

Beschreibung

Antriebselement

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Antriebselement welches – insbesondere an einem Ende eines Schaftes -ein inneres Mitnahmeprofil aufweist, das eine Profilachse definiert und an seiner Innenseite mehrere gleichmäßig um die Profilachse verteilt angeordnete konkave Antriebsflächen aufweist, zwischen
10 denen ebene oder konvex gekrümmte Übergangsflächen vorgesehen sind, oder ein äußeres Mitnahmeprofil aufweist, das eine Profilachse definiert und an seiner Außenseite mehrere gleichmäßig um die Profilachse verteilt angeordnete konkave Antriebsflächen aufweist, zwischen denen ebene oder konvex gekrümmte Übergangsflächen vorgesehen sind, wobei

15 im Querschnitt die Übergangspunkte oder Übergänge zwischen den Antriebsflächen und den Übergangsflächen auf einem gemeinsamen Innenkreis mit dem Innendurchmessers D_i liegen, und

die Antriebsflächen auf gleichmäßig um die Profilachse verteilt angeordneten Außenkreisen mit dem Durchmesser D_a liegen und symmetrisch zu
20 ihrer die Profilachse einschließenden Längsmittlebene ausgebildet sind.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum drehfesten Verbinden zweier Bauteile, insbesondere einer Schraube und eines Drehwerkzeugs, wobei ei-
25 nes der Bauteile als ein Antriebselement mit einem äußeren Mitnahmeprofil und das andere Bauteil als Antriebselement mit einem inneren Mitnahmeprofil ausgebildet ist, bei dem die Mitnahmeprofile der beiden Bauteile axial zusammengesteckt werden, um eine drehfeste Verbindung zwischen den beiden Bauteilen herzustellen.

Schrauben und Drehwerkzeuge sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Dabei umfassen die Schrauben einen Schraubenschaft mit einem Außengewinde, an dessen oberem Endbereich ein Mitnahmeprofil zur Kopplung mit einem Drehwerkzeug vorgesehen ist, das
5 in der Regel an einem Schraubenkopf ausgebildet ist. Die Drehwerkzeuge sind beispielsweise in Form von Ring- oder Maulschlüsseln ausgebildet oder umfassen auswechselbare Bits, die über einen Bithalter mit einem Antrieb, beispielsweise in Form eines Handgriffs oder eines Akkuschraubers, verbunden werden. Alternativ kann der Bithalter über einen Adapter zum wechselnden
10 Einsatz mit einem Schraubendrehergriff oder einem abgewinkelten Griff, mit einer Knarre, einem Drehmomentschlüssel, einem Akkuschrauber oder einem Ratschenschrauber verbunden werden.

Schraube und Drehwerkzeug werden zum Übertragen eines Drehmoments
15 von dem Drehwerkzeug auf die Schraube mit komplementär zueinander ausgebildeten Mitnahmeprofilen angeboten. Hierzu weist eines der beiden Bauteile an einem seiner freien Enden ein äußeres Mitnahmeprofil mit außenliegenden Antriebsflächen und das andere Bauteil an seinem einen freien Ende ein zu dem äußeren Mitnahmeprofil komplementäres inneres Mitnahmeprofil
20 mit innenliegenden Antriebsflächen auf. Die Mitnahmeprofile sind beispielsweise in der Form eine Innensechskants, eines Außensechskants, eines Torx-Profils sowie eines Kreuzschlitzprofils oder Schlitzprofils ausgebildet. Nach dem Koppeln des inneren Mitnahmeprofiles mit dem äußeren Mitnahmeprofil liegen die Mitnahmeprofile mit Spiel aneinander an. Dies führt dazu, dass sich
25 die Mitnahmeprofile in ungewollter Weise voneinander lösen können es weiterhin auch nicht möglich ist, die Mitnahmeprofile axial sauber zueinander auszurichten. Um die Handhabung beim Eindrehen und Lösen der Schraube mit dem Drehwerkzeug zu vereinfachen, werden zwar Drehwerkzeuge, die mit einem Magnet versehen sind, oder ferromagnetische Drehwerkzeuge, die mit

einem Magnet magnetisierbar sind, angeboten. Dies ist jedoch mit zusätzlichem Aufwand verbunden. Außerdem kann durch die Verwendung eines magnetischen Drehwerkzeugs eine koaxiale Ausrichtung der Mitnahmeprofile auch nicht erreicht werden. Eine solche koaxiale Ausrichtung ist jedoch erforderlich, um Schraubenverbindungen in automatische Herstellungsprozesse einbinden zu können.

Zur Behebung dieser Problematik ist aus der DE 10 2005 011 734 A1 bekannt, bei einem Drehwerkzeug zum Eindrehen und Lösen sogenannter Torx-Schrauben die Antriebsfläche unter einem spitzen Winkel geneigt zur Profilachse auszubilden, so dass beim axialen Zusammenstecken der Mitnahmeprofile des Drehwerkzeugs und der Schraube ein Klemmsitz entsteht und somit keine zusätzlichen Haltemittel erforderlich sind, um die Schraube in ein Gewinde einzudrehen. In ähnlicher Weise ist aus der WO 2013/062895 A1 und US 2010/0269644 A1 bekannt, die Antriebsflächen von Schraube und Drehwerkzeug geneigt auszubilden, um einen Klemmsitz zwischen den Bauteilen zu erzeugen.

Ein Problem, das beim Eindrehen und Lösen von Schrauben immer wieder auftritt besteht darin, dass die Mitnahmeprofile insbesondere im Bereich der Kanten beschädigt werden, wenn die zum Eindrehen/Lösen der Schraube erforderlichen Drehmomente zu hoch sind.

Zur Lösung dieser Problematik wird in der WO 2019/238250 A1 ein Antriebssystem mit einer Schraube und einem Drehwerkzeug vorgeschlagen, deren Mitnahmeprofile konisch zulaufend ausgebildet sind. Des Weiteren besitzt das äußere Mitnahmeprofil konkave, d.h. nach innen zur Profilachse hin nach innen gekrümmte Antriebsflächen in Kreisbogensegmentform, und das innere Mitnahmeprofil dazu komplementäre Antriebsflächen. Die Anordnung ist dabei so getroffen, dass im zusammengesteckten Zustand die Antriebsflächen der

beiden Bauteile in Umfangsrichtung betrachtet beidseits des Scheitelpunkts der konkaven Krümmung flächig in Kontakt/Eingriff kommen.

Durch diese Ausgestaltung wird neben einer formschlüssigen und drehfesten
5 Verbindung auch eine kraftschlüssige bzw. klemmende Verbindung zwischen Schraube und Drehwerkzeug hergestellt, über welche die Bauteile axial miteinander verbunden und coaxial zueinander ausgerichtet sind. Des Weiteren erfolgt die Kraft- bzw. Drehmomentübertragung ausschließlich über den flächigen Kontakt, der in den beidseits des Scheitelpunktes der kreisbogenförmig
10 gekrümmten Antriebsflächen stattfindet, während ein Kontakt in den zwischen den Antriebsflächen liegenden Übergangsbereichen/Übergangsflächen nicht vorhanden ist. Auf diese Weise können Beschädigungen der Kantenbereiche bzw. Randbereiche der Antriebsflächen vollständig vermieden werden.

15 Aufgabe der Erfindung ist es, das vorbekannte Antriebssystem weiter zu optimieren und insbesondere eine hohe Drehmomentübertragung sowie eine hohe Lastwechselzahl zu ermöglichen.

Diese Aufgabe ist bei einem Antriebselement der eingangs genannten Art
20 dadurch gelöst, dass der Außendurchmesser D_a sowie der Mittenabstand L zwischen den Mittelpunkten des Innenkreises und der Außenkreise in Abhängigkeit von dem Innendurchmesser D_i so gewählt sind, dass die Normalkraft, die an den Übergangspunkten zwischen jeweils einer Antriebsfläche und der danebenliegenden Übergangsfläche wirkt, wenn in das Mitnahmeprofil ein
25 Drehmoment M_D um die Profilachse eingeleitet wird, tangential an der zu der Antriebsfläche jeweils benachbarten Antriebsfläche anliegt oder innerhalb von dieser verläuft. Mit anderen Worten ist die Normalkraft in den zentralen Bereich des Mitnahmeprofiles gerichtet, der zwischen der benachbarten Antriebsfläche und der Profilachse liegt.

30

Entsprechend ist die Aufgabe bei einem Verfahren zum drehfesten Verbinden zweier Bauteile, insbesondere einer Schraube und einem Drehwerkzeugs, der eingangs genannten Art gelöst, dass die Bauteile als erfindungsgemäße Antriebselemente ausgebildet und die Mitnahmepprofile der Antriebselemente 5 derart komplementär zueinander ausgewählt sind, dass die Antriebsflächen der Bauteile beim axialen Zusammenstecken der Mitnahmepprofile flächig in Kontakt miteinander kommen, so dass eine kraftschlüssige und/oder klemmende Verbindung, über welche die Bauteile axial miteinander verbunden werden, zwischen den Bauteilen entsteht.

10

Es hat sich gezeigt, dass sich optimale Ergebnisse hinsichtlich der erreichbaren Lastwechselzahl und übertragbaren Drehmomente erzielen lassen, wenn die bei einer Drehmomentübertragung an den Antriebsflächen erzeugten Normalkräfte zum Kern des Mitnahmeprofils gerichtet sind und damit die zwischen 15 den konkav gekrümmten Antriebsflächen liegenden Bereiche durch die Normalkräfte nicht oder kaum durch Biege- und/oder Scherkräfte belastet werden. Dies wird durch die erfindungsgemäße Abstimmung zwischen dem Außendurchmesser D_a , dem Innendurchmesser D_i und dem Mittenabstand L erreicht. Unter Normalkraft wird dabei derjenige Anteil einer zur Erzeugung des 20 Drehmoments in das Mitnahmeprofil eingeleiteten Hebelkraft verstanden, welcher senkrecht zu der jeweiligen kreissegmentförmigen Antriebsfläche und damit durch deren Kreismittelpunkt verläuft.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Mittenabstand L berechnet wird gemäß der Gleichung $L = F(L, D_i) D_i$, wobei $F(L, D_i) = 0,494 e^{(0,605K)}$ ist. Dabei sollte das Laufverhältnis $K = D_a/D_i$ im Bereich von 0,3 und 2,0 liegen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass es ein inneres Mitnahmeprofil aufweist und die Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse geneigt sind, wobei sie sich der Profilachse ausgehend von einer Einstecköffnung des inneren Mitnahmeprofils zu einem hinteren Ende des inneren Mitnahmeprofils hin annähern. Eine bevorzugte Ausgestaltung dieser Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse um einen Neigungswinkel α_1 geneigt sind, der wenigstens 1° , insbesondere wenigstens $1,5^\circ$ beträgt und/oder dass die Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse um einen Neigungswinkel α_1 von höchstens 5° , insbesondere höchstens $3,5^\circ$ und bevorzugt höchstens 3° geneigt sind, wobei der Neigungswinkel α_1 bevorzugt $2^\circ \pm 0,2^\circ$ oder $3^\circ \pm 0,2^\circ$ beträgt.

In weiterer Ausgestaltung dieser Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Übergangsflächen gegenüber der Profilachse geneigt sind und sich ausgehend von einer Einstecköffnung des inneren Mitnahmeprofils zu dem hinteren Ende des inneren Mitnahmeprofils hin der Profilachse annähern. Eine Ausgestaltung dieser Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Übergangsflächen gegenüber der Profilachse um einen Neigungswinkel β_1 geneigt sind, der wenigstens 1° , insbesondere wenigstens $1,5^\circ$ beträgt und/oder dass die Übergangsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse um einen Neigungswinkel β_1 von höchstens 5° , insbesondere höchstens $3,5^\circ$ und bevorzugt höchstens 3° geneigt sind, wobei der Neigungswinkel β_1 bevorzugt $2^\circ \pm 0,2^\circ$ oder $3^\circ \pm 0,2^\circ$ beträgt. In bevorzugter Weise ist dabei der Neigungswinkel α_1 der Antriebsflächen gegenüber der Profilachse genau so groß wie der Neigungswinkel β_1 der Übergangsflächen gegenüber der Profilachse.

Mit anderen Worten sind die inneren Mitnahmeprofile ausgehend von deren Einstecköffnung konisch zusammenlaufend ausgebildet.

In gleicher Weise können die Antriebsflächen eines äußeren Mitnahmeprofiles eines erfindungsgemäßen Antriebselements gegenüber der Profilachse geneigt sein, wobei sie sich der Profilachse zu einem Einsteckende des äußeren Mitnahmeprofiles hin annähern. Zweckmäßigerweise ist hierbei vorgesehen, dass die Antriebsflächen gegenüber der Profilachse um einen Neigungswinkel α_A geneigt sind, welcher wenigstens $0,5^\circ$, insbesondere wenigstens 1° beträgt und/oder höchstens $1,5^\circ$ beträgt, wobei der Neigungswinkel α_A bevorzugt $1,15^\circ \pm 0,2^\circ$ beträgt.

10

In diesem Fall können die Übergangsflächen parallel zur Profilachse verlaufen. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Übergangsflächen gegenüber der Profilachse unter einem Neigungswinkel β_A geneigt sind, der größer als 0° und kleiner als $0,7^\circ$ ist und bevorzugt $0,4^\circ \pm 0,05^\circ$ beträgt.

15

In weiterer Ausgestaltung dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel β_A der Übergangsflächen gegenüber der Profilachse kleiner ist als der Neigungswinkel α_A der Antriebsflächen gegenüber der Profilachse, wobei das Verhältnis des Neigungswinkels α_A zu dem Neigungswinkel $\beta_A \geq 2$, insbesondere $\geq 2,5$ ist und bevorzugt $2,8 \pm 0,2$ beträgt.

20

Der Außendurchmesser D_a ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung über die axiale Länge des Mitnahmeprofiles konstant. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Antriebsflächen bei einem konisch zusammenlaufenden Mitnahmeprofil unterschiedlich gefertigt werden können. Zum einen kann ein zylindrischer Fräser verwendet werden, der dann entsprechend des gewünschten Konuswinkels angestellt wird. In diesem Fall besitzen die Angriffsflächen die reine Kreisform in einer Ebene, die senkrecht zu dem jeweiligen Flankenwinkel des konischen Mitnahmeprofiles verläuft, während die reine

30

Kreisform in einer Schnittebene senkrecht zur Profilachse leicht elliptisch verzerrt ist. Bei anderen Herstellungsverfahren können ähnliche Verzerrungen entstehen. Solche Abweichungen sind als Fertigungstoleranzen zu betrachten.

5

In ähnlicher Weise kann der Innendurchmesser D_i über die axiale Länge des Mitnahmeprofiles konstant sein oder in Anpassung an eine Neigung der Übergangsflächen kontinuierlich bei einem inneren Mitnahmeprofil in Richtung von dessen Einstecköffnung zunehmen und im Falle eines äußeren Mitnahmepro-

10 fils ausgehend von dessen Einsteckende zunehmen. Im letzteren Fall müssen die beanspruchten Verhältnisse und damit der beanspruchte Verlauf der Normalkräfte am verjüngten Ende des äußeren Mitnahmeprofiles vorliegen, bevorzugt über dessen gesamte wirksame Länge.

15 Wie bei Schraubenköpfen üblich weist das Mitnahmeprofil bevorzugt fünf oder sechs Antriebsflächen auf. Eine andere Anzahl ist jedoch möglich.

In bevorzugter Weise ist das Antriebselement eine Schraube und das Mitnahmeprofil an dem Schraubenkopf ausgebildet. Ebenso kann das Antriebselement ein Schraubenbit sein.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Mitnahmeprofile der beiden Bauteile zur Profilachse geneigte Antriebsflächen aufweisen und die Mitnahmeprofile der Bauteile derart komplementär zueinander gewählt sind, dass die Antriebsflächen der Bauteile beim axialen Zusammenstecken der Mitnahmeprofile flächig in Kontakt miteinander kommen, so dass eine kraftschlüssige und/oder klem-

25 mende Verbindung, über welche die Bauteile axial miteinander verbunden werden, zwischen den Bauteilen entsteht.

30

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Paare von drehfest zu verbindenden Bauteilen einander nach Art eines Kits zugeordnet, wobei die Bauteile zueinander passen und zueinander korrespondierend ausgebildet sind. Bei einer Ausgestaltung der Erfindung sind die beiden Bauteile so ausgewählt, dass die Mitnahmeprofile der beiden Bauteile zu ihrer jeweiligen Profilachse geneigte Antriebsflächen aufweisen. In bevorzugter Weise ist dabei vorgesehen, dass der Neigungswinkel α_i , um welchen die Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse geneigt sind, größer ist als der Neigungswinkel α_A , um welchen die Antriebsflächen des äußeren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse geneigt sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Neigungswinkel α_i der Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils $3^\circ \pm 0,2^\circ$ und der Neigungswinkel α_A der Antriebsflächen des äußeren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse $1,15^\circ \pm 0,15^\circ$ beträgt, oder dass der Neigungswinkel α_i der Antriebsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse $2^\circ \pm 0,2^\circ$ beträgt und der Neigungswinkel α_A der Antriebsflächen des äußeren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse $1,15^\circ \pm 0,15^\circ$ beträgt. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass die Mitnahmeprofile an ihren verjüngten Enden in Eingriff kommen, zu den dickeren Enden hin jedoch ein geringer Spalt vorhanden ist. Es hat sich gezeigt, dass hierdurch eine sichere Verbindung auch bei quer zu den Profilachsen gerichteten Kraftbeanspruchungen gewährleistet werden kann.

In ähnlicher Weise kann vorgesehen sein, dass die Übergangsflächen der Mitnahmeprofile der beiden Bauteile zu der jeweiligen Profilachse geneigt sind, wobei der Neigungswinkel β_i der Übergangsflächen des inneren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse zu dem Neigungswinkel, um welchen die Übergangsflächen des äußeren Mitnahmeprofils gegenüber der Profilachse geneigt sind, ≥ 5 , insbesondere ≥ 6 und bevorzugt $\geq 7,5$ ist.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass Antriebselemente verwendet werden, bei denen der Außendurchmesser des inneren Mitnahmeprofiles kleiner, insbesondere um 1,5 – 3% und bevorzugt 2% kleiner als der Außendurchmesser des äußeren Mitnahmeprofiles ist.

Es hat sich gezeigt, dass durch das geringe Untermaß bei dem äußeren Mitnahmeprofil Verschleißerscheinungen an den Schneidplatten bei der Herstellung der Antriebsflächen kompensiert werden können.

In weiterer Ausgestaltung dieser Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Antriebsflächen der beiden Bauteile über wenigstens 25%, insbesondere wenigstens 40% und bevorzugt wenigstens 60% ihrer Erstreckung in Umfangsrichtung miteinander in flächigen Kontakt kommen.

Bevorzugt kommen die beiden Bauteile an jeder Anlagefläche jeweils beidseitig der Längsmittlebene von dieser in Anlage. Ebenso können die Mitnahmeprofile so ausgebildet sein, dass sie im Bereich der Übergangsflächen nicht in Kontakt kommen.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnung. In der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer Schraube mit einem inneren Mitnahmeprofil,

Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines als Schraubenbit ausgebildeten Antriebselements mit äußerem Mitnahmeprofil gemäß der Erfindung, das zu dem Mitnahmeprofil der Schraube gemäß Figur 1 korrespondiert,

- Figur 3 schematisch einen Eingriff zwischen einem Schraubenbit und einer Schraube in einer Schnittdarstellung, welche den Neigungswinkel α der Antriebsflächen zeigt,
- 5
- Figur 4 die Einzelheit X aus Figur 3 in vergrößerter Darstellung,
- Figur 5 schematisch den Eingriff in einer weiteren Schnittdarstellung, welche den Neigungswinkel β der Übergangsfläche zeigt,
- 10
- Figur 6 die Einheit X aus Figur 5 in vergrößerter Darstellung,
- Figur 7 eine Darstellung der Geometrie sowie die Kraftverläufe bei einem äußeren Mitnahmeprofil eines erfindungsgemäßen Antriebselements,
- 15
- Figur 8 ein Beispiel für ein erfindungsgemäßes äußeres Mitnahmeprofil mit Abmessungen.
- 20
- 25
- In der Figur 1 ist beispielhaft ein Antriebselement in Form einer Schraube 1 dargestellt. Die Schraube 1 umfasst einen Schaft 2, der ein Außengewinde 3 trägt und eine Längsachse der Schraube 1 definiert. An dem oberen Ende des Schafts 2 ist ein Schraubenkopf 4 vorgesehen, der an seiner Innenseite ein zur Oberseite des Schraubenkopfes 4 hin offenes, inneres Mitnahmeprofil 5 mit innenliegenden Antriebsflächen 6 aufweist, das eine coaxial zu der Längsachse der Schraube 1 liegende Profilachse P_I definiert. Dabei bildet die offene Oberseite eine Einstecköffnung 5a des inneren Mitnahmeprofils 5 für einen Schraubenbit.

- Das innere Mitnahmeprofil 5 besitzt im Querschnitt bzw. in der Draufsicht die Grundform eines regelmäßigen Sechskants, dessen Seitenflächen die Antriebsflächen 6 bilden, welche gegenüber der Profilachse P_A bzw. der Längsachse der Schraube 1 unter einem Neigungswinkel α_1 von 2° geneigt sind, so dass sie sich von der Einstecköffnung 5a des inneren Mitnahmeprofiles 5 zu dem hinteren Ende des inneren Mitnahmeprofiles 5, hin der Profilachse P_A annähern. Mit anderen Worten verjüngt sich das Mitnahmeprofil 5 im Schraubenkopf 4. Bei kleinen Schrauben kann der Neigungswinkel α_1 auch 3° betragen.
- 10 Die Antriebsflächen 6 des inneren Mitnahmeprofiles 5 sind im Querschnitt konkav, d.h. nach innen zur Profilachse P_I gekrümmt ausgebildet. Konkret besitzen die konkaven Antriebsflächen 6 im Querschnitt jeweils Kreisbogensegmentform, wobei der Radius der Antriebsflächen 6 über deren gesamte axiale Länge konstant ist.
- 15 Die Antriebsflächen 6 sind an den sechs Ecken durch Übergangsbereiche bzw. Übergangsflächen 7 miteinander verbunden, die konvex gebogen sind und Kreisbogenform besitzen, wodurch sie strahlenartig nach außen ragen. Dabei erfolgt der Übergang zwischen den Übergangsflächen 7 und den Antriebsflächen 6 stetig. Die Übergangsflächen 7 sind gegenüber der Profilachse P_I geneigt, wobei sie sich ausgehend von der Einstecköffnung 5a des inneren Mitnahmeprofiles 5 zu dem hinteren Ende des inneren Mitnahmeprofiles 5 hin der Profilachse P_I annähern. Dabei ist der Neigungswinkel β_1 der Übergangsflächen 7 gegenüber der Profilachse P_I genau so groß wie der Neigungswinkel α_1 der Antriebsflächen gegenüber der Profilachse P_I und beträgt somit in dem dargestellten Ausführungsbeispiel 2° .
- 20
25

In der Figur 2 ist ein Antriebselement/Drehwerkzeug 8 in der Form eines Schraubenbits gezeigt, das zur Betätigung der in Figur 1 dargestellten

- Schraube 1 ausgebildet ist. Das Drehwerkzeug 8 besitzt ein äußeres Mitnahmeprofil 9, das dessen unteres Ende an einem nicht dargestellten Schaft des Schrauben Bits vorgesehen und korrespondierend zu dem Mitnahmeprofil 5 der Schraube 1 ausgebildet ist, wobei es eine Profilachse P_A definiert. Entsprechend besitzt auch das äußere Mitnahmeprofil 9 im Querschnitt die Grundform des Sechskants, wobei die Antriebsflächen 10 des Mitnahmeprofiles 9 konkav, d.h. in Richtung der Profilachse P_A gekrümmt ausgebildet sind und geneigt zur Profilachse P_A verlaufen. Konkret sind die Antriebsflächen 10 des Schraubenbits unter einem Winkel α_A von $1,15^\circ$ gegenüber der Profilachse P_A geneigt, wobei sie sich zu einem freien Einsteckende – in der Figur 2 dem oberen Ende – des äußeren Mitnahmeprofiles 9, mit welchem das äußere Mitnahmeprofil 9 in das innere Mitnahmeprofil 5 einer Schraube 1 gesteckt wird, hin der Profilachse P_A annähern. Die Antriebsflächen 10 des Schraubenbits verlaufen also etwas steiler als die Antriebsflächen 9 der Schraube (siehe Figuren 3 und 4). Die Antriebsflächen 10 besitzen ein kreisbogensegmentförmigen Querschnitt mit einem Radius, der über ihre axiale Länge konstant ist und den gleichen Wert besitzt wie der Krümmungsradius der Antriebsflächen 6 der Schraube 1.
- Die Antriebsflächen 10 werden durch ebenfalls konisch zulaufende konvexe Übergangsbereiche bzw. Übergangsflächen 7a stetig miteinander verbunden die kreisbogenförmig ausgebildet sind.
- Wie bei dem inneren Mitnahmeprofil 5 sind die Übergangsflächen 7a des äußeren Mitnahmeprofiles 9 gegenüber der Profilachse P_A geneigt, wobei sie sich der Profilachse P_A zu dem Einsteckende des äußeren Mitnahmeprofiles 9 hin annähern. Dabei beträgt der Neigungswinkel β_A der Übergangsflächen 7a zu der Profilachse P_A $0,4^\circ$. Damit ist der Neigungswinkel β_A der Übergangsflächen 7a gegenüber der Profilachse P_A deutlich kleiner als der Neigungswinkel

α_A der Antriebsflächen 10 gegenüber der Profilachse P_A , wobei das Verhältnis Winkel der Neigungswinkel α_A / β_A bei fast 3 liegt. Ferner ist der Neigungswinkel β_A , um welchen die Übergangsflächen 7a des äußeren Mitnahmeprofiles 9 gegenüber der Profilachse P geneigt sind, deutlich kleiner als der Neigungswinkel β_I , um welchen die Übergangsflächen des inneren Mitnahmeprofiles gegenüber der Profilachse P_I geneigt sind (siehe Figuren 5 und 6). Vorliegend ist das Verhältnis β_I / β_A 7,5. Die Anordnung ist so getroffen, dass die Übergangsbereiche der Schraube 1 und eines korrespondierenden Schraubenbits 8 nicht miteinander in Kontakt kommen. Entsprechend ist der Krümmungsradius der Übergangsbereiche 7a bei dem Bit 8 größer als der Krümmungsradius der Übergangsbereiche 7 bei der Schraube 1.

Mit anderen Worten ist Anordnung so getroffen, dass ein flächiger Kontakt/Eingriff zwischen den Mitnahmeprofilen 5, 9 ausschließlich im Bereich der Antriebsflächen 6, 10 stattfindet, nicht jedoch in den dazwischenliegenden Übergangsbereichen 7, 7a, und sich die Kontaktzonen in der Umfangsrichtung betrachtet jeweils beidseitig des Scheitelpunkts der konkav gekrümmten Antriebsflächen 6, 10 erstrecken. Gewünscht ist, dass zwischen den Antriebsflächen 6, 10 der beiden Bauteile 1, 8 im zusammengesteckten Zustand eine flächige Anlage besteht, so dass die beiden Bauteile 1, 8 exakt coaxial zueinander ausgerichtet werden, wenn ihre beiden Mitnahmeprofile 5, 9 axial zusammengesteckt werden, bis aufgrund der Konizität der Mitnahmeprofile 5, 9 der Antriebsflächen 6, 10 eine klemmende Verbindung zwischen den beiden Bauteilen 1, 8 hergestellt ist. Des Weiteren entsteht durch den flächigen Kontakt eine kraftschlüssige Verbindung, über welche sich hohe Drehmomente übertragen lassen.

In der Figur 7 ist die erfindungsgemäße Geometrie des äußeren Mitnahmeprofiles 5 des Bits 8 an dessen freiem, verjüngten Ende dargestellt.

Zu erkennen ist, dass die Übergangsflächen 7 auf einem gemeinsamen Kreis – dem Innenkreis – mit einem Innendurchmesser D_i liegen. Allerdings müssen die Übergangsflächen 7 nicht durchgehend Kreisbogenform besitzen, sondern können beispielsweise auch eben ausgebildet sein. Wesentlich ist, dass die Übergangspunkte zwischen einer Antriebsfläche 6 und der danebenliegenden Übergangsfläche 7, hier einmal durch einen Pfeil P1 angedeutet, auf dem gemeinsamen Innenkreis liegen.

Ferner ist gezeigt, dass die Antriebsflächen 6 auf gleichmäßig um die Profilachse P_A verteilt angeordneten Außenkreisen mit dem Durchmesser D_a liegen und symmetrisch zu ihrer die Profilachse P_A einschließenden Längsmitttelebene ausgebildet sind.

Der Außendurchmesser D_a sowie der Mittelabstand L zwischen den Mittelpunkten des Innenkreises und der Außenkreise sind in Abhängigkeit von dem Innendurchmesser D_i so gewählt, dass die Normalkraft, die an den Übergangspunkten zwischen den Antriebsflächen 6 und den danebenliegenden Übergangsflächen 7 wirkt, wenn in das Mitnahmeprofil 5 ein Drehmoment M_D um die Profilachse P_A eingeleitet wird, tangential an der zu der Antriebsfläche benachbarten Antriebsfläche 6 anliegt. Die Normalkraft F_{N1} ist beispielhaft für den Übergangspunkt P1 zwischen der oberen Anlagefläche 6 und der links danebenliegenden Übergangsfläche 7 in der Figur 7 angedeutet.

Zu Erzeugung des gewünschten Drehmoments M_D muss an dem Punkt P1 eine Hebelkraft F_{H1} wirken. Diese lässt sich aufteilen in eine Normalkraft F_{N1} , die senkrecht zu dem Außenkreis gerichtet ist, auf dem die Antriebsfläche 6 liegt, und damit durch dessen Mittelpunkt verläuft, und eine senkrecht hierzu verlaufende Tangentialkraft F_{T1} . Wie in der Figur 3 gut erkennbar ist, ist die Anordnung so gewählt, dass die Normalkraft F_{N1} tangential zu der links von

der oberen Antriebsfläche 6 gelegenen benachbarten Antriebsfläche 6 verläuft. Erfindungsgemäß kann die Normalkraft F_{N1} auch zwischen der eingezeichneten Normalkraft F_{N1} und der Profilachse P_A verlaufen, wie dies beispielhaft für den gestrichelten Pfeil F_{NB} in der Figur 3 angedeutet ist. Wesentlich ist, dass die Normalkraft F_{N1} in den zentralen Bereich des Mitnahmeprofiles 9 bzw. des als Schraubenbit ausgebildeten Bauteils 8 eingeleitet wird und die strahlenförmigen Übergangsbereiche 7 zwischen den Antriebsflächen 6 nicht oder kaum auf Biegung oder Scherung beansprucht werden.

- Bei gegebenen Innendurchmesser D_i lassen sich der Außendurchmesser D_a und der Mittenabstand L zwischen dem Mittelpunkt des Innenkreises und den Mittelpunkten der Außenkreise gemäß der nachfolgenden Formel berechnen

$$L = F(L, D_i) D_i.$$

15

Dabei kann das Laufverhältnis $K = D_a/D_i$ gewählt werden und sollte im Bereich von 0,3 und 2,0 liegen.

- Ein Berechnungsbeispiel ist in der Figur 8 dargestellt. Die Parameter sind wie folgt ausgewählt:

- $D_i = 5,6 \text{ mm}$
- $K = 0,8$ (frei gewählt in dem oben genannten Bereich)
- Daraus wird D_a berechnet mit $D_a = D_i K = 5,6 \cdot 0,8 = 4,48$
- mit $F(L, D_i) = 0,494 e^{(0,605K)} = 0,494 e^{(0,605 \cdot 0,8)} = 0,8479$ kann L berechnet werden
- $L = F(L, D_i) D_i = 0,8479 \cdot 5,6 = 4,748$.

25

Aus diesen Parametern kann die in Figur 4 dargestellte Geometrie konstruiert werden.

- Die Geometrie des inneren Mitnahmeprofils 5 ist entsprechend gewählt mit der Maßgabe, dass der Außendurchmesser D_A des äußeren Mitnahmeprofils etwa um 2% kleiner ist als der Durchmesser D_A des hierzu passenden Innenprofils 5. Hierdurch wird dem Umstand Rechnung getragen, dass bei der Herstellung der Antriebsflächen durch Schneidplatten diese einem gewissen Verschleiß ausgesetzt sind, der im zentralen Bereich der Antriebsflächen am größten ist, weil hier das meiste Material durch die Schneidplatten entfernt werden muss. Mit zunehmendem Verschleiß wird im zentralen Bereich der Antriebsflächen weniger Material abgetragen, so dass sich hier eine minimale Wölbung bildet, die das Untermaß kompensiert.
- Es wird darauf hingewiesen, dass der Neigungswinkel α der Antriebsflächen und die Neigungswinkel β der Übergangsflächen jeweils in Umfangsrichtung mittig von der entsprechenden Fläche gemessen werden. Damit wird der Winkel in einer die Profilachse des jeweiligen Mitnahmeprofils schneidenden Mittelebene der entsprechenden Fläche gemessen.

Bezugszeichenliste

	1	Schraube
	2	Schaft
5	3	Außengewinde
	4	Schraubenkopf
	5	inneres Mitnahmeprofil
	5a	Einstecköffnung
	6	Antriebsfläche
10	7	Übergangsbereiche
	7a	Übergangsfläche
	8	Antriebselement/Drehwerkzeug/Bit
	9	äußeres Mitnahmeprofil
	10	Antriebsfläche
15	D _a	Außendurchmesser
	L	Mittenabstand
	M _D	Drehmoment
	P _I	Profilachse
	P _A	Profilachse