



(10) **DE 10 2007 015 222 B4** 2017.08.31

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 015 222.3**

(22) Anmeldetag: **29.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **11.09.2008**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **31.08.2017**

(51) Int Cl.: **C21D 7/02 (2006.01)**

**B23P 15/14 (2006.01)**

**B23F 17/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:

**10 2007 010 546.2 05.03.2007**

(73) Patentinhaber:

**Hirschvogel Umformtechnik GmbH, 86920  
Denklingen, DE**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich, Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 80331 München, DE**

(72) Erfinder:

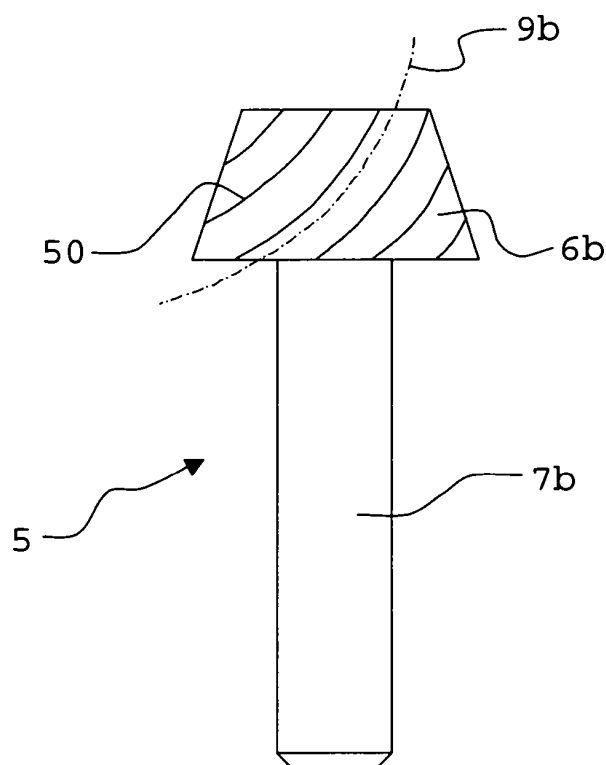
**Hirschvogel, Manfred, Dr., 86956 Schongau, DE;  
Raedt, Hans-Willi, Dr.-Ing., 86807 Buchloe, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2 174 814</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>1 674 172</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Bearbeitung von Werkstücken zur Verbesserung der Materialeigenschaften**

(57) Hauptanspruch: Werkstück, welches zur Herstellung eines Zahnrades (4, 5) mit Schrägverzahnung (40) oder Bogenverzahnung (50) vorgesehen ist und durch einen im Wesentlichen rotationssymmetrischen Körper aus Metall oder einer Metalllegierung gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (2, 3) vor dem Einbringen der Verzahnung zumindest über einen Teil (LT) seiner axialen Länge (L) hinweg tordiert ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Werkstück welches zur Herstellung eines Zahnrades mit Schräg- oder Bogenverzahnung vorgesehen ist und verbesserte Materialeigenschaften aufweist sowie ein entsprechendes Zahnrad und ein Verfahren zur Herstellung dieses Zahnrades.

**[0002]** Zahnräder können prinzipiell auf drei Arten hergestellt werden; durch Urformen, wie bspw. Gießen oder Sintern, durch Umformen, wie bspw. Schmieden, Pressen, Ziehen, Walzen oder Stanzen oder durch spanende Bearbeitung.

**[0003]** Urformende Verfahren werden häufig für weniger stark belastete Zahnräder eingesetzt. Einer kostengünstigen Herstellung steht allerdings eine nicht so große Formgenauigkeit entgegen.

**[0004]** Bei hochbelasteten Zahnrädern kommen meist spanende Verfahren zum Einsatz. Mit diesen Verfahren lassen sich in der Regel höhere Genauigkeiten erzielen als mit urformenden oder umformenden Verfahren.

**[0005]** Häufig werden Zahnräder aus einem metallischen, stangenförmigen Rohling hergestellt. Durch Umformen, wie bspw. Fließpressen oder Schmieden, wird der Rohling zunächst in die gewünschte Form gebracht. Durch anschließende spanende Bearbeitung des umgeformten Werkstücks wird schließlich eine Verzahnung in das Werkstück eingebracht.

**[0006]** Im Metall herstellungsbedingt vorhandenen Einschlüsse, wie bspw. Seigerungen, liegen im metallischen, stangenförmigen Rohling, ebenfalls herstellungsbedingt, als kleine, nadelförmige, sich in Axialrichtung erstreckende Fasern vor. Diese Fasern haben eine Länge von z. B. bis zu ca. 100 Mikrometern und einen Durchmesser von z. B. bis zu ca. 2 Mikrometern.

**[0007]** Wird ein Bauteil, wie bspw. Zahnrad mit Schaft, direkt durch spanende Bearbeitungsverfahren aus dem Rohling gefertigt, so treten die sich in Axialrichtung erstreckenden Fasern insbesondere an den Zahnflanken des Zahnrades und an Absätzen des Zahnradkopfes und/oder des Schafts an der Oberfläche des Bauteils heraus. Die an der Oberfläche austretenden Fasern wirken sich negativ auf die Materialeigenschaften des Bauteils aus. Die Folgen sind beispielsweise ein erhöhter Verschleiß und Ermüdungserscheinungen.

**[0008]** Aus der Druckschrift EP 1 674 172 A1 ist ein Verfahren zur Verbesserung des Druckwiderstandes in einem metallischen Bauteil, genauer einer Einspritzdüse eines Verbrennungsmotors, bekannt. Das Ziel der europäischen Erfindung ist es, den Faserver-

lauf der Einschlüsse mittels plastischer Verformung durch Fließpressen entlang der Bauteil-Außengeometrie auszurichten; und somit auch entlang des in einem weiteren Schritt im Bauteil ausgebildeten Einspritzkanals.

**[0009]** Es hat sich herausgestellt, dass das oben genannte Verfahren insbesondere bei der Fertigung von schrägverzahnten oder bogenverzahnten Zahnrädern keine Verbesserung der Materialeigenschaften hervorruft. Die Schrägverzahnung bzw. Bogenverzahnung, auch Spiralverzahnung genannt, verläuft nicht entlang der Axialrichtung des Bauteils, sondern unter einem gewissen Winkel (Schrägungswinkel, Spiralwinkel) schräg dazu. Infolgedessen treten besonders bei schräg- bzw. bogenverzahnten Zahnrädern die Fasern an der Verzahnung heraus. Dies hat bspw. einen erhöhten Verschleiß an den Zahnflanken, eine geringere Pittingfestigkeit sowie eine erhöhte Gefahr von Zahnfußschäden wie Zahnbruch zur Folge.

**[0010]** Dementsprechend ist es Aufgabe der Erfindung auf einfache Weise ein Werkstück zur Herstellung eines Zahnrades mit Schräg- oder Bogenverzahnung derart zu bearbeiten, dass eine Verbesserung der Materialeigenschaften am fertigen Bauteil erreicht wird.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

**[0012]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Werkstück zur Herstellung eines Zahnrades mit Schräg- oder Bogenverzahnung vorgesehen. Das Werkstück ist durch einen im Wesentlichen rotations-symmetrischen Körper aus Metall oder einer Metalllegierung gebildet. Das Werkstück ist vor dem Einbringen der Verzahnung ferner zumindest über einen Teil seiner axialen Länge hinweg tordiert.

**[0013]** Durch die Torsion des Werkstücks, bspw. des Rohlings zur Zahnradherstellung, wird der Verlauf der sich in Axialrichtung des Werkstücks erstreckenden Fasern derart geändert, dass der Faserverlauf nach der Bearbeitung günstig zur späteren Außengeometrie des herzustellenden Bauteils liegt. Die Außengeometrie ist bspw. durch eine Zahnradverzahnung gebildet. Vorteilhafterweise liegen dann bei einer abschließenden spanenden Bearbeitung des Bauteils, bspw. durch Formschneid- oder Wälzverfahren, die Fasern über die gesamte Zahnbreite im Wesentlichen parallel zu den sich auf der Oberfläche schräg bzw. helikal erstreckenden Zähnen. Durch die Neuausrichtung des Faserverlaufs treten nach der spanenden Bearbeitung die Fasern somit nicht mehr oder nicht wesentlich aus den spanend bearbeiteten Flächen heraus. Auf diese Weise werden verbesserte

Materialeigenschaften bspw. aufgrund höherer Verschleiß- und Pittingfestigkeit sowie einer geringeren Gefahr eines Zahnfußbruchs erzielt.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist das Werkstück stangenartig ausgebildet.

**[0015]** Ein stangenartig ausgebildetes Werkstück ist einfach und über seine Länge gleichmäßig tordierbar. Außerdem liegen Rohlinge zur Zahnradherstellung mittels Umformtechniken, wie bspw. Fließpressen, üblicherweise als Stange vor, wodurch diese Werkstücke mit denselben Maschinen und auf dieselbe Weise zu Zahnradern weiterverarbeitet werden können. Der Einsatz zusätzlicher oder neuer Maschinen zur Zahnradherstellung entfällt.

**[0016]** Vorteilhafterweise ist die Stange in einem Stirnbereich tordiert.

**[0017]** Dies ist bspw. bei der Herstellung eines Zahnrades mit einteilig ausgeformten Schaft vorteilhaft. Bei einem Zahnrad mit Schaft werden demnach nur die Bereiche tordiert, in denen die Verzahnung entstehen soll. Sowohl der Schaft als auch das mit dem Schaft einteilig ausgebildete Zahnrad weisen somit optimale Materialeigenschaften durch einen gezielt ausgerichteten Faserverlauf auf.

**[0018]** Vorteilhafterweise weist das Werkstück in Axialrichtung weisende Fasereinschlüsse auf. Diese Fasereinschlüsse sind im Bereich der Tordierung helikal ausgerichtet.

**[0019]** Auf diese Weise ist es möglich, den Faserverlauf des Materials optimal an den Oberflächenverlauf, also beispielsweise der Zähne eines schräg- oder bogenverzahnten Zahnrades, anzupassen.

**[0020]** Vorteilhafterweise ist das Werkstück wenigstens über einen Teil seiner axialen Länge hinweg unterschiedlich stark tordiert.

**[0021]** Auf diese Weise ist es möglich, den Faserverlauf des Materials, insbesondere bei Bogenverzahnungen mit über die Zahnbreite verändertem Spiralwinkel, optimal an den Spiralwinkel anzupassen.

**[0022]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Zahnrad, welches aus Metall oder einer Metalllegierung mit herstellungsbedingten Fasereinschlüssen besteht. Das Zahnrad weist eine Schräg- oder Bogenverzahnung auf. Das Material des Zahnrades ist im Bereich der Schräg- oder Bogenverzahnung derart tordiert, dass die Fasereinschlüsse im Wesentlichen der Verzahnung folgend ausgerichtet sind.

**[0023]** Ein Zahnrad gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung weist einen Faserverlauf auf, der im Wesentlichen dem Oberflächenverlauf der Schräg- bzw.

Bogenverzahnung folgend ausgerichtet ist. Fasern treten daher nicht mehr oder nur in einem unerheblichen Umfang aus den spanend bearbeiteten Flächen heraus. Das Zahnrad weist demgemäß verbesserte Materialeigenschaften aufgrund höherer Verschleiß- und Pittingfestigkeit sowie einer geringeren Gefahr eines Zahnfußbruchs auf.

**[0024]** Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Zahnrades. Dabei wird in ein im Wesentlichen rotationsymmetrisches Werkstück bestehend aus Metall oder einer Metalllegierung eine Verzahnung eingebracht. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück ferner einer Torsionsbehandlung unterzogen wird, derart, dass herstellungsbedingte Fasereinschlüsse in dem Material im Wesentlichen der Verzahnung folgend ausgerichtet sind.

**[0025]** Durch den zusätzlichen Schritt der Werkstücktorsion wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Zahnrades die Ausrichtung der Fasern derart geändert, dass sich der Faserverlauf eigenschaftsverbessernd auf das Material auswirkt. Dies ist bei Zahnradern dann der Fall, wenn die Fasern im Wesentlichen der Schräg- bzw. Bogenverzahnung folgend ausgerichtet sind.

**[0026]** Vorteilhafterweise wird das Werkstück vor dem Einbringen der Verzahnung der Torsionsbehandlung unterzogen.

**[0027]** Das Werkstück liegt vor dem Einbringen der Verzahnung in Stangenform vor. Es ist somit einfach zu handhaben und flexibel tordierbar. Auf diese Weise lässt sich der Faserverlauf auf einfache Weise beliebig im Material ausrichten.

**[0028]** Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften der Erfindung sollen nunmehr anhand von Ausführungsbeispielen und den Figuren der begleitenden Zeichnungen erläutert werden.

**[0029]** Fig. 1a zeigt eine schematische Ansicht eines Werkstücks mit Fasereinschlüssen.

**[0030]** Fig. 1b zeigt eine schematische Ansicht eines teilweise tordierten Werkstücks mit Fasereinschlüssen.

**[0031]** Fig. 1c zeigt eine schematische Ansicht eines über seine gesamte Länge tordierten Werkstücks mit Fasereinschlüssen.

**[0032]** Fig. 2a zeigt eine schematische Ansicht eines Bauteils mit Schaft und schrägverzahntem Stirnrad.

**[0033]** Fig. 2b zeigt eine schematische Ansicht eines Bauteils mit Schaft und bogenverzahntem Kegelschraubrad.

**[0034]** Fig. 1a zeigt einen rotationssymmetrischen Körper **1**, im folgenden auch Werkstück genannt. Das Werkstück **1** ist vorzugsweise aus Metall oder einer Metalllegierung gebildet. Dieses Werkstück **1** hat vorzugsweise über seine gesamte Länge *L* denselben Querschnitt. Das Werkstück **1** ist somit vorzugsweise stangenförmig ausgebildet.

**[0035]** Diese Form hat den Vorteil, dass stangenförmige Werkstücke üblicherweise als Rohmaterial bei der Zahnradherstellung mittels Umformung eingesetzt werden. Zudem ist ein stangenförmig ausgebildetes Werkstück einfach handhabbar und tordierbar. Ein Einsatz von zusätzlichen Maschinen und aufwendigen Herstellungs- bzw. Torsionsverfahren entfällt somit.

**[0036]** Das Material des Werkstücks **1** weist herstellungsbedingt nichtmetallische Einschlüsse **8** auf. Diese Einschlüsse **8**, im folgenden auch Fasern oder Fasereinschlüsse genannt, erstrecken sich faserartig bzw. nadelförmig in Axialrichtung des Werkstücks **1**. Die Fasereinschlüsse **8** können beispielsweise in etwa eine Länge von bis zu ca. 100 Mikrometern und einen Durchmesser von bis zu ca. 2 Mikrometern aufweisen.

**[0037]** Fig. 1b und Fig. 1c zeigen jeweils ein Werkstück **2, 3**, wie das Werkstück **1**, welche über eine Länge *LT* linksdrehend *T* tordiert sind. Die Länge *LT* kann sowohl kleiner als auch gleich der Gesamtlänge *L* des Körpers **2, 3** sein.

**[0038]** In dem tordierten Bereich des Werkstücks **2, 3** sind die Fasereinschlüsse **8** entsprechend der Torsionsrichtung *T* ausgerichtet. Die Linie **9** bezeichnet die Ausrichtung des Faserverlaufs. Die Fasereinschlüsse sind dabei vorzugsweise helikal ausgerichtet. Auch jede andere durch Torsion des Materials zu erzeugende Ausrichtung ist denkbar.

**[0039]** Vorzugsweise wird das Werkstück **2, 3** also derart tordiert, dass der Faserverlauf **9** der im Material des Werkstücks **2, 3** eingeschlossenen Fasern **8** günstig zur späteren Außengeometrie des herzustellenden Bauteils liegt; der Faserverlauf **9** also optimal an dem Oberflächenverlauf des Bauteils ausgerichtet ist. Die Außengeometrie wird vorzugsweise durch die Verzahnung eines Zahnrades gebildet. Der Oberflächenverlauf wird demnach beispielsweise durch die Zähne eines schräg- oder bogenverzahnten Zahnrades gebildet. Günstig ausgerichtet heißt in diesem Fall, dass die Fasern **8** über die gesamte Zahnbreite im Wesentlichen parallel zu den sich auf der Oberfläche des Werkstücks **2, 3** schräg bzw. helikal erstreckenden Zähnen bzw. deren Zahnflanken liegen.

**[0040]** Durch die Neuausrichtung des Faserverlaufs **9** treten nach einer spanenden Bearbeitung zur Herstellung einer Verzahnung die Fasern **8** somit nicht

mehr oder nicht wesentlich aus den spanend bearbeiteten Flächen heraus. Auf diese Weise werden verbesserte Materialeigenschaften aufgrund höherer Verschleiß- und Pittingfestigkeit sowie einer geringeren Gefahr eines Zahnfußbruchs erzielt.

**[0041]** Vorzugsweise erstreckt sich die Länge *LT* über die Bereiche des Werkstücks **2, 3**, in denen eine Schräg- oder Bogenverzahnung eingebracht werden soll bzw. in denen aufgrund der Torsion weitere vorteilhafte Materialeigenschaften aufgrund von gezielt ausgerichteten Faserverläufen **9** erwünscht sind.

**[0042]** Weist das fertige Bauteil beispielsweise neben einem Zahnrad noch einen Schaft auf, erstreckt sich die Länge *LT* vorzugsweise nur in einem Stirnbereich des stangenförmigen Werkstücks **2**.

**[0043]** Es werden somit nur die Bereiche tordiert, in denen die Verzahnung entstehen soll. Im Falle des Zahnrades mit Schaft weisen daher sowohl der Schaft als auch das mit dem Schaft einteilig ausgebildete Zahnrad optimale Materialeigenschaften durch einen gezielt ausgerichteten Faserverlauf **9** auf.

**[0044]** Es ist auch denkbar, das Werkstück **2, 3** wenigstens über einen Teil *LT* seiner Länge *L* unterschiedlich stark zu tordieren. Somit kann der Faserverlauf **9** des Materials optimal an den Oberflächenverlauf, also beispielsweise den Verlauf von Zähnen eines Zahnrades, angepasst werden. Insbesondere bei Bogenverzahnungen mit über die Zahnbreite verändertem Spiralwinkel ist es auf diese Weise möglich, den Faserverlauf **9** des Materials optimal an den Spiralwinkel anzupassen. Negative Einflüsse durch austretende Fasereinschlüsse **8** werden somit minimiert und damit auch die Wahrscheinlichkeit von erhöhtem Verschleiß, Pittingbildung und Zahnfußbruch.

**[0045]** Fig. 2a und Fig. 2b zeigen erfindungsgemäße Bauteile **4, 5**. Das Bauteil **4**, im folgenden auch Stirnrad genannt, ist einteilig ausgebildet aus einem Zahnradkopf **6s** mit Schrägverzahnung **40** sowie einem Schaft **7s**. Das Bauteil **5**, im folgenden auch Kegelschraubrad genannt, ist einteilig ausgebildet aus einem Zahnradkopf **6b** mit Schrägverzahnung **50** sowie einem Schaft **7b**. Es ist auch denkbar, dass ein Bauteil lediglich aus einem Zahnrad gebildet ist. Ebenfalls denkbar ist, dass ein Bauteil mehrteilig ausgebildet ist und die Teile in einem weiteren Schritt zusammengefügt werden.

**[0046]** Die punktgestrichene Linie **9s** in Fig. 2a zeigt die Ausrichtung des Faserverlaufs der Fasern **8** im Zahnradkopf **6s** an. Es ist zu erkennen, dass wenigstens der Bereich, in dem das Zahnrad **6s** ausgebildet ist, derart tordiert ist, dass die Fasern **8** parallel zu den Zähnen der Schrägverzahnung **40** verlaufen.

**[0047]** Die punktgestrichene Linie **9b** in **Fig. 2b** hingegen zeigt die Ausrichtung des Faserverlaufs der Fasern **8** im Zahnradkopf **6b** an. Es ist auch hier zu erkennen, dass wenigstens der Bereich, in dem der Zahnradkopf **6b** ausgebildet ist, derart tordiert ist, dass die Fasern **8** parallel zu den Zähnen der Bogenverzahnung **50** verlaufen. Da, wie **Fig. 2b** deutlich zeigt, die Zähne der Bogenverzahnung **50** über ihre Zahnbreite einen kontinuierlich veränderten Spiralwinkel aufweisen, ist auch das Material des Zahnradkopfes **6b** unterschiedlich stark tordiert, so dass die Fasern **8** entsprechend des Spiralwinkels über die gesamte Zahnbreite parallel zu den Zähnen ausgerichtet sind.

**[0048]** Im folgenden soll das Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Zahnrades, beispielsweise der Zahnräder bzw. Bauteile **4** oder **5**, beschrieben werden.

**[0049]** Das stangenförmige Werkstück **1** wird entsprechend der herzustellenden Außengeometrie in einer dafür vorgesehen Maschine tordiert. Das Werkstück **1** kann dabei über seine gesamte Länge **L** oder nur einen Teil **LT** seiner axialen Länge **L** tordiert werden. Ebenso kann das Werkstück **1** über die Länge **L** bzw. **LT** unterschiedlich stark tordiert werden, so dass auch die Fasern **8** über die Länge **L** bzw. **LT** des Werkstücks **1** unterschiedlich ausgerichtet sind. Je nach gewünschter Ausrichtung der Fasern **8** kann das Werkstück **1** dabei rechtsdrehend und/oder linksdrehend **T** tordiert werden.

**[0050]** Die eingesetzten Maschinen sind bekannt und werden heutzutage bspw. zum Twisten von Kurbelwellen eingesetzt; also einem Verfahren zur reinen Geometrieerzeugung und nicht zur Eigenschaftsverbesserung.

**[0051]** Nach der Torsionsbehandlung sind die herstellungsbedingten Fasereinschlüsse **8** in dem Material des Werkstück **2, 3** also derart ausgerichtet, dass sie nach der Bearbeitung der Verzahnung **40** bzw. **50** folgend ausgerichtet sind.

**[0052]** Nach der Torsionsbehandlung sind weitere Bearbeitungsschritte zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Bauteils **4, 5** möglich.

**[0053]** So kann beispielsweise mittels Fließpressen der Durchmesser des Schaftes **7b, 7s** entsprechend ausgebildet werden. Des Weiteren ist das Aufstauen eines Zahnradkopfes, beispielsweise für Hypoidverzahnungen **50**, möglich.

**[0054]** Bei einer abschließenden spanenden Bearbeitung des Bauteils **4, 5** wird die Verzahnung **40, 50** in das Bauteil **4, 5** eingebracht. Dies geschieht bspw. mittels Formschneid- oder Wälzverfahren. Da die Fasereinschlüsse **8** im Wesentlichen der herzustellenden

den Verzahnung **40, 50** folgend ausgerichtet sind, treten nach der spanenden Bearbeitung keine Fasern **8** oder nur in geringem Umfang aus der Verzahnung **40, 50** heraus. Die Verschleißfestigkeit und Pittingfestigkeit werden dadurch erhöht und das Risiko eines Zahnfußbruchs vermindert.

**[0055]** Die Erfindung ist nicht auf die genannten Einschränkungen beschränkt. Zur Einsparung von Arbeitsschritten ist es alternativ zu den spanenden Fertigungsverfahren bspw. möglich, die Verzahnung **40, 50** bei der Umformung direkt in das Bauteil **4, 5** einzubringen. Ferner ist es möglich, das Werkstück **1** auch während des Umformvorganges bzw. der Verzahnungsherstellung einer Torsionsbehandlung zu unterziehen.

**[0056]** Die Erfindung ist des Weiteren nicht auf Stirn- und Kegelschraubräder beschränkt. Vielmehr ist die Erfindung gar nicht auf Zahnräder beschränkt. Alle Bauteile, bei denen eine Verbesserung der Materialeigenschaften durch helikal oder anderweitig durch Torsion ausgerichtete Fasereinschlüsse hervorgerufen werden, sind durch die Erfindung abgedeckt.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Werkstück bzw. rotationssymmetrischer Körper
<b>2</b>	Werkstück, im Stirnbereich tordiert
<b>3</b>	Werkstück, über gesamte Länge tordiert
<b>4</b>	Stirnrad
<b>5</b>	Kegelschraubrad
<b>6b</b>	bogenverzahnter Zahnradkopf
<b>6s</b>	schrägverzahnter Zahnradkopf
<b>7b</b>	Schaft von Bauteil mit bogenverzahntem Zahnrad
<b>7s</b>	Schaft von Bauteil mit schrägverzahntem Zahnrad
<b>8</b>	Fasereinschlüsse
<b>9</b>	Ausrichtung der Fasereinschlüsse
<b>9s</b>	Ausrichtung der Fasereinschlüsse bei Schrägverzahnung
<b>9b</b>	Ausrichtung der Fasereinschlüsse bei Bogenverzahnung
<b>40</b>	Schrägverzahnung
<b>50</b>	Bogenverzahnung
<b>L</b>	Länge des Werkstücks
<b>LT</b>	Länge des tordierten Bereichs des Werkstücks
<b>T</b>	Torsionsrichtung

#### Patentansprüche

1. Werkstück, welches zur Herstellung eines Zahnrades (**4, 5**) mit Schrägverzahnung (**40**) oder Bogenverzahnung (**50**) vorgesehen ist und durch einen im Wesentlichen rotationssymmetrischen Körper aus Metall oder einer Metalllegierung gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (**2, 3**)

vor dem Einbringen der Verzahnung zumindest über einen Teil (LT) seiner axialen Länge (L) hinweg tordiert ist.

2. Werkstück nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (2, 3) stangenartig ausgebildet ist.

3. Werkstück nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (2) in einem Stirnbe-  
reich tordiert ist.

4. Werkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses in Axialrichtung weisende Fasereinschlüsse (8) aufweist, welche im Bereich der Tordierung helikal ausgerichtet sind.

5. Werkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses wenigstens über den Teil (LT) seiner axialen Länge (L) hinweg unterschiedlich stark tordiert ist.

6. Zahnrad (4, 5), welches aus Metall oder einer Metalllegierung mit herstellungsbedingten Fasereinschlüssen (8) besteht und eine Schrägverzahnung (40) oder Bogenverzahnung (50) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material im Bereich der Schrägverzahnung (40) oder Bogenverzahnung (50) derart tordiert ist, dass die Fasereinschlüsse (8) im Wesentlichen der Verzahnung (40, 50) folgend ausgerichtet sind.

7. Verfahren zur Herstellung eines Zahnrades (4, 5) gemäß Anspruch 6, wobei in ein im Wesentlichen rotationssymmetrisches Werkstück (2, 3) bestehend aus Metall oder einer Metalllegierung eine Verzahnung (40, 50) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (2, 3) einer Torsionsbehandlung unterzogen wird, derart, dass herstellungsbedingte Fasereinschlüsse (8) in dem Material im Wesentlichen der Verzahnung (40, 50) folgend ausgerichtet sind.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (2, 3) vor dem Einbringen der Verzahnung (40, 50) der Torsionsbehandlung unterzogen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (2, 3) während dem Einbringen der Verzahnung (40, 50) der Torsionsbehandlung unterzogen wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1c

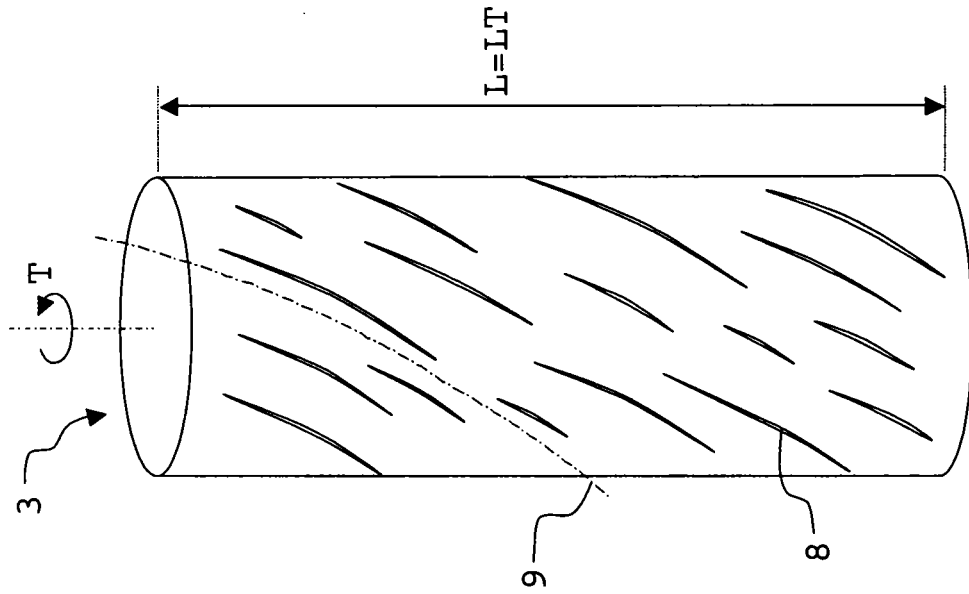


FIG. 1b

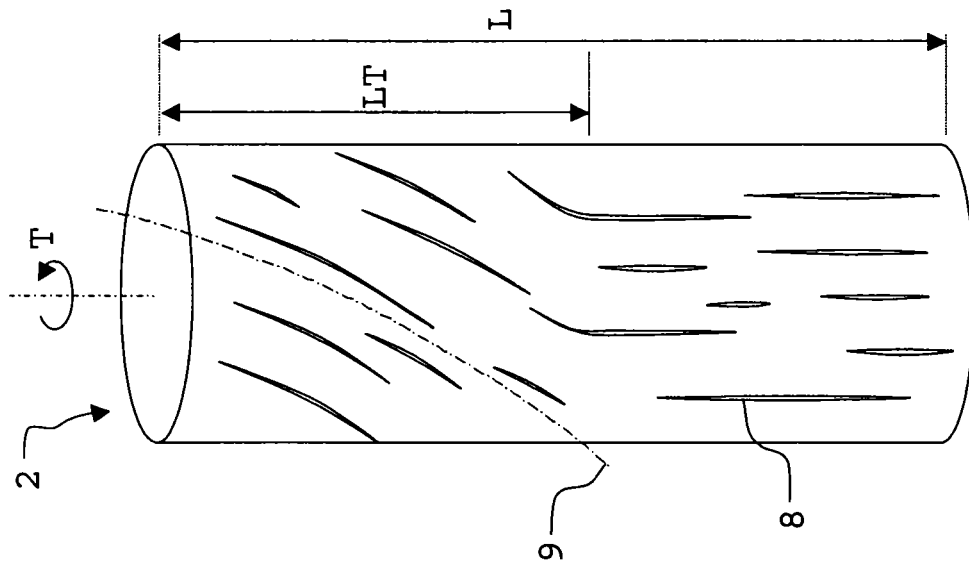


FIG. 1a

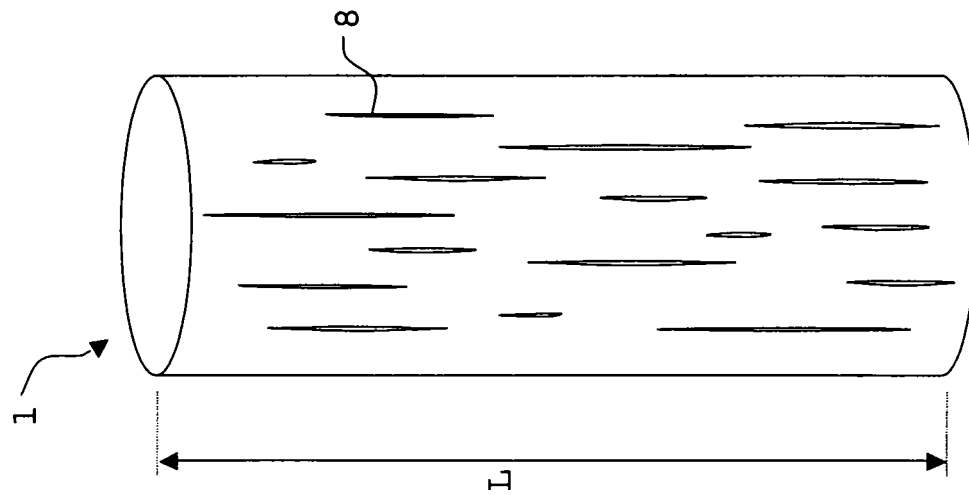


FIG. 2a

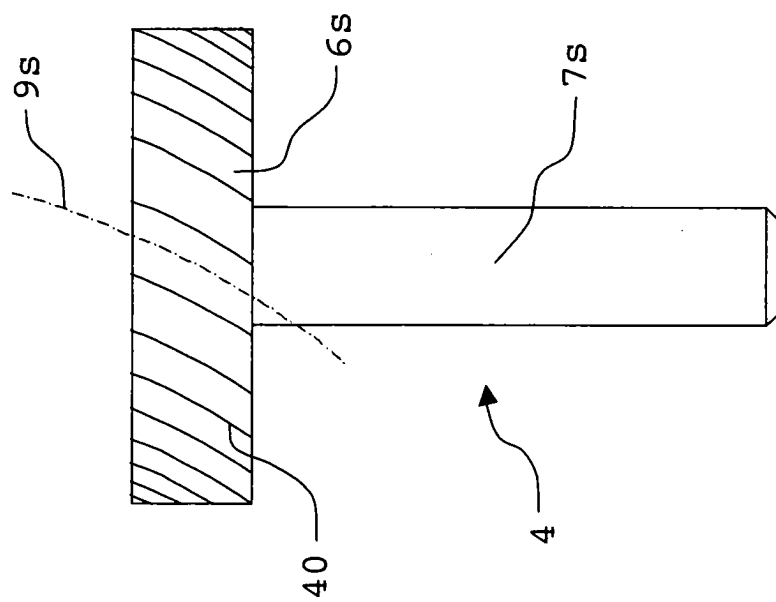


FIG. 2b

