(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 196 29 740 A 1**

(21) Aktenzeichen: 196 29 740.0
(22) Anmeldetag: 23. 7. 96
(43) Offenlegungstag: 29. 1. 98

(51) Int. Cl.[6]:
B 62 K 19/00
B 62 K 19/02
B 62 K 19/06
B 62 K 19/16
B 62 K 19/20
B 62 K 19/30
B 62 K 21/00
B 62 K 21/12
B 62 K 25/04
B 23 P 13/00
B 21 C 1/24
F 16 S 3/04

DE 196 29 740 A 1

(71) Anmelder:
Denk, Peter, 73430 Aalen, DE

(74) Vertreter:
Wallinger, M., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 80331 München

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(54) Leichtbauteil

(57) Die Erfindung schafft ein Leichtbauteil, welches zumindest teilweise einen im wesentlichen rohrförmigen Körper mit einer definierten Außenquerschnittskontur und einer definierten Innenquerschnittskontur aufweist, dessen Wandstärke im Bereich des rohrförmigen Körpers entlang seines Querschnittes nicht konstant ist, und dessen Innenquerschnittskontur und Außenquerschnittskontur derart gestaltet sind, daß die Änderung der Wandstärke entlang des Querschnittes im wesentlichen stetig erfolgt.

DE 196 29 740 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 97 702 065/241 18/33

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leichtbauteil, welches wenigstens einen im wesentlichen rohrförmigen Bereich aufweist.

Unter dem hier verwendeten Begriff "Leichtbauteile" sollen Bauteile verstanden werden, welche günstige Festigkeitseigenschaften und/oder Steifigkeitseigenschaften in bezug auf ihr Gewicht aufweisen.

Leichtbauteile der hier in Rede stehenden Art werden bevorzugt in Bereichen eingesetzt, in denen hohe Anforderungen an Festigkeit und Steifigkeit hohen Anforderungen bezüglich eines geringen Bauteilgewichtes entgegenstehen. Dies ist generell bei flugfähigen Objekten, wie z. B. Drachenfliegern, Leichtbauflugzeugen usw. und im Sportbereich, z. B. bei der Fertigung von Skistöcken, Paddeln für Kanus oder-Kajaks, Golfschlägern, Tennisschlägern, Angelruten und dergleichen mehr der Fall.

Ein besonders wichtiger Anwendungsbereich von Leichtbauteilen ist der Fahrradbau, und hier insbesondere die Konstruktion von Mountainbikes. Die Erfindung wird deshalb vorzugsweise am Beispiel des Fahrradbaus beschrieben. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß dies nicht als Einschränkung der Anwendbarkeit der Erfindung in anderen Bereichen im Sport und in der Technik verstanden werden sollte.

Fahrräder, und insbesondere Fahrräder, die im sportlichen Bereich eingesetzt werden, dürfen nur ein relativ geringes Gesamtgewicht aufweisen, da sich ein hohes Gewicht ungünstig auf die Fahreigenschaften auswirkt. Andererseits werden an die im Fahrradbereich angewandten Bauteile hohe Anforderungen bezüglich der Festigkeit und Steifigkeit gestellt, da zum einen im Interesse der Fahrsicherheit in bestimmten Bereichen der Konstruktion eine hohe Steifigkeit erforderlich ist und andererseits, insbesondere bei Fahrrädern, die abseits der Straße eingesetzt werden, hohe Stoßbelastungen auftreten können, die zu hohen Anforderungen an die Festigkeit führen.

Für Fahrradrahmen werden deshalb schon seit langem als Leichtbauteile sogenannte konifizierte Rohre verwendet. Bei diesen Rohren, die sowohl aus Stahl als auch aus Aluminium bestehen können, ist die Wandstärke in der Rohrmitte geringer, als an den Rohrenden. Eine typische Konifizierung für das Oberrohr eines Rennrades ist beispielsweise eine Wandstärke im Endbereich von 0,9 mm und eine Wandstärke im Mittelbereich von 0,6 mm. Durch die erhöhte Wandstärke in den Endbereichen des Rohres werden die in diesem Bereich besonders hohen Spannungen infolge des Einspanneffektes durch die Schweiß- oder Lötverbindungen besser ertragen und es ist zudem leichter bei Rohren mit dickerer Wandstärke, eine stabile Schweiß- oder Lötverbindung herzustellen.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß auch bei der Verwendung von konifizierten Rohren bei leichtgebauten Fahrrädern unter hohen Belastungen Rahmenbrüche auftreten können, so daß zum Ertragen hoher Belastungen ein relativ hohes Bauteilgewicht erforderlich ist.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Leichtbauteil zu schaffen, welches den bei der Verwendung auftretenden Belastungen auf besonders günstige Weise angepaßt werden kann, und welches dadurch ein besonders günstiges Verhältnis von Festigkeitseigenschaften und Steifigkeitseigenschaften in bezug auf das Gewicht aufweist. Es ist ein weiterer Aspekt der Aufgabe dieser Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Leichtbauteils und die bevorzugte Verwendung des Leichtbauteils anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruches 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist Gegenstand des Anspruches 28.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Leichtbauteil bietet erhebliche Vorteile.

Herkömmliche Leichtbauteile, wie die bereits erwähnten konifizierten Rohre, haben eine über den Querschnitt unveränderbare Wandstärke. Dies hat zwar den Vorteil, daß der Zusammenbau dieser Teile, also beispielsweise das Verschweißen der Teile zu einem Fahrradrahmen, unabhängig von der Winkelausrichtung der Rohre erfolgen kann, so daß eine besondere Überwachung der Ausrichtung der Rohre nicht erforderlich ist.

Die erfindungsgemäße Lösung hat demgegenüber jedoch den erheblichen Vorteil, daß der Verlauf der Wandstärke über den Querschnitt in optimaler Weise an die tatsächlichen Erfordernisse bezüglich Festigkeit und Steifigkeit angepaßt werden kann.

Betrachtet man z. B. die Belastung eines Fahrradrahmens, so ergeben sich besonders hohe Belastungen in der vertikalen Rahmenebene, da das Gewicht des Fahrers im wesentlichen in vertikaler Richtung wirkt und die auf das Vorder- und Hinterrad wirkenden Stoßbelastungen ebenfalls im wesentlichen innerhalb einer vertikalen Ebene auftreten. Belastungen, die außerhalb dieser Ebene liegen, insbesondere das beim Treten erzeugte Drehmoment um die Tretlagerquerachse, die Kräfte beim Befahren einer Kurve und die Kräfte beim Wiegetritt, wenn das Fahrrad bei Geradeausfahrt während des Tretens geneigt wird, können zwar ebenfalls hohe Werte annehmen, sind aber vom Gesamtumfang und auch von der Häufigkeit des Auftretens geringer als die in vertikaler Richtung auftretenden Kräfte.

Die erfindungsgemäße Gestaltung erlaubt es nun, den Querschnitt des rohrförmigen Teiles des Leichtbauteiles derart auszulegen, daß die Kraftaufnahmefähigkeit der Bauteile eines Fahrradrahmens in vertikaler Rahmenrichtung höher ist als in einer zu dieser Ebene senkrechten Ebene beliebiger Orientierung. Dadurch kann bei insgesamt gleicher Festigkeit und Steifigkeit das Gewicht reduziert bzw., bei gleichem Gewicht Festigkeit und Steifigkeit erheblich in der konstruktiv vorgegebenen Belastungsrichtung erhöht werden.

Ähnliche Verhältnisse treten bei einem Fahrrad auch bei anderen Bauteilen auf, wie z. B. bei der Sattelstütze. Je nach dem, inwieweit der Krafteinleitungspunkt, mit welcher das Gewicht des Fahrers auf den Sattel wirkt, von der Verbindungsstelle zwischen Sattel und Sattelstütze entfernt ist, ergibt sich ein Drehmoment, dessen Vektor senkrecht zu der durch den Rahmen aufgespannten Ebene ist, dessen wirkendes Kräftepaar aber innerhalb dieser Ebene liegt. Die Belastung der Sattelstütze in seitlicher Richtung, d. h. mit einem Drehmomentvektor in Rahmenebene ist demgegenüber erheblich geringer. Durch die erfindungsgemäße Lösung kann die Sattelstütze gezielt in dem Bereich verstärkt werden, in dem die maximale Belastung auftritt.

Entsprechendes gilt auch für andere Anwendungen von Leichtbauteilen, beispielsweise bei der Gestaltung von Golfschlägern. Beim Golfschläger wird der Schlägerkopf durch die Hände des Spielers in Bruchteilen einer Sekunde (ein typischer Wert ist beispielsweise ei-

ne Viertelsekunde) auf eine hohe Geschwindigkeit (typische Werte liegen weit über 100 km/h) beschleunigt. Durch die Beschleunigung und durch das Auftreffen auf den Ball wird der Schaft des Golfschlägers erheblich entgegen der Schlagrichtung elastisch verformt und verformt sich im weiteren Verlauf des Schwunges wieder in die Gegenrichtung. Ziel der Auslegung von Golfschlägern ist es, das Verhältnis des Gewichtes des Schlägerschaftes zum Gewicht des Schlägerkopfes möglichst günstig zu gestalten. Durch das erfindungsgemäße Leichtbauteil kann der Golfschläger derart gestaltet werden, daß der Schaft in der Verformungsrichtung höhere Steifigkeits- und Festigkeitswerte aufweist, als in einer Richtung senkrecht zu dieser üblichen Verformungsrichtung.

Erfindungsgemäß erfolgt die Veränderung der Kontur des Außenund/oder Innenquerschnittes stetig. Durch den stetigen Verlauf wird ein Steifigkeitssprung und damit eine Spannungskonzentration vermieden. Damit werden die Festigkeitseigenschaften erheblich verbessert, da die maximal auftretenden Spannungen deutlich vermindert werden.

Das erfindungsgemäße Leichtbauteil kann, außer der Änderung der Wandstärke entlang des Querschnittes auch eine Änderung der Wandstärke entlang seiner Länge aufweisen. Diese dreidimensionale Querschnittsanpassung hat den Vorteil, daß nicht nur der Querschnitt in bezug auf die Kraftaufnahme optimal ausgelegt werden kann, sondern daß auch in Längsrichtung des Leichtbauteiles Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften optimiert werden können. So kann beispielsweise bei einem Fahrradrahmen die Wandstärke im Bereich von Schweißstellen größer sein, um die durch den Einspanneffekt auftretende Spannungserhöhung aufzunehmen.

Das erfindungsgemäße Leichtbauteil kann ein rohrförmiges Bauteil sein, welches dann mit anderen Bauteilen zusammen beispielsweise zu einem Fahrradrahmen verschweißt wird. Das erfindungsgemäße Fahrradbauteil kann aber auch unmittelbar mit einem Funktionsteil verbunden sein, also beispielsweise mit einer Halteeinrichtung zur Aufnahme eines Fahrradsattels. Die Funktionseinrichtung kann unmittelbar mit an das rohrförmige Bauteil angeformt werden, oder sie kann durch einen Schweiß-, Löt- oder Klebevorgang oder dergleichen mit dem Leichtbauteil verbunden werden. Statt eines Fügeverfahrens sind aber auch andere Verbindungsmechanismen, beispielsweise Verwendung von Klemmeinrichtungen und dergleichen möglich.

Die Erfindung kann mit unterschiedlichen Querschnittsformen des Außenquerschnittes und des Innenquerschnittes verwirklicht werden.

Aus optischen und ggf. auch technischen Gründen zu bevorzugen ist eine kreisringförmige Außenquerschnittskontur, so daß ein Leichtbauteil entsteht, bei welchem die unterschiedliche Wandstärkenverteilung durch die Innenquerschnittskontur definiert ist. Da bei einem solchen Rohr die Verteilung des Wandquerschnittes nicht von außen zu sehen ist, werden hier vorzugsweise bei der Herstellung Markierungen oder dergleichen angebracht, um die korrekte Einbaulage des Rohres sicherzustellen.

Der Außenquerschnitt des Rohres kann aber auch elliptisch oder leicht elliptisch sein, wobei dann vorzugsweise die Wandstärkenverteilung symmetrisch zur Längsachse der Ellipse ist. Auch eine ovale, d. h. eiförmige Gestaltung ist möglich und kann für viele Anwendungen zweckmäßig sein.

Bei einer elliptischen oder ovalen Außenkontur kann die Innenkontur zylindrisch sein, so daß optimale Steifigkeits- und Festigkeitsverhältnisse in bezug auf Belastungen entlang der vorstehend beschriebenen Symmetrieebene entlang der Längsachse der Ellipse erzielt werden.

Die Erfindung kann auch mit rechteckigem Rohrprofil ausgeführt werden, wobei dann allerdings dafür Sorge zu tragen ist, daß Außen- und Innenkontur in geeigneter Weise beim Übergang von einer Rechteckseite zur nächsten Rechteckseite abgerundet sind, damit der Übergang insgesamt stetig ist.

Neben einer solchen rechteckigen oder auch quadratischen Außenquerschnittskontur und entsprechend gestalteter Innenquerschnittskontur, sind auch andere Konturen denkbar, beispielsweise dreieckige, fünfeckige, sechseckige, achteckige oder in sonstiger Weise vieleckige Konturen für die Außen- und/oder Innenquerschnittskontur.

Bevorzugte Verwendungen der Erfindung wurden bereits genannt. So eignet sich das Leichtbauteil beim Fahrräder für praktisch alle rohrförmigen Bauteile, d. h. Oberrohr, Unterrohr, Sattelrohr, Steuerrohr, Gabelrohre, Hinterradstreben, Sattelstützen, Lenker, Lenkervorbau und dergleichen.

Zur Herstellung eines solchen Leichtbauteils schlägt die Erfindung vor, ein Ausgangsmaterial oder einen Rohling einem Formgebungsprozeß zu unterwerfen, der zur gewünschten Querschnittskontur führt, wobei dieser Formgebungsprozeß ein spanloser, spangebender oder eine Kombination von spanlosem und spangebendem Verformungsprozeß, oder ein Gieß- oder Spritzverfahren sein kann.

Besonders bevorzugt ist die spanlose Verformung bei welchem das rohrförmige Teil über einen Dorn mit geeignetem Querschnitt gezogen wird. Eine weitere bevorzugte Methode ist das Drücken oder Pressen eines zunächst zylindrischen, rohrförmigen Teiles in eine elliptisch-symmetrische Querschnittsform, wobei das Außenteil nachher durch einen spangebenden Verformungsprozeß, vorzugsweise durch Abdrehen auf eine im wesentlichen zylindrische Außenkontur gebracht wird.

Bei dieser Herstellungsart kann das rohrförmige Teil auch vorher konifiziert werden, so daß der Querschnitt im Endbereich des Rohres dicker ist als im Mittelbereich.

Bei einer anderen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens ist der Rohling eine Platte, welcher durch einen spanlosen bzw. spangebenden Verformungsvorgang eine Oberflächenkontur gegeben wird, die im wesentlichen der gewünschten Wandstärkenverteilung beim fertigen Bauteil entspricht. Aus diesem im wesentlichen ebenen Rohling wird dann das rohrförmige Bauteil durch einen Verformungsprozeß gefertigt, wobei der Verformungsprozeß vorzugsweise durch einen Walzvorgang erfolgt. Die aneinanderstoßenden Seitenkanten des flachen Rohlings werden dann verschweißt.

Ist der rohrförmige Körper beispielsweise ein Rohr mit zylindrischer Außen- und nichtzylindrischer Innenkontur, so ist der Rohling ein Rechteck, mit einer ebenen Unterseite und einer entsprechend konturierten Oberseite, welches dann durch das Walzen in ein Rohr mit einer in Rohrlängsrichtung verlaufenden Naht gebracht wird.

Statt der Abwicklung, die zu einer in Rohrlängsrichtung verlaufenden Längsnaht führt, kann auch eine Ab-

wicklung gewählt werden, bei der die Schweißnaht nicht parallel zur Rohrlängsachse verläuft, sondern beispielsweise spiralförmig um das Rohr herum verläuft.

Die genannten Herstellungsverfahren sind nicht nur für zylindrische oder elliptische Rohre, sondern auch für die anderen der genannten Profilformen verwendbar.

Das Material des rohrförmigen Bauteiles wird zweckmäßigerweise entsprechend den gegebenen Anforderung gewählt. Besonders bevorzugt ist die Verwendung einer Legierung, die Aluminium enthält, wobei bei der Auswahl der Legierungskomponenten, insbesondere das Elastizitätsverhalten, also der Elastizitätsmodul mit berücksichtigt werden sollte.

Neben Aluminium als Legierungsbestandteil oder statt dessen können auch andere Materialien verwendet werden, die gute Leichtbaueigenschaften haben, wie insbesondere Titan und dergleichen.

Es ist weiterhin möglich, das erfindungsgemäße Leichtbauteil auch aus Kunststoff oder mit einem Kunststoffanteil zu fertigen. Wird ein im wesentlichen homogener Kunststoff verwendet, so kann das Leichtbauteil dann auch durch ein Spritzgußverfahren oder dergleichen hergestellt werden. Wird ein inhomogenes Material verwendet, beispielsweise eine zusätzliche Verstärkung mit Kohlefaser, Glasfaser oder dergleichen, werden zur Herstellung die in diesem Bereich üblichen formgebenden Verfahren verwendet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Figuren in Zusammenhang mit der Zeichnung. Darin zeigen:

Fig. 1a—1h verschiedene Querschnittsformen des erfindungsgemäßen Leichtbauteils;

Fig. 1l eine Längsansicht des Ausführungsbeispieles gemäß **Fig.** 1a;

Fig. 2a eine schematische Seitenansicht eines Fahrradrahmens des Diamanttypes;

Fig. 2b, 2c Querschnitte des Unterrohres des Fahrradrahmens gemäß **Fig.** 2a an verschiedenen Schnittebenen;

Fig. 3a eine schematische, geschnittene Teilansicht einer Sattelstütze und ihrer Anordnung im Fahrradrahmen;

Fig. 3b—3c teilweise geschnittene Teilansichten der Sattelstütze gemäß **Fig.** 3a;

Fig. 4 eine teilweise geschnittene Querschnittsansicht zur Illustration eines Ausführungsbeispieles des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens;

Fig. 5a eine Aufsicht und

Fig. 5b—5e teilweise geschnittene Darstellungen eines Leichtbauteiles zur Erläuterung eines weiteren Ausführungsbeispieles des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und

Fig. 6a, 6b Teilschnitte durch ein Werkzeug bzw. ein Leichtbauteil zur Erläuterung eines weiteren Ausführungsbeispieles des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

In bezug auf die **Fig.** 1a bis 1k werden nun eine Vielzahl von verschiedenen Querschnittsformen für das erfindungsgemäße Leichtbauteil beschrieben.

Das Leichtbauteil gemäß **Fig.** 1a ist, wie in **Fig.** 1l in einer Seitenansicht dargestellt, ein längliches Rohr **1**, welches sich (bei den in **Fig.** 1a bis **Fig.** 1h gezeigten Ausführungsbeispielen) symmetrisch zu einer geradlinig verlaufenden Mittellinie **2** erstreckt.

Die Darstellungen gemäß **Fig.** 1a bis 1h zeigen Querschnittsdarstellungen des Rohres entlang einer Schnittlinie I-I.

Das Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1a zeigt einen Querschnitt **2** eines Rohres mit einer kreisförmigen Außenquerschnittskontur **3** und einer elliptischen Innenquerschnittskontur **4**, welche symmetrisch zu einer Mittellinie bzw. Mittelebene **5** angeordnet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ergeben sich die höchsten Festigkeits- und Steifigkeitswerte in einer Ebene, welche senkrecht zu einer Linie **6** gerichtet ist und welche die Symmetrieebene **5** senkrecht schneidet. Anders ausgedrückt, ist der optimale Steifigkeitsvektor senkrecht zur Symmetrieebene **5**.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1b ist sowohl die Außenquerschnittskontur **10** als auch die Innenquerschnittskontur **11** kreisförmig und symmetrisch zu einer Symmetrieebene **15** gestaltet.

Die in **Fig.** 1b zu erkennende Querschnittsverteilung ergibt sich dadurch, daß der Mittelpunkt **12** des Außenquerschnittskreises gegenüber dem Mittelpunkt **13** auf der Symmetrielinie **15** verschoben ist.

Diese Querschnittsgestaltung führt zu einem Bauteil, dessen höchste ertragbare Zugbeanspruchungen im unteren Bereich **16** der Symmetrielinie liegen. Dieses Bauteil ist z. B. dann besonders vorteilhaft einzusetzen, wenn das Bauteil Biegebeanspruchungen ausgesetzt ist, die in Richtung des Pfeiles **17** wirken.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1c ist die Außenquerschnittskontur **20** elliptisch und die Innenquerschnittskontur **21** kreisförmig. Die Konturen sind symmetrisch zur Symmetrieebene **25**.

Bei dieser Gestaltung ergeben sich optimale Festigkeits- und Steifigkeitswerte in der Symmetrieebene **25**.

Diese Gestaltung ist besonders vorteilhaft dann einzusetzen, wenn die Kräfte in einer Ebene wirken, welche mit der Symmetrieebene **25** zusammenfällt oder geringfügig parallel zu dieser verschoben ist.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1d ist die Außenquerschnittskontur **30** oval gestaltet, während die Innenquerschnittskontur **31** kreisförmig ist. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Querschnitt insgesamt symmetrisch zu einer Symmetrieebene **35**.

Diese Bauweise ist besonders vorteilhaft für Leichtbauteile, die durch in Richtung des Pfeiles **37** wirkende Kräfte auf Biegung beansprucht werden.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1e ist die Außenquerschnittskontur **40** kreisförmig, während die Innenquerschnittskontur **41** oval ist. Insgesamt ist dieses Profil ebenfalls symmetrisch zur Symmetrieebene **27**. Optimale Belastungswerte ergeben sich auch hier bei einer Biegebelastung entlang des Pfeiles **47**.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1f ist die Außenquerschnittskontur **50** im wesentlichen rechteckig, d. h. beim gezeigten Ausführungsbeispiel auch sogar quadratisch. Im Übergangsbereich **51** von einer ersten Seitenfläche **52** zu einer zweiten Seitenfläche **53** ist das Rechteckprofil jedoch mit einer großzügigen Rundung versehen, so daß die Querschnittsänderung insgesamt stetig verläuft. Die Innenquerschnittskontur des Rohres **54** ist elliptisch. Das Rohr ist insgesamt symmetrisch zu einer Symmetrieebene **55** angeordnet.

Auch bei diesem Rohr ergibt sich eine optimale Belastbarkeit für Kräfte, die im Bereich der Symmetrieebene **55** wirken.

Das Ausführungsbeispiel gemäß **Fig.** 1g zeigt ein Leichtbaurohr, bei welchem die Außenkontur **60** sechseckförmig gestaltet ist.

Auch hier ist die Gestaltung derart, daß beim Übergang von einer ersten Seitenfläche **61** zu einer zweiten Seitenfläche **62** der Übergangsbereich mit einer Abrun-

dung **64** versehen ist, um Steifigkeitssprünge zu vermeiden.

Die Innenquerschnittskontur **66** ist elliptisch gestaltet. Das Profil ist insgesamt symmetrisch zu einer ersten Symmetrieebene **65** und zu einer zweiten Symmetrieebene **67**.

Das Profil hat die höchsten Festigkeits- und Steifigkeitswerte für Kräfte, die in der Ebene **67** liegen. Die **Fig.** 1h zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Querschnittsgestaltung des erfindungsgemäßen Leichtbaurohres.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Außenquerschnittskontur **70** und die Innenquerschnittskontur **71** jeweils kreisförmig gestaltet. Die Außenquerschnittskontur hat den Mittelpunkt **72** und die Innenquerschnittskontur ist symmetrisch zu ihrem Mittelpunkt **73**.

Wie in der Figur zu erkennen ist, ist im Mittelpunkt **73**, über dem Mittelpunkt **72** verschoben, und zwar (in der Darstellung gemäß **Fig.** 1h) und im Betrag x_1 nach rechts und rechtwinklig dazu y_1 nach oben.

Durch diese Gestaltung ergibt sich eine Verteilung der Biegesteifigkeit und der Festigkeit, die insbesondere günstig für Biegebeanspruchungen sind, die entlang des Pfeiles **76** wirken.

Eine derartige Gestaltung kann beispielsweise für Leichtbaurohre eingesetzt werden, bei denen zusätzlich zu einer im wesentlichen in vertikaler Richtung wirkenden Kraft eine Kraftkomponente senkrecht oder geneigt zur vertikalen Richtung auftritt, beispielsweise bei der Hinterradkettenstrebe eines Fahrrades.

Bei den vorstehend erörterten Ausführungsbeispielen wurde für die Bezeichnung der Querschnittskontur des öfteren die Bezeichnung elliptisch verwendet. Es wird darauf hingewiesen, daß dieser Begriff "elliptisch" nicht im streng geometrischen Sinn zu versehen ist. In allen Fällen sind auch Abweichungen von einer streng elliptischen Kontur möglich, wesentlich ist jedoch, daß bei den dort gezeigten Querschnittskonturen eine Kontur erreicht wird, bei welcher eine größere Längsachse und eine kleinere Querachse mit einer dazwischenliegenden im wesentlichen symmetrisch zur Quer- und Längsachse verlaufenden Krümmung vorgesehen ist, wobei diese Krümmung nicht nur durch eine geometrische Funktion zweiter Ordnung, sondern, bei entsprechender Wahl der Koeffizienten, auch durch eine Kurve höherer Ordnung beschrieben werden kann.

Ein Kurvenverlauf, bei welchem die Krümmung einer Funktion zweiten Grades folgt, ist jedoch bei den gezeigten Ausführungsbeispielen in der Regel zu bevorzugen.

Bei den in dieser Anmeldung erörterten Ausführungsbeispielen wird häufig eine symmetrische Gestaltung des Leichtbauteiles beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, daß eine Symmetrie im streng geometrischen Sinne bei den gezeigten Ausführungsbeispielen nicht erforderlich ist, um den jeweils gewünschten Effekt zu erreichen. Die Profile können vielmehr auch leicht oder mehr asymmetrisch gestaltet sein.

Bei denen in den **Fig.** 1a bis 1h gezeigten Ausführungsbeispielen sind die benachbarten Querschnitte des rohrförmigen Körpers identisch, d. h., daß jeder Querschnitt senkrecht zur Linie **2** den gleichen Querschnitt aufweist.

Es ist im Rahmen der Erfindung jedoch auch möglich, benachbarte Querschnitte unterschiedlich zu gestalten. Dabei wird auch hier erfindungsgemäß derart vorgegangen, daß die Änderung der Querschnitte in Längsrichtung stetig erfolgt.

So kann man z. B. bei dem Rahmenrohr eines Fahrrades die Endbereiche des Rohres mit größeren Querschnittswandstärken ausführen, als die mittleren Rohre.

Es ist im Rahmen der Erfindung ebenfalls möglich, die Querschnittsform entlang der Rohrlänge zu verändern. Beispielsweise kann die Querschnittsform in einem Bereich des Rohres der Querschnittsform gemäß der **Fig.** 1a und in einem Bereich der Querschnittsform gemäß **Fig.** 1b entsprechen.

Weiterhin ist es insbesondere bei den Ausführungsbeispielen gemäß **Fig.** 1a möglich, daß die elliptische Innenquerschnittskontur in einem bestimmten Bereich des Rohres, beispielsweise in einem Mittelbereich oder in einem Endbereich, stetig in eine kreisförmige Innenquerschnittskontur übergeht.

Entsprechende Übergänge sind auch bei den anderen gezeigten Ausführungsbeispielen möglich.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel und Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Leichtbauteils.

Fig. 2a zeigt die Darstellung eines typischen Fahrradrahmens des Diamanttypes, mit einem Oberrohr **100**, einem Unterrohr **101**, einem Sattelrohr **102** und einem Steuerrohr **103**.

An der Verbindungsstelle zwischen dem Unterrohr **101** und dem Sattelrohr **102** ist ein Tretlager **104** angeordnet, welches ein zylindrisches Rohrstück aufweist, das senkrecht zur Zeichenebene in **Fig.** 2a verläuft.

Alle Rohrteile sind aus einer Leichtmetallegierung hergestellt. Die Außenquerschnittskontur aller Rohre ist zylindrisch.

Das Unterrohr ist, wie die **Fig.** 2c zeigt, derart gestaltet, daß die Wandstärke an der dem Vorderrad zugewandten unteren Seite deutlich höher ist, als an der dem Oberrohr zugewandten Seite.

Zudem ist, wie das **Bild** 2b zeigt, welches den Querschnitt entlang der Linie IIa-IIa darstellt, im Bereich des Steuerrohres **103** zusätzlich verstärkt. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, daß in diesem Bereich erheblich höhere Belastungen auftreten, als beispielsweise im Bereich des Querschnittes IIIa-IIIa, den **Fig.** 2c zeigt. Die höhere Wandstärke in dem zum Vorderrad zeigenden Bereich des Unterrohres ergibt eine höhere Festigkeit in diesem Bereich. Damit können trotz leichter Bauweise Rahmenbrüche im Bereich des Unterrohres verhindert werden.

Fig. 3a zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Leichtbauteils, und zwar die Ausgestaltung einer Sattelstütze für ein Fahrrad.

In der **Fig.** 3a ist das, bei der Darstellung zylindrisch gestaltete Sattelrohr **120** eines Fahrradrahmens vom Diamanttyp dargestellte, welches in bekannter Weise mit einem Oberrohr **121** verschweißt ist. In das Sattelrohr **120** ist die erfindungsgemäße Sattelstütze **125** eingeschoben. Wie sich aus der Darstellung gemäß **Fig.** 3a ergibt, verjüngt sich die Wandstärke des rohrförmigen Bereiches zu den Enden der Sattelstütze hin und erreicht im Mittelbereich ihr Maximum.

Da die höchste Biegebelastung im Bereich der Einspannstelle **124** auftritt, wird durch diesen Querschnittsverlauf eine, gegenüber einer zylindrischen Gestaltung, weit erhöhte Festigkeit bei geringerem Gewicht erzielt.

Die Querschnittsanordnung ergibt sich aus den **Fig.** 3c und 3d.

Die **Fig.** 3c zeigt den Querschnitt entlang der Linie IV-IV und zeigt eine kreisförmige Außenquerschnittskontur **130** und eine elliptische Innenquerschnittskontur **131**. Die Kontur ist symmetrisch zu einer Symmetrie-

FOX Exhibit 1005, Page 5 of 12

ebene **132**, in der auch die Längsachse der elliptischen Querschnittskontur liegt und zur Symmetrieebene **134**, in der die kurze Achse der elliptischen Innenquerschnittskontur liegt.

Entlang des Querschnittes V-V, der zur folgenden Rahmen-Einspannstelle **124** weiter beabstandet ist, als der Querschnitt IV-IV, ist die Außenquerschnittskontur **140** weiterhin kreiszylindrisch und weist auch den gleichen Durchmesser auf, wie die Außenquerschnittskontur **130**, während die Innenquerschnittskontur **141** zwar elliptisch ist, die Wandstärken aber deutlich geringer sind, als beim Querschnitt im Bereich IV-IV. Die Querschnitte sind symmetrisch zu einer Längsachse **142**, in der auch die Längsachse der elliptischen Querschnittskontur liegt und zu einer Symmetrieebene **144**, in der die Querachse der elliptischen Querschnittskontur liegt. Auch dieses Profil hat seine größte Steifigkeit und Festigkeit wie das in bezug auf **Fig.** 3c erläuterte Profil entlang der Ebene **144**. Man wird deshalb die Sattelstütze derart anordnen, daß die Ebenen **134** bzw. **144** mit der vom Rahmen aufgespannten Ebene zusammenfällt. Da keine Steifigkeitssprünge auftreten, wird ein optimal an den Spannungsverlauf angepaßter Festigkeits- und Steifigkeitsverlauf erreicht, so daß die Sattelstütze bei geringstem Gewicht optimale Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften aufweist.

Ein erstes Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Leichtbauteils wird nun in bezug auf die **Fig.** 4a bis 4c beschrieben.

Ausgangspunkt dieses Verfahrens ist ein insgesamt zylindrisches Rohrstück **150**, welches eine kreisförmige Außenquerschnittskontur **151** und eine kreisförmige Innenquerschnittskontur **152** aufweist.

In einem ersten Verfahrensschritt wird das Rohr entlang einer den Mittelpunkt des Außen- und Innenquerschnittskreises schneidenden Ebene **155** durch zur Mittellinie hin gerichtete Kräfte verformt. Zum Aufbringen der Kräfte wird man beispielsweise eine übliche Preßeinrichtung verwenden, welche mit entsprechend gestalteten Preßbacken versehen ist.

Der Preßvorgang wird so gesteuert, daß sich eine elliptische Außenquerschnittskontur **156** und eine elliptische Innenquerschnittskontur **157** bildet, wie dies in der Darstellung gemäß **Fig.** 4b ersichtlich ist.

Anschließend wird, wie in **Fig.** 4c gezeigt, der Außenquerschnitt **156** durch ein spanabhebendes Verfahren in eine kreisförmige Außenquerschnittskontur **158** umgeformt. Die elliptische Innenquerschnittskontur **157** bleibt dabei erhalten.

Dadurch entfällt der in **Fig.** 4c kreuzweise schraffierte Bereich **159**, und es ergibt sich ein rundes Rohr mit elliptischem Innenquerschnitt.

Als spangebendes Verfahren wird vorzugsweise ein Drehverfahren verwendet, wobei man zur Erzielung einer geringen Kerbwirkung, vorzugsweise ein Feindrehverfahren, anwendet. Bei erhöhten Anforderungen an die Oberfläche, kann das Rohr nach dem Drehverfahren auch noch einem Schleifprozeß unterworfen werden.

Ein weiteres Herstellungsverfahren wird in bezug auf die **Fig.** 5a bis 5e erläutert.

Fig. 5a zeigt die Draufsicht auf einen rechteckigen Rohling **170**, welcher eine Rechteckform mit längeren Seitenkanten **171**a und **171**b und kurzen Seitenkanten **172**a und **172**b aufweist. Wie der Schnitt entlang der Linie VI-VI, der in **Fig.** 5b dargestellt ist, zeigt, ist das Profil im Querschnitt derart gestaltet, daß die Profilhöhe im Bereich der kurzen Kante **172**a deutlich höher ist, als im Bereich der kurzen Kante **172**b. Ein Minimum der Profilhöhe wird in etwa in der Mitte des Profils erreicht.

Fig. 5c zeigt einen Querschnitt durch den Rohling entlang der Linie VII-VII. Wie hier zu erkennen ist, weist das Profil in der Mitte, d. h. im Bereich der Linie VI-VI ein Maximum auf, welches in entsprechender Weise auch an den beiden Außenkanten, d. h. im Bereich der Seitenkanten **171**a und **171**b auftritt.

Dieser Rohling wird nun mittels eines rohrformenden Walzprozesses mit einer (nicht dargestellten) Vorrichtung derart verformt, daß sich ein Leichtbauteil ergibt, wie dies in **Fig.** 5d im Querschnitt und in **Fig.** 5e in Längsrichtung gezeigt ist. Dabei stoßen die Seitenkanten **171**a und **171**b zusammen und werden an der Stoßstelle miteinander verschweißt. Statt zwei Teilen, die miteinander verschweißt werden, können auch drei oder mehr Teile in Längsrichtung miteinander verschweißt werden.

Durch diese Gestaltung ist es möglich, ganz beliebige Querschnittsformen zu erzielen. Dies bedeutet, daß eine echte dreidimensionale Querschnittsanpassung an die tatsächlich herrschenden Belastungsverhältnisse möglich ist.

Das Profil des Rohlings kann auf einfache Weise durch Pressen hergestellt werden. Dazu kann ein Werkzeug beispielsweise durch Funkenerodieren oder dergleichen erzeugt werden, dessen Kontur der gewünschten Kontur des Rohlings angepaßt ist. Durch den Preßvorgang und das nachfolgende Walzen und Verschweißen kann die dreidimensionale Gestaltung auf sehr kostengünstige Weise verwirklicht werden.

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Schweißnaht gerade, d. h. symmetrisch zur Längssymmetrieebene des Leichtbauteiles. Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, abweichende Schweißnahtformen zu erreichen. So sind letztendlich beliebige Abwicklungen des rohrförmigen Querschnittes möglich, z. B. Abwicklungen, bei denen die Schweißnaht nach Beendigung des Walzvorganges und somit Fertigstellung des Rohres, spiralförmig oder in anderer Weise um das Rohr herum verläuft. Dadurch kann verhindert werden, daß die Schweißnaht an einer hochbelasteten Stelle des Leichtbauteiles angeordnet ist, was ggf. die Festigkeit vermindern könnte.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird nun in bezug auf die **Fig.** 6 erläutert. **Fig.** 6a zeigt in stark schematisierter Weise den unteren Teil **190** eines Preßwerkzeuges, welches mit einem oberen Teil **191** zusammenwirkt. Zwischen dem unteren Teil **190** und dem oberen Teil **191** ist ein Hohlraum vorgesehen, welcher der halben Querschnittsform des zu fertigenden Leichtbauteiles entspricht. Auch wenn dies aus der Querschnittsdarstellung gemäß **Fig.** 6a nicht unmittelbar hervorgeht, soll betont werden, daß auch hier die Wandstärkenanpassung nicht nur zweidimensional, d. h. eine Wandstärkenanpassung über dem Querschnitt, sondern auch dreidimensional, d. h. eine Wandstärkenanpassung hinsichtlich des Querschnittes und des Längsschnittes sein kann.

Ein Rohling des zu fertigenden Leichtbauteiles **193** wird in die Form eingelegt und mit einer vorgegebenenn Preßkraft belastet, bis die gewünschte, in **Fig.** 6a dargestellte Rohform entsteht.

Zwei derart gebildete Leichtbauteil-Hälften **193** werden, wie in **Fig.** 6b dargestellt, aufeinandergesetzt und an der Kontaktstelle **194** miteinander verschweißt, verlötet oder verklebt.

Auch dieses Verfahren eignet sich sehr gut dazu, kostengünstig dreidimensionale Gestaltungen von Leicht-

bauteilen zu schaffen.

Patentansprüche

1. Leichtbauteil, welches zumindest teilweise einen im wesentlichen rohrförmigen Körper mit einer definierten Außenquerschnittskontur und einer definierten Innenquerschnittskontur aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wandstärke des Bauteils im Bereich des rohrförmigen Körpers entlang seines Querschnittes nicht konstant ist, und
daß die Innenquerschnittskontur und die Außenquerschnittskontur derart gestaltet sind, daß die Änderung der Wandstärke entlang des Querschnittes im wesentlichen stetig erfolgt.

2. Leichtbauteil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des Bauteils im Bereich des rohrförmigen Körpers entlang seiner Längserstreckung nicht konstant ist und daß die benachbarten Innenquerschnitte und Außenquerschnitte derart gestaltet sind, daß die Änderung der Wandstärke entlang der Längsrichtung des rohrförmigen Körpers im wesentlichen stetig erfolgt.

3. Leichtbauteil gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der im wesentlichen rohrförmige Körper wenigstens teilweise geradlinig verläuft.

4. Leichtbauteil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der im wesentlichen rohrförmige Körper wenigstens teilweise gebogen verläuft.

5. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenquerschnittskontur und die Außenquerschnittskontur im Bereich des im wesentlichen rohrförmigen Körpers derart gestaltet sind, daß die Querschnittsanordnung symmetrisch zu einer in Rohrlängsrichtung verlaufenden Schnittebene ist.

6. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenquerschnittskontur im Bereich des im wesentlichen rohrförmigen Körpers im wesentlichen kreisförmig ist.

7. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenquerschnittskontur im Bereich dieses im wesentlichen rohrförmigen Körpers im wesentlichen elliptisch ist.

8. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenquerschnittskontur im Bereich dieses im wesentlichen rohrförmigen Körpers im wesentlichen oval ist.

9. Leichtbauteil gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenquerschnittskontur im Bereich dieses im wesentlichen rohrförmigen Körpers kreisförmig ist, wobei der die Außenquerschnittskontur definierende Außenkreis und der die Innenquerschnittskontur definierende Innenkreis konzentrisch zueinander angeordnet sind.

10. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilung der Biegesteifigkeit in bezug um eine Mittelachse dieses rohrförmigen Körpers nicht rotationssymmetrisch ist.

11. Leichtbauteil gemäß Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Torsionssteifigkeit benachbarter Querschnitte in Längsrichtung dieses im wesentlichen rohrförmigen Körpers konstant ist.

12. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Torsionssteifigkeit benachbarter Querschnitte in Längsrichtung dieses im wesentlichen rohrförmigen Körpers nicht konstant ist.

13. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin ein Funktionsteil aufweist, welches zur Verbindung mit einem Fahrradsattel vorgesehen ist.

14. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Oberrohr eines Diamant-Fahrradrahmens ausgebildet ist.

15. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Unterrohr eines Fahrradrahmens ausgebildet ist.

16. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Sattelrohr eines Fahrradrahmens ausgebildet ist.

17. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Steuerrohr eines Fahrradrahmens ausgebildet ist.

18. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Teil einer Fahrradgabel ausgebildet ist.

19. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Teil eines Lenkervorbaus ausgebildet ist.

20. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Teil eines Fahrradlenkers ausgebildet ist.

21. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtbauteil nur diesen rohrförmigen Bereich aufweist.

22. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil aus einem im wesentlichen homogenen Material besteht.

23. Leichtbauteil gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtbauteil im wesentlichen aus Metall besteht.

24. Leichtbauteil gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Leichtbauteil aus einer Legierung besteht, welche Aluminium aufweist.

25. Leichtbauteil gemäß Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil wenigstens teilweise aus einer Metallegierung besteht, welche Titan aufweist.

26. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtbauteil wenigstens teilweise aus Kunststoff besteht.

27. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil wenigstens teilweise aus einem Kunststoff besteht, welcher mit einer Fasereinlage verstärkt ist, wobei diese Fasereinlage vorzugsweise aus Glasfaser oder Karbonfaser besteht.

28. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauteils, welches zumindest teilweise einen im wesentlichen rohrförmigen Körper mit einer definierten Außenquerschnittskontur und einer definierten Innenquerschnittskontur aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Formänderung eines Ausgangsmaterials die Wandstärke des Bauteils im Bereich des rohrförmigen Körpers derart gestaltet wird, daß die Wandstärke entlang des Querschnittes nicht konstant ist und die Änderung der Wandstärke über den Querschnitt im wesentlichen stetig erfolgt.

29. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauteils gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens dieses rohrförmige Teil hergestellt wird, indem es nahtlos gezogen wird.

30. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauteils gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst ein zylindrisches Teil mit im wesentlichen konstanter Wandstärke durch einen Ziehvorgang nahtlos geformt wird, daß dieses rohrförmige Teil dann durch Aufbringen einer im wesentlichen in Längsrichtung des Rohrs wirkenden Preßkraft in eine im wesentlichen elliptische Form verformt wird, und daß dann der Außendurchmesser des Rohres derart bearbeitet wird, daß sich ein im wesentlichen zylindrischer Außendurchmesser des rohrförmigen Bereiches ergibt.

31. Verfahren gemäß Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß diese Formänderung des Außendurchmessers durch einen spanabhebenden Vorgang erfolgt.

32. Verfahren gemäß Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Außendurchmesser des rohrförmigen Teiles auf den gewünschten Durchmesser abgedreht wird.

33. Verfahren gemäß Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß dieser rohrförmige Bereich durch Ziehen über einen Dorn hergestellt wird, wobei die Außenquerschnittskontur dieses Dorns im wesentlichen der Innenquerschnittskontur dieses rohrförmigen Teiles entspricht.

34. Verfahren gemäß Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß dieser rohrförmige Bereich hergestellt wird, indem ein im wesentlichen flaches Ausgangsmaterial in die gewünschte Querschnittsabmessungen verformt und dann zu einem rohrförmigen Bereich verformt wird.

35. Verfahren gemäß Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Ausgangsmaterial eine im wesentlichen ebene Gestaltung aufweist und daß die in Längsrichtung verlaufenden Seitenkanten dieses Rechtecks nach der Verformung miteinander verbunden werden.

36. Verfahren gemäß Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung mit einem Verfahren erfolgt, welches aus einer Gruppe von Verfahren ausgewählt ist, die ein Fügeverfahren, ein Lötverfahren, ein Hartlötverfahren, ein Schweißverfahren und ein Klebeverfahren umfaßt.

37. Verfahren gemäß Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgebung dieses rechteckförmigen im wesentlichen flachen Ausgangsmaterials durch einen Walzvorgang erfolgt.

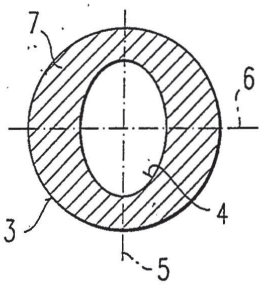
38. Leichtbauteil gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es derart gestaltet ist, daß es als Teil einer Motorradgabel ausgebildet ist.

39. Verwendung eines Leichtbauteils gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 zum Bau eines Fahrrades.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Nummer: DE 196 29 740 A1
Int. Cl.[6]: B 62 K 19/00
Offenlegungstag: 29. Januar 1998

Fig. 1a



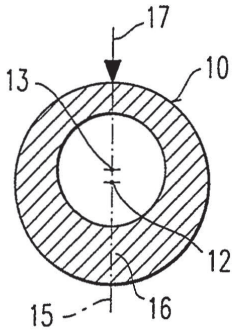
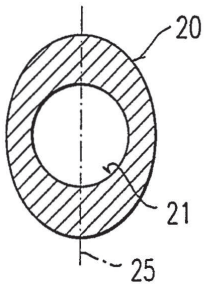


Fig. 1b

Fig. 1c



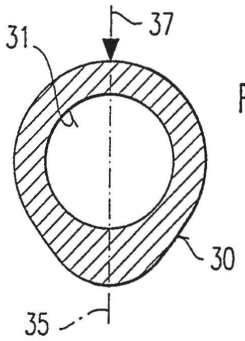


Fig. 1d

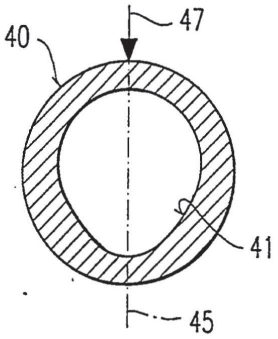


Fig. 1e

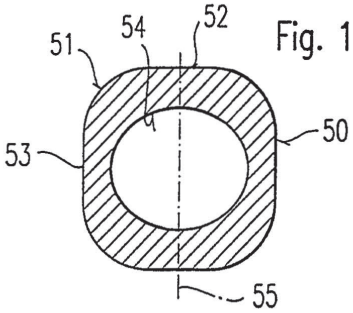


Fig. 1f

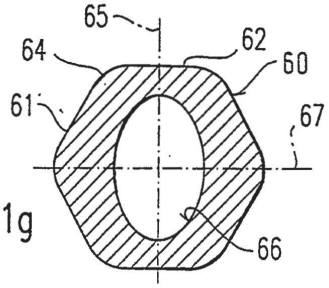


Fig. 1g

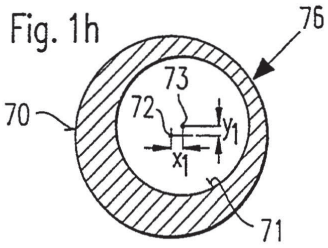


Fig. 1h

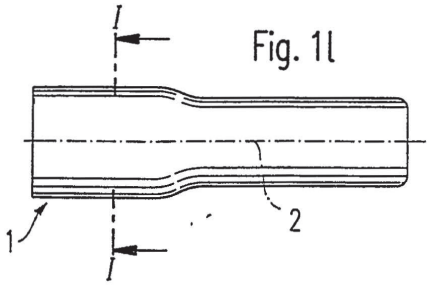


Fig. 1l

Nummer: DE 196 29 740 A1
Int. Cl.[6]: B 62 K 19/00
Offenlegungstag: 29. Januar 1998

Fig. 2a

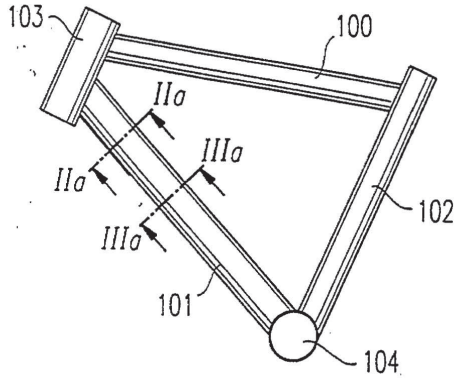


Fig. 2b

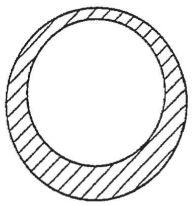


Fig. 2c

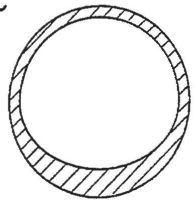


Fig. 3a

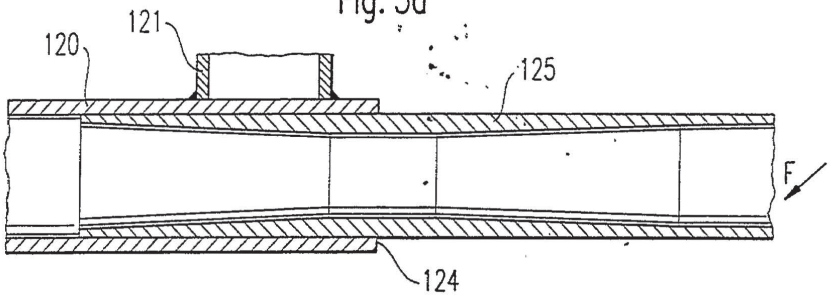


Fig. 3b

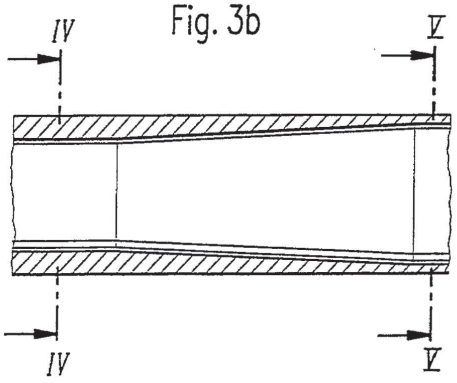


Fig. 3c

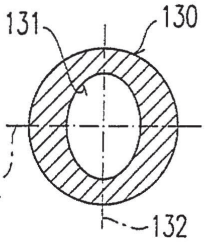
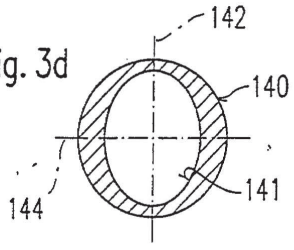


Fig. 3d



Nummer: DE 196 29 740 A1
Int. Cl.[6]: B 62 K 19/00
Offenlegungstag: 29. Januar 1998

Fig. 4a

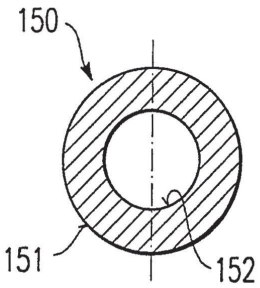


Fig. 4b

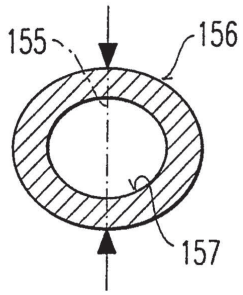


Fig. 4c

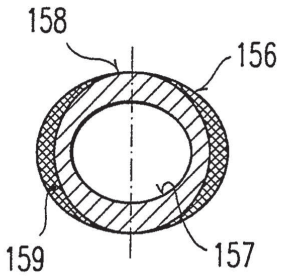


Fig. 5a

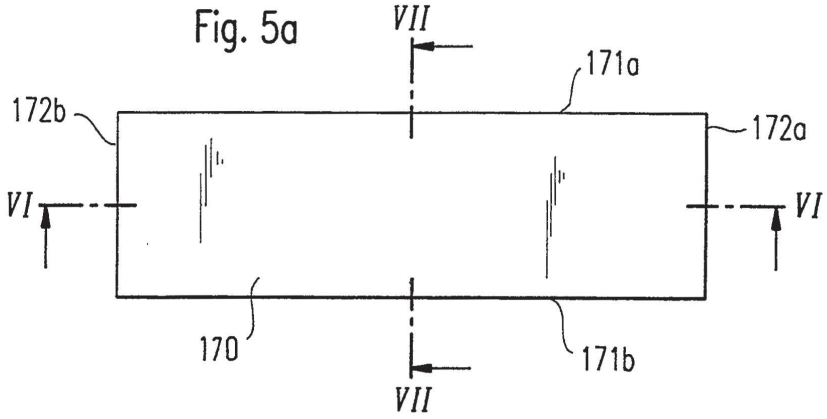


Fig. 5b

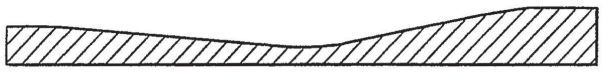


Fig. 5c

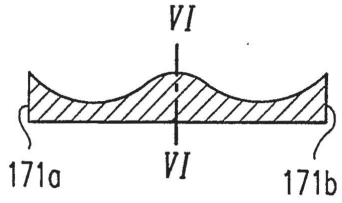


Fig. 5d

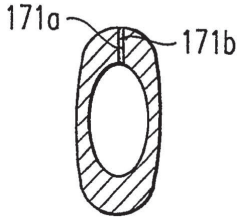
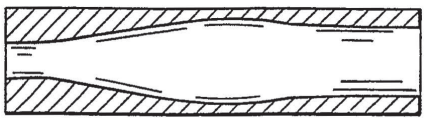


Fig. 5e



Nummer: DE 196 29 740 A1
Int. Cl.[6]: B 62 K 19/00
Offenlegungstag: 29. Januar 1998

Fig. 6a

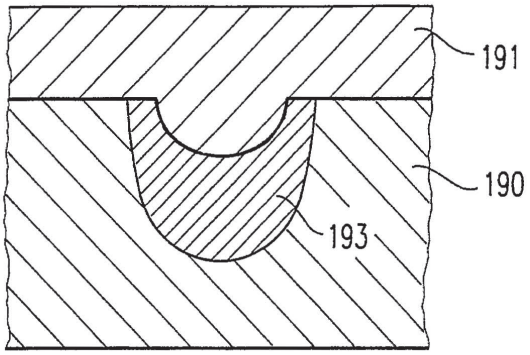


Fig. 6b

