus-, Trapez- oder auch Sägezahnform (EP 0 594 655 B1 (König Herbert), EP 0 729 318 B1 (Fischer Gerhard, EP-A-0 377 284) haben oder wie in EP 0 995 463 B1 (Kafka Wolf A) durch einen im Mittel exponentiell ansteigenden sinusförmig modulierten Feldintensitätsverlauf mit magnetischen Flussdichten in Bereichen von nanoTesla bis mehreren milliTesla aufweisen. Weiterhin können sich die Hauptimpulse aus einer Reihe zeitlich aufeinanderfolgender Unterimpulse zusammensetzen, die sich in ihren Amplituden und/oder Anstiegs- bzw. Abfall-Steilheiten, letztlich somit auch in ihrer individuellen Dauer unterscheiden (vgl. EP 0 995 463 B1).

[0006] Die magnetischen Felder werden häufig durch ein oder mehrere voneinander auch unabhängig angesteuerten elektrischen Spulen erzeugt (EP 1 364 679 A2, EP-A 0 266 807, EP-A-0 266 907, DE-A 4 221 739, US-A-5 181 902, WO-A-96/32159, UA-A-4 428 366, EP 0 995 463 B1). In der heutigen Zeit erfolgt die therapeutische Applikation aus Gründen des operativen Aufwands und der damit verbundenen Risiken üblicherweise nichtinvasiv.

[0007] Nach gängiger Vorstellung beruht die Beeinflussung des biologischen Systems auf einem noch unbekanntem Zusammenwirken von Energieanteilen der durch die Vorrichtungen generierten magnetischen und elektrischen Feldanteile. Die durch das angelegte elektrische und magnetische Feld ausgelösten physiologischen und biologischen Wechselwirkungen basieren danach energetische Aktivierung der Reaktivität von Molekülstrukturen, die an den naturgegebenen und auf dem Selbsterhalt ausgerichteten Regulationsmechanismen. Die energetische Aktivierung kann direkt, durch magnetische oder/und nach dem Prinzip der Induktion (Maxwellschen Gleichungen) und indirekt, durch elektrische Kraftwirkungen ausgelöst werden. Die Molekülstrukturen können hingegen ionale, atomare und molekulare Form aufweisen.

[0008] Beispielsweise beschreibt die EP 0 995 463 B1, dass ein elektromagnetisches Feld gegenüber unbeaufschlagten biologischen Objekten zur einer signifikanten Aktivierung einer Reihe differenzierter physikalisch-physiologische Prozesse führt. So wurde beispielsweise von

- Der Bildung energiereicher Verbindungen insbesondere von Adenosintriphosphat (ATP) und Bis-2-3-phosphoglycerat (BPG) in humanen Erythrozyten beobachtet [Spodaryk K (2001) Red blond metabolism and haemoglobin oxygen affinity: effect of electromagnetic fields on healthy adults. In: Kafka WA (ed) 2nd Int World Congress Bio-Electro-Magnetic-Energy-Regulation. Emphyspace 2: 15–19; Kafka WA, Spodaryk K (2003) Effects of extremely weak BEMER 3000 type pulsed electromagnetic fields on red blond metabolism and hemoglobin oxygen affinity. Fizoterapia 11 (3): 24–31].
- Der Verbesserung des Funktionszustands der Mikrozirkulation insbesondere hinsichtlich des Durchblutungsverhaltens (besonders auch bei Diabetes-bedingten Durchblutungsstörungen) und der Sauerstoffuti-

lisation [Klopp R (2004) Vitalmikroskopische und reflexionsspektrometrische Untersuchungen zur Wirkung des Gerätesystems "BEMER 3000" auf den Funktionszustand der Mikrozirkulation. Bericht aus dem Institut für Mikrozirkulation, Berl in: Klopp R, Niemer W (2007) Einfluss eines pulsierenden elektromagnetischen Feldes mit vasomotorischer Stimulation auf einen eingeschränkten Funktionszustand der Mikrozirkulation. Komplement. Integr. Med 08/2007: 47–53].

- Der Beschleunigung des Ablaufs von Schutzmechanismen insbesondere hinsichtlich eines in Klopp 2004 beschriebenen beschleunigten Ablaufs infektiös ausgelöster, durch komplexes Zusammenspiel von Signal- und Adhäsionsmolekülen getragener Leukozyten-Immunabwehrreaktionen
- Der Protektion gegen chemische Stressfaktoren insbesondere der Reduktion chemisch (durch das Teratogen Cyclophosphamid) induzierter Missbildungen in der Ontogenese von warmblütigen Wirbeltierembryonen (am Model von Hühnereiern) [Jelinek R, Bláha J, Dbaly Jaroslav (2002) The electromagnetic BEMER 3000 signal modifies response to teratogens. In: Kafka WA (ed) 3rd Int. World Congress Bio-Electromagnetic Energy-Regulation, Bad-Windsheim, Germany, Emphyspace 3].
- Der verbesserten Heilung von standardmässig erzeugter Wunden [Kafka WA, Preißinger M (2002) Verbesserte Wundheilung durch gekoppelte, BEMER 3000 typisch gepulste, Elektromagnetfeld- und LED-Licht-Therapie am Beispiel vergleichender Untersuchungen an standardisierten Wunden nach Ovariektomie bei Katzen (felidae). In: Edwin Ganster (Hrsg) Österreichische Gesellschaft der Tierärzte (ÖGT) Kleintiertage-Dermatologie 2.–3. März 2002, Salzburg Congress]
- Anti-oxidativen Regulationen insbesondere hinsichtlich enzymatisch und spektralphotometrisch bestimmter beschleunigter Reduktionsumsatzraten [Spodaryk K (2002) The effect of extremely weak electromagnetic field treatments upon signs and symptoms of delayed onset of muscle soreness: A placebo controlled clinical double blind study. *Medicina Sportiva* 6: 19–25; Klopp R, Niemer W, Pomrenke P, Schulz J (2005) Magnetfeldtherapie: Komplementärtherapeutisch sinnvoll oder Unsinn? Stellungnahme unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse mit dem Gerätesystem BEMER 3000, Institut für Mikrozirkulation, Berl in]
- der Leistungssteigerung im Spitzensport [Spodaryk K and Kafka WA (2004) The influence of extremely weak BEMER 3000 typed pulsed electromagnetic fields on ratings of perceived exertion at ventilatory threshold. In: Marincek C, Burger H (eds) *Rehabilitation Sciences in the New Millennium Challenge for Multidisciplinary Research*. 8th Congress of EFRR, Ljubljana. Medimont International Proceedings: 279–283]
- von Replikations- und Proliferationsmechanismen insbesondere hinsichtlich einer signifikanten Reduktion des Tumorwachstums in thymusfreien nicht aber in vergleichend untersuchten normalen Mäusen [Rihova B (2004) Die Wirkung der elektromagnetischen Felder des BEMER 3000 auf das Wachstum des experimentellen Mäuse-EL 4T Zellen-Lymphoms, SAMET Kongress, Interlaken; Rihova B, Dbaly J, Kafka WA Exposure to special (BEMER-type) pulsed weak electromagnetic fields does not accelerate the growth of mouse EL4 T cell lymphoma, submitted]
- der Proteinbildung und -Aktivierung insbesondere hinsichtlich differentieller up- und down-Regulation genexprimierter Proteinmengen. Im Rahmen einer Genchip-Analyse konnte gezeigt werden, dass die Anwendung der Vorrichtung EP 0 995 463 B1 auf Stammzellen des Knochenmarks (Knochen und Knorpelzellen) gegenüber nichtbehandelten die Menge der produzierten Proteine unterschiedlich beeinflusst: die Menge (Expression) der produzierten Proteine ist also teils erhöht, teils erniedrigt, teils bleibt sie (interessanterweise unter anderem hinsichtlich der Expression von Onkogenen) unbeeinflusst [Kafka WA, Schütze N, Walther M (2005) Einsatz extrem niederfrequent (BEMER typisch) gepulster schwacher elektromagnetischer Felder im Bereich der Orthopädie (Application of extreme low frequent (BEMER type) pulsed electromagnetic fields in orthopedics). *Orthopädische Praxis* 41 (1): 22–24; Walther M, Meyer F, Kafka WA, Schütze N (2007) Effects of weak, low frequency pulsed electromagnetic fields (BEMER type) on gene expression of human mesenchymal stem cells and chondrocytes: an in vitro study. *Electromagnetic Biology and Medicine*, Manuscript ID: 257936].
- psychovegetativer Prozesse insbesondere der Reduktion der (Zahnarzt-)Angst durch eine der Zahnbehandlung unmittelbar vorausgehende elektromagnetische lokale Stimulation des Solarplexus [Michels-Wakili S and Kafka WA (2003) BEMER 3000 pulsed low-energy electromagnetic fields reduce dental anxiety: a randomized placebo controlled single-blind study. 10th International Congress on Modern Pain Control 5–8 June 2003 Edinburgh, GB]
- der Reduktion lumbargisch initiiert Folgereaktionen insbesondere der Reduktion von Bewegungsschmerz, Schlaflosigkeit und Angst [Bernatzky G, Kullich W, Aglas F, Ausserwinkler M, Likar R, Pipam W, H. Schwann H, Kafka WA (2007) Auswirkungen von speziellen, (BEMER-typisch) gepulsten elektromagnetischen Feldern auf Schlafqualität und chronischen Kreuzschmerz des Stütz- und Bewegungsapparates (low back pain): Eine doppelblinde randomisierte Duo Center Studie (Der Schmerz, in press).
- der analgetischen Wirkung, insbesondere hinsichtlich der Reduktion polyneuropathischer Schmerzzustände als Folge von oxydativem Stress nach Chemotherapie [Gabrys M (2004) Pulsierende Magnetfeldtherapie bei zytostatisch bedingter Polyneuropathie. *Deutsche Zeitschrift für Onkologie* 36: 154–156]. berichtet.

[0009] Über die Wirkungen der elektromagnetischen Beaufschlagung von biologischem Material berichten weiterhin zusammenfassend

- Carpenter DO, Aryapetyan S (1994) Biological effects of electric and magnetic elds: sources and mechanism, vol 1. Beneficial and harmful effects, Vol 2. Academic Press;
- Bohn W, Kafka WA (2004) Energie und Gesundheit: BEMER 3000 Bio-Elektro-Magnetische-Energie-Regulation nach Prof. Dr. Wolf A. Kafka. Haug Verlag, Stuttgart (Thieme Verlagsgruppe): 1–130;
- Kafka WA (2006) The BEMER 3000 Therapy: A new complementary "electromagnetic drug" effectively supports widespread scattered prophylactic and therapeutic treatments. In: Kochueva E (ed) Achievements in space medicine into health care practice and industry 3rd European praxis matured congress KOPIE-DRUCK sponsored by ESA, DIR & POCKO MOC];
- Quittan M, Schuhfried O, Wiesinger GF, Fialka-Moser V (2000) Klinische Wirksamkeiten der Magnetfeldtherapie – eine Literaturübersicht. Acta Medica Austriaca 3: 61–68;
- Matthes Rudiger (2003) Guidance on determining compliances of exposure to pulsed and complex non sinusoidal waveforms below 100 khz with ICNIRP GUIDELINES. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ICNIRP Secretariat, Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstrasse, D-85784 Oberschleissheim, Germany].

[0010] Aufgrund der differenzierten Wirkungen auf das Tumorwachstum und die Genexpression, lassen sich die Wirkungen nicht mit einer verbesserten Mikrozirkulation erklären, sondern bestätigen und implizieren die einleitend aufgeführte Annahme, dass die elektromagnetisch induzierte biologische Wirkungen auf der Aktivierung ursächlich unterschiedlicher molekularen Mechanismen beruhen. Es wird angenommen, dass die unterschiedlichen Prozesse demzufolge unterschiedliche Energiemengen zu ihrer Aktivierung benötigen. Der Verteilung der Amplituden, der Ausgestaltung der Flankensteilheiten und der Überlagerung der Unterimpulse kommt daher eine entscheidende Bedeutung zu, da mit diesen Parametern die Intensitätsverteilung über der Zeit gekennzeichnet wird. Den zeitlichen Feldintensitätsverteilungen kommt daher eine ähnliche Bedeutung zu, wie der Struktur-Aktivitätsbeziehung von Arzneimittelwirkstoffen in der Pharmazie.

[0011] Da derzeit nur schwachenergetische Vorrichtungen zum Einsatz kommen, sind weiterhin auch keine schädlichen Nebenwirkungen zu erwarten. Dies bestätigen Berichte der WHO [Electromagnetic Fields (EMF) ff. <http://www.who.int/peh-emf/en/>; http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/en/]; und ein Bericht einer für die Zertifizierung von Medizinprodukten zuständigen deutschen Aufsichtsbehörde [LGA-Bericht 2005], der dokumentiert, dass speziell für die – nach statistischen Erhebungen seit 1998 bis heute abgeschätzt mehrere millionenfach eingesetzte – Vorrichtung EP 0 995 463 B1 keine gesundheitlich negativen Auswirkungen gefunden wurden.

[0012] In einer in der EP 2 050 481 A1 beschriebenen Weiterentwicklung wurde der Intensitätsverlauf über die Zeit dahingehen angepasst, dass die Impulse feiner an die Anforderungen der Therapie angepasst werden. Die optimale Form und Abfolge der Unterimpulse ist individuell sehr verschieden. Sie hängt ab von der Art des vom Feld beaufschlagten Gewebes, von dem erwünschten Heilungserfolg und vom jeweiligen Individuum. Eine entscheidende Bedeutung bei der Stimulation der Austauschprozesse im Körpergewebe hat vermutlich der hohe, durch die Vielzahl der überlagerten Unterimpulse bedingte Anteil der an- bzw. absteigenden Flankenabschnitte.

[0013] Infolge der noch nicht vollständig verstandenen Prozesse in den mit dem elektromagnetischen Feld beaufschlagten biologischen Geweben ist es allerdings bisher noch nicht gelungen eine optimierte Pulsfolge zu entwickeln. Alle bisher bekannten Vorrichtungen zur Behandlung des menschlichen Körpers führen daher nicht immer zu der erwünschten beschleunigenden Wirkung des Heilungsvorgangs. Es ist insbesondere problematisch, dass bei bisherigen Vorrichtungen zur Erzielung eines deutlich beschleunigten Heilerfolges die Anwendung nicht derart effektiv arbeiten, dass eine Behandlung mit häufigen Wiederholungen durchgeführt werden muss. Dies führt zu einer erhöhten Belastung der Patienten und im Ergebnis zu deutlich höheren Behandlungskosten.

Aufgabe

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es, gegenüber dem Stand der Technik eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes elektrisches oder elektromagnetisches Signal zu schaffen, mit denen eine schnellere und in ihrer physiologischen Wirkung breitere Beeinflussung, insbesondere Anregung, biologischer Abläufe ermöglicht wird, indem ein breites Band an elektromagnetisch aktivierbaren Molekularstrukturen angesprochen wird und somit eine breitere physiologische Wirkungsbreite gewährleistet wird. Die Erfindung ist damit auf eine möglichst breit wirksame energetische Unterstützung der komplex vernetzten molekularen Regulationsprozesse

ausgerichtet. Das einhergehende Therapiekonzept ist somit präventiv und auf die Regeneration, Erhaltung und das Wohlbefinden ausgerichtet.

Problemlösung

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gelöst, die einen Impulsgenerator und eine Felderzeugungsvorrichtung zur Erzeugung eines pulsierenden elektromagnetischen Feldes umfasst. Der Impulsgenerator dient zur Ansteuerung der Felderzeugungsvorrichtung, wobei der Impulsgenerator die Felderzeugungsvorrichtung über geeignete Strom-Spannungsabläufe so ansteuert, dass das pulsierende elektrische oder elektromagnetische Feld aus einer Vielzahl von, hinsichtlich ihres zeitlichen Amplitudenverlaufs charakteristisch geformten Einzelimpulsen besteht, deren Frequenz zwischen 1 und 1000 Hz liegt. Ein derartiger Einzelimpuls kann sich dabei aus einer Überlagerung eines nach einer Potenzfunktion an- oder absteigenden Grundimpulses mit einer Reihe von aufgesetzten Pulsen von jeweils kürzerer Zeitdauer und unterschiedlicher Form und zeitlicher Abfolge aufbauen.

[0016] Der zeitliche Amplitudenverlauf eines derartigen Einzelimpulses könnte etwa der folgender Funktion entsprechen:

$$y(x) = \frac{x^a * k * e^{\sin x^b}}{c} + d$$

darin bedeuten:

- y(x) = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Hauptimpulses als Funktion von x;
- x = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Hauptimpuls wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt
- a = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Hauptimpulses (Hüllkurve);
- b = die Anzahl der Unterimpulse
- c = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude
- d = ein Offsetwert;
- k = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Unterimpulse

[0017] Die Vorrichtung ist hierbei derart gestaltet, dass die von ihr erzeugten Unterimpulse von Nebenimpulsen überlagert werden. Erfindungsgemäß weisen diese Nebenimpulse gegenüber den Unterimpulsen eine Phasenverschiebung φ auf, die $-0.5 < \varphi < 0.5$ beträgt und wobei die Phasenverschiebung φ ungleich 0 ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Betrag der Phasenverschiebung φ größer 0,1, in einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Betrag der Phasenverschiebung φ größer 0,25.

[0018] Gegenüber den bereits verfügbaren Vorrichtungen und den von diesen erzeugten elektrischen oder elektromagnetischen Impulsen führen die durch die erfindungsgemäße Vorrichtung erzeugten Impulse mit den zusätzlichen Nebenimpulsen zu einer deutlich schnelleren Anregung von Stoffwechselforgängen in dem beaufschlagten Gewebe. Ursächlich hierfür könnte sein, dass die den Grundimpulsen überlagerten Pulse die physiologischen Austauschprozesse über intrakorporale Membransysteme verbessern, da die zusätzlichen Impulse nach dem Induktionsgesetz (der Maxwellschen Gleichungen) entsprechend der dann vorliegenden speziellen Abfolge der Einzelimpulse gezieltere elektromagnetische Feldspitzen induzieren, die z. B. über die von ihnen ausgehenden elektromotorischen Kraftwirkungen die im allgemeinen hochselektiven physikochemischen Reaktionsmechanismen durch eine entsprechende breitbandige Absenkung der Aktivierungsenergien ansprechen und so – vor allem in Membranbereichen – die physiologischen Austauschprozesse stimulieren. Diese Stimulation führt insbesondere zu einer erhöhten O₂-Utilisation.

[0019] Ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung und der von ihr erzeugten elektrischen oder elektromagnetischen Impulsen ist, dass auch bei lediglich lokaler Beaufschlagung von lebendem Gewebe auch in den nicht beaufschlagten Bereichen des Gewebes eine Anregung der Stoffwechselforgänge zu verzeichnen ist.

[0020] Mit einer solchen Bestrahlung lassen sich vorteilhafte Wirkungen bei verschiedenen medizinischen Anwendungen erreichen. So führt unter anderem eine erhöhte O₂-Utilisation zu einer verstärkten Bindegewebs- und Knorpelbildung und zu einer zusätzlichen Vaskularisation.

[0021] Andererseits kann durch erhöhten Ionenaustausch infolge der bioelektrischen Wirkung der induzierten Spannungen auch eine Mineralisation des Bindegewebes erfolgen. Die O₂-Utilisation könnte dies ebenfalls begünstigen. Der Knochenstoffwechsel ist sehr eng mit dem Auf- und Abbau von Knorpel verknüpft, wie die enchondrale Ossifikation oder die ähnlich ablaufende sekundäre Frakturheilung beweisen. Durch pulsieren von elektromagnetischen Feldern kann auch die für die Konsolidierung von Knochenfragmenten mitentscheidende Kalzium-Ein- und Ausflußkinetik von Chondrozyten beeinflusst werden. Dabei macht sich insbesondere eine durch das Magnetfeld induzierte verstärkte Sauerstoffverfügbarkeit der Chondrozyten im Knorpel bemerkbar und führt zu einer erhöhten Syntheseleistung der Zelle. Durch die quasi elektrisch induzierte Knochenbildung und der einhergehenden formerhaltenden und regenerationsfördernden Wirkung wird dem Organismus der Aufbau der nötigen Strukturen mit einem Minimum an Material und Energie erleichtert. Eine Verletzung, Erkrankung oder bloße Verminderung der Elastizität eines Knochens führt zu einer Störung des Zellaufbaus, der Matrixproduktion und der Mineralisation. Pulsierende elektromagnetische Felder helfen somit dabei die fehlende funktionelle Beanspruchung und den Verlust an Energie und Information zu kompensieren und die Knochenbildung und Frakturheilung deutlich zu beschleunigen.

[0022] Weiterhin werden bei der Beaufschlagung mit elektrischen oder elektromagnetischen Impulsen die Membrane der Membransysteme direkt oder durch die im Kollagen gebildeten Potentiale beeinflusst oder erst über eine Änderung der Mikroumgebung der Zelle. Dieser Mechanismus basiert auf einer elektrochemischen Übertragung, die die Zellenaktivität durch Verschiebung der Ionenatmosphäre im extra- und damit auch im intrazellulären Raum modifiziert. Hauptursächlich hierfür ist die kapazitive Aufladung der Zellmembran durch die elektrische Komponente der pulsierenden elektromagnetischen Felder. Durch die durch die Struktur- und Ladungsverschiebung in der Membran, insbesondere im Bereich der Poren, mögliche Permeabilitätsänderung werden der passive Ionentransport- und Diffusionsvorgänge beeinflusst. Die enge Kopplung von Oberflächenreaktion und Transmembrantransport hat zur Folge, dass vor allem aktive Transportsysteme, wie die Na-K-Pumpe, einen wichtigen Ansatzpunkt für die induzierte Energie darstellt. Weiterhin kann durch die zuständige Ionenpumpe die gesteigerte Na-K-Adenosintriphosphatase-Aktivität eine verstärkte Natriumzufuhr bewirkt werden. Die Anregung mit einem optimalen, erfindungsgemäßen Ablauf der Einzelimpulse führt vermutlich über eine Erhöhung der Oberflächenkonzentration der entsprechenden Ionen zur Anregung der aktiven Transportkomplexe.

[0023] Damit wird eine Vorrichtung geschaffen, die einen Impulsgenerator und eine Felderzeugungsvorrichtung zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes umfasst. Der Impulsgenerator dient zur Ansteuerung der Felderzeugungsvorrichtung, wobei der Impulsgenerator die Felderzeugungsvorrichtung über geeignete Strom- oder Spannungsabläufe so ansteuert, dass sich das pulsierende magnetische Feld aus einer Reihe von individuell einstellbaren Einzelimpulsen und einer Vielzahl von darin hinsichtlich der Abfolge von Einzelimpulsen feiner abgestuften Haupt- und Nebenimpulsen derart zusammensetzt, dass die spektrale Zusammensetzung eine möglichst große Energiedichte erreicht. Ein derartiger Einzelimpuls kann sich dabei aus einer hinsichtlich ihrer Amplitude im Mittel gleichbleibenden bzw. nach Art einer Potenzfunktion im Mittel an- oder absteigenden Amplitude Abfolge von in ihrer Abfolge von Einzelimpulsen unterschiedlichen Haupt- und Nebenimpulsen zusammensetzen. Charakterisiert durch die Verbindungslinien der Extrema (Hüllkurven) der einzelnen Hauptimpulse können die resultierenden Impulse abhängig von den gewählten Bedingungen selbst einen pulsförmigen Verlauf annehmen.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0025] In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung weist der Amplitudenverlauf des Nebenimpulses (12) folgende Funktion auf:

$$y_n(x) = \frac{x^{a_n} * k_n * e^{\sin x^{b_n}}}{c_n} + d_n$$

darin bedeuten:

$y_n(x)$ = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Nebenimpulses als Funktion von x ;
 x = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Nebenimpuls wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt
 a_n = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Nebenimpulses;

| | |
|-------|--|
| b_n | = die Anzahl der Nebenunterimpulse |
| c_n | = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude |
| d_n | = ein Offsetwert; |
| k_n | = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Nebenunterimpulse |

[0026] Der aus der Überlagerung von Haupt- und dem mit einer Phasenverschiebung φ gegenüber dem Hauptimpuls verschobenen Nebenimpuls entstehende resultierende Impuls $y_r(x)$ lässt sich mit folgender Gleichung beschreiben

$$y_r(x) = \frac{x^a * k * e^{\sin x^b}}{c} + d + \frac{(x + \varphi)^{a_n} * k_n * e^{\sin[(x + \varphi)^{b_n}]}}{c_n} + d_n$$

darin bedeuten:

| | |
|-----------|---|
| $y(x)$ | = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Hauptimpulses als Funktion von x ; |
| x | = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Hauptimpuls wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt |
| a | = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Hauptimpulses (Hüllkurve); |
| b | = die Anzahl der Unterimpulse |
| c | = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude |
| d | = ein Offsetwert; |
| a_n | = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Nebenimpulses; |
| b_n | = die Anzahl der Nebenunterimpulse |
| c_n | = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude |
| d_n | = ein Offsetwert; |
| k_n | = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Nebenunterimpulse |
| φ | = Phasenverschiebung zwischen Haupt- und Nebenimpuls |

[0027] In einer besonderen Gestaltung der Erfindung werden die Hauptimpulse von Nebenimpulsen überlagert. Die Nebenimpulse weisen gegenüber den Hauptimpulsen eine Phasenverschiebung φ auf, die zwischen $-0,45 < \varphi < 0,45$ beträgt, bevorzugt zwischen $-0,40 < \varphi < 0,40$. Um den Effekt der Nebenimpulse einstellen zu können muss die Phasenverschiebung φ deutlich sein. Eine quasi Interferenz zwischen Haupt- und Nebenimpuls würde lediglich eine höhere Amplitude bewirken.

[0028] In einer weiteren Gestaltung der Erfindung besitzen die Nebenimpulse erfindungsgemäß die gleiche Frequenz wie benachbarte Hauptimpulse. Dies hat den Vorteil, dass die Phasenverschiebung φ zwischen den Haupt- und den Nebenimpulsen für benachbarte Haupt- und Nebenimpulspaare konstant bleibt. Die Hüllkurve über Haupt- und Nebenimpuls hat somit für benachbarte Haupt- und Nebenimpulspaare die gleiche Form. Damit wird gewährleistet, dass das biologische Gewebe durch eine Folge von Haupt- und Nebenimpulspaaren für jedes einzelne Haupt- und Nebenimpulspaar jeweils die gleiche Anregung erfährt.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen die Nebenimpulse erfindungsgemäß eine Frequenz zwischen 1 bis 1000 Hz auf.

[0030] Die Erfindung ist in einer weiteren Ausführung derart gestaltet, dass die Amplitude der Nebenimpulse erfindungsgemäß um einen Faktor multipliziert ist, der zwischen dem 0.1-fachen und dem 10-fachen der Amplitude der zu den Nebenimpulsen benachbarten Hauptimpulse beträgt. Der Faktor der Amplitudenveränderung ist in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung konstant für alle benachbarten Neben- und Hauptimpulse, und zwar erfindungsgemäß in einem Zeitintervall kleiner 1 s. Dies hat zur Folge, dass die sich aus der Überlagerung der beiden Einzelimpulse ergebende Form von benachbarten Haupt- und Nebenimpulspaaren gleich ist. Eine Beaufschlagung mit erfindungsgemäßen Impulsfolgen führt erst durch die Wiederholung von gleichartigen Einzelimpulsen zu einer effektiven Anregung des beaufschlagten biologischen Materials.

[0031] In einer weiteren besonderen Ausführung der Erfindung ist der Faktor der Absenkungen der Amplitude der Nebenimpulse erfindungsgemäß gleich dem Faktor der Absenkungen der Amplitude der Hauptimpulse, wenn die Absenkung der Hauptimpulse innerhalb eines Zeitintervalls von maximal 3 s mindestens 30% der Maximalamplitude der Hauptimpulse beträgt. In den erfolgversprechendsten Therapieansätzen werden während der Beaufschlagung des biologischen Gewebes mit elektrischen oder elektromagnetischen Impulsen wer-

den die einzelnen Beaufschlagungsintervalle durch Pausen unterbrochen, in denen die Amplitude der Impulse signifikant abgesenkt wird. Um zu gewährleisten, dass Haupt- und Nebenimpulse gleichmäßig abgesenkt werden.

[0032] Die Nebenimpulse werden in einer weiteren Gestaltung der Erfindung im gleichen Zeitintervall erzeugt wie die Hauptimpulse. Da die Nebenimpulse nur in Kombination mit den korrespondierenden Hauptimpulsen zu signifikanten Effekten führen, ist es von Vorteil Haupt- und Nebenimpulse im gleichen Zeitintervall zu erzeugen. Dieses Zeitintervall, in dem die Neben- und Hauptimpulse erzeugt werden, beträgt in einer weiteren Ausführung der Erfindung größer 10 s. Bevorzugt liegt das Zeitintervall erfindungsgemäß zwischen 40 s und 120 s, besonders bevorzugt zwischen 70 s und 90 s. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung beträgt das Zeitintervall, in dem die Nebenimpulse erzeugt werden, erfindungsgemäß mindestens 10% des Zeitintervalls, in dem die Hauptimpulse erzeugt werden. Ein besonderer Vorteil ergibt sich bei der Nutzung der Nebenimpulse nur dann, wenn diese über einen gewissen Zeitraum parallel zu den Hauptimpulsen erzeugt werden. Daher sollte die minimale Dauer für die Beaufschlagung mit Haupt- und Nebenimpuls mindestens 10 s oder 10% der Dauer des Zeitintervalls betragen, in dem die Hauptimpulse erzeugt werden.

[0033] In einem besonderen Aspekt der Erfindung bleibt die Frequenz der Nebenimpulse unverändert, wenn die Frequenz der Hauptimpulse wechselt. Die Frequenz der Nebenimpulse beträgt in einer weiteren Ausführung der Erfindung die gleiche wie die Startfrequenz der Hauptimpulse. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Phasenverschiebung φ zwischen zumindest einem Teil der Hauptimpulse und Nebenimpulse im zweiten Frequenzbereich der Hauptimpulse gleich der Phasenverschiebung φ zwischen Hauptimpulsen und Nebenimpulsen im ersten Frequenzbereich. Bei einer Vervielfachung der Frequenz der Hauptimpulse zwischen erstem und zweitem Zeitintervall bleibt die Phasenverschiebung φ zwischen dem Nebenimpuls und einem Hauptimpuls gleich. Es wird lediglich nicht jedem Hauptimpuls ein Nebenimpuls zugeordnet, sondern bei einer Frequenzverdopplung jedem zweiten Hauptimpuls, bei einer Frequenzverdreifung jedem dritten Hauptimpuls, und so weiter.

[0034] In einem besonderen Aspekt der Erfindung sind sowohl die Phasenverschiebung φ als auch die Frequenz der Nebenimpulse bei einer Veränderung der Amplitude der Einzelimpulse von benachbarten Einzelimpulsen erfindungsgemäß konstant um einen Faktor von kleiner 0,7 oder größer 1,5. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in der Amplitude signifikant veränderte Einzelimpulse eine positive Auswirkung auf die heilende Wirkung der Beaufschlagung mit einem elektrischen oder elektromagnetischen Feld haben. Um die durch die Nebenimpulse erzielte verbesserte Anregung des biologischen Gewebes auch bei den in der Amplitude signifikant veränderten Einzelimpulsen zu erhalten, muss der Nebenimpuls unverändert weiterlaufen. Daher bleibt die Frequenz der Nebenimpulse bei einer signifikanten Veränderung der Amplitude eines Einzelimpulses zu einem benachbarten Einzelimpuls konstant. Eine signifikante Veränderung in der Amplitude eines Einzelimpulses liegt dann vor, wenn die Amplitude zu einen benachbarten Einzelimpuls um mindestens ein Faktor von 0,7 kleiner oder um einen Faktor von 1,5 größer ist als der benachbarte Einzelimpuls.

[0035] In einer weiteren Gestaltung der Erfindung ist das Verhältnis der Amplitude der Nebenimpulse zur Amplitude der Hauptimpulse bei einer Veränderung der Amplitude der Einzelimpulse von benachbarten Einzelimpulsen erfindungsgemäß konstant um einen Faktor von kleiner 0,7 oder größer 1,5. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in der Amplitude signifikant veränderte Einzelimpulse eine positive Auswirkung auf die heilende Wirkung der Beaufschlagung mit einem elektrischen oder elektromagnetischen Feld hat. Um die durch die Nebenimpulse erzielte verbesserte Anregung des biologischen Gewebes auch bei den in der Amplitude signifikant veränderten Einzelimpulsen zu erhalten, muss der Nebenimpuls unverändert weiterlaufen. Daher bleibt die Amplitude der Nebenimpulse bei einer signifikanten Veränderung der Amplitude eines Einzelimpulses zu einem benachbarten Einzelimpuls konstant. Eine signifikante Veränderung in der Amplitude eines Einzelimpulses liegt dann vor, wenn die Amplitude zu einen benachbarten Einzelimpuls um mindestens ein Faktor von 0,7 kleiner oder um einen Faktor von 1,5 größer ist als der benachbarte Einzelimpuls.

[0036] Die Nebenimpulse weisen in einer weiteren Ausführung der Erfindung im Vergleich zu den Hauptimpulsen eine gestauchte Form auf.

[0037] Eine Optimierung der Wirkung der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf den Organismus kann durch eine Rückkopplung verbessert werden. Zu diesem Zweck können Sensoren verwendet werden, die einen oder mehrere verschiedener Körperparameter messen, um die Anregung des Körpers durch die elektromagnetischen Pulse zu optimieren. Mit den Sensoren lassen sich beispielsweise Blutdruck, Temperatur, Puls oder Atemvolumen erfassen und zur Optimierung der Parameter der Vorrichtung zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung verwenden.

[0038] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

[0039] Fig. 1 Erfindungsgemäße Vorrichtung

[0040] Fig. 2a) Unterimpulse eines Hauptimpulses
 b) Aus Unterimpulsen zusammengesetzter Hauptimpuls
 c) Vereinfachte Darstellung eines Hauptimpulses

[0041] Fig. 3a) Resultierender Impuls zusammengesetzt aus Hauptimpuls und Nebenimpuls mit geringer Phasenverschiebung φ und gleicher Amplitude
 b) Resultierender Impuls zusammengesetzt aus Hauptimpuls und Nebenimpuls mit geringer Phasenverschiebung φ und unterschiedlicher Amplitude
 c) Resultierender Impuls zusammengesetzt aus Hauptimpuls und Nebenimpuls mit großer Phasenverschiebung φ und gleicher Amplitude

[0042] Fig. 4 Haupt- und Nebenimpuls mit großer Phasenverschiebung φ und unterschiedlicher Amplitude

[0043] Fig. 5 Hauptimpulse unterbrochen von einer Pause mit gleichbleibender Amplitude

[0044] Fig. 6 Intervalle von Haupt- und Nebenimpulsen mit proportionaler Veränderung der Amplitude

[0045] Fig. 7 Intervalle von Haupt- und Nebenimpulsen unterbrochen von einer Pause mit veränderter Amplitude

[0046] Fig. 8 Intervalle von Haupt- und Nebenimpulsen mit proportionaler Veränderung der Frequenz und Phasenverschiebung φ

[0047] Im Einzelnen zeigt Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung, die zumindest einen Impulsgenerator **1** umfasst, der in der Spule **2** ein pulsierendes magnetisches Feld erzeugt. Das Feld wechselwirkt mit dem lebenden Gewebe **3**, insbesondere einem Körper eines zu behandelnden Patienten. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung einen Sensor, mit dem Körperparameter wie beispielsweise die Temperatur, der Blutdruck, die Pulsfrequenz oder der Sauerstoffgehalt des Blutes erfasst werden können. Über die Rückkopplungsleitung **5** werden die erfassten Körperparameter an ein Steuergerät **6** gesendet. Über die Parameter und entsprechende Algorithmen können die erfassten Körperparameter ausgewertet und das pulsierende Magnetfeld im Generator **1** optimiert werden. Es ist möglich, mehrere Parameter zeitgleich zu erfassen und zu optimieren, um ein effektives pulsierendes Magnetfeld einzustellen. In Abhängigkeit von diesen Wirkungen kann das Steuergerät **6** jeweils die optimalen Werte für die Parameter a bis d und k auch automatisch festlegen.

[0048] Weiterhin kann über den Sensor **4** die Wirkung des pulsierenden Magnetfeldes auf den zu behandelnden Körper erfasst werden und in Abhängigkeit verschiedener Parameter des pulsierenden Magnetfeldes gesetzt werden. Solche Parameter sind beispielsweise die Frequenz von Einzel-, Haupt- Neben- und/oder Unterimpulsen oder die Amplitude dieser Impulse. Aus den Unterschieden, insbesondere in der spektralen Zusammensetzung zwischen der von der Felderzeugung erzeugten Feldenergie und dem vom Sensor erfassten Magnetfeld, ermittelt das Steuergerät den auf den behandelten Körper übertragenen Anteil. Über das Steuergerät können die Parameter des pulsierenden Magnetfeldes (a bis d und k) angepasst und hinsichtlich der Behandlungswirkung optimiert werden.

[0049] Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nun ein pulsierendes Magnetfeld erzeugt. Das Magnetfeld weist eine Abfolge von Hauptimpulsen **11** auf, deren Verlauf in Bezug auf Amplitude und Zeit prinzipiell den in Fig. 2b dargestellten Verlauf entspricht. In Fig. 2c ist eine vereinfachte Form des Amplitudenverlaufs dargestellt. Die Form der Amplitudenverläufe ist abhängig von den Parametern a bis d. Jeder Hauptimpuls **11** ist hierbei zusammengesetzt aus einer Abfolge von Unterimpulsen **13**. Die Maximalintensitäten dieser Unterimpulse **13** steigen im Verlauf eines Hauptimpulses **11** an.

[0050] Die Hauptimpulse **11**, aus denen sich das gepulste Magnetfeld zusammensetzt, beginnen zu einem Zeitpunkt t_1 und erreichen ihren mittleren Mindest- oder Maximalwert. Die mittlere Amplitude des Hauptimpulses **11**, bzw. die hierin periodisch modulierten Amplituden steigen bzw. fallen im Mittel im Ablauf jedes Hauptimpulses **11**. Zu- bzw. Abnahme erfolgen gemäß einer Exponentialfunktion. Es sind aber auch andere Funktionen denkbar die den mittleren Anstieg (Abfall) der Amplitude eines Hauptimpulses **11** innerhalb der Zeit beschreiben. Die optimale Form der Abfolge der Unterimpulse **13** ist individuell sehr verschieden. Sie hängt ab

von der Art des vom Feld beaufschlagten Gewebes, von dem gewünschten Heilerfolg und von dem jeweiligen Individuum.

[0051] Zwischen den Einzelimpulsen **10** kann sich eine kurze "Ruhezeit" bestimmter Länge befinden, die vermutlich aufgrund der Relaxationszeit der Austauschprozesse erforderlich ist und erfahrungsgemäß zu einer besseren Anregung des lebenden Körpergewebes führt. Das Tastverhältnis zwischen Ruhezeit und aktiver Impulszeit kann zwischen 3:1 bis 1:3 schwanken, vorzugsweise beträgt es in etwa 1:1. Sie liegen beispielsweise in der Größenordnung 0 bis 200 ms. Das Tastverhältnis zwischen Ruhezeit (Zeitpunkte t_a bis t_b) und Impulswiederholdauer T liegt vorzugsweise zwischen 0% und 300%. In manchen Anwendungsfällen ist die Ruhepause jedoch entbehrlich.

[0052] In **Fig. 3** sind nun Haupt- **11** und Nebenimpulse **12** sowie die aus ihnen entstehenden resultierenden Einzelimpulse **10** für unterschiedliche Phasenverschiebungen φ dargestellt. **Fig. 3a)** zeigt einen Hauptimpuls **11** zusammengesetzt aus den einzelnen Unterimpulsen **13a** mit den Parametern $a = 3$, $b = 3$, $c = 1$, $d = 0$ und $k = 10$. Der aus den Nebenunterimpulsen **14** zusammengesetzte Nebenimpuls **12** weist hier die gleichen Parameter auf wie der Hauptimpuls **11**, ist aber um $\varphi = 0,02$ in seiner Phase gegenüber dem Hauptimpuls **11** verschoben. **Fig. 3b)** zeigt den oben beschriebenen Hauptimpuls **11** zusammen mit einem um $\varphi = 0,1$ verschobenen Nebenimpuls **13b** in den Parametern a , b , c , d und k gleichen Hauptimpuls **11**, während in **Fig. 3c** die Phasenverschiebung φ des Nebenimpulses **12** gegenüber dem Hauptimpuls **11** $\varphi = 0,45$ beträgt. Die weiteren Parameter von Nebenimpuls **12** und Hauptimpuls **11** in **Fig. 3c** sind mit $a = 3$, $b = 3$, $c = 1$, $d = 0$ und $k = 10$ gleich. Die Figuren zeigen, dass mit den Nebenimpulsen **12** ein wichtiges Instrument bereit gestellt wird die charakteristische Ausgestaltung der resultierenden Einzelimpulse **10** maßgeblich zu beeinflussen, um einen optimierten Behandlungserfolg zu erzielen. Während die Gesamtamplitude der resultierenden Impulse in den **Fig. 3a**, **Fig. 3b** und **Fig. 3c** gleich ist, so zeigen doch die Amplitudenverläufe der resultieren Einzelimpulse **10** deutliche Unterschiede. Neben der Anzahl der Summe der Maxima des resultierenden Einzelimpulses **10** können auch die Differenz der Amplitude zwischen Maximum und benachbarten Minimum des resultierenden Einzelimpulses **10** oder die Steilheit der Flanken zwischen Maximum und benachbarten Minimum variiert werden. Hierdurch wird erreicht, dass das Gewebe hinsichtlich der Beaufschlagung und der Relaxation sehr individuell angesprochen werden kann.

[0053] Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **13** müssen auch nicht zwangsläufig die gleiche Amplitude aufweisen. Über die Parameter c bzw. c_n sind die Amplituden von Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **12** getrennt voneinander variierbar. Dies ist in **Fig. 4** dargestellt. Während der Hauptimpuls **11** durch die Parameter $a = 3$, $b = 3$, $c = 1$, $d = 0$ und $k = 10$ charakterisiert ist, beträgt der Parameter c_n des Nebenimpulses $c_n = 0,5$. Die übrigen Parameter entsprechen in diesem Ausführungsbeispiel mit $a = 3$, $b = 3$, $d = 0$ und $k = 10$ denen des Hauptimpulses **11**.

[0054] Weiterhin kann die Abfolge einer Mehrzahl der Einzelimpulse **10** durch Ruhephasen **13** getrennt sein vgl. **Fig. 5**. Diese Ruhephasen haben eine Dauer (t_2 in **Fig. 5**) von einer Vielzahl von Einzelimpulsen, die mindestens größer als 10 Einzelimpulse ist. Die Dauer der Ruhephase t_2 liegt bevorzugt bei über 0,5 s, besonders bevorzugt bei über 2 s. Während dieser Ruhephasen wird die Maximalamplitude der Einzelimpulse auf kleiner gleich 30% abgesenkt. Eine Absenkung auf 0 ist ebenfalls möglich. In dieser Ruhephase wird dem beaufschlagten Gewebe die Gelegenheit zur Regeneration und Relaxation gegeben.

[0055] In **Fig. 6** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem die Abfolge der resultierenden Einzelimpulse **10** in zwei Zeitintervalle unterteilt ist. In einem ersten Intervall sind die Amplituden von Unter- **11** und Nebenimpuls **12** in etwa in einem Verhältnis von 3:1. In einem zweiten auf das erste Zeitintervall unmittelbar folgendem Zeitintervall werden sowohl die Amplitude des Unterimpulses **11** als auch die Amplitude des Nebenimpulses **12** um 60% abgesenkt, das Amplitudenverhältnis zwischen der Amplitude des Unterimpulses und der Amplitude des Nebenimpulses **12** aber bleibt bestehen. In einem anderen Ausführungsbeispiel wird nur die Amplitude des Nebenimpulses **12** abgesenkt.

[0056] **Fig. 7** zeigt eine dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 6** ähnliche Ausgestaltung der Erfindung. Hier ist allerdings das erste und das zweite Intervall durch eine Ruhephase **13** unterbrochen. Diese Ruhephase **13** beträgt eine Zeitdauer von mehreren resultierenden Einzelimpulsen **10**. In diesem Beispiel sind es **10**. Hierdurch wird dem Gewebe die Möglichkeit gegeben während der Beaufschlagungsphasen zu relaxieren, was sich in einigen Fällen positiv auf den Behandlungserfolg auswirken kann.

[0057] In **Fig. 8** ist wiederum eine Abfolge von resultierenden Einzelimpulsen **10** in zwei aufeinander folgenden Zeitintervallen dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel haben Unterimpuls und Nebenimpuls über die

gesamt Zeitdauer die gleiche Frequenz und eine konstante Phasenverschiebung φ . Im Vergleich zu dem ersten Zeitintervall wird die Frequenz von Unterimpuls und Nebenimpuls im zweiten Zeitintervall um Faktor 0,5 verringert. Diese dynamische Anpassung erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel, um den durch die Beaufschlagung mit magnetischen Impulsen im Zeitintervall **1** bereits auftretenden Änderungen im Gewebe Rechnung zu tragen.

[0058] In einem weiteren Ausführungsbeispiel weisen Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **12** mit 8 Hz die gleiche Frequenz auf. In einem Zeitintervall von 10 s ist Maximalamplitude von Haupt- **11** und Nebenimpuls **12** konstant. Die Maximalamplitude des Nebenimpulses **12** liegt in diesem Intervall bei 20% der Maximalamplitude des Hauptimpulses **11**. Die Phasenverschiebung φ zwischen Nebenimpuls **12** und Hauptimpuls **11** beträgt $-0,1$. In einem zweiten Zeitabschnitt senken sich die Maximalamplituden von Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **12** um einen Faktor von 0,05 im Vergleich zu den Maximalamplituden des ersten Zeitintervalls ab. Die Phasenverschiebung φ bleibt konstant. Das zweite Zeitintervall beträgt 15 s, von denen der Nebenimpuls in den ersten 1,5 s gesendet wird.

[0059] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung beträgt die Hauptimpuls-Frequenz des 20 Hz und 25 Hz die des Nebenimpulses **12**. In einem ersten Zeitintervall von 75 s haben Haupt- **11** und Nebenimpuls **12** eine konstante Maximalamplitude. Die Maximalamplitude des Nebenimpulses **12** beträgt einen um Faktor 1,5 höheren Wert als die Maximalamplitude des Hauptimpulses **11**. Die Phasenverschiebung φ zwischen Nebenimpuls und Hauptimpuls **11** beträgt 0,05. In einem zweiten Zeitabschnitt mit einer Länge von 83 s senken sich die Maximalamplituden von Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **12** um einen Faktor von 0,1 im Vergleich zu den Maximalamplituden des ersten Zeitintervalls ab. Die Phasenverschiebung φ bleibt konstant. In den ersten 21 s des zweiten Zeitintervalls wird der Nebenimpuls **12** gesendet.

[0060] In einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel beträgt die Hauptimpuls-Frequenz des und die des Nebenimpulses **12** jeweils 37 Hz. In einem ersten Zeitintervall von 900 s haben Haupt- **11** und Nebenimpuls **12** eine konstante Maximalamplitude. Die Maximalamplitude des Hauptimpulses **11** beträgt einen um Faktor 0,125 höheren Wert als die Maximalamplitude des Nebenimpulses **12**. Die Phasenverschiebung φ zwischen Nebenimpuls und Hauptimpuls beträgt 0,42. In einem zweiten Zeitabschnitt mit einer Länge von 114 s senken sich die Maximalamplituden von Hauptimpuls **11** und Nebenimpuls **12** um einen Faktor von 0,28 im Vergleich zu den Maximalamplituden des ersten Zeitintervalls ab. Die Phasenverschiebung φ bleibt konstant. Die Frequenz des Nebenimpulses **12** senkt sich im zweiten Zeitintervall auf 12 Hz ab.

[0061] Diese zusätzlich von den Nebenimpulsen **12** überlagerten Hauptimpulse **11** führen zur Stimulation der physiologischen Austauschprozesse und tragen damit entscheidend zur Beschleunigung der angesprochenen Regulations- und Heilungsvorgänge bei. Wichtig ist dabei insbesondere, dass neben der Amplitude dieser Impulse **11**, **12** im Verlauf eines jeden resultierenden Einzelimpulses **10** auch die Anzahl der Einzel- der Unter- und Nebenunterimpulse und auch die Differenz zwischen Maximum und benachbarten Minimum variiert werden kann und, im wesentlichen Unterschied zu EP 0 995 463 B1 und der EP 2 050 481 A1, dass die resultierenden Einzelimpulse deutlich individualisierter einstellbar sind und im Hinblick auf die oben genannten Größen wesentlich feiner abstufbar sind.

[0062] Die optimale Form und Abfolge der resultierenden Einzelimpulse **10** hängt ab von der Art des vom Feld beaufschlagten Gewebes, von dem erwünschten Heilungserfolg und vom jeweiligen Individuum und ist daher individuell sehr verschieden. Eine entscheidende Bedeutung bei der Stimulation der Austauschprozesse im Körpergewebe hat vermutlich der hohe, durch die Vielzahl der überlagerten Unterimpulse **13** und Unterebenenimpulse **14** bedingte Anteil und Steilheit der an- bzw. absteigenden Flankenabschnitte.

[0063] Wenn mit Hilfe von Sensoren bestimmte Parameter des lebenden Gewebes, insbesondere des menschlichen Körpers, erfasst werden, lässt sich der Verlauf jedes resultierenden Einzelimpulses **10** derart an die tatsächlichen Verhältnisse anpassen, dass eine optimale Stimulation erreicht wird. Dazu werden in Abhängigkeit von den erfassten Gewebeparametern die Parameter a, b, c, d, k, an, bn, cn, dn, und kn derart eingestellt, dass Beaufschlagung und Relaxation in einem für dieses Gewebe optimierten Verhältnis stehen.

[0064] Eine weitere Optimierung der Wirkung der vorliegenden Vorrichtung auf den Organismus kann durch eine Rückkopplung erzielt werden. Zu diesem Zweck werden Sensoren verwendet, die um Umfeld der Beaufschlagung einen oder mehrere Körperparameter messen, um die Anregung des Organismus durch die elektromagnetischen Pulse zu erfassen. Mit den Sensoren lassen sich Gewebeparameter wie beispielsweise Blutdruck, Temperatur, Puls, ph-Wert oder Atemvolumen messen und im Sinne einer adaptiven Anpassung der Stimulation an die Sensibilität des zu stimulierenden Gewebes zur Optimierung der Parameter der Vorrichtung

zur Erzeugung elektromagnetischer Felder verwenden. Insbesondere ließen sich die Anpassung dynamisch während der Behandlung vornehmen, um so kurzfristigen Änderungen des Körperzustandes Rechnung zu tragen und den Behandlungserfolg weiter zu optimieren. Dies erfolgt über eine Rückkopplungsschleife durch die die durch die Anregung selbst verursachten Sensibilitätsänderungen im beaufschlagten Gewebe ausgeglichen werden können.

Bezugszeichenliste

| | |
|---|-----------------------------|
| 1 | Impulsgenerator |
| 2 | Felderzeugungsvorrichtung |
| 3 | lebendes Gewebe |
| 4 | Sensor |
| 5 | Rückkopplungsleitung |
| 6 | Steuergerät |
| 10 | resultierender Einzelimpuls |
| 11 | Hauptimpuls |
| 12 | Nebenimpuls |
| 13, 13.1, 13.2 | Unterimpuls |
| 14, 14.1, 14.2 | Nebenunterimpuls |
| t, t₁, t₂, t₃ | Zeit |
| I, I₁, I₂ | Amplitude |
| φ, φ₁, φ₂ | Phasenverschiebung |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0594655 B1 [0005]
- EP 0729318 B1 [0005]
- EP 0377284 A [0005]
- EP 0995463 B1 [0005, 0005, 0006, 0008, 0008, 0011, 0061]
- EP 1364679 A2 [0006]
- EP 0266807 A [0006]
- EP 0266907 A [0006]
- DE 4221739 A [0006]
- US 5181902 A [0006]
- WO 96/32159 A [0006]
- US 428366 A [0006]
- EP 2050481 A1 [0012, 0061]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Spodaryk K (2001) Red blond metabolism and haemoglobin oxygen affinity: effect of electromagnetic fields on healthy adults. In: Kafka WA (ed) 2nd Int World Congress Bio-Electro-Magnetic-Energy-Regulation. Emphyspace 2: 15–19 [0008]
- Kafka WA, Spodaryk K (2003) Effects of extremely weak BEMER 3000 type pulsed electromagnetic fields on red blond metabolism and hemoglobin oxygen affinity. Fizoterapia 11 (3): 24–31 [0008]
- Klopp R (2004) Vitalmikroskopische und reflexionsspektrometrische Untersuchungen zur Wirkung des Gerätesystems "BEMER 3000" auf den Funktionszustand der Mikrozirkulation. Bericht aus dem Institut für Mikrozirkulation, Berl in: Klopp R, Niemer W (2007) Einfluss eines pulsierenden elektromagnetischen Feldes mit vasomotorischer Stimulation auf einen eingeschränkten Funktionszustand der Mikrozirkulation. Komplement. Integr. Med 08/2007: 47–53 [0008]
- Klopp 2004 [0008]
- Jelinek R, Bláha J, Dbaly Jaroslav (2002) The electromagnetic BEMER 3000 signal modifies response to teratogens. In: Kafka WA (ed) 3rd Int. World Congress Bio-Electro-Magnetic Energy-Regulation, Bad-Windsheim, Germany, Emphyspace 3 [0008]
- Kafka WA, Preißinger M (2002) Verbesserte Wundheilung durch gekoppelte, BEMER 3000 typisch gepulste, Elektromagnetfeld- und LED-Licht-Therapie am Beispiel vergleichender Untersuchungen an standardisierten Wunden nach Ovariectomie bei Katzen (felidae). In: Edwin Ganster (Hrsg) Österreichische Gesellschaft der Tierärzte (ÖGT) Kleintiertage-Dermatologie 2.–3. März 2002, Salzburg Congress [0008]
- Spodaryk K (2002) The effect of extremely weak electromagnetic field treatments upon signs and symptoms of delayed onset of muscle soreness: A placebo controlled clinical double blind study. Medicina Sportiva 6: 19–25 [0008]
- Klopp R, Niemer W, Pomrenke P, Schulz J (2005) Magnetfeldtherapie: Komplementärtherapeutisch sinnvoll oder Unsinn? Stellungnahme unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse mit dem Gerätesystem BEMER 3000, Institut für Mikrozirkulation, Berl in [0008]
- Spodaryk K and Kafka WA (2004) The influence of extremely weak BEMER 3000 typed pulsed electromagnetic fields on ratings of perceived exertion at ventilatory threshold. In: Marinček C, Burger H (eds) Rehabilitation Sciences in the New Millennium Challenge for Multidisciplinary Research. 8th Congress of EFRR, Ljubljana. Medimont International Proceedings: 279–283 [0008]
- Rihova B (2004) Die Wirkung der elektromagnetischen Felder des BEMER 3000 auf das Wachstum des experimentellen Mäuse-EL 4 T Zellen-Lymphoms, SAMET Kongress, Interlaken [0008]
- Rihova B, Dbaly J, Kafka WA Exposure to special (BEMER-type) pulsed weak electromagnetic fields does not accelerate the growth of mouse EL4 T cell lymphoma, submitted [0008]
- Kafka WA, Schütze N, Walther M (2005) Einsatz extrem niederfrequent (BEMER typisch) gepulster schwacher elektromagnetischer Felder im Bereich der Orthopädie (Application of extreme low frequent (BEMER type) pulsed electromagnetic fields in orthopedics). Orthopädische Praxis 41 (1): 22–24 [0008]
- Walther M, Meyer F, Kafka WA, Schütze N (2007) Effects of weak, low frequency pulsed electromagnetic fields (BEMER type) on gene expression of human mesenchymal stem cells and chondrocytes: an in vitro stu-

- dy. Electromagnetic Biology and Medicine, Manuscript ID: 257936 [0008]
- Michels-Wakili S and Kafka WA (2003) BEMER 3000 pulsed low-energy electromagnetic fields reduce dental anxiety: a randomized placebo controlled single-blind study. 10th International Congress on Modern Pain Control 5–8 June 2003 Edinburgh, GB [0008]
 - Bernatzky G, Kullich W, Aglas F, Ausserwinkler M, Likar R, Pipam W, H. Schwann H, Kafka WA (2007) Auswirkungen von speziellen, (BEMER-typisch) gepulsten elektromagnetischen Feldern auf Schlafqualität und chronischen Kreuzschmerz des Stütz- und Bewegungsapparates (low back pain): Eine doppelblinde randomisierte Duo Center Studie (Der Schmerz, in press [0008]
 - Gabrys M (2004) Pulsierende Magnetfeldtherapie bei zytostatisch bedingter Polyneuropathie. Deutsche Zeitschrift für Onkologie 36: 154–156 [0008]
 - Carpenter DO, Aryapetyan S (1994) Biological effects of electric and magnetic fields: sources and mechanism, vol 1. Beneficial and harmful effects, Vol 2. Academic Press [0009]
 - Bohn W, Kafka WA (2004) Energie und Gesundheit: BEMER 3000 Bio-Elektro-Magnetische-Energie-Regulation nach Prof. Dr. Wolf A. Kafka. Haug Verlag, Stuttgart (Thieme Verlagsgruppe): 1–130 [0009]
 - Kafka WA (2006) The BEMER 3000 Therapy: A new complementary "electromagnetic drug" effectively supports widespread scattered prophylactic and therapeutic treatments. In: Kochueva E (ed) Achievements in space medicine into health care practice and industry 3rd European praxis matured congress KOPIEDRUCK sponsored by ESA, DIR & POCKO MOC] [0009]
 - Quittan M, Schuhfried O, Wiesinger GF, Fialka-Moser V (2000) Klinische Wirksamkeiten der Magnetfeldtherapie – eine Literaturübersicht. Acta Medica Austriaca 3: 61–68 [0009]
 - Matthes Rudiger (2003) Guidance on determining compliances of exposure to pulsed and complex non sinusoidal waveforms below 100 khz with ICNIRP GUIDELINES. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ICNIRP Secretariat, Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstrasse, D-85784 Oberschleissheim, Germany] [0009]
 - Electromagnetic Fields (EMF) ff. <http://www.who.int/peh-emf/en/> [0011]
 - http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/en/ [0011]

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zur Beeinflussung biologischer Abläufe in einem lebenden Gewebe, insbesondere einem menschlichen Körper, zur Beaufschlagung zumindest eines Teils des Gewebes mit einem pulsierenden magnetischem Feld, mit einer Felderzeugungsvorrichtung (2) zur Erzeugung des pulsierenden magnetischen Feldes und einem Impulsgenerator (1) zur Ansteuerung der Felderzeugungsvorrichtung (2), wobei der Impulsgenerator (1) derart ausgebildet ist, dass das pulsierende Magnetfeld aus einer Folge von Hauptimpulsen (11) besteht deren Impulswiederholungsrate zwischen 0,01 und 1000 Hz liegt, wobei die Hauptimpulse (11) durch eine Mehrzahl von sich überlagernden Unterimpulsen (13) gebildet wird dass der Amplitudenverlauf eines Hauptimpulses (11) die folgende Funktion aufweist:

$$y(x) = \frac{x^a * k * e^{\sin x^b}}{c} + d$$

darin bedeuten:

$y(x)$ = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Hauptimpulses als Funktion von x ;

x = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Hauptimpuls (11) wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt

a = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Hauptimpulses (11);

b = die Anzahl der Unterimpulse (13)

c = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude

d = ein Offsetwert;

k = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Unterimpulse (13)

dadurch gekennzeichnet, dass

die Hauptimpuls (11) überlagert wird von einem Nebenimpuls (12), wobei der Nebenimpuls (12) eine Phasenverschiebung φ gegenüber den Hauptimpuls von $-0,5 > \varphi > 0,5$ aufweisen und die Phasenverschiebung φ ungleich 0 ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1

dadurch gekennzeichnet, dass

der Amplitudenverlauf des Nebenimpulses (12) die Funktion aufweist:

$$y_n(x) = \frac{x^{a_n} * k_n * e^{\sin x^{b_n}}}{c_n} + d_n$$

darin bedeuten:

$y_n(x)$ = Magnetfeld-Amplitude innerhalb eines Hauptimpulses als Funktion von x ;

x = den Zeitverlauf; wobei x für jeden Nebenimpuls (12) wieder von neuem mit demselben Anfangswert beginnt

a_n = ein Parameter zur Einstellung des zeitlichen Amplitudenverlaufs jedes Nebenimpulses (12);

b_n = die Anzahl der Nebenunterimpulse (14)

c_n = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude

d_n = ein Offsetwert;

k_n = ein Faktor zur Einstellung der Amplitude der Nebenunterimpulse (14)

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenimpulse (12) die gleiche Frequenz aufweisen wie benachbarte Hauptimpulse (11).

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenimpulse (12) eine Frequenz zwischen 1–1000 Hz aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Amplitude der Nebenimpulse (12) um einen Faktor zwischen dem 0,1-fachem und dem 10-fachem der Amplitude der zu den Nebenimpulsen (12) benachbarten Hauptimpulse (11) liegt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Faktor der Amplitudenveränderung in einem Zeitintervall > 1 s konstant für alle benachbarten Nebenimpulse (12) und Hauptimpulse (11) ist.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass Absenkungen der Amplitude der Nebenimpulse (12) gleich den Absenkungen der Amplitude der Hauptimpulse (11) ist.

ist, wenn die Absenkung der Hauptimpulse (11) auf mindestens 30% der Maximalamplitude der Hauptimpulse erfolgt.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenimpulse (12) im gleichen Zeitintervall erzeugt werden wie die Hauptimpulse (11).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zeitintervall größer 10 s, bevorzugt zwischen 40 s und 120 s und besonders bevorzugt zwischen 70 s und 90 s dauert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zeitintervall der Nebenimpulse (12) mindestens 10% der Länge des Zeitintervalls der Hauptimpulse (11) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Wechsel der Frequenz der Hauptimpulse (11) die Frequenz der Nebenimpulse (12) unverändert bleibt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenimpulse (12) die gleiche Frequenz aufweisen wie die Startfrequenz der Hauptimpulse (11).

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebung φ zwischen den Hauptimpulsen (11) und den Nebenimpulsen (12) im ersten Frequenzbereich der Hauptimpulse (11) für zumindest einem Teil der Hauptimpulse (11) im zweiten Frequenzbereich der Hauptimpulse (11) gleich der Phasenverschiebung φ zu Hauptimpulsen (11) im ersten Frequenzbereich ist.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebung φ und die Frequenz der Nebenimpulse (12) bei einer Änderung der Amplitude der Einzelimpulse von benachbarten Einzelimpulsen um einen Faktor von $< 0,7$ oder $> 1,5$ konstant bleibt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Amplitude der Nebenimpulse (12) zur Amplitude der Hauptimpulse (11) bei einer Änderung der Amplitude der Einzelimpulse von benachbarten Einzelimpulsen um einen Faktor von $< 0,7$ oder $> 1,5$ konstant bleibt.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenimpulse (12) im Vergleich zu den Hauptimpulsen (11) eine gestauchte Form aufweisen.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hauptimpulse (11) überlagert werden von Nebenimpulsen (12), wobei die Nebenimpulse (12) eine Phasenverschiebung φ gegenüber den Hauptimpulsen (11) von $-0,45 > \varphi > 0,45$ und bevorzugt von $0,40 > \varphi > 0,40$ aufweisen.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

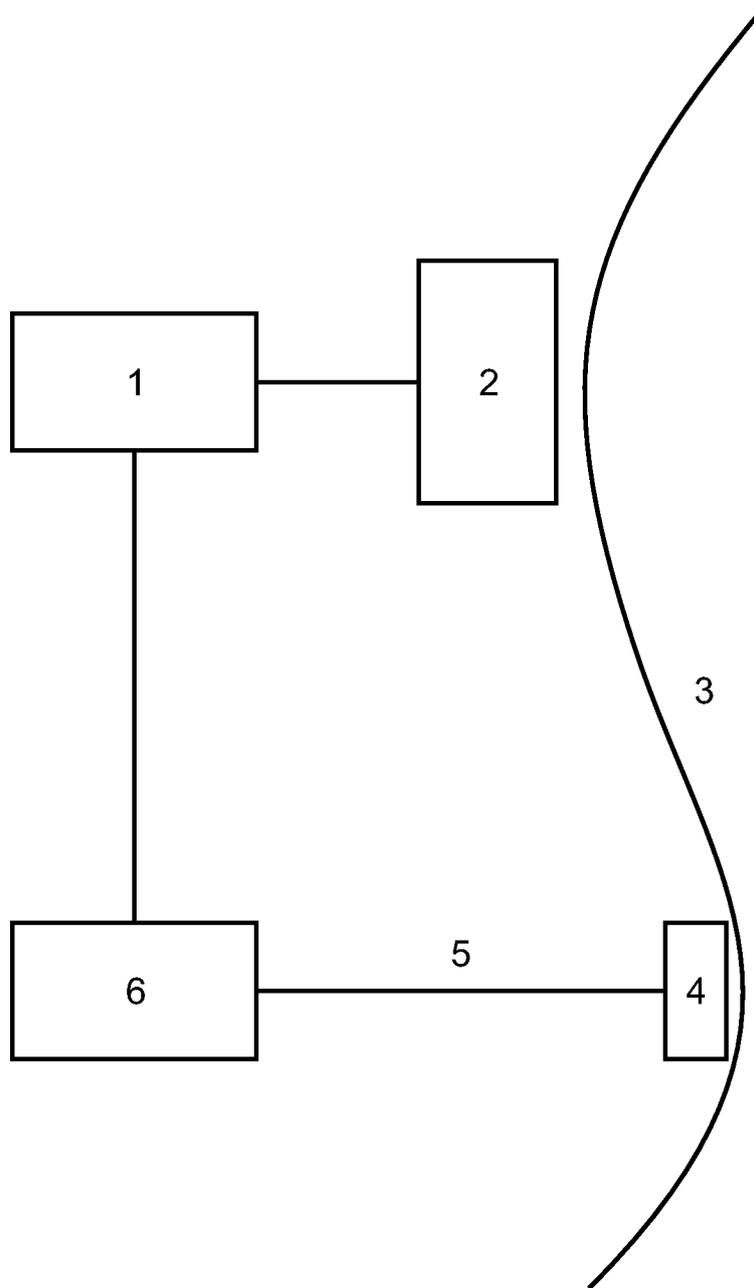


Fig. 1

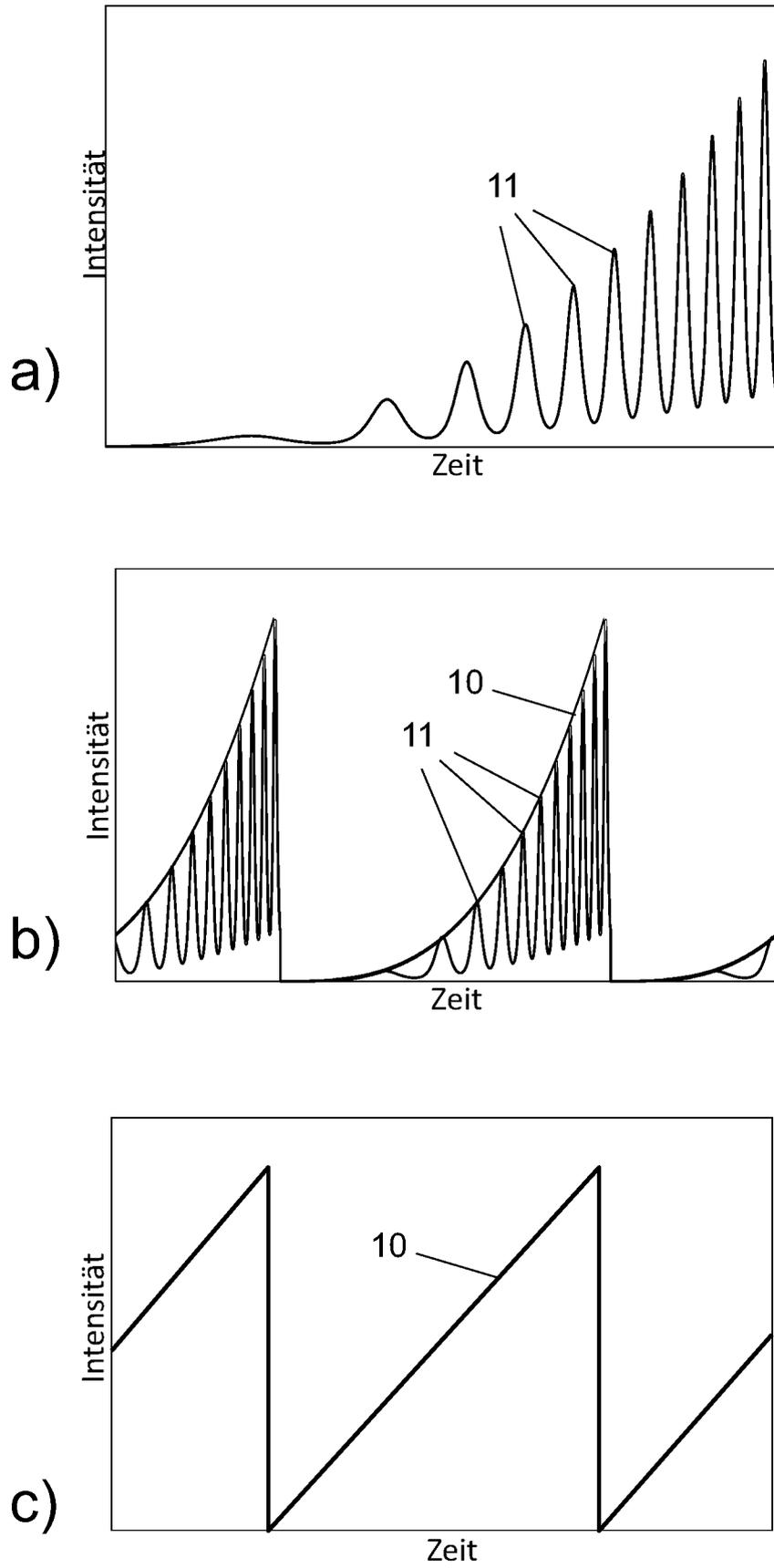
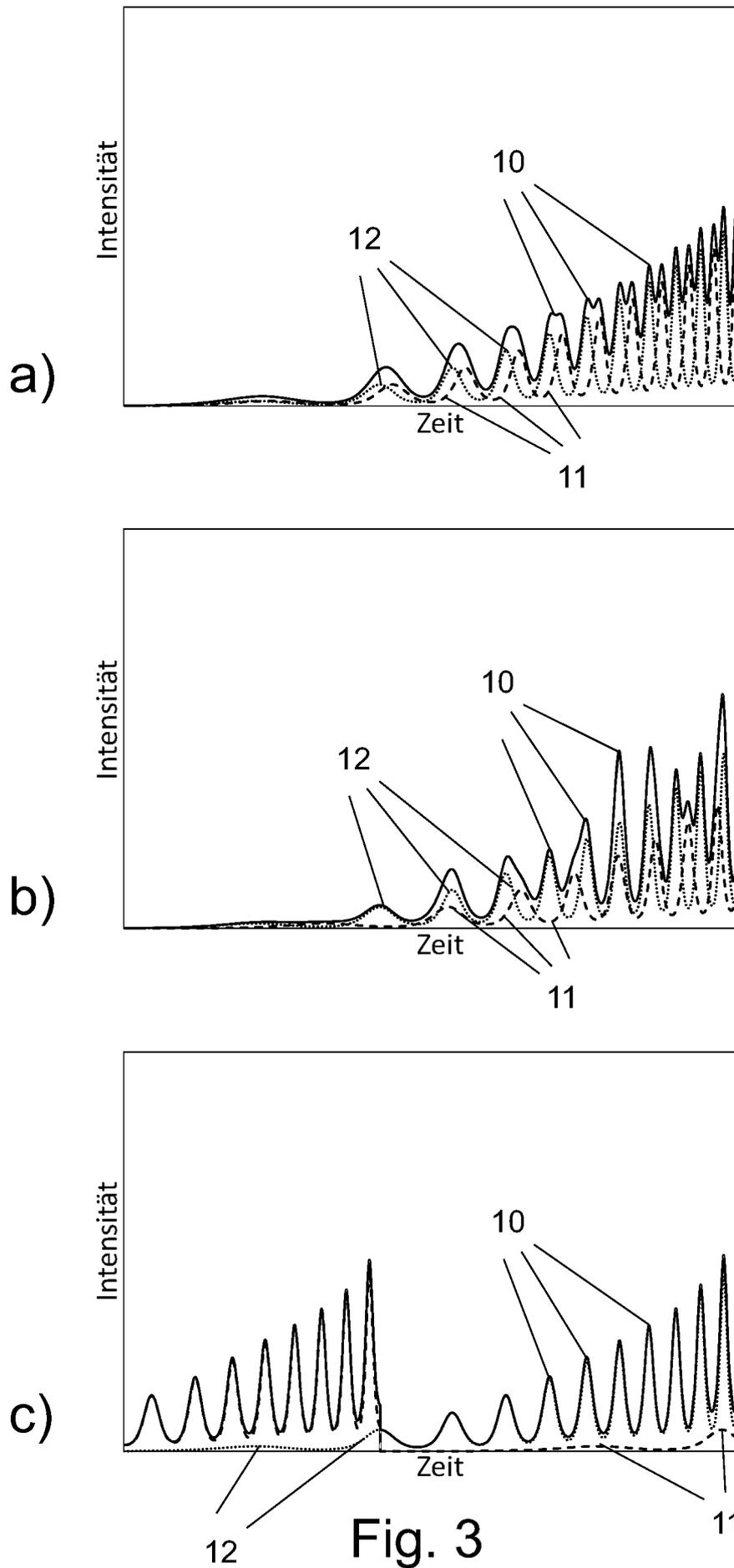


Fig. 2



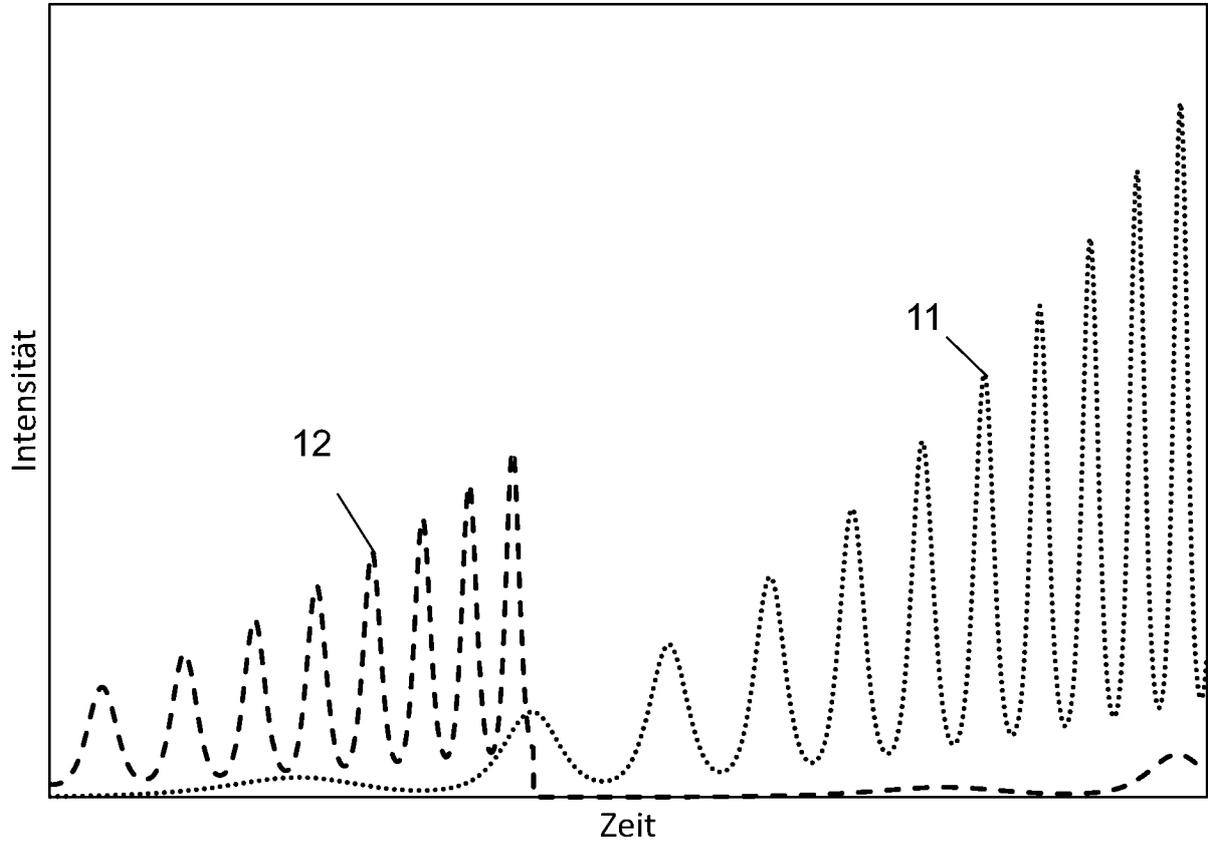


Fig. 4

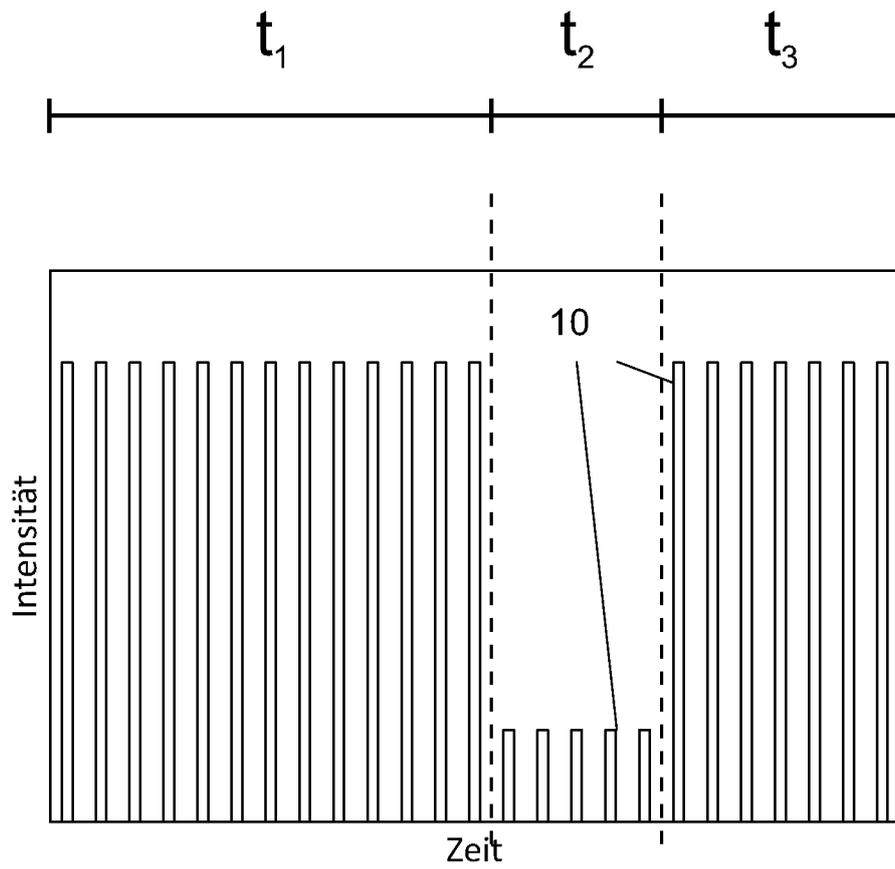


Fig. 5

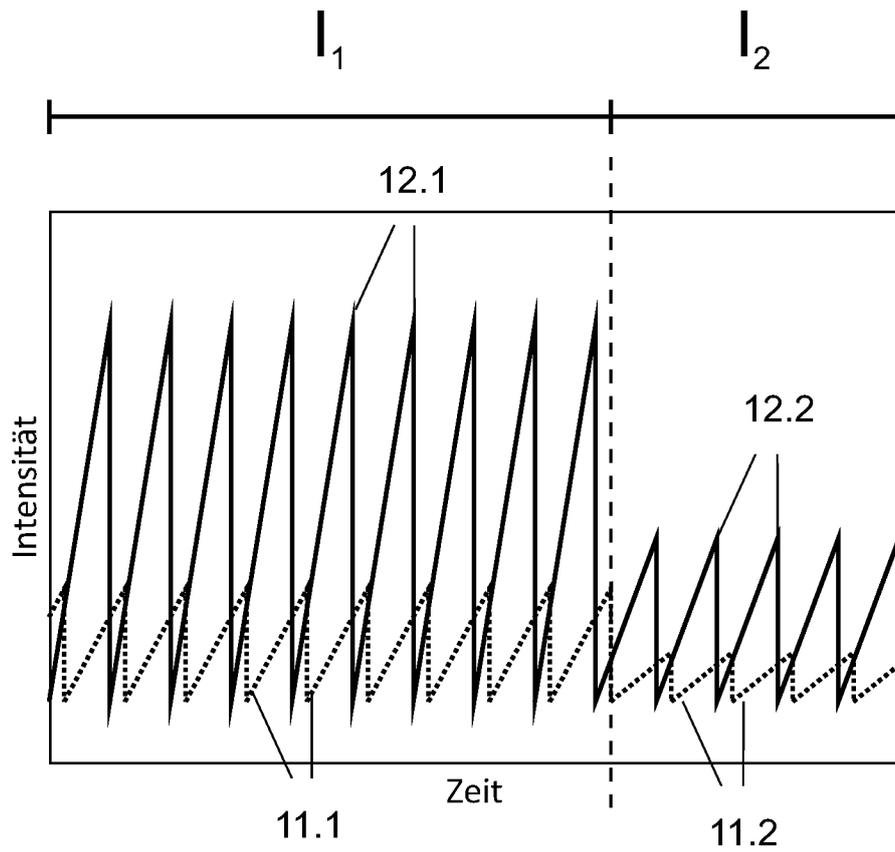


Fig. 6

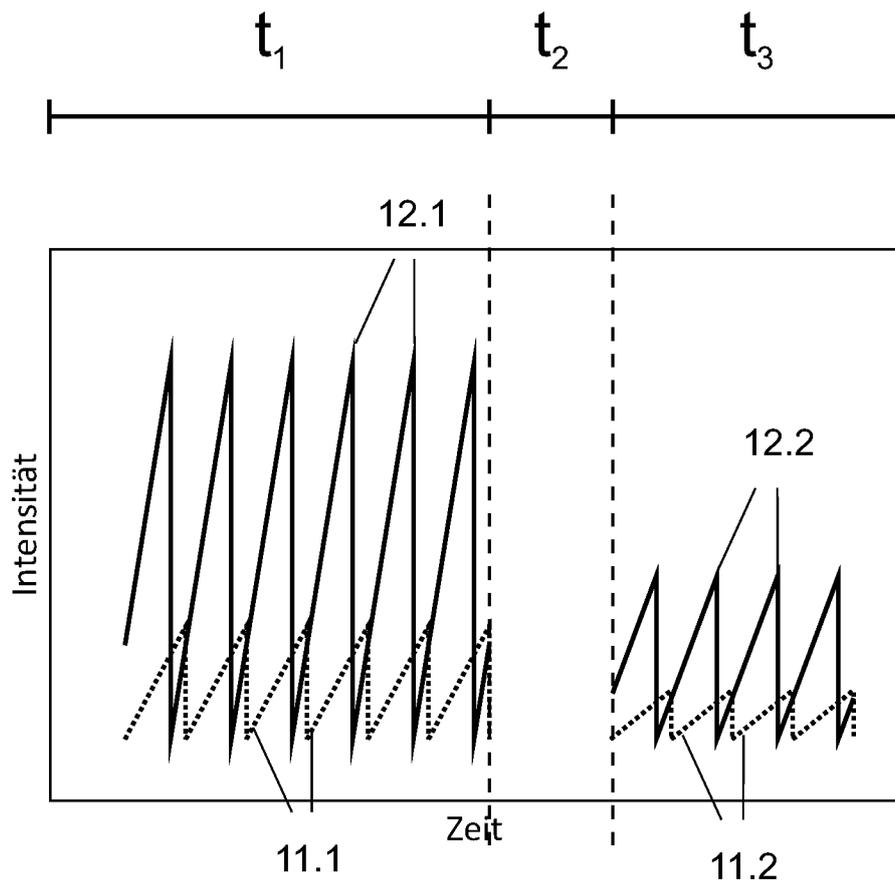


Fig. 7

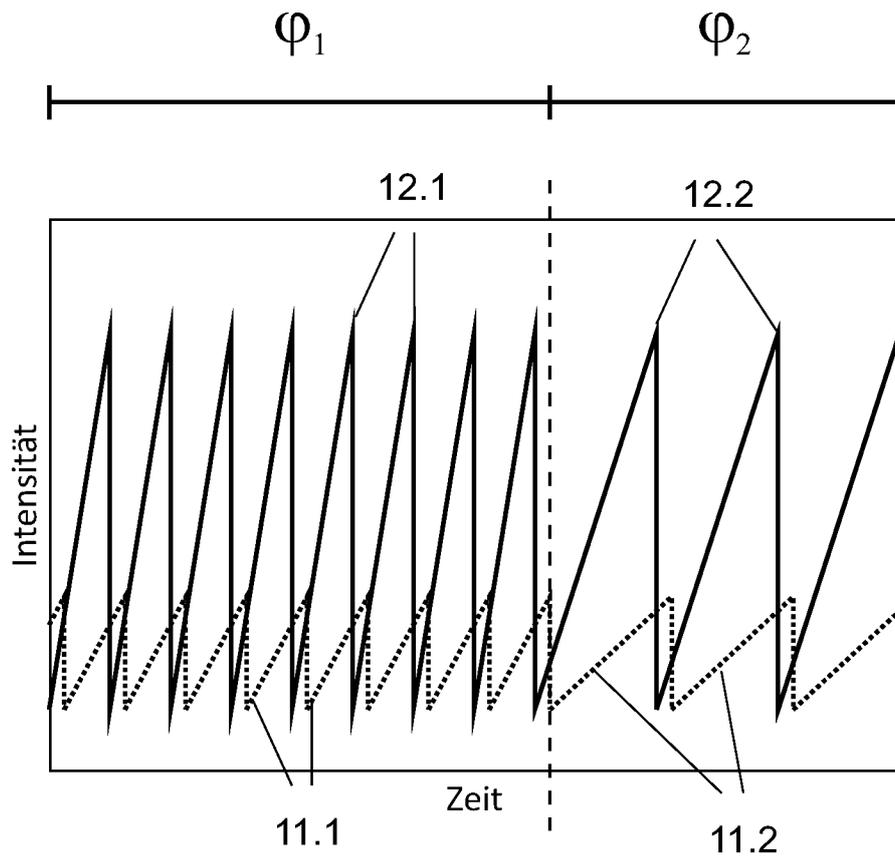


Fig. 8