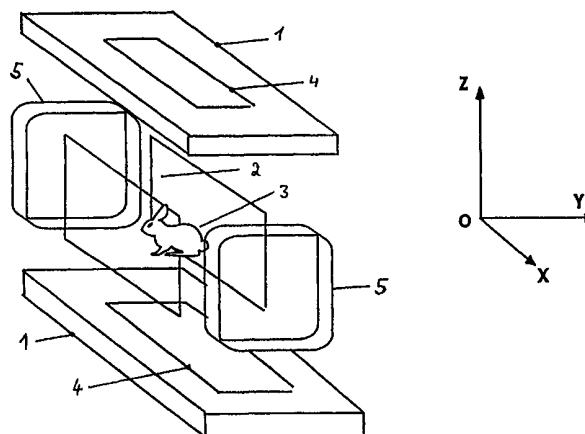


<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>A61N 2/02</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/66986</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 29. Dezember 1999 (29.12.99)
--	-----------	---

<p><b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE99/01722</p> <p><b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 12. Juni 1999 (12.06.99)</p> <p><b>(30) Prioritätsdaten:</b>          198 27 736.9      22. Juni 1998 (22.06.98)      DE</p> <p><b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> MUNTERMANN, Axel          [DE/DE]; Gotenweg 51, D-35578 Wetzlar (DE).</p> <p><b>(74) Anwalt:</b> HERDEN, Andreas; Blumbach, Kramer &amp; Partner          GbR, Alexandrastrasse 5, D-65187 Wiesbaden (DE).</p>	<p><b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
--	---

**(54) Title:** DEVICE FOR TREATMENT WITH MAGNETIC FIELDS

**(54) Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUR BEHANDLUNG MIT MAGNETISCHEN FELDERN



**(57) Abstract**

The inventive device enables effective treatment with magnetic fields, wherein the inventive device has positive effects in the biological body to be treated by repeated and targeted use of spin resonance.

**(57) Zusammenfassung**

Mit dem Erfindungsgegenstand ist es möglich eine effektive Behandlung mit magnetischen Feldern durchzuführen, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung durch den gezielten und wiederholten Einsatz von Spinresonanzen positive biologische Wirkungen beim zu behandelnden biologischen Körper erzielt.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen FeldernBeschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Feldern gemäß den Merkmalen des Anspruch 1.

Es sind Vorrichtungen bekannt, die unter Anwendung gepulster oder modulierter Magnetfelder positiven Einfluß auf biologisches Gewebe nehmen. Dabei wird, wie beispielhaft aus der DE 40 26 173 zu entnehmen ist, das Gewebe einem konstanten Magnetfeld und einem diesem überlagerten magnetischen Wechselfeld ausgesetzt. Es konnte im Rahmen der Anwendung derartiger Geräte gezeigt werden, daß durch das Bestrahlen von biologischem Gewebe mit Magnetfeldern bzw. mit magnetischen Wechselfeldern eine positive therapeutische Wirkung erzielt werden kann. Die Heilwirkung solcher Magnetfeld-Therapiegeräte besteht unter anderem in der Linderung von Osteoporose oder den Folgen eines Schlaganfalls. Dabei erscheint es als wahrscheinlich, daß durch die angewandten Magnetfelder, Transport- und/oder Stoffwechselprozesse gefördert werden, die zu einer positiven therapeutischen Wirkung führen. Bislang ging man davon aus, daß der oben beschriebene Prozeß, durch die Anregung bzw. die Absorption von Ionen-Zyklotron-Resonanzen (IZR) in einem biologischen Körper verursacht wird. Dies erscheint jedoch unter Umständen fraglich, da Zyklotronresonanzen im Allgemeinen nur an freien Teilchen auftreten, wie beispielsweise im Vakuum oder bei Elektronen

im Leitungsband eines Halbleiters. Ferner kann auch durch einfache Rechnung gezeigt werden, daß sich eine Zyklotron-Bewegung auf einer Kreisbahn vollziehen würde, deren Radius bereits den durchschnittlichen Durchmesser eines Querschnitts eines menschlichen Körpers übersteigt. Dies bedeutet, daß für den Energieübertrag eine Erklärung hinsichtlich einer Zyklotronresonanz insbesondere bei festem Gewebe fraglich sein kann. In der Praxis hat sich gezeigt, daß man bei den bestehenden Magnetfeld-Therapie-Geräten vielfach gezwungen ist zunächst mehrere Behandlungen durchzuführen, um so die Frequenzen für die nachfolgenden Behandlungen festzulegen, die den erwünschten positiven Effekt verursachen. Eine Vorgehensweise, die die Therapie mit Magnetfelder sehr aufwendig und unpräzise gestaltet und eine gezielte Vorgehensweise bei definierbaren und lokalisierbaren Beschwerden bei fester oder flüssiger Materie nur ausnahmsweise oder gar nicht zuläßt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde eine Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Feldern bereitzustellen, die die benannten Nachteile vermeidet und es insbesondere erstmals erlaubt auf eine gezielte reproduzierbare Weise Behandlungen mit Magnetfeldern in allen biologischen Materien vorzunehmen, unabhängig davon, ob ionische Teile vorhanden sind.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt auf höchst überraschende Weise bereits durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gegenüber den bekannten Lösungsversuchen basiert die erfindungsgemäße Vorrichtung auf dem Gedanken, daß die positive Behandlungswirkung durch das Erzeugen wiederholter Spinresonanzsequenzen erzielbar ist.

In besonders vorteilhafter Weise umfaßt eine bevorzugte

Ausführungsform der Erfindung einen Magneten zum Erzeugen eines im wesentlichen konstanten Magnetfeldes und ein Spulensystem zum Erzeugen eines magnetischen Wechselfeldes senkrecht zu dem Magnetfeld des Magneten, wobei dies, für den Fachmann offensichtlich, einer klassischen Anordnung zur Durchführung einer Spinresonanz entspricht. Ferner verfügt die erfindungsgemäße Vorrichtung in vorteilhafter Weiterbildung auch über eine Steuerelektronik zum Ansteuern des Magneten und des Spulensystems, die derart einstellbar ist, so daß in einem zwischen den oben beschriebenen Magneten eingebrachten biologischen Körper eine Kernspinresonanz erzeugt wird. Dabei ist der Steuereinrichtung in sehr vorteilhafter Weise eine Einrichtung zugeordnet, mittels der, über einen festen Behandlungszeitraum, Parameter oder Intervalle festgelegt werden können, nach denen die erfindungsgemäße Vorrichtung, den durch die Steuerelektronik gesteuerten Kernspinresonanzprozeß bzw. Kernspinabsorptionsprozeß wiederholt.

Im Rahmen der Erfindung hat es sich als höchst vorteilhaft herausgestellt, wenn die Wiederholungsrate, d.h. die zeitliche Abfolge der durchgeführten Kernspinresonanzen in Abhängigkeit von der Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  bestimmt wird. Die Spin-Gitter-Relaxationszeit beschreibt als Zeitkonstante den exponentiellen bzw. logarithmischen Aufbau einer makroskopischen Magnetisierung in Richtung eines Magnetfeldes. Durch das resonante Einstrahlen eines magnetischen Wechselfeldes senkrecht zum benannten Magnetfeld baut sich die Magnetisierung in Richtung des Magnetfeldes ab. Wird nach diesem Abbau der Magnetisierung nicht mehr resonant eingestrahlt, so baut sich die Magnetisierung in Magnetfeldrichtung erneut auf, wobei aufgrund des logarithmischen Anwachsens davon ausgegangen werden kann, daß die Magnetisierung nach einer Zeit von ca.  $3T_1$  ca. 95% des Ausgangswertes der Magnetisierung wieder erreicht. Das heißt, daß nach einem Zeitintervall von  $3T_1$  ein

neuerlicher effektiver Energietransfer durch Spinresonanz erzielbar ist. Daher ist die Festlegung der Wiederholungsrate der Spinresonanz auf die dreifache Spin-Gitter-Relaxationzeit des zu behandelnden Körpers oder Körperteils idealtypisch für den vorliegenden Erfindungsgegenstand, jedoch nicht zwingend, so daß auch andere Frequenzen vorstellbar sind. Zudem ist durch diese Festlegung eine positive biologische Wirkung sofort erzielbar. Es ist im Gegensatz zum Stand der Technik nicht mehr nötig, durch umfangreiche Vorbehandlungen mehr oder minder gezielt die Frequenz zu bestimmen, die eine biologische Wirkung erzielt. Da die Spinresonanz sowohl für gasförmige als auch für in Lösung befindliche und für fest eingebaute Moleküle erfolgen kann, sind vorteilhafterweise auch die entsprechenden bzw. die zur Behandlung benötigten Spingitterrelaxationszeiten durch Messungen zugänglichen.

Demzufolge umfaßt in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung die Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Feldern ein weiteres Spulensystem. Die Achse dieses Spulensystems steht vorzugsweise sowohl senkrecht auf der Achse des Magneten und der des ersten Spulensystems. Dieses Spulensystem wird in einer bevorzugten Ausführungsform als Detektionsspulensystem verwendet. Dabei kann vor Behandlungsbeginn mit den Detektionsspulen in höchst vorteilhafterweise, beispielsweise im Rahmen einer Spin-Echo-Messung, die Bestimmung der Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  erfolgen, mittels der, wie bereits oben beschrieben, die Wiederholungsrate festlegbar ist.

Ferner ist in positiver Weitergestaltung des Erfindungsgegenstandes diesem eine Auswerteeinrichtung zugeordnet, die es ermöglicht aus der oben dargelegten Spin-Echo-Messung den benötigten Parameter  $T_1$  zu bestimmen. Wird zudem auch die bereits beschriebene Detektionsspule bereitgestellt, so kann die Wiederholungsrate für die Spinresonanz direkt und ganz gezielt für den zu behandelnden

Körper oder das zu behandelnde Körperteil vor Ort erfolgen. D.h. Behandlungstermine die nur dem Auffinden einer möglichen "Wirkungsfrequenz" dienen sind nicht mehr nötig. Dabei kann jedoch auch in einer vereinfachten Ausführungsform diese Einrichtung vorteilhafterweise nur zur Aufnahme und zum Bereitstellen von bereits bestimmten bzw. aus der Literatur zu entnehmenden Werten für  $T_1$  oder sonstigen Parametern wie z.B. das Magnetfeld  $B_0$ , das Wechselfeld  $B_1$  oder die Larmorfrequenz  $f_0$  oder andere entsprechende Parameter dienen, um auf diese Weise die Bedingungen festzulegen unter denen die Behandlung mittels Spinresonanz durchzuführen ist.

Höchst vorteilhaft ist auch, wenn die Steuerelektronik eine Meßeinrichtung umfaßt, die in der Lage ist, beispielsweise über angebrachte Detektionsspulen wie sie bereits oben beschrieben wurden, die Energie zu messen, die im Laufe einer Abfolge von Kernspinresonanzen an das zu behandelnde Gewebe bzw. den Körperteil abgegeben wird. Auf sehr einfache Art und Weise kann so eine Beziehung hergestellt werden, durch die die Abhängigkeit des Behandlungserfolgs und der an den Körper abgegebene "Energiedosis" darstellbar ist. Entsprechende Aufzeichnungen können insbesondere dazu verwendet werden, um für bestimmte Anwendung bestimmte "Energiedosen" festzulegen. Ferner ist es aber auch möglich diese zur Überwachung des Krankheitsverlaufs zu verwenden. Wobei für den Fachmann offensichtlich ist, daß derartige Aufzeichnungen auch auf vielfältige andere Art und Weise eingesetzt werden können.

Im Idealfall reicht es bei der Spinresonanz aus eine diskrete Frequenz, nämlich die sog. Larmorfrequenz, eines Wechselfeldes einzustrahlen, um im klassischen Sinne die makroskopische Magnetisierung umzuklappen bzw. einen entsprechenden energetischen Übergang zu erzielen. In der Praxis ist eine derart diskrete Frequenz nicht zu erzielen. Zudem ist damit zu rechnen, daß das angewandte Magnetfeld

nicht homogen ist und sich außerdem auch innerhalb der Bereiche, die mit Spinresonanz behandelt werden, durch chemische Verschiebungen Inhomogenitäten ergeben, so daß die Spins nicht mit einer einheitlichen Larmorfrequenz in Phase präzedieren. Um dennoch möglichst viele Spins zum Umklappen zu bringen umfaßt daß vom erfindungsgemäßen Spulensystem erzeugte magnetische Wechselfeld vorteilhafterweise eine Vielzahl von definierten Fourier-Komponenten.

In positiver Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht der Magnet aus einer Helmholtzspulenanordnung. Helmholtzspulen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, daß sie in der Lage sind im wesentlichen konstante homogene Magnetfelder zu erzeugen. Darüber hinaus bieten sie den Vorteil, daß mit ihnen eine Feldverschiebung auf einfache Weise durchführbar ist. Diese Feldverschiebung kann zum einen durch die Veränderung des durch die Spulen fließenden Stroms erfolgen oder zum anderen, indem durch eine weitere Spule dem Helmholtzfeld ein zusätzliches Magnetfeld überlagert wird. Es ist daher mit einem Helmholtzspulenspaar auf einfache Weise möglich eine Kernspinresonanz durch Feldverschiebung durchzuführen.

In der Praxis konnte jedoch gezeigt werden, daß in höchst vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung eine Helmholtzspulenanordnung so wie sie oben beschrieben wurde nicht zwingend ist. Für die zu Behandlungszwecken durchgeführte Spinresonanz ist es beispielsweise ausreichend, wenn zum Erzeugen des Magnetfeldes ein Hartferrit Magnet verwendet wird. Dadurch daß auch einfachere Magnete eingesetzt werden könne, ist es möglich die erfindungsgemäße Vorrichtung wesentlich günstiger herzustellen und somit die Behandlung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung einem großen Kreis an Patienten zukommen zu lassen. In diesem Zusammenhang konnte vorteilhafter Weise gezeigt werden, daß bei Magnetfeldstärken von ca. 22 Gauß mit einer Abweichung im

Feld von bis zu ca.  $\pm 0,6$  Gauß für die Behandlungszwecke der vorliegenden Erfindung ausreichen.

Dies ist unter anderem dadurch möglich, daß dem vergleichsweise stark fluktuierenden Feld, mittels einer Hilfsspule ein zusätzliches variables Hilfsfeld überlagert wird. Wobei diese Hilfsspule durch eine Steuereinrichtung derart angesteuert wird, so daß die Kernspinresonanz, bei einem mit konstanter Frequenz eingestrahlten magnetischen Wechselfeldes, im schnellen adiabatischen Durchlaufverfahren erfolgt. Der adiabatische Durchlauf beruht unter anderem auf eine Feldverschiebung des durch den Magneten erzeugten Magnetfeldes. Dabei wird in einer möglichen Ausführungsform das Magnetfeld des Magneten durch das Magnetfeld einer Hilfsspule zunächst konstruktiv überlagert, d.h. verstärkt, und am Ende einer Resonanzsequenz kompensierend überlagert, d.h. abgeschwächt. Dies bedeutet, daß während einer Resonanzsequenz ein stetiger Abfall des Magnetfeldes des Magneten erfolgt. Der Abfall des Magnetfeldes besitzt vorzugsweise die Form eines Sägezahns. Beim adiabatischen Durchlauf ist allerdings darauf zu achten, daß die Variation des Feldes nicht zu schnell durchgeführt wird. Betrachtet man nämlich die Magnetfelder bzw. die Magnetisierung in dem mit Larmorfrequenz rotierenden Bezugssystem, so erkennt man, daß aufgrund der Feldüberlagerung innerhalb dieses rotierenden Bezugssystems eine weitere Larmorbewegung einer zusätzlichen Magnetisierung entsteht, die der ursprünglichen durch das Magnetfeld erzeugten Bewegung überlagert ist. Durch die Feldänderung ändert diese zusätzliche Magnetisierung im rotierenden Bezugssystem sein Richtung, da sie sich an dem aus der Überlagerung resultierenden Magnetfeld ausrichtet. Dies findet jedoch nur dann ohne Energieübertrag, d.h. adiabatisch, statt, wenn sich die Änderung des Magnetfeldes hinreichend langsam vollzieht. Hierdurch ist es auf sehr vorteilhafte und kostengünstige Weise möglich sämtliche in der Aktiv-Zone sich befindlichen Körperteile durch die Spinresonanz zu erreichen und einen im

wesentlichen optimierten Energieaustausch zu erzielen, da durch die Feldverschiebung des Magnetfeldes, trotz möglicher Abweichung in der Felddichte, die Spins einem geeigneten Magnetfeld ausgesetzt werden, so daß eine Resonanz in jedem Fall mit der quer eingestrahlten Larmorfrequenz entstehen kann.

Im Rahmen der Erfindung liegt ferner die Spinresonanz nicht nur, wie oben beschrieben, durch eine Feldverschiebung durchzuführen, sondern dies auch durch eine reine Frequenzverschiebung zu tun oder den Energietransfer der Spinresonanz mittels einer kombinierten Feld-Frequenz-Verschiebung erfolgen zu lassen. Wobei hierdurch ein schneller adiabatischer Durchlauf nicht ausgeschlossen wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnung detailliert beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer möglichen erfindungsgemäßen Anordnung von Magnetfeldern und Spulen.

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Anordnung von Magnetfeldern und Spulen.

Fig. 3 ein Blockschaltbild das schematisch die Funktionsgruppen bei einem Einsatz einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Felder darstellt.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer bevorzugten Anordnung von Spulen bzw. Magneten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das rechts von der Anordnung gezeichnete Koordinatensystem soll die räumliche Lage der einzelnen Spulen verdeutlichen. Dabei sind senkrecht zur z-

Achse, d.h. senkrecht zur Vertikalen, zwei Pole eines Permanentmagneten 1 angeordnet. Die Feldlinie des durch den Permanentmagneten erzeugten Magnetfeldes verlaufen parallel zur z-Achse. Die beiden Pole 1 des Magneten sind zueinander beabstandet und bilden so einen Zwischenraum 2 aus. Der Zwischenraum ist der sog. Aktiv-Bereich 2 in dem die Magnetfelder bzw. die durchgeführte Spinresonanz ihre Wirkung auf den biologischen Körper 3 entfaltet. Durch den Permanentmagneten 1 wird vorzugsweise ein Magnetfeld von  $B_0 = 22$  Gauß erzeugt, wobei mit Bezug auf die Felddichte im Rahmen des schnellen adiabatischen Durchlaufs eine Felddichtenabweichung von ca.  $\pm 0,5$  Gauß toleriert werden kann. Ferner ist aus Fig. 1 zu entnehmen, daß dem Permanentmagneten 1 eine Hilfsspule 4 zugeordnet ist. Die Hilfsspule 4 dient bei der Durchführung der Spinresonanz dazu, dem im wesentlichen konstanten Magnetfeld ein sich veränderndes Magnetfeld zu überlagern, um im Rahmen des adiabatischen Durchlaufs eine Feldverschiebung durchzuführen. Senkrecht zur z-Achse bzw. den Feldlinien des Permanentmagneten, d.h. entlang der x-Achse, ist ein Sendespulensystem 5 angeordnet. Die Sendespulen 5 erzeugen ein magnetisches Wechselfeld. Beim adiabatischen Durchlauf wird dieses Wechselfeld auf eine im wesentlichen feste Larmorfrequenz eines zu behandelnden biologischen Körpers eingestellt. Fakultativ kann, wie in Fig. 1 dargestellt, auch ein weiteres Spulensystem 6 zum Einsatz kommen. Dieses Spulensystem 6 kann zum einen im Rahmen von beispielsweise Spin-Echo-Messungen zur Bestimmung der Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  des zu behandelnden biologischen Körpers eingesetzt werden und zum anderen auch zur Bestimmung der Energie verwendet werden, die durch eine Abfolge von Spinresonanzen an das biologische Objekt in der Aktiv-Zone 2 abgegeben wird.

Aus Fig. 2 ist eine weitere bevorzugte Spulen bzw. Magnetfeldanordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu erkennen. Gegenüber Fig. 1 wird das Magnetfeld  $B_0$  nicht durch

einen Permanentmagneten 1 erzeugt, sondern durch eine Helmholtzspulenpaar 7. Durch den Einsatz von Helmholtzspulen im Rahmen dieser Ausführungsform kann auf die Hilfsspule 4 aus Fig. 1 verzichtet werden. Die durchzuführende Feldverschiebung im Rahmen eines möglichen schnellen adiabatischen Durchlaufs kann durch eine geeignete Variation des Spulenstroms erzielt werden.

Aus Fig. 3 ist ein Blockschaltbild zu entnehmen, das schematisch die Funktionsgruppen einer Behandlungsvorrichtung zeigt, bei der beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Feldern zum Einsatz kommt. Im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels umfaßt die Vorrichtung einen sog. Kartenleser 8, der zur Aufnahme und zum Erkennen von mit Magnetstreifen und/oder beschreibbare Speicherchips bestückten Chipkarten geeignet ist, wie sie beispielsweise heute üblicherweise von Krankenkassen bereits an die Patienten ausgegeben werden. Die vorliegende Vorrichtung ist dadurch in der Lage automatisiert Informationen über Patienten bzw. zur Patientenbehandlung aufzunehmen und im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung einer Weiterverarbeitung zuzuführen. Solche Daten können unter anderem sein, eine Historie über den bisherigen Behandlungsverlauf, Angaben über die Behandlungsdauer, die Anzahl der verordneten oder bezahlten Behandlungen, individuelle Angaben zur Behandlungsintensität und was sehr wichtig ist die Wiederholungsrate mit der die Spinresonanzanwendung durchgeführt werden sollen. Dabei ist für den Fachmann, der auf dem Gebiet tätig ist, leicht ersichtlich, daß die beschriebene Datenübermittlung bzw. Zugangsberechtigung auch in anderer Form durchführbar ist. Demzufolge ist beispielsweise auch eine Übermittlung von zentraler Stelle aus, mittels geeigneter und dem Fachmann geläufiger Schnittstellen möglich.

Die gelesenen Daten werden dann an eine

Mikrokontrollersteuerung 9, die auch sämtliche Steuereinrichtungen umfaßt, weitergegeben. Die Mikroprozessoreinrichtung steuert unter anderem den Spinresonanzprozess, die Wiederholungsrate bzw. die Abfolge von mehreren Spinabsorptionsprozessen und deren Wirksamkeit. Ferner kann mit der benannten Mikrokontrollereinrichtung 9 beim behandeln von mehreren Körperteilen oder eines Körperbereichs mittels der Einrichtung beispielsweise auch der Vorschub einer Behandlungsliege innerhalb der Aktiv-Zone 2 (Fig. 1) der erfindungsgemäßen Vorrichtung gesteuert werden. Beispielhaft ist in Fig. 3 die Verbindung der Mikrokontrollsteuerung zum erfindungsgemäßen Funktionsgenerator 10 dargestellt. Der Funktionsgenerator 10 erzeugt unter anderem in den entsprechenden Schwingkreisen geeignete Frequenzen zur definierten Erzeugung von Kernspinresonanzen, die durch die Mikrokontrollereinrichtung gesteuert und überwacht werden. Ferner umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Anzeige 11, durch die beispielsweise der Patient oder eine Aufsichtsperson den Vorgang der Kernspinresonanzbehandlung genau zu überwachen vermag.

Ansprüche:

1. Vorrichtung zur Behandlung mit magnetischen Feldern, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Erzeugung von Spinresonanzen innerhalb des zu behandelnden biologischen Körpers.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch
  - einen Magneten zum Erzeugen eines Magnetfeldes,
  - ein Spulensystem zum Erzeugen eines magnetischen Wechselfeldes senkrecht zu dem Magnetfeld,
  - eine Steuerelektronik zum Ansteuern des Magneten und des Spulensystems zum Erzeugen einer Kernspinresonanz in zumindest einem Teil eines biologischen Körpers,
  - eine Einrichtung zum wiederholten Ansteuern der Steuerelektronik zum Erzeugen einer definierten Abfolge von Kernsprinresonanzen.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Einrichtung erzeugte Abfolge von Kernspinresonanzen mittels der Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  des zumindest einen Teils des biologischen Körpers bestimmbar ist und vorzugsweise eine Wiederholungsrate von ca.  $3T_1$  aufweist.
4. Vorrichtung nach einen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das durch das Spulensystem erzeugte magnetische Wechselfeld definierte Fourier-Komponenten umfaßt.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Detektionsspulen umfaßt, deren Detektionsachse senkrecht zum Magnetfeld des Magneten und senkrecht zur

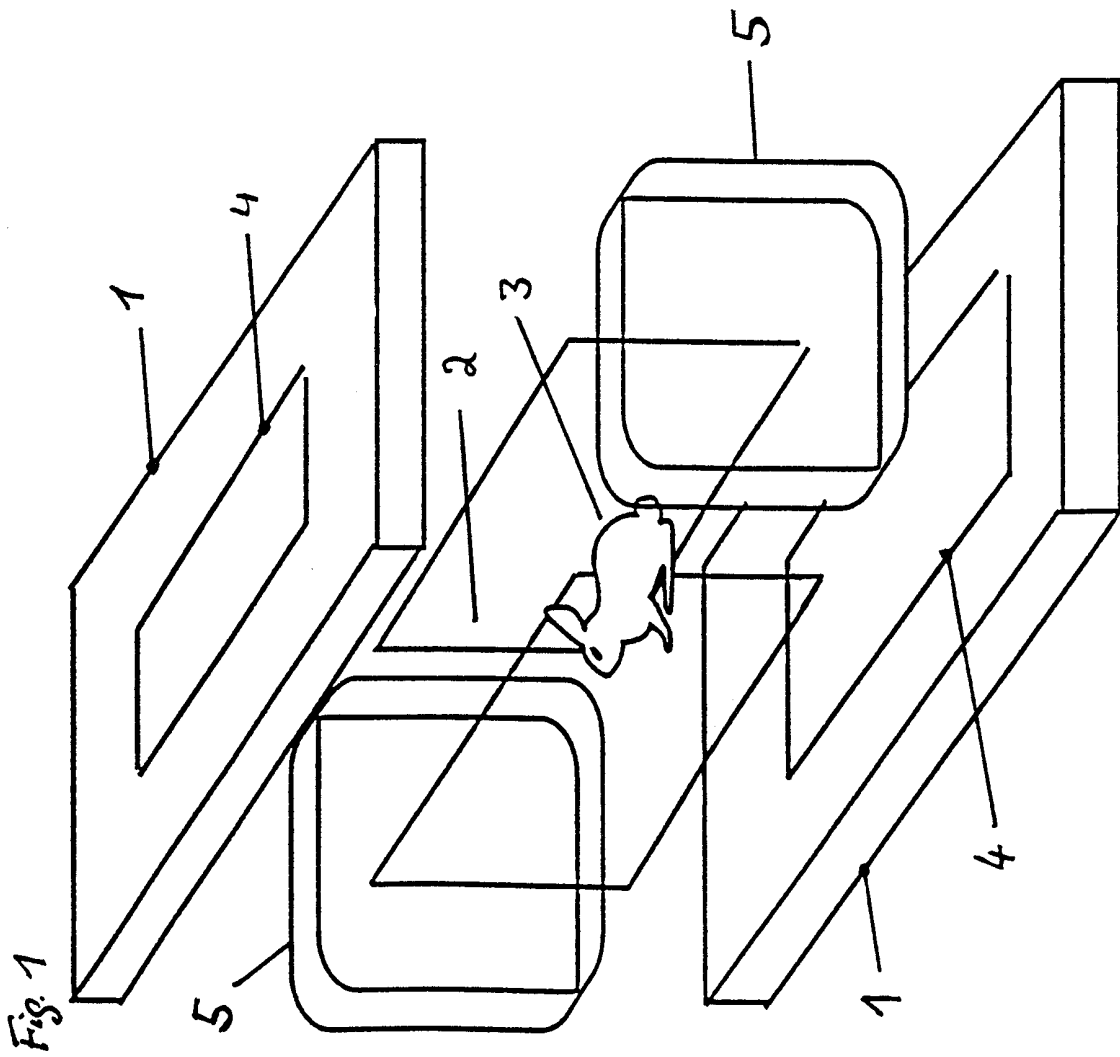
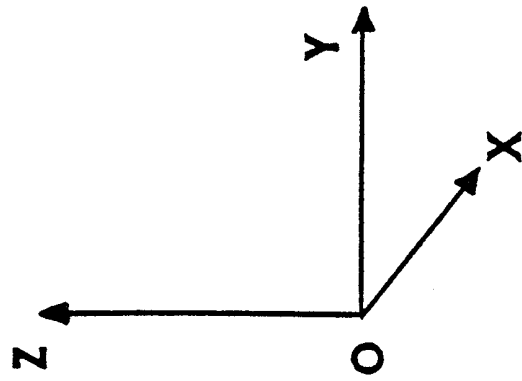
Achse des Spulensystems zum Erzeugen eines Wechselfeldes ausgebildet ist.

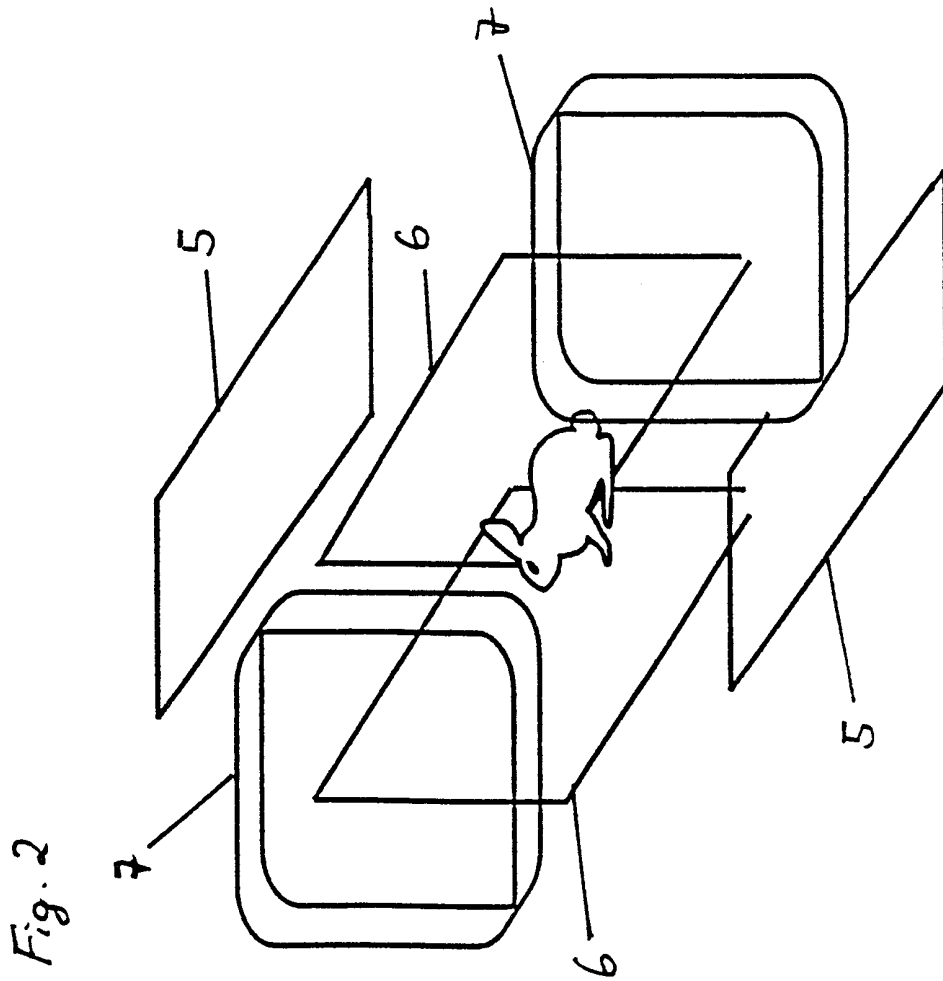
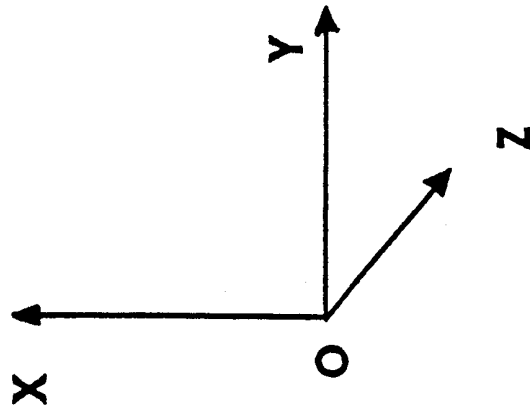
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik eine Auswerteeinrichtung umfaßt, mittels der die Spingitter-Relaxations-Zeit  $T_1$  bestimmbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik eine Meßeinrichtung umfaßt, durch die, die durch die Kernspinresonanz abgegebene Energie, meßbar ist.
8. Vorrichtung nach einen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das durch das Spulensystem erzeugte magnetische Wechselfeld definierte Fourier-Komponenten umfaßt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet eine Helmholtzspule umfaßt.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet einen Hartferrit Magneten umfaßt.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld des Magneten eine Abweichung von bis zu ca.  $\pm 0,5$  Gauß aufweisen kann.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet eine zusätzliche Hilfsspule zum Erzeugen eines magnetischen Hilfsfeldes aufweist und das Hilfsfeld das Magnetfeld des Magneten überlagern.

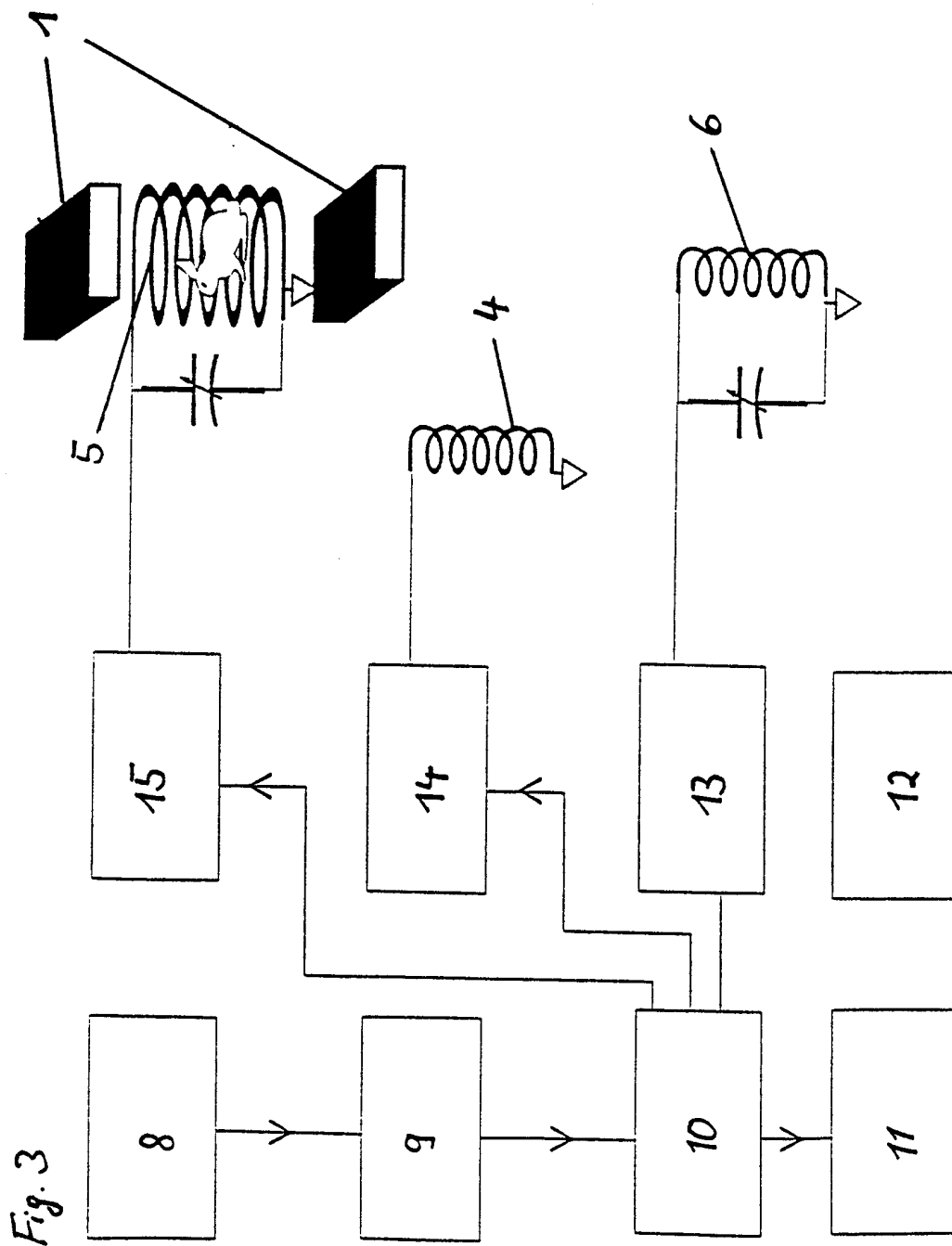
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik eine Steuereinrichtung zum Ansteuern der Hilfsspule umfaßt.
14. Verfahren zur Behandlung eines biologischen Körper innerhalb eines Magnetfelds, gekennzeichnet durch, die Verfahrensschritte:
  - a) Bestimmen der Wiederholungsrate für eine Abfolge von Kernspinresonanzen
  - b) Erzeugen einer Abfolge von Kernspinresonanzen gemäß der bestimmten Wiederholungsrate
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederholungsrate durch die Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  bestimmt werden kann
16. Verfahren nach den Ansprüchen 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederholungsrate einen Wert von vorzugsweise ca.  $3T_1$  aufweist.
17. Verfahren nach den Ansprüchen 14, 15 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Spin-Gitter-Relaxationszeit  $T_1$  mittels einer Spin-Echo-Messung oder aus bestehenden Datensätzen erfolgt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernspinresonanz im schnellen adiabatischen Durchlauf erfolgt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernspinresonanz, durch eine Einrichtung zur Feldverschiebung erfolgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernspinresonanz, durch eine Einrichtung zur Modulationsfrequenzverschiebung

erfolgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Spinresonanz, durch eine Einrichtung zur kombinierten Feld-Frequenz-Verschiebung erfolgt.







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PLI/DE 99/01722

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 A61N2/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 A61N A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 690 109 A (GOVIND RAKESH ET AL) 25 November 1997 (1997-11-25) the whole document	1
Y	---	2,5,7
X	WO 97 46277 A (UNIV WESTERN ONTARIO ;THOMAS ALEX W (CA); PRATO FRANK S (CA); KAVA) 11 December 1997 (1997-12-11) page 13, line 5 - line 22 page 27, line 8 - line 28 page 31, line 5 - line 20	1
Y	US 5 050 605 A (EYDELMAN GREGORY ET AL) 24 September 1991 (1991-09-24) the whole document	2,5,7
	---	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  11 November 1999		Date of mailing of the international search report  18/11/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Ferrigno, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01722

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 26 173 A (LIFE RESONANCES INC) 21 February 1991 (1991-02-21) cited in the application column 3, line 8 -column 4, line 66 column 6, line 27 -column 7, line 29 column 11, line 8 -column 12, line 64 figures ---	1,2,5,7
A	US 4 428 366 A (FINDL EUGENE ET AL) 31 January 1984 (1984-01-31) the whole document ---	1,2,5,7
A	US 5 224 922 A (KURTZ WARREN H) 6 July 1993 (1993-07-06) abstract column 3, line 14 - line 18 column 8, line 39 -column 9, line 35 column 12, line 40 -column 13, line 31 figures ---	1
A	DE 28 21 114 A (CHUO IRYO KK) 30 November 1978 (1978-11-30) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/DE99/01722

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.: **Claims: 14-21**  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  

PCT Rule 39.1(iv)- Methods for treatment of the human or animal body by therapy
  
- 2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PLI/DE 99/01722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5690109 A	25-11-1997	NONE	
WO 9746277 A	11-12-1997	AU 2946697 A CA 2257266 A EP 0910436 A	05-01-1998 11-12-1997 28-04-1999
US 5050605 A	24-09-1991	US 5583438 A	10-12-1996
DE 4026173 A	21-02-1991	AU 645511 B AU 5978990 A CA 2021506 A US 5441495 A	20-01-1994 21-02-1991 18-02-1991 15-08-1995
US 4428366 A	31-01-1984	NONE	
US 5224922 A	06-07-1993	NONE	
DE 2821114 A	30-11-1978	JP 53148191 A	23-12-1978

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01722

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 A61N2/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 A61N A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 690 109 A (GOVIND RAKESH ET AL) 25. November 1997 (1997-11-25) das ganze Dokument	1
Y	---	2,5,7
X	WO 97 46277 A (UNIV WESTERN ONTARIO ;THOMAS ALEX W (CA); PRATO FRANK S (CA); KAVA) 11. Dezember 1997 (1997-12-11) Seite 13, Zeile 5 - Zeile 22 Seite 27, Zeile 8 - Zeile 28 Seite 31, Zeile 5 - Zeile 20	1
Y	US 5 050 605 A (EYDELMAN GREGORY ET AL) 24. September 1991 (1991-09-24) das ganze Dokument	2,5,7
	---	
	--- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ferrigno, A

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01722

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 26 173 A (LIFE RESONANCES INC) 21. Februar 1991 (1991-02-21) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 8 -Spalte 4, Zeile 66 Spalte 6, Zeile 27 -Spalte 7, Zeile 29 Spalte 11, Zeile 8 -Spalte 12, Zeile 64 Abbildungen ---	1,2,5,7
A	US 4 428 366 A (FINDL EUGENE ET AL) 31. Januar 1984 (1984-01-31) das ganze Dokument ---	1,2,5,7
A	US 5 224 922 A (KURTZ WARREN H) 6. Juli 1993 (1993-07-06) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 18 Spalte 8, Zeile 39 -Spalte 9, Zeile 35 Spalte 12, Zeile 40 -Spalte 13, Zeile 31 Abbildungen ---	1
A	DE 28 21 114 A (CHUO IRYO KK) 30. November 1978 (1978-11-30) das ganze Dokument -----	1

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ernationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/ 01722

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr. 14-21  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich  
**Regel 39.1(iv) PCT – Verfahren zur therapeutischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers**
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01722

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5690109 A	25-11-1997	KEINE	
WO 9746277 A	11-12-1997	AU 2946697 A CA 2257266 A EP 0910436 A	05-01-1998 11-12-1997 28-04-1999
US 5050605 A	24-09-1991	US 5583438 A	10-12-1996
DE 4026173 A	21-02-1991	AU 645511 B AU 5978990 A CA 2021506 A US 5441495 A	20-01-1994 21-02-1991 18-02-1991 15-08-1995
US 4428366 A	31-01-1984	KEINE	
US 5224922 A	06-07-1993	KEINE	
DE 2821114 A	30-11-1978	JP 53148191 A	23-12-1978