



(10) **DE 10 2009 020 901 A1** 2010.11.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 020 901.8**

(22) Anmeldetag: **08.05.2009**

(43) Offenlegungstag: **11.11.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61L 17/00** (2006.01)

**A61L 17/10** (2006.01)

**A61B 17/04** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE; ITV  
Denkendorf Produktservice GmbH, 73770  
Denkendorf, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &  
Partner, 70174 Stuttgart**

(72) Erfinder:

**Odermatt, Erich, Dr., Schaffhausen, CH; Berndt,  
Ingo, Dr., 78532 Tuttlingen, DE; König, Silke, 78628  
Rottweil, DE; Oberhoffner, Sven, Dr., 71384  
Weinstadt, DE; Müller, Erhard, Dr., 70565 Stuttgart,  
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

**DE 10 2008 004574 A1**

**DE 10 2007 058256 A1**

**US 2009/01 12 259 A1**

**US 2007/02 93 892 A1**

**US 2007/00 05 110 A1**

**EP 20 55 323 A2**

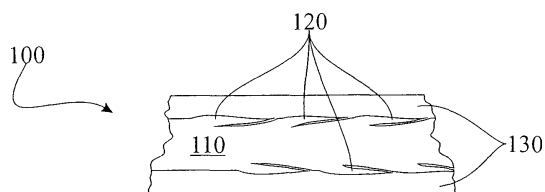
**WO 2009/0 59 147 A2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Beschichteter Faden mit Verankerungsstrukturen zur Verankerung in biologischen Geweben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Faden (100; 200), welcher sich insbesondere zur Verwendung als knotenloses oder selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial eignet. Der Faden (100; 200) umfasst einen Fadengrundkörper (110; 210) und Verankerungsstrukturen (120; 220), die auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet sind, zur Verankerung in biologischen, insbesondere menschlichen oder tierischen Geweben. Zumindest ein Teil der Verankerungsstrukturen (120; 220) ist zumindest teilweise von einer mittels Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, entfernbaren Beschichtung (130; 230) des Fadengrundkörpers (110; 210) bedeckt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Faden, welcher sich insbesondere zur Verwendung als knotenloses oder selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial eignet, ein Verfahren zur Herstellung des Fadens sowie chirurgische Verwendungen für den Faden.

**[0002]** Zum Verschluss von Wunden kommen in der Chirurgie standardmäßig fadenförmige Nahtmaterialien zum Einsatz. Diese werden gewöhnlich geknotet, um eine sichere Fixierung im Gewebe zu erzielen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die zu verschließenden Wunden mit einer optimalen Kraft an den Wundrändern vernäht werden. Werden die Wundränder beispielsweise zu locker und zu ungleichmäßig vernäht, besteht grundsätzlich das Risiko einer vermehrten Narbenbildung oder von Dehissenzen. Werden die Wundränder dagegen zu fest vernäht, besteht die Gefahr, dass die Wundränder nur beschränkt durchblutet werden, wodurch nekrotische Veränderungen im umliegenden Gewebereich auftreten können.

**[0003]** Zusätzlich zu dem Risiko von möglichen Folgekomplikationen, insbesondere erneuten chirurgischen Eingriffen, besteht daher immer ein gewisses Risiko, dass die auf Knotungen von Nahtmaterialien beruhenden Wundversorgungen zu Heilungsstörungen und unbefriedigenden kosmetischen Ergebnissen bei den betroffenen Patienten führen. Hinzu kommt, dass oftmals mehrere Knoten für einen sicheren Knotenhalt übereinander gesetzt werden müssen. Dies bedeutet einen hohen Materialeintrag im Bereich der zu versorgenden Wunde und kann zu verstärkten Fremdkörperreaktionen, insbesondere bei resorbierbaren Nahtmaterialien, führen.

**[0004]** Nahtmaterialien, welche im Gegensatz zu herkömmlichen bzw. konventionellen Fäden nicht verknotet werden müssen, sind unter der Bezeichnung „barbed sutures“ schon seit längerem bekannt. Derartige knotenlose bzw. selbstfixierende Nahtmaterialien bestehen gewöhnlich aus einem monofilen Faden, der entlang seiner Längsachse widerhakenförmige Strukturen, sogenannte „barbs“, aufweist. Entsprechende Nahtmaterialien sind beispielsweise in den Druckschriften US 3,123,077 A, EP 1 559 266 B1, EP 1 560 683 B1 und EP 1 556 946 B1 beschrieben. Die Widerhaken bzw. „barbs“ sind gewöhnlich derart auf einem Faden ausgebildet, dass der Faden entlang der Richtung der Widerhaken durch ein Gewebe gezogen werden kann. Bei Zug in die entgegengesetzte Richtung können die Widerhaken aufgestellt werden und verankern sich und damit auch den Faden im umliegenden Gewebereich. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Faden durch den Stichkanal zurückgezogen werden kann.

**[0005]** Obwohl der Faden, wie im vorherigen Abschnitt erwähnt, in der Regel entlang der Richtung seiner Widerhaken durch ein biologisches Gewebe gezogen wird, können durch die Widerhaken bedingte Gewebetraumata nie vollständig verhindert werden. Zur Umgehung dieses Problems wird in der US 6,241,747 B1, US 5,342,376 und der DE 10 2005 004 318 A1 die Verwendung einer schlauchförmigen Insertionsvorrichtung vorgeschlagen. Durch die Insertionsvorrichtung wird zunächst ein direkter Kontakt der Widerhaken mit dem Körpergewebe vermieden. Erst nach korrekter Platzierung des Nahtmaterials wird die Insertionsvorrichtung unter Freilegung der Widerhaken entfernt, und die Widerhaken können sich im umliegenden Gewebereich verankern. Die Verwendung von Insertionsvorrichtungen macht darauf basierende Operationsmethoden jedoch kompliziert und fehleranfällig.

**[0006]** Daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein knotenloses bzw. selbstfixierendes Nahtmaterial bereitzustellen, welches sich möglichst atraumatisch durch ein Gewebe ziehen lässt, ohne dass hierfür zusätzliche Hilfsmittel erforderlich sind.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Faden mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Fadens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 22. Weiterhin betrifft die Erfindung ein chirurgisches Implantat gemäß unabhängigem Anspruch 23. Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein chirurgisches Kit mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 24. Ebenso wird von der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Fadens gemäß unabhängigem Anspruch 25 unter Schutz gestellt. Bevorzugte Ausführungsformen des Herstellungsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 26 und 27. Des Weiteren sind Gegenstand der vorliegenden Erfindung auch die Verwendungen gemäß den unabhängigen Ansprüchen 28 und 29. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Faden handelt es sich um einen Faden, umfassend einen Fadengrundkörper und Verankerungsstrukturen zur Verankerung in biologischen, insbesondere menschlichen oder tierischen, Geweben, die auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sind. Der Fadengrundkörper ist in der Regel als länglicher Körper ausgebildet. Zumindest ein Teil der Verankerungsstrukturen ist zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, von einer mittels Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, entfernbaren Beschichtung des Fadengrundkörpers bedeckt. Vorzugsweise sind alle Verankerungsstrukturen von der Beschichtung des Fadengrundkörpers bedeckt. Der erfindungsge-

mäße Faden eignet sich vor allem als knotenloses oder selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial.

**[0009]** Als Flüssigkeiten zur Entfernung der erfindungsgemäß vorgesehenen Beschichtung kommen zweckmäßigerweise körpverträgliche Flüssigkeiten oder bevorzugt Körperflüssigkeiten selbst in Betracht. Beispiele für geeignete körpverträgliche Flüssigkeiten sind aus der Gruppe bestehend aus Wasser, Salz-, Elektrolyt-, Puffer- und Zuckerlösungen ausgewählt. Unter Körperflüssigkeiten sollen im Sinne der vorliegenden Erfindung insbesondere Gewebeflüssigkeit, Blut, Lymphe, Wundwasser bzw. Exsudat verstanden werden.

**[0010]** Bei den biologischen Geweben im Sinne der vorliegenden Erfindung kann es sich beispielsweise um Haut, Fett, Faszien, Knochen, Muskeln, Organe, Nerven, Blutgefäße, Bindegewebe, Sehnen oder Bänder handeln.

**[0011]** In einer bevorzugten sind Ausführungsform liegt der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen eingebettet, vorzugsweise vollständig eingebettet, in der Beschichtung vor.

**[0012]** In der Regel werden die Verankerungsstrukturen durch die Beschichtung in einer bestimmten Position auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers fixiert. Bevorzugt ist der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen durch die Beschichtung in einer von der Oberfläche des Fadengrundkörpers abstehenden Position fixiert. Besonders bevorzugt sind alle Verankerungsstrukturen durch die Beschichtung in einer von der Oberfläche des Fadengrundkörpers abstehenden Position fixiert.

**[0013]** In einer alternativen Ausführungsform ist der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen durch die Beschichtung in einer auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers anliegenden Position fixiert. Mit anderen Worten steht der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen in dieser Ausführungsform nicht von der Fadengrundkörperoberfläche ab. Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist es, wenn alle Verankerungsstrukturen durch die Beschichtung in einer auf der Fadengrundkörperoberfläche anliegenden Position fixiert sind.

**[0014]** Die Beschichtung ist vorzugsweise in Flüssigkeiten oder bei Kontakt mit Flüssigkeiten auflösbar bzw. in solchen löslich. Bevorzugt ist die Beschichtung in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten auflösbar bzw. in Körperflüssigkeiten löslich. Dadurch erübrigen sich mit besonderem Vorteil Maßnahmen zur Entfernung der Beschichtung, die ansonsten durch einen Anwender, beispielsweise durch einen Chirurgen, ergriffen werden müssten. Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich die Beschichtung in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten erst nach einer ge-

wissen Zeit auflöst. Dadurch wird dem Anwender des erfindungsgemäßen Fadens ausreichend Zeit für gegebenenfalls erforderliche Repositionierungen des Fadens eingeräumt. Zum Beispiel kann die Beschichtung derart ausgebildet sein, dass sie sich erst nach einigen Minuten in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten auflöst. Mit anderen Worten ist es erfindungsgemäß besonders bevorzugt, wenn die Beschichtung aus einem Material gebildet ist, welches sich in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten verzögert auflöst.

**[0015]** Grundsätzlich kann es erfindungsgemäß aber auch vorgesehen sein, dass die Beschichtung in bzw. bei Kontakt mit körpverträglichen Flüssigkeiten auflösbar bzw. in solchen Flüssigkeiten löslich ist. Dadurch kann die Beschichtung nach korrekter Positionierung des Fadens beispielsweise durch einen einfachen Spülvorgang entfernt werden. Erfindungsgemäß ist es weiterhin möglich, die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Ausführungsformen mit einer Spülung zu kombinieren, um die Entfernung der Beschichtung gegebenenfalls zu beschleunigen.

**[0016]** Die Beschichtung selbst ist vorzugsweise nach Art einer Ummantelung auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sein. Bevorzugt umgibt die Beschichtung den Fadengrundkörper einschließlich der Verankerungsstrukturen vollflächig. Die Beschichtung ist in der Regel in einer einheitlichen Schichtdicke auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet. Bevorzugt weist die Beschichtung einen Radiusanteil zwischen 5 und 100%, insbesondere 10 und 50%, bezogen auf einen Radius des Fadengrundkörpers (ohne davon abstehenden Verankerungsstrukturen), auf. Grundsätzlich kann der Faden einen Beschichtungsanteil zwischen 3 und 70 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Fadens, aufweisen. Geringe Beschichtungsanteile sind bevorzugt, da sich hierdurch die Entfernung der Beschichtung beschleunigen kann. Der Faden besitzt durch die Beschichtung bevorzugt eine reibungsmindernde, vorzugsweise im Wesentlichen glatte, Außenoberfläche.

**[0017]** Weiterhin kann die Beschichtung als Folie, Hülle, Membran, Schwamm, Schaum oder Gel auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sein.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform ist die Beschichtung porös, insbesondere offenporös, ausgebildet. Vorzugsweise weist die Beschichtung eine Porosität zwischen 30 und 90%, insbesondere 60 und 80%, auf, bezogen auf das Gesamtvolumen der Beschichtung. Je höher die Porosität der Beschichtung ist, desto weniger Beschichtungsmaterial muss entfernt werden, um die Verankerungsstrukturen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers freizulegen.

**[0019]** Der Fadengrundkörper und die Verankerungsstrukturen sind in einer weiteren Ausführungsform einstückig ausgebildet. Vorzugsweise sind die Verankerungsstrukturen als Einschnitte in die Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet. Die Verankerungsstrukturen können, wie bereits erwähnt, von der Fadengrundkörperoberfläche abstehen. Bei den Einschnitten kann es sich um mechanische, physiko-chemische, insbesondere lasererzeugte, oder thermische Einschnitte handeln. Zur Ausbildung von mechanischen Einschnitten können beispielsweise Schneidklingen verwendet werden. Entsprechende Schneidklingen sind häufig Bestandteil einer Schneidvorrichtung, welche zusätzlich ein Schneidbrett (Schneidwiderlager) sowie Halte- bzw. Fixierelemente, beispielsweise Schraubstock, Zwingen, Halte- oder Klemmbacken, für den einzuschneidenden Faden, umfasst. Thermische Einschnitte können beispielsweise mittels einer erhitzten Schneidklinge oder eines aufgeheizten, insbesondere elektrisch aufgeheizten, Schneidrahtes erzeugt werden. Zur Ausbildung von lasererzeugten Einschnitten können grundsätzlich sowohl Gaslaser, beispielsweise CO<sub>2</sub>-Laser, als auch Festkörperlaser, beispielsweise Nd:YAG-Laser, verwendet werden. Entsprechende Maßnahmen zur Erzeugung von Verankerungsstrukturen auf Fadenoberflächen sind dem Fachmann hinreichend bekannt, so dass auf weitergehende Ausführungen an dieser Stelle verzichtet wird.

**[0020]** In einer alternativen Ausführungsform sind die Verankerungsstrukturen derart an den Fadengrundkörper angeformt, dass sie dauerhaft (permanent) von der Fadengrundkörperoberfläche abstehen, d. h. nicht in eine mit der Fadengrundkörperoberfläche bündige Position überführbar sind. Entsprechende Verankerungsstrukturen können beispielsweise mittels Spritzgießen auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet werden. Insbesondere kann der erfindungsgemäße Faden mittels Spritzgießen hergestellt bzw. herstellbar sein.

**[0021]** In einer weitergehenden Ausführungsform sind die Verankerungsstrukturen haken-, insbesondere widerhaken-, wappen-, schild-, schuppen-, keil-, stachel-, pfeil-, V- und/oder W-förmig auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet. Besonders bevorzugt sind die Verankerungsstrukturen widerhakenförmig bzw. nach Art von Widerhaken auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet. Die Verankerungsstrukturen können außerdem an ihren von der Fadengrundkörperoberfläche abstehenden Enden spitz bzw. zugespitzt ausgebildet sein, um die Penetration in Geweben zu erleichtern.

**[0022]** Die Verankerungsstrukturen können grundsätzlich in unterschiedlichen Anordnungen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sein. Beispielsweise können die Verankerungsstrukturen eine lineare Anordnung, eine reihenförmige An-

ordnung, eine versetzte Anordnung, eine zickzackförmige Anordnung, eine spiralförmige Anordnung, eine zufällige Anordnung oder Kombinationen davon in Längs- und/oder Querrichtung, vorzugsweise in Längsrichtung, des Fadens aufweisen. Die vorstehend genannten Anordnungen sind in der Regel erst nach Entfernung der Beschichtung für den Anwender sichtbar. Besonders bevorzugt ist eine Anordnung, bei welcher die Verankerungsstrukturen über die gesamte Fadengrundkörperoberfläche verteilt sind, da sich der Faden in diesem Fall nach Entfernung der Beschichtung besonders fest in einem umliegenden Gewebebereich verankern lässt.

**[0023]** In einer weiteren Ausführungsform besitzt der erfindungsgemäße Faden zumindest einen Satz, insbesondere zwei, drei oder mehrere Sätze, von Verankerungsstrukturen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers. Unter einem Satz von Verankerungsstrukturen soll im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Anordnung von Verankerungsstrukturen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers verstanden werden, welche in Bezug auf die Konfiguration der Verankerungsstrukturen, insbesondere in Bezug auf die Höhe der Verankerungsstrukturen, die Länge der Verankerungsstrukturen, die Schnitttiefe der Verankerungsstrukturen, den Winkel, in welchem die Verankerungsstrukturen von der Fadengrundkörperoberfläche abstehen, die Ausrichtung bzw. Orientierung der Verankerungsstrukturen und/oder die Form bzw. Gestalt der Verankerungsstrukturen, übereinstimmt. Auch die Anzahl der Sätze und die Konfiguration ihrer Verankerungsstrukturen sind für gewöhnlich erst nach Entfernung der Beschichtung zu erkennen.

**[0024]** Erfindungsgemäß können die Verankerungsstrukturen unidirektional auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sein. Bevorzugt sind die Verankerungsstrukturen bidirektional auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet. Unter einer bidirektionalen Anordnung von Verankerungsstrukturen soll hierbei eine Anordnung verstanden werden, bei welcher die Verankerungsstrukturen in zwei unterschiedliche Richtungen (bidirektional) auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet sind. Bevorzugt sind die Verankerungsstrukturen in Längsrichtung des Fadens für einen ersten Fadenabschnitt in Richtung eines übrigen zweiten Fadenabschnitts und für den übrigen zweiten Fadenabschnitt in Richtung des ersten Fadenabschnitts ausgebildet. Beispielsweise können die Verankerungsstrukturen, in Längsrichtung des Fadens betrachtet, für einen ersten Fadenabschnitt in Richtung Mitte des Fadens und für einen übrigen zweiten Fadenabschnitt ebenso in Richtung Mitte des Fadens ausgebildet sein. Die Länge der Fadenabschnitte kann dabei in etwa der Hälfte der Fadenlänge entsprechen, so dass die Fadenmitte eine Art Symmetriezentrum bildet.

**[0025]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weist die Oberfläche des Fadengrundkörpers zumindest zwei bidirektionale Anordnungen von Verankerungsstrukturen auf. In diesem Fall ist es bevorzugt, wenn in Bezug auf eine erste bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen in Umfangsrichtung des Fadens um etwa 180 Grad und vorzugsweise versetzt zu der ersten bidirektionalen Anordnung eine zweite bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet ist. Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Faden insgesamt drei bidirektionale Anordnungen von Verankerungsstrukturen aufweist. In diesem Fall ist es bevorzugt, wenn in Bezug auf eine erste bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen in Umfangsrichtung des Fadens um etwa 120 Grad und vorzugsweise versetzt zu der ersten bidirektionalen Anordnung eine zweite bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet ist, welche wiederum in Umfangsrichtung des Fadens um etwa 120 Grad und vorzugsweise versetzt in Bezug auf eine dritte bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen ausgebildet ist, so dass die dritte bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen in Umfangsrichtung des Fadens ebenso um etwa 120 Grad und vorzugsweise versetzt in Bezug auf die erste bidirektionale Anordnung von Verankerungsstrukturen ausgebildet ist.

**[0026]** In einer weitergehenden Ausführungsform besitzen die Verankerungsstrukturen eine sich periodisch ändernde, insbesondere alternierende, Orientierung auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers. Beispielsweise können die Verankerungsstrukturen, in Längsrichtung des Fadens betrachtet, für einen ersten Fadenabschnitt in Richtung eines zweiten Fadenabschnitts und für den zweiten Fadenabschnitt in Richtung des ersten Fadenabschnitts, für einen sich an den zweiten Fadenabschnitt anschließenden dritten Fadenabschnitt in Richtung eines sich an den dritten Fadenabschnitt anschließenden vierten Fadenabschnitts, für den vierten Fadenabschnitt in Richtung des dritten Fadenabschnitts usw. ausgebildet sein.

**[0027]** In einer möglichen Ausführungsform ist die Beschichtung des Fadens in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten erweichbar bzw. schmelzbar. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Beschichtung dabei in eine niederviskose Schmelze überführt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Beschichtung, nachdem sie geschmolzen ist, relativ rasch von der Fadengrundkörperoberfläche wegdiffundieren kann und/oder weggespült werden kann, wodurch die Verankerungsstrukturen auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers freigelegt werden.

**[0028]** In der Regel weist die Beschichtung ein bioverträgliches Beschichtungsmaterial, insbesondere

ein bioverträgliches Oligomer und/oder Polymer, auf. Die Beschichtung kann insbesondere im Wesentlichen aus dem Beschichtungsmaterial bestehen. Bei dem Beschichtungsmaterial kann es sich um ein synthetisches Polymer und/oder natürlich vorkommendes Polymer bzw. Biopolymer handeln. Des Weiteren kann es sich bei dem Polymer um ein Copolymer handeln. Unter einem Copolymer im Sinne der vorliegenden Erfindung soll ein Polymer verstanden werden, welches aus zwei oder mehr Monomereinheiten zusammengesetzt ist. Demnach kann es sich bei erfindungsgemäß in Frage kommenden Copolymeren auch um Ter- oder Tetrapolymere handeln. Das Polymer kann insbesondere ein statistisches Copolymer oder ein Blockcopolymer sein. Erfindungsgemäß kann das Polymer auch ein Blockterpolymer sein. Bevorzugt sind Polymere mit einer Glasübergangs- bzw. Erweichungstemperatur zwischen 30 und 37°C.

**[0029]** Bevorzugt ist das Beschichtungsmaterial aus der Gruppe bestehend aus Proteine, Polysaccharide, Polyhydroxyalkanoate, Oligohydroxyalkanoate, Salze davon, Derivate davon und Kombinationen davon ausgewählt. Die Polysaccharide können beispielsweise aus der Gruppe Alkylcellulosen, Hydroxyalkylcellulosen, Carboxyalkylcellulosen, Glykosaminoglykane, Salze davon, Derivate davon und Kombinationen davon ausgewählt sein. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Beschichtungsmaterial aus der Gruppe bestehend aus Polyvinylalkohol (PVA), Polyvinylpyrrolidon, Collagen, Gelatine, Elastin, Retikulin, Albumin, Dextran, Amylose, Amylopektin, Stärke, Chitosan, Methylcellulose, Carboxymethylcellulose, Hydroxymethylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Hydroxyethylmethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Hydroxypropylmethylcellulose, Hydroxybutylcellulose, Hyaluronsäure, Heparin, Heparansulfat, Chondroitin-4-sulfat, Chondroitin-6-sulfat, Dermatansulfat, Keratansulfat, Salze davon, Derivate davon und Kombinationen davon ausgewählt.

**[0030]** In einer weitergehenden Ausführungsform sind die vorstehend genannten Polyhydroxyalkanoate aus der Gruppe bestehend aus Polylactid, Polyglycolid, Polytrimethylencarbonat, Polycaprolacton, Poly-p-Dioxanon, Copolymere davon und Mischungen davon ausgewählt. Die im vorherigen Absatz aufgeführten Oligohydroxyalkanoate können Lactid, Glycolid, Trimethylencarbonat, Caprolacton und/oder p-Dioxanon umfassen.

**[0031]** Der Fadengrundkörper und die Verankerungsstrukturen können grundsätzlich aus allen hierfür geeigneten Materialien, vorzugsweise Polymeren, gebildet sein. Dabei können der Fadengrundkörper und die Verankerungsstrukturen verschiedene Materialien, insbesondere verschiedene Polymere, aufweisen oder aus verschiedenen Materialien, insbesondere verschiedenen Polymeren, gebildet sein. Bevorzugt weisen der Fadengrundkörper und die

Verankerungsstrukturen gleiche Materialien, insbesondere gleiche Polymere, auf oder sind aus gleichen Materialien, insbesondere gleichen Polymeren, gebildet. Bei den Polymeren kann es sich um resorbierbare, teilresorbierbare oder nicht resorbierbare Polymere handeln. Die Polymere können als Homo-, Co-, Ter- oder Tetrapolymere usw. vorliegen. Des Weiteren kann es sich bei den Polymeren um Blockpolymere, insbesondere Blockco- oder Blockterpolymere, handeln. Die Verwendung von statistischen bzw. zufälligen oder alternierenden Co- oder Terpolymeren ist erfindungsgemäß möglich.

**[0032]** Sind der Fadengrundkörper und/oder die Verankerungsstrukturen aus resorbierbaren Polymeren gebildet, so sind die Polymere bevorzugt aus der Gruppe bestehend aus Polylactid, Polyglykolid, Poly- $\epsilon$ -Caprolacton, Poly-para-Dioxanon, Polytrimethylencarbonat, Polyhydroxybutyrat, Copolymere davon, Terpolymere davon und Mischungen davon ausgewählt. Ein geeignetes Polyhydroxybutyrat ist Poly-3-hydroxybutyrat und/oder Poly-4-hydroxybutyrat. Besonders bevorzugt sind resorbierbare Co- oder Terpolymere, insbesondere resorbierbare Blockco- oder Blockterpolymere, welche ein Monomer aus der Gruppe bestehend aus Lactid, Glykolid, Trimethylencarbonat, para-Dioxanon,  $\epsilon$ -Caprolacton, 3-Hydroxybutyrat, 4-Hydroxybutyrat und Kombinationen davon aufweisen. Beispielsweise können der Fadengrundkörper und/oder die Verankerungsstrukturen aus einem Triblockterpolymer, umfassend Glykolid, Trimethylencarbonat und  $\epsilon$ -Caprolacton, gebildet sein. Ein derartiges Triblockterpolymer ist unter der Bezeichnung Monosyn<sup>®</sup> kommerziell erhältlich.

**[0033]** Als nicht resorbierbare Materialien für den Fadengrundkörper und/oder die Verankerungsstrukturen können Polymere aus der Gruppe bestehend aus Polyolefine, Polyester, Polyamide, Polyurethane, Copolymere davon, Terpolymere davon und Mischungen davon, verwendet werden. Beispielhaft werden Polypropylen, Polyethylenterephthalat, Polytetrafluorethylen, lineare und vorzugsweise aliphatische Polyurethane und/oder Nylon genannt.

**[0034]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der erfindungsgemäße Faden Wirkstoffe, insbesondere antimikrobielle, desinfizierende, entzündungshemmende, schmerzstillende, wachstumsfördernde und/oder geruchsbekämpfende Wirkstoffe, enthalten. Die Wirkstoffe können in dem Fadengrundkörper, den Verankerungsstrukturen und/oder in der Beschichtung enthalten sein. In der Regel sind die Wirkstoffe jedoch im Fadengrundkörper und/oder in den Verankerungsstrukturen enthalten, da sie in diesem Fall eine längere Wirkung im Körper eines menschlichen oder tierischen Patienten entfalten können.

**[0035]** In der Regel weist der erfindungsgemäße

Faden, insbesondere der Fadengrundkörper, einen kreisförmigen Querschnitt auf. Allerdings sind grundsätzlich auch andere Querschnittsformen denkbar. Beispielsweise kann der Faden, insbesondere der Fadengrundkörper, einen ovalen, dreieckigen, trilobalen, quadratischen, trapezoidalen, romboiden, pentagonalen bzw. fünfeckigen, hexagonalen bzw. sechseckigen, stern- oder kreuzförmigen Querschnitt aufweisen.

**[0036]** Der erfindungsgemäße Faden kann grundsätzlich mono- oder multifil ausgebildet sein. Ist der Faden ein Multifilament, insbesondere Multifilamentgarn, kann der Faden zusätzlich geflochten vorliegen. Erfindungsgemäß ist es jedoch besonders bevorzugt, wenn der Faden als Monofilament ausgebildet ist.

**[0037]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem Faden um ein chirurgisches Nahtmaterial, insbesondere knotenloses bzw. selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial.

**[0038]** In einer weiteren Ausführungsform ist der Faden an zumindest einem Ende, insbesondere an beiden Enden, mit einem chirurgischen Einführinstrument, in der Regel einer chirurgischen Nadel, armiert. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das chirurgische Einführinstrument zur Armierung des Fadens eine Bohrung aufweist, in die der Faden eingeführt werden kann. Nach Einführung des Fadens in die Bohrung kann das chirurgische Einführinstrument dann im Bereich der Bohrung zusammengepresst bzw. gebördelt werden.

**[0039]** In der Regel liegt der erfindungsgemäße Faden verstreckt vor. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass der Faden als chirurgisches Nahtmaterial ausgebildet ist. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, dass der erfindungsgemäße Faden unverstreckt vorliegt.

**[0040]** In einer weiteren Ausführungsform liegt der Faden in sterilisiertem, konfektioniertem und insbesondere verpacktem Zustand vor.

**[0041]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein chirurgisches Implantat, welches zumindest einen Faden gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst. Vorzugsweise ist das Implantat als textiles Implantat ausgebildet. Beispiele für mögliche Implantate sind aus der Gruppe Herniennetz, Prolapsnetz, Harninkontinenzband und Wundverbände ausgewählt. Besonders bevorzugt ist das chirurgische Implantat jedoch als chirurgisches Nahtmaterial ausgebildet, welches zumindest ein Faden gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst. Bezüglich weiterer Merkmale und Einzelheiten, insbesondere im Hinblick auf den erfindungsgemäßen Faden, wird vollständig auf die bisherige Beschreibung Bezug ge-

nommen.

**[0042]** Des Weiteren wird von der vorliegenden Erfindung auch ein chirurgisches Kit umfasst. Das Kit umfasst zumindest ein chirurgisches Einführinstrument, insbesondere eine chirurgische Nadel oder eine chirurgische Kanüle, und zumindest einen Faden gemäß der vorliegenden Erfindung. Bezüglich weiterer Merkmale und Einzelheiten wird ebenso vollständig auf die bisherige Beschreibung verwiesen.

**[0043]** Die Erfindung betrifft weiterhin auch ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Fadens. Zur Herstellung des Fadens wird eine mittels Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, entfernbare Beschichtung auf die Oberfläche eines Fadengrundkörpers, auf dessen Oberfläche Verankerungsstrukturen zur Verankerung in biologischen, insbesondere menschlichen oder tierischen, Geweben ausgebildet sind, aufgebracht.

**[0044]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Beschichtung mittels einer Ummantlungsextrusion auf die Oberfläche des Fadengrundkörpers aufgebracht, wodurch die Verankerungsstrukturen zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, bedeckt, insbesondere eingebettet, werden. Die Technik der Ummantlungsextrusion von Fäden ist dem Fachmann hinreichend bekannt, so dass auf weitergehende Ausführungen an dieser Stelle verzichtet wird.

**[0045]** In einer alternativen Ausführungsform wird die Beschichtung mittels folgender Schritte auf die Oberfläche des Fadengrundkörpers aufgebracht:

- a) Eintauchen des Fadengrundkörpers in eine Lösung oder Suspension, enthaltend ein Beschichtungsmaterial,
- b) Herausnehmen des Fadengrundkörpers aus der Lösung bzw. Suspension,
- c) Trocknen des Fadengrundkörpers unter Ausbildung des Fadens.

**[0046]** Als Lösungsmittel zur Bereitstellung einer Lösung bzw. Suspension, welche das Beschichtungsmaterial enthält, eignen sich grundsätzlich Wasser, Methanol, Ethanol, Propanol, Isopropanol und/oder Aceton.

**[0047]** Das Beschichtungsmaterial kann in der Lösung bzw. Suspension in einer Konzentration zwischen 5 und 70 Gew.-%, insbesondere 10 und 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung bzw. Suspension, enthalten sein. Erfindungsgemäß kann es insbesondere vorgesehen sein, dass das Beschichtungsmaterial während des Eintauchens des Fadengrundkörpers in die Lösung bzw. Suspension zur Ausfällung gebracht wird, wodurch sich ein Niederschlag auf dem zu beschichtenden

Fadengrundkörper bildet, welcher den Fadengrundkörper vorzugsweise vollständig bedeckt. Die Ausfällung des Beschichtungsmaterials kann beispielsweise durch eine Änderung der Konzentration, der Temperatur und/oder des pH-Werts der Lösung bzw. Suspension erfolgen. Gegebenenfalls kann der Schritt a) des erfindungsgemäßen Verfahrens auch mehrmals wiederholt werden, um auf diese Weise beispielsweise eine vollflächige Beschichtung des Fadengrundkörpers und/oder eine größere Schichtdicke zu erzielen.

**[0048]** Zum Aufbringen der Beschichtung kann der Fadengrundkörper gemäß einer weitergehenden Ausführungsform durch ein rohrförmiges Hilfsinstrument, dessen Durchmesser dem Durchmesser des Fadengrundkörpers ohne Verankerungsstrukturen entspricht, gezogen werden, wobei die Beschichtung unmittelbar bei Austritt des Fadengrundkörpers aus dem Hilfsinstrument auf die Oberfläche des Fadengrundkörpers aufgebracht wird. Wird der Fadengrundkörper durch ein derartiges Hilfsinstrument gezogen, so werden die (vom Fadengrundkörper abstehenden) Verankerungsstrukturen an die Fadengrundkörperoberfläche gepresst. Durch die aufgebraute Beschichtung können die Verankerungsstrukturen in dieser Position fixiert bzw. gehalten werden. Erfindungsgemäß ist es grundsätzlich auch möglich, dass das Beschichtungsmaterial durch Düsen in das Hilfsinstrument eingespritzt wird.

**[0049]** In einer weiteren Ausführungsform wird der Fadengrundkörper vor dem Eintauchen in eine Lösung bzw. Suspension, welche ein geeignetes Beschichtungsmaterial enthält, in ein rohrförmiges, mit Öffnungen versehenes Hilfsinstrument eingeführt, dessen Durchmesser dem Durchmesser des Fadengrundkörpers ohne Verankerungsstrukturen entspricht. Anschließend wird das Hilfsinstrument (einschließlich des eingeführten Fadengrundkörpers) bei dieser Ausführungsform in die Lösung bzw. Suspension eingetaucht.

**[0050]** Das Trocknen des Fadens kann grundsätzlich bei Raumtemperatur, in einem Wärmeofen, mittels eines Warmluftstromes, mittels Infrarotbestrahlung oder anderen dem Fachmann bekannten Techniken durchgeführt werden.

**[0051]** Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich auch die Verwendung des erfindungsgemäßen Fadens zur Herstellung eines chirurgischen Implantats, insbesondere chirurgischen Nahtmaterials, bevorzugt knotenlosen bzw. selbstfixierenden chirurgischen Nahtmaterials. Das chirurgische Implantat, vorzugsweise chirurgische Nahtmaterial, eignet sich vor allem zur Fixierung oder Straffung von biologischem, insbesondere menschlichem oder tierischem, Gewebe. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Fadens stellt die plasti-

sche Chirurgie dar. Dort wird der Faden vorzugsweise zur Hautraffung bzw. zum Lifting, beispielsweise Augenbrauenliftung („Eyebrow lift“), verwendet. Weitere Anwendungsgebiete betreffen die Wangen- und/oder Kinnlinienkorrektur. Darüber hinaus eignet sich der erfindungsgemäße Faden auch für andere chirurgische Indikationen, insbesondere für Indikationen, bei denen der Einsatz von herkömmlichen Nahtmaterialien aufgrund sterischer Hinderungen erschwert ist. So kann der Faden gemäß der vorliegenden Erfindung beispielsweise bei laparoskopischen Eingriffen, insbesondere zur Fixierung von Netzen, beispielsweise Hernien, Prolaps- oder Harninkontinenznetzen verwendet werden. Demnach betrifft ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung die Verwendung des Fadens zur Herstellung eines Fixiermittels für Implantate, insbesondere textile Implantate, vorzugsweise Netze. Ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet für den Faden betrifft die Durchführung von Anastomosen, insbesondere Gefäß- oder Darmanastomosen. Ein weiteres Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Fadens betrifft die Herstellung eines Fixiermittels für Implantate, insbesondere textile Implantate, vorzugsweise Netze. Bezüglich weiterer Merkmale und Einzelheiten wird auf die bisherige Beschreibung Bezug genommen.

**[0052]** Durch die vorliegende Erfindung wird ein Faden, insbesondere chirurgischer Faden, bereitgestellt, der sich vor allem zur Verwendung als knotenloses bzw. selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial eignet. Der Fadengrundkörper weist eine mittels Flüssigkeiten, bevorzugt Körperflüssigkeiten, entfernbare Beschichtung auf, die vorzugsweise alle Verankerungsstrukturen, die auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers ausgebildet sind, bedeckt, insbesondere einbettet. Die Außenoberfläche des Fadens ist infolge der Beschichtung vorzugsweise glatt ausgebildet. Auf diese Weise ist ein schonendes und weitgehend atraumatisches Einziehen des Fadens in ein biologisches Gewebe möglich, da die Verankerungsstrukturen während dieses Vorgangs nicht in Berührung mit dem Gewebe kommen. Dadurch entfällt der Einsatz von Insertionsvorrichtungen, wie sie einleitend beschrieben worden sind. Dies macht die Handhabung des Fadens für einen Mediziner bzw. Chirurgen weitgehend komplikations- und risikoarm. Darüber hinaus steht einem Mediziner bzw. Chirurgen durch die erfindungsgemäß vorgesehene Beschichtung auch mehr Zeit zur Verfügung, um den Faden unter medizinischen bzw. chirurgischen Gesichtspunkten korrekt in Position zu bringen. Gegebenenfalls können auch mehrmalige Repositionierungen des Fadens durchgeführt werden, ohne dass hieraus zusätzliche Gewebetrauma resultieren. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Verankerungsstrukturen elastisch ausgebildet sind bzw. eine gewisse Elastizität besitzen, so dass sie sich nach Entfernung der Beschichtung vorzugsweise von selbst aufstellen.

**[0053]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand von Figurenbeschreibungen in Verbindung mit den Merkmalen der Unteransprüche und den Figuren. Hierbei können einzelne Merkmale jeweils für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein.

**[0054]** Die Figuren zeigen schematisch:

**[0055]** [Fig. 1](#): eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fadens,

**[0056]** [Fig. 2](#): eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fadens.

**[0057]** Der in [Fig. 1](#) schematisch dargestellte Faden **100** weist einen Fadengrundkörper **110** und Verankerungsstrukturen **120**, die auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers **110** ausgebildet sind, auf. Der Fadengrundkörper **110** wird vorzugsweise vollflächig von einer Beschichtung **130** bedeckt. Die Verankerungsstrukturen **120** werden durch die Beschichtung **130** in einer möglichst eng an die Fadengrundkörperoberfläche anliegenden Position fixiert. Die Verankerungsstrukturen **120** können beispielsweise als Einschnitte auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers **110** ausgebildet sein. Die Beschichtung **130** erfüllt den Zweck, ein möglichst atraumatisches Einziehen in bzw. ein möglichst atraumatisches Durchziehen durch ein biologisches Gewebe zu ermöglichen. Die Beschichtung **130** ist bevorzugt in bzw. bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten auflösbar. Idealerweise löst sich das Beschichtungsmaterial jedoch erst mit Verzögerung auf, so dass der Faden **100** im Bedarfsfall durch einen Mediziner bzw. Chirurgen repositioniert, gegebenenfalls auch mehrmals repositioniert, werden kann. Alternativ oder in Kombination dazu kann die Beschichtung **130** auch mittels hierfür geeigneter Spülflüssigkeiten entfernt werden. Als Spülflüssigkeiten eignen sich grundsätzlich alle wässrigen, körperverträglichen Flüssigkeiten. Beispielfhaft werden physiologische Puffer-, Elektrolyt-, Salz- oder Zuckerslösungen genannt. Die Spülflüssigkeiten können gegebenenfalls Wirkstoffe, beispielsweise antimikrobielle, desinfizierende und/oder entzündungshemmende Wirkstoffe, enthalten.

**[0058]** Der in [Fig. 2](#) schematisch dargestellte erfindungsgemäße Faden **200** weist ebenso einen Fadengrundkörper **210** und Verankerungsstrukturen **220** auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers **210** auf. Die Verankerungsstrukturen **220** sind von einer Beschichtung **230** des Fadengrundkörpers **210** derart bedeckt, dass die Verankerungsstrukturen **220** in der Beschichtung **230** eingebettet vorliegen und durch die Beschichtung **230** in einer von der Fadengrundkörperoberfläche abstehenden Position fixiert werden. Bezüglich weiterer Merkmale und Einzelheiten



ten wird auf die zur [Fig. 1](#) gemachten Ausführungen verwiesen.

**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**

- US 3123077 A [0004]
- EP 1559266 B1 [0004]
- EP 1560683 B1 [0004]
- EP 1556946 B1 [0004]
- US 6241747 B1 [0005]
- US 5342376 [0005]
- DE 102005004318 A1 [0005]

### Patentansprüche

1. Faden (**100; 200**), insbesondere zur Verwendung als knotenloses oder selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial, umfassend einen Fadengrundkörper (**110; 210**) und Verankerungsstrukturen (**120; 220**), die auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) ausgebildet sind, zur Verankerung in biologischen, insbesondere menschlichen oder tierischen, Geweben, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil der Verankerungsstrukturen (**120; 220**) zumindest teilweise von einer mittels Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, entfernbaren Beschichtung (**130; 230**) des Fadengrundkörpers (**110; 210**) bedeckt ist.

2. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen (**120; 220**) in der Beschichtung (**130; 230**) vorzugsweise vollständig eingebettet vorliegt.

3. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen (**120; 220**) durch die Beschichtung (**130; 230**) in einer von der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) abstehenden Position fixiert ist.

4. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Teil der Verankerungsstrukturen (**120; 220**) durch die Beschichtung (**130; 230**) in einer auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) anliegenden Position fixiert ist.

5. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Beschichtung (**130; 230**) um eine in Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, auflösbare Beschichtung handelt.

6. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) nach Art einer Ummanntelung auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) ausgebildet ist, welche den Fadengrundkörper (**110; 210**) vorzugsweise vollflächig umgibt.

7. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) einen Radiusanteil zwischen 5 und 100%, insbesondere 10 und 50%, bezogen auf einen Radius des Fadengrundkörpers (**110; 210**), aufweist.

8. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) als Folie, Hülle oder Membran ausgebildet ist.

9. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Faden (**100; 200**) durch die Beschichtung (**130; 230**) eine reibungsmindernde, vorzugsweise eine im Wesentlichen glatte, Außenoberfläche besitzt.

10. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) porös ausgebildet ist, vorzugsweise eine Porosität zwischen 30 und 90%, insbesondere 60 und 80%, aufweist, bezogen auf das Gesamtvolumen der Beschichtung (**130; 230**).

11. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) als Einschnitte in die Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) ausgebildet sind.

12. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) widerhaken-, wappen-, schild-, schuppen-, keil-, stachel-, pfeil-, V- und/oder W-förmig, vorzugsweise wiederhakenförmig bzw. nach Art von Widerhaken, auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) ausgebildet sind.

13. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) unidirektional auf der Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) ausgebildet sind.

14. Faden (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) bidirektional auf der Fadengrundkörperoberfläche ausgebildet sind, wobei die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) vorzugsweise in Längsrichtung des Fadens (**100; 200**) für einen ersten Fadenabschnitt in Richtung eines übrigen zweiten Fadenabschnittes und für den übrigen zweiten Fadenabschnitt in Richtung des ersten Fadenabschnittes ausgebildet sind.

15. Faden (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verankerungsstrukturen (**120; 220**) auf der Fadengrundkörperoberfläche eine sich periodisch ändernde, vorzugsweise alternierende, Orientierung besitzen.

16. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten erweichbar ist, vorzugsweise unter Ausbildung einer niederviskosen Schmelze.

17. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) ein bioverträgliches Ma-

terial, insbesondere Oligomer und/oder Polymer, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Proteine, Polysaccharide, Polyhydroxyalkanoate, Oligohydroxyalkanoate, Derivate davon und Kombinationen davon, aufweist.

18. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Material aus der Gruppe bestehend aus Polyvinylalkohol (PVA), Polyvinylpyrrolidon, Kollagen, Gelatine, Elastin, Albumin, Dextran, Amylose, Amylopektin, Stärke, Chitosan, Carboxymethylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Hyaluronsäure, Chondroitinsulfat, Derivate davon und Kombinationen davon ausgewählt ist.

19. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Polyhydroxyalkanoate ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Polylactid, Polyglycolid, Polytrimethylencarbonat, Polycaprolacton, Poly-p-Dioxanon, Copolymere davon und Mischungen davon.

20. Faden (**100; 200**) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Oligohydroxyalkanoate Lactid, Glycolid, Trimethylencarbonat, Caprolacton und/oder p-Dioxanon umfassen.

21. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Faden (**100; 200**) um ein chirurgisches Nahtmaterial, insbesondere knotenloses bzw. selbstfixierendes chirurgisches Nahtmaterial, handelt.

22. Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Faden (**100; 200**) an zumindest einem Ende, insbesondere an beiden Enden, mit einem chirurgischen Einführinstrument armiert ist.

23. Chirurgisches Implantat, vorzugsweise in Form eines chirurgischen Nahtmaterials, umfassend zumindest einen Faden (**100; 200**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

24. Chirurgisches Kit, umfassend zumindest ein chirurgisches Einführinstrument und zumindest einen Faden (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 oder ein chirurgisches Implantat nach Anspruch 23.

25. Verfahren zur Herstellung eines Fadens (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass eine mittels Flüssigkeiten, insbesondere Körperflüssigkeiten, entfernbare Beschichtung (**130; 230**) auf die Oberfläche eines Fadengrundkörpers (**110; 210**), auf dessen Oberfläche Verankerungsstrukturen (**120; 220**) zur Verankerung in biologischen, insbesondere menschlichen oder tierischen, Geweben ausgebildet sind, aufgebracht wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) mittels einer Ummantlungsextrusion auf die Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) aufgebracht wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (**130; 230**) mittels folgender Schritte auf die Oberfläche des Fadengrundkörpers (**110; 210**) aufgebracht wird:

- a) Eintauchen des Fadengrundkörpers (**110; 210**) in eine Lösung oder Suspension, enthaltend ein Beschichtungsmaterial,
- b) Herausnehmen des Fadengrundkörpers (**110; 210**) aus der Lösung bzw. Suspension,
- c) Trocknen des Fadengrundkörpers (**110; 210**) unter Ausbildung des Fadens (**100; 200**).

28. Verwendung eines Fadens (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 zur Herstellung eines chirurgischen Implantats, insbesondere eines knotenlosen bzw. selbstfixierenden chirurgischen Nahtmaterials, vorzugsweise zur Fixierung oder Straffung von biologischem, insbesondere menschlichem oder tierischem, Gewebe.

29. Verwendung eines Fadens (**100; 200**) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 zur Herstellung eines Fixiermittels für Implantate, insbesondere textile Implantate, vorzugsweise Netze.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig.1

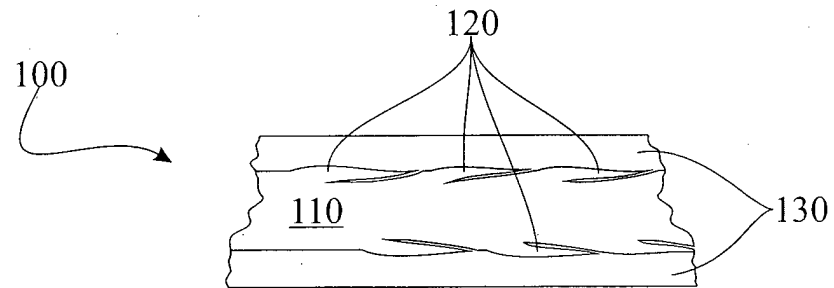


Fig.2

