

5 **Schraube zur Verschraubung in Kunststoff**

10 Die Erfindung betrifft eine Schraube, insbesondere zur Verschraubung in Kunststoff, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die US 5,795,120 B offenbart eine Schraube zum Einbringen in ein mit einem Vorloch versehenen Bauteil. Die Schraube weist einen Formgewindebereich und einen Traggewindebereich auf, wobei das Gewindeprofil im Formgewindebereich proportional größer ist als das Gewindeprofil im Traggewindebereich.

Diese Gestaltung hat den Nachteil, dass insbesondere bei der Verwendung der Schraube in Kunststoffen eine hohe Belastung des Bauteils erfolgt, wenn eine größere Steigung und ein geringerer

20 Flankenwinkel verwirklicht werden sollen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schraube anzugeben, die bei geringem Einschraubmoment eine geringe mechanische Belastung des Bauteils erzielt und dabei hohe Auszugswerte realisieren kann.

25 Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen gelöst.

Die Unteransprüche bilden vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

30 In bekannter Weise weist eine Schraube eine Schraubenmittelachse, einen Antrieb und einen gewindetragenden Schaft auf. Der Schaft trägt wenigstens einen Gewindegang, der sich wenigstens bereichsweise in einer Helix konstanter Steigung entlang des Schafts erstreckt und so ein Hauptgewinde mit einer sich ändernden Profilkontur bildet, das über seine Länge einen mittleren Gewinderadius aufweist. Die Profilkontur ist durch den Schnitt des Gewindegangs in einer Schnittebene

der Helix gebildet, wobei die Schraubenmittelachse in der Schnittebene liegt. Der Gewinderadius ist der maximale orthogonale Abstand von der Schraubenmittelachse zur Profilkontur des Gewindegangs. Das Hauptgewinde weist einen Tragbereich und einen Formbereich auf, wobei sich im Formbereich eine Formprofilkontur mit einem Formbereichsradius und im Tragbereich eine Tragprofilkontur mit einem

5 Tragbereichsradius ergibt.

Die Formprofilkontur wird durch die Projektion des Gewindegangs entlang der Helix, insbesondere in Richtung des Antriebs über einen sich axial erstreckenden Bereich einer Länge von dreimal dem mittleren Gewinderadius ausgehend vom freien Ende des Schafts auf eine Schnittebene der Helix

10 definiert, wobei die Schraubenmittelachse M in der Schnittebene liegt. Die Projektion entspricht also der Projektion der geradlinigen Abwicklung des Gewindegangs auf eine Schnittebene der Helix, in der die Schraubenmittelachse liegt. Dadurch ergibt sich eine Formprofilkontur mit einer maximalen Ausdehnung, die die wirksame Formprofilkontur abbildet. Diese Formprofilkontur weist einen maximalen orthogonalen Abstand zur Schraubenmittelachse auf, wodurch der Formbereichsradius definiert ist.

15 Der Formbereich endet an der Stelle der Helix, an der die dem Antrieb nächstliegende maximale Ausdehnung der Formprofilkontur im Bereich von 85% des mittleren Gewinderadius in Radialrichtung nach außen vorliegt, bevor die nachfolgenden Profilkonturen wieder innerhalb der Formprofilkontur liegen.

20 Die Tragprofilkontur wird durch die Projektion des Gewindegangs auf eine Schnittebene der Helix entlang der Helix, insbesondere in Richtung des Antriebs, über einen sich axial erstreckenden Bereich gebildet, der bei einem Abstand von $\frac{2}{3}$ des mittleren Gewinderadius zum Formbereichsende beginnt und bei $\frac{5}{3}$ des mittleren Gewinderadius endet. Dieser Bereich bildet wenigstens einen Teilbereich des

25 Tragbereichs. Dieser kann sich weiter entlang des Hauptgewindes in Richtung des Antriebs erstrecken, so lange die Profilkontur die Tragprofilkontur nicht überragt. Diese Tragprofilkontur weist einen maximalen orthogonalen Abstand zur Schraubenmittelachse auf, wodurch der Tragbereichsradius definiert ist.

30 Auf diese Weise ist sichergestellt, dass ein möglichst kurzer Übergangsbereich vom Formbereich zum Tragbereich gewährleistet und ein ausreichend langer Tragbereich gegeben ist, sodass eine grundlegende Haltefunktion der Schraube erfüllt ist.

Ferner sind Tragprofilkontur und Formprofilkontur so aufeinander abgestimmt, dass bei einer Überlagerung der Tragprofilkontur und der Formprofilkontur entlang der Helix wenigstens in dem Bereich, der sich von 85% des Formbereichsradius in Radialrichtung nach außen erstreckt, die Tragprofilkontur vollständig innerhalb der Formprofilkontur liegt.

5

Dies sorgt dafür, dass einem Rückfedern des Materials im gefurchten Muttergewinde Rechnung getragen und ein geringes Eindrehmoment realisiert werden kann.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Formprofilkontur eine Formprofilfläche begrenzt, die
10 gemessen in einem Bereich von 10% des Formbereichsradius ausgehend vom maximalen orthogonalen Abstand der Formprofilkontur zur Schraubenmittellachse radial nach innen größer ist als eine durch die Tragprofilkontur begrenzte Tragprofilfläche, gemessen in einem Bereich von 10% des Formbereichsradius ausgehend vom maximalen orthogonalen Abstand der Tragprofilkontur zur Schraubenmittellachse radial nach innen.

15

Durch die erfindungsgemäße Profilkonturabstimmung kann der Ausgleich der Rückfederung im Muttergewinde auch bei relativ kleinen Flankenwinkeln realisiert werden, wobei eine ausreichende Flankenüberdeckung gewährleistet ist. Dabei wird eine Beschädigung des Bauteilmaterials, wie dies bei einer Schraube mit einem proportional vergrößerten Formbereichsgewinde eintritt, verhindert.

20

Bevorzugt weisen die Formprofilkontur und die Tragprofilkontur einen Flankenwinkel von weniger als 35° auf. Der Flankenwinkel der Formprofilkontur entspricht 180° abzüglich der Summe der beiden Basiswinkel eines Trapezes, das gebildet wird, indem die Grundseiten des Trapezes durch die zur Schraubenachse parallelen Schnitlinien bei 85% des Formprofilradius R_F und bei 95% des
25 Formprofilradius R_F gebildet werden. Basiswinkel sind die Winkel an der längeren Grundseite des Trapezes, also bei der Schnitlinie bei 85%.

30

Die analoge Vorschrift zur Ermittlung des Flankenwinkels ergibt sich für die Tragprofilkontur, wobei hier die Schnitlinien bei 85% des Tragprofilradius R_T und 95 % des Tragprofilradius R_T gelegt werden.

Der Flankenwinkel beträgt insbesondere zwischen 20° und 30°. Dies ist ein für Kunststoffverschraubung bewährter Flankenwinkel.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Tragbereichsradius zwischen 1% bis 3% kleiner als der Formbereichsradius. Dies hat zur Folge, dass nur eine möglichst geringe Materialschädigung des Kunststoffbauteils eintritt, aber dennoch ein ausreichend großer Abstand zwischen Formprofilkontur und Tragprofilkontur, der die Materialrückfederung abbildet, eingestellt werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Tragprofilkontur bei 95% des Tragbereichsradius eine axiale Breite aufweist, die kleiner ist als die axiale Breite der Formprofilkontur bei 95% des Formbereichsradius. Dies ermöglicht eine einfache Gestaltung des Gewindeprofils, so dass die Formprofilfläche größer ist als die Tragprofilfläche.

Insbesondere ist die Breite der Tragprofilkontur wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 20% kleiner als die Breite der Formprofilkontur.

Zum Zweck einer einfacheren Herstellung können die Formprofilkontur und / oder die Tragprofilkontur symmetrisch sein.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Formbereich kleiner als 2 x die Steigung. Bevorzugt wächst der Gewindegang bis zu seiner Formprofilkontur an und bleibt dann über einen Bereich bis zum Ende des Formbereichs konstant.

Bevorzugt kann das Verhältnis von Kernradius zu mittlerem Gewinderadius 0,6 bis 0,8 betragen. Dies sind für Kunststoffschrauben übliche Verhältnisse.

Ferner kann in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass in dem Bereich, der sich radial innerhalb von 85% des Formbereichsradius erstreckt, die Tragprofilkontur wenigstens teilweise außerhalb der Formprofilkontur liegt. Dadurch kann eine flexiblere Gestaltung des Flankenübergangs zum Gewindegrund ermöglicht werden, wodurch den Materialeigenschaften besser Rechnung getragen werden kann.

Weiter bevorzugt kann vorgesehen sein, dass der Kerndurchmesser im Formbereich kleiner oder gleich dem Kerndurchmesser im Tragbereich ist.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Schaft am freien Ende des Schraubenschaftes ein Ansetzgewinde aufweisen, wobei das Ansetzgewinde wenigstens zwei Ansetzgewindegänge umfasst, die in ihrem Radius höchstens 90% des Formbereichsradius erreichen und einen Ansetzbereich bilden.

5

Der Ansetzgewindebereich wird dort gebildet, wo die Ansetzgewindegänge den gleichen Durchmesserlauf aufweisen und zudem der Gewinderadius des Hauptgewindes kleiner oder gleich dem Gewinderadius der Ansetzgewindegänge ist.

- 10 Dies hat den Vorteil, dass die Schraube besonders gerade angesetzt werden kann, was zur Folge hat, dass das durch den nachfolgenden Formbereich im Kunststoffteil gefurchte Muttergewinde und das dem Formbereich nachfolgende Gewinde des Tragbereichs möglichst exakt ausgerichtet sind, so dass der Rückfederung des Kunststoffs genau Rechnung getragen werden kann. Auf diese Weise kann die Reibung des Tragbereichs während des Einschraubens weiter reduziert oder sogar verhindert werden.

15

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Hauptgewinde im Ansetzbereich bei demselben axialen Abstand zum freien Ende des Schraubenschafts den gleichen Gewinderadius wie das Ansetzgewinde aufweist. Auf diese Weise werden durch die, insbesondere zwei, Ansetzgewindegänge und dem Hauptgewinde wenigstens drei gleiche Ansetzpunkte realisiert, die ein besonders gerades Ansetzen der Schraube

20 ermöglichen.

Bevorzugt haben alle Gewindegänge im Ansetzbereich ihren Anfang in derselben Querschnittsebene. Ferner weisen alle Gewindegänge im Ansetzbereich die gleiche Querschnittskontur auf. Sie sind also gleichartig ausgebildet. So beginnen beispielsweise der Hauptgewindegang und die beiden

25 Ansetzgewindegänge gleich und haben den gleichen Verlauf.

Alternativ können auch wenigstens drei Ansetzgewindegänge vorgesehen sein, wobei dann der Gewinderadius des Hauptgewindes im Ansetzbereich insbesondere kleiner als der Radius des Ansetzgewindes ist.

30

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung beginnen die Ansetzgewindegänge am Kern, wobei sich ausgehend vom Kern der Radius der Ansetzgewinde bis zum Ende des Ansetzbereichs stetig vergrößert. Dies sorgt für ein kontinuierliches und gleichmäßiges Ansetzen der Schraube.

Ferner können die Gewindegänge mit gleichem Gewinderadius auf gleicher axialer Höhe im Ansetzbereich umfänglich gleichverteilt sein. Auf diese Weise wird eine symmetrische Anlage am Vorloch des Kunststoffbauteils gewährleistet.

- 5 Insbesondere beträgt der Durchmesser des freien Endes der Schraube wenigstens 20%, wenigstens 30%, wenigstens 40%, wenigstens 50%, wenigstens 60% des doppelten Formbereichsradius. Eine solche stumpfe Spitze ist bei Kunststoffschrauben üblich.

- 10 Das Ansetzgewinde kann unmittelbar ans freie Schraubenende anschließen. Dies sorgt dafür, dass mit dem ersten Ansetzen eine ideale Führung der Schraube erreicht ist.

Alternativ dazu kann das Ansetzgewinde beabstandet zum freien Schraubenende beginnen. Auf diese Weise kann der Bereich zum Schraubenende hin eine Suchfunktion erfüllen.

- 15 Zum Zwecke einer einfachen Herstellung können das Ansetzgewinde und das Hauptgewinde gewalzte Gewinde sein.

- 20 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können die Gewinde im Ansetzbereich einen stumpferen Flankenwinkel aufweisen als das Hauptgewinde außerhalb des Ansetzbereichs. Dies hat den Vorteil einer guten Zentrierung ohne einseitiges Einfurchen der Ansetzgewindegänge und erleichtert die Wiederholmontage.

- 25 Die Ansetzgewindegänge können am Ende des Ansetzbereichs abrupt auslaufen. Dies hat den Vorteil, dass beim weiteren Eindrehen der Schraube in ein enges Vorloch die Reibung minimiert ist.

Das Ansetzgewinde kann sich gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung höchstens über zwei Windungen erstrecken. Dies fördert eine effiziente Verschraubung, wobei dennoch eine optimale Ausrichtung der Schraube gewährleistet ist.

- 30 Es können in einem Gewindegang Unterbrechungen der Gewindegänge vorgesehen sein, wobei jedoch der interpolierte Verlauf des Gewinderadius gleichbleibt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung betrifft diese ein Verfahren zur Herstellung einer Schraubverbindung umfassend eine vorbeschriebene erfindungsgemäße Schraube. Die

erfindungsgemäße Schraube wird dabei in ein Vorloch in ein Bauteil aus Kunststoff eingedreht, wobei im Formbereich ein Gegengewinde oder Muttergewinde mit der Formprofilkontur in den Kunststoff eingeformt wird. Das Gegengewinde federt, sobald es nicht mehr mit dem Formbereich in Eingriff steht im Tragbereich wieder zurück, so dass das Muttergewinde während des Einschraubvorgangs gerade
5 nicht in Anlage mit dem Gewinde im Tragbereich kommt. Das Gewinde im Tragbereich wird erst mit dem endgültigen Anziehen der Schraube im Bauteil gegen das Gegengewinde gedrückt.

Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Schraube in ein Vorloch eingeschraubt, dessen Radius etwa 80% des Formbereichsradius entspricht.

10

Ferner betrifft die Erfindung eine nach dem vorangehend beschriebenen Verfahren hergestellte Schraubverbindung.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich
15 aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

In der Zeichnung bedeutet:

20 Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Schraube;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Abwicklung des Gewindegangs;

Fig. 3a eine perspektivische Ansicht der Abwicklung des Gewindegangs über $3 \times R_M$;

25

Fig. 3b eine Vorderansicht der Abwicklung des Gewindegangs;

Fig. 3c die aus der Projektion des abgewickelten Gewindegangs erhaltene Formprofilkontur;

30 Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des abgewickelten Gewindegangs mit Abbildung des Formbereichsendes;

Fig. 5a eine perspektivische Ansicht des abgewickelten Gewindegangs im Tragbereich;

- Fig. 5b eine Vorderansicht des abgewickelten Gewindegangs;
- Fig. 5c eine sich durch Projektion ergebende Traggewindekontur;
- 5 Fig. 6 eine Überlagerung der Formgewindekontur aus Fig. 3c und der Traggewindekontur aus Fig. 5c
- Fig. 7 eine Vergrößerung der Überlagerung gemäß Fig. 6;
- 10 Fig. 8a eine Darstellung der Formprofilfläche;
- Fig. 8b eine Darstellung der Tragprofilfläche;
- Fig. 9 eine Darstellung des Formprofilflankenwinkels;
- 15 Fig. 10 eine Überlagerung einer Formprofilkontur und einer Tragprofilkontur;
- Fig. 11 eine Überlagerung einer Formprofilkontur und einer Tragprofilkontur;
- 20 Fig. 12 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Schraube mit einem Ansetzgewinde;
- Fig. 13a eine Vergrößerung des Ansetzbereichs aus Fig. 12;
- Fig. 13b ein Querschnitt durch den Ansetzbereich;
- 25 Fig. 13c ein weiterer Querschnitt durch den Ansetzbereich;
- Fig. 13d einen Querschnitt durch den Schraubenschaft außerhalb des Ansetzbereichs;
- 30 Fig. 14 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Schraubverbindung
- Fig. 15a eine Vergrößerung des Formgewindebereichs aus Fig. 14
- Fig. 15b eine Vergrößerung des Traggewindebereichs aus Fig. 14

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Schraube 10, umfassend eine Schraubenmittelachse M, einen Antrieb 12 und einen gewindetragenden Schaft 14. Die Richtung entlang der Schraubenmittelachse M wird im Weiteren als axiale Richtung bezeichnet. Der Schaft 14 trägt wenigstens einen Gewindegang 16, der sich in einer Helix konstanter Steigung entlang des Schafts erstreckt und so ein Hauptgewinde 18 mit einer sich ändernden Profilkontur 20 bildet. Das Hauptgewinde 18 weist über seine Länge einen mittleren Gewinderadius R_M auf. Der mittlere Gewinderadius R_M ist der durchschnittliche Gewinderadius über das Hauptgewinde 18 und wird regelmäßig zwischen dem Formbereichsradius und dem Tragbereichsradius liegen. Der mittlere Gewinderadius R_M wird daher annähernd dem Nennradius entsprechen.

Die Profilkontur 20 ist durch den Schnitt des Gewindegangs in einer Schnittebene H der Helix gebildet, in der die Schraubenmittelachse M liegt.

Der Gewinderadius R ist als der maximale orthogonale Abstand von der Schraubenmittelachse M zur Profilkontur 20 des Gewindegangs 16 definiert. Dies ist in Fig. 3a näher erläutert.

Das Hauptgewinde 18 weist einen Tragbereich T und einen Formbereich F auf, wobei sich im Formbereich eine Formprofilkontur 24 mit einem Formbereichsradius R_F und im Tragbereich T eine Tragprofilkontur 22 mit einem Tragbereichsradius R_T ergibt.

Die Formprofilkontur 24 wird durch die Projektion des Gewindegangs 16 entlang der Helix über einen sich axial erstreckenden Bereich einer Länge von dreimal dem mittleren Gewinderadius ($3 \times R_M$) ausgehend vom freien Ende des Schafts 25 auf eine Schnittebene der Helix H definiert. Diese ist in der Fig. 3c näher beschrieben.

Die Projektion entspricht also der Projektion der geradlinigen Abwicklung des Gewindegangs auf die Schnittebene H der Helix, die die Schraubenmittelachse M beinhaltet.

Fig. 2 zeigt die Schraube 10 in Seitenansicht mit der Schraubenmittelachse M. Der axiale Bereich der Schraube 10 vom Beginn des Gewindegangs 16 über eine axiale Länge von $3 \times R_M$, der dann über die Länge L_1 abgewickelt ist. Ferner ist die Schnittebene H dargestellt, in der die Schraubenmittelachse M liegt.

Die perspektivische Darstellung der Abwicklung des Gewindegangs 16 ist in der Fig. 3a dargestellt. Die Abwicklung zeigt schematisch den Gewindegang 16 mit der Länge L_1 , wobei L_1 der Länge des Gewindegangs 16 in der Abwicklung entspricht, die sich bei einer axialen Erstreckung von $3 \times R_M$ ergibt. Der Radius R ist an verschiedenen Stellen des Gewindegangs 16 als Strichlinie dargestellt. So wird
5 über die gesamte Länge des Hauptgewindes 18 der mittlere Gewinderadius ermittelt.

Die Fig. 3 b zeigt die Vorderansicht der Abwicklung, die einer Schnittebene der Helix entspricht. So ergibt sich aus der Projektion auf die Schnittebene die Formprofilkontur 24 gemäß Fig. 3c mit einer maximalen Ausdehnung, die die wirksame Formprofilkontur 24 abbildet, die dann das Muttergewinde im
10 Bauteil erzeugt.

Der Formbereich F endet am Formbereichsende FE , also an der Stelle des Hauptgewindes 18, an der die dem Antrieb nächstliegende maximale Ausdehnung der Formprofilkontur 24 im Bereich von 85% des mittleren Gewinderadius in Radialrichtung nach außen noch vorliegt, bevor die nachfolgende
15 Profilkontur im Bereich bis zum Ende von L_1 , also der korrespondierenden Länge des Gewindegangs zur Länge $3 \times R_M$ in axialer Richtung wieder innerhalb der Formprofilkontur 24 liegt. Die Lage des Formbereichsendes FE ist in Fig. 4 dargestellt. An der Stelle FE ist die Formprofilkontur 24, ausgehend vom Beginn des Gewindes, letztmalig vorhanden, bevor die Profilkontur nach einem Übergangsbereich in die Tragprofilkontur 22 übergeht, die im vorliegenden Beispiel über die übrige Schraubenlänge des
20 Hauptgewindes 18 beibehalten wird.

Die Tragprofilkontur 22 wird durch die Projektion des Teils des Gewindegangs 16 auf eine Schnittebene H der Helix entlang der Helix über einen sich axial erstreckenden Bereich gebildet, der bei einem axialen Abstand von $2/3$ des mittleren Gewinderadius R_M zum Formbereichsende FE beginnt und bei
25 einem axialen Abstand von $5/3$ des mittleren Gewinderadius R_M vom Formbereichsende FE endet. Dieser Bereich bildet wenigstens einen Teilbereich des Tragbereichs T . In Fig. 4 ist der Bereich in der Abwicklung des Gewindes 18 dargestellt, der sich analog zu den angegebenen Abmessungen in Axialrichtung ergibt. So ist L_2 die Länge des Gewindegangs 16, die sich aus der Abwicklung des axialen Bereichs von $2/3 \times R_M$ ergibt. Die Länge L_3 ist die Länge des Gewindegangs 16, die sich aus der
30 Abwicklung des axialen Bereichs von $5/3 \times R_M$ ergibt.

Indem der Bereich zur Ermittlung der Tragprofilkontur 22 bei $2/3 \times R_M$ beginnt, ist auf diese Weise sichergestellt, dass ein möglichst kurzer Übergangsbereich vom Formbereich F zum Tragbereich T gewährleistet ist. Somit ist der Übergangsbereich in der Abwicklung kürzer als L_2 und in axialer

Richtung kleiner oder gleich $\frac{2}{3} \times R_M$. Der Tragbereich T weist wenigstens eine Länge von $L_3 - L_2$ in der Abwicklung auf, sodass eine grundlegende Haltefunktion der Schraube erfüllt ist. Die Abwicklung des Teils des Gewindes 16, der den Tragbereich wenigstens teilweise bildet, ist in Fig. 5a dargestellt. Fig. 5b zeigt eine Vorderansicht der Abwicklung und Fig. 5c die entsprechende Projektion der

5 Abwicklung auf die Schnittebene H der Helix, die die Tragprofilkontur 22 definiert. Die Vorderansicht und die Projektion sind im vorliegenden Fall identisch, da die Profilkontur im Tragbereich im vorliegenden Fall gleichbleibend der Tragprofilkontur 22 entspricht.

In Fig. 6 ist dargestellt, dass die Tragprofilkontur 22 und Formprofilkontur 24 so aufeinander abgestimmt

10 sind, dass bei einer Überlagerung der Tragprofilkontur 22 und der Formprofilkontur 24 wenigstens in dem Bereich E, der sich von 85% des Formbereichsradius R_F in Radialrichtung nach außen erstreckt, die Tragprofilkontur 22 vollständig innerhalb der Formprofilkontur 24 liegt. Eine Vergrößerung des Bereichs E ist in Fig. 7 dargestellt. Der Abstand A1 zwischen den Flanken der Formprofilkontur 24 und der Tragprofilkontur 22 kann auf die Elastizität des Werkstoffes abgestimmt sein, beträgt aber bevorzugt

15 beispielsweise bei einer Schraube mit einem Nenndurchmesser von 5 mm zwischen 0,03 mm und 0,05 mm, insbesondere 0,04 mm. Der Abstand bleibt bevorzugt wenigstens im Bereich E über die gesamte Flanke konstant.

Fig. 8a zeigt eine Vergrößerung des Bereichs E der Formprofilkontur 24, die eine Formprofilfläche 26

20 begrenzt, die gemessen in einem Bereich von 10% des Formbereichsradius ausgehend vom maximalen orthogonalen Abstand der Formprofilkontur zur Schraubenmittelachse radial nach innen gebildet ist. Fig. 8b zeigt eine Vergrößerung des Bereichs E der Tragprofilkontur 22, wobei die Tragprofilkontur 22 eine Tragprofilfläche 28 begrenzt, die in einem Bereich von 10% des Formbereichsradius R_F ausgehend vom maximalen orthogonalen Abstand der Tragprofilkontur, der R_T entspricht, zur Schraubenmittelachse

25 radial nach innen gemessen ist.

Erfindungsgemäß ist die Formprofilfläche 26 größer als die Tragprofilfläche 28. Dies hat den Vorteil, dass auch spitze Flankenwinkel realisiert werden können, ohne dass das Material, in das die Schraube eingeschraubt wird, übermäßig beansprucht und dabei eine hohe Auszugskraft bei niedrigem

30 Eindrehmoment erzielt wird.

Der Flankenwinkel alpha der Formprofilkontur 24 wird, wie in Fig. 9 gezeigt, bestimmt. Er entspricht 180° abzüglich der Summe der Basiswinkel (beta 1, beta 2) eines Trapezes, das gebildet wird, indem die Grundseiten des Trapezes durch die zur Schraubenachse parallelen Schnitlinien bei 85% des

Formprofilradius R_F und bei 95% des Formprofilradius R_F gebildet sind. Basiswinkel sind die Winkel an der längeren Grundseite des Trapezes, also bei der Schnittlinie bei 85%.

Der Flankenwinkel beträgt weniger als 35° , insbesondere zwischen 20° und 30° .

5

Die analoge Vorschrift zur Ermittlung des Flankenwinkels ergibt sich für die Tragprofilkontur 22, wobei hier die Schnittlinien bei 85% und 95% des Tragprofilradius R_T gelegt werden.

Fig. 10 zeigt den Vergleich der Breite B_F der Formprofilkontur bei 95% des Formradius und der Breite der Tragprofilkontur B_T . Die Breite B_F der Formprofilkontur 24 ist hierbei größer als die Breite B_T der Tragprofilkontur 22. Im Beispiel der Figur 10 ist die Breite B_T der Tragprofilkontur 22 etwa 10% kleiner als die Breite B_F der Formprofilkontur 24. Die Formprofilkontur 24 als auch die Tragprofilkontur 22 sind im vorliegenden Beispiel symmetrisch ausgeführt. Die Symmetrieachse ist die Orthogonale auf die Schraubenmittellachse M, die die Profilkontur 22, 24 in der halben Breite B_T bzw. B_F schneidet.

15

Fig. 11 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Gewindes im Tragbereich T, wobei der Übergang von der Gewindeflanke in den Gewindegrund flacher verläuft als dies in den vorangehend beschriebenen Figuren der Fall ist. Demzufolge liegt die Tragprofilkontur 22 im Bereich radial innerhalb von 85% des Formbereichsradius wenigstens teilweise außerhalb der Formbereichskontur 24.

20

Fig. 12 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schraube, wobei der Schaft ferner am freien Ende des Schraubenschaftes ein Ansetzgewinde 30 aufweist. Das Ansetzgewinde umfasst wenigstens zwei Ansetzgewindegänge 32, 34, die in ihrem Radius höchstens 90% des Formbereichsradius R_F erreichen und einen Ansetzbereich AB bilden, in welchem die Ansetzgewindegänge 32, 34 den gleichen Radiusverlauf über ihre zugeordnete Helix aufweisen und zudem der Gewinderadius des Hauptgewindes kleiner oder gleich dem Gewinderadius der Ansetzgewindegänge im gleichen axialen Abstand zum freien Ende 25 der Schraube ist.

25

Im vorliegenden Beispiel weist der Gewindegang 16 des Hauptgewindes 18 im Ansetzbereich bei gleichem axialen Abstand zum freien Ende der Schraube den gleichen Gewinderadius R auf wie das Ansetzgewinde 30. Die Ansetzgewindegänge 32, 34 beginnen unmittelbar am freien Ende 25 des Schraubenschaftes am Kern. Dies sorgt dafür, dass sofort mit dem ersten Ansetzen der Schraube eine ideale Führung der Schraube erreicht ist. Das Ansetzgewinde 30 erstreckt sich im vorliegenden Beispiel über etwa eine Windung, wobei der Ansetzbereich bei etwa einem Drittel einer Windung endet.

30

Der Durchmesser des freien Endes des Schraubenschaftes entspricht im vorliegenden Beispiel etwa wenigstens 65% des doppelten Formbereichsradius R_F .

- 5 Der Ansetzbereich ist in den Figuren 13a bis 13d näher beschrieben.

Fig. 13a zeigt eine vergrößerte Seitenansicht des freien Endes 25 des Schraubenschaftes mit drei Querschnittslinien. Die erste Querschnittslinie P-P liegt in der Mitte des Ansetzbereichs AB. Die Querschnittslinie Q-Q liegt am Ende des Ansetzbereichs AB und die Querschnittslinie S-S oberhalb des
10 Ansetzbereichs. Fig. 13b zeigt den Querschnitt an der Querschnittslinie P-P. In Fig. 13b ist gut zu erkennen, dass alle Gewinde im Ansetzbereich, nämlich die beiden Ansetzgewinde 32, 34 und der Gewindegang 16 den gleichen Gewinderadius aufweisen. Das gleiche gilt für Fig. 13c am Ende des Ansetzbereichs, bei welchem immer noch alle vorliegenden Gewindegänge 16, 32, 34 im gleichen axialen Abstand zum freien Ende der Schraubenachse denselben Gewinderadius R besitzen.

15 Fig. 13d verdeutlicht schließlich im Querschnitt an der Querschnittslinie S-S die Gewinderadien der beiden Ansetzgewinde 32, 34 und des Gewindegangs 16 des Hauptgewindes außerhalb des Ansetzbereichs AB. In diesem Bereich sind die Gewinderadien R der Ansetzgewinde 32, 34 deutlich kleiner als der Gewinderadius des Gewindegangs 16 des Hauptgewindes 18 an dieser Querschnittslinie.
20 Die Ansetzgewinde laufen im vorliegenden Beispiel nach dem Ansetzbereich sanft aus, wohingegen der Hauptgewindegang weiter bis zum Erreichen seiner Formprofilkontur weiter anwächst.

Fig. 14 zeigt eine Schnittansicht beim Erstellen einer Schraubverbindung 40.

25 Die Schraubverbindung 40 umfasst eine Schraube 42 und ein mit einem Vorloch 44 versehenes Kunststoffbauteil 46. Durch den vorderen Formbereich F der Schraube 42 wird ein Gewindegang im Kunststoffbauteil 46 vorgefurcht, in den dann der nachfolgende Tragbereich T des Gewindegangs eingreift. So ist ein Detail 1 in Fig. 15a dargestellt, das den Eingriff des Gewindes im Formbereich F zeigt und das Detail 2, das den Eingriff des Gewindes im Tragbereich des Hauptgewindes zeigt.

30 Die Formprofilkontur 50 ist in Fig. 15a gezeigt. Das nachfolgende Gewinde mit der Tragprofilkontur 58 im Tragbereich der Schraube ist in Fig. 15b in der Detaildarstellung dargestellt. In der Detaildarstellung von Fig. 15b ist der Gewindegang im Muttergewinde in seinem rückgefederten Zustand mit der Konturlinie 56 dargestellt. Die Gewindeflanken der Tragprofilkontur 58 sind hier trotz der Rückfederung

- des Muttergewindes noch im Abstand A2 von dem rückgefederten Muttergewinde beabstandet. Auf diese Weise kann das Gewinde des Tragbereichs nahezu reibungsfrei in das Muttergewinde eingeschraubt werden. Erst durch das endgültige Anziehen der Schraube 42 wird das Gewinde im Tragbereich an die Flanke des Muttergewindes angepresst und stellt eine kraftschlüssige Verbindung in
- 5 Drehrichtung her. Indem die Fläche des Spitzenbereichs der Tragprofilkontur 58 geringer ist als die Fläche der Formprofilkontur 50, kann sowohl ein niedriges Eindrehmoment als auch eine hohe Auszugsfestigkeit gewährleistet werden, da eine Materialschädigung des Kunststoffmaterials vermieden wird und dennoch ein ausreichender Abstand der Gewindeflanken zwischen dem rückgefederten Muttergewinde und dem Gewinde im Tragbereich gegeben ist.

10