

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/127595 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F16H 55/08* (2006.01) *B64C 27/12* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/051980
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Februar 2013 (01.02.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 203 177.4 1. März 2012 (01.03.2012) DE
- (71) Anmelder: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE];  
Graf-von-Soden-Platz 1, 88046 Friedrichshafen (DE).
- (72) Erfinder: LIEDER, Sergej; Parkstraße 23, 34119 Kassel  
(DE). RUHLAND, Reinhold; Radolfzeller Str. 13, 78467  
Konstanz (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,

KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: GEARWHEEL SET, IN PARTICULAR FOR A GYROPLANE

(54) Bezeichnung : ZAHNRADSATZ, INSBESONDERE FÜR EIN DREHFLÜGELFLUGZEUG

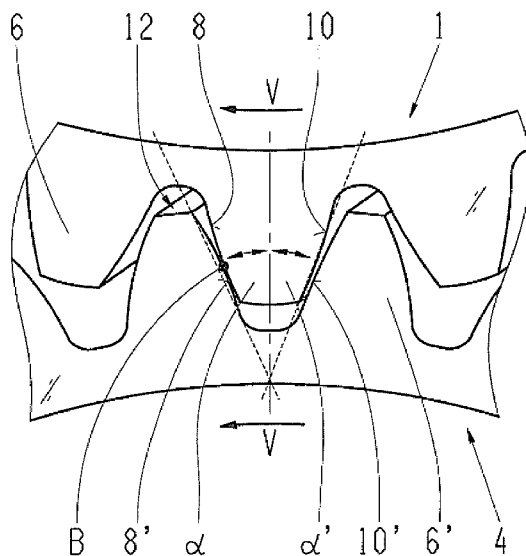


Fig. 1a

(57) Abstract: The present invention relates to a gearwheel set, in particular for a gyroplane, having two gearwheels (1, 4) which are in engagement and are mounted on in each case one shaft. The present invention is based on the problem of specifying a gearwheel set with an increased service life, in particular in a preferred direction. In order to solve this problem, the present invention proposes that the gearwheels (1, 4) of the gearwheel set have, in a normal section, two engagement angles ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) which are different at the beginning of an engagement. Furthermore, a gyroplane transmission (16, 16'; 20, 26; 28, 32; A; B; Z) is proposed which contains the gearwheel set according to the invention and is arranged in the direction of force flow between a drive and a main rotor (24). Furthermore, a drive train is proposed having a drive and a step-up transmission (16, 16'; A) which is arranged in the direction of force flow between the drive and the main rotor (24), which contains the gearwheel set according to the invention. A gyroplane which contains said gearwheel set is likewise proposed.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/127595 A1



---

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zahnradsatz, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug, mit zwei in Eingriff stehenden auf jeweils einer Welle gelagerten Zahnrädern (1, 4). Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen Zahnradsatz mit einer erhöhten Lebensdauer insbesondere in einer Vorzugsrichtung anzugeben. Zur Lösung dieses Problems wird mit der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die Zahnräder (1, 4) des Zahnradsatzes in einem Normalschnitt zwei zu Beginn eines Eingriffs unterschiedlichen Eingriffswinkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) aufweisen. Des Weiteren wird ein den erfindungsgemäßen Zahnradsatz enthaltendes Drehflügelflugzeuggetriebe (16, 16'; 20, 26; 28, 32; A; B; Z) vorgeschlagen, welches in Kraftflussrichtung zwischen einem Antrieb und einem Hauptrotor (24) angeordnet ist. Des Weiteren wird ein Antriebsstrang mit einem Antrieb sowie einem in Kraftflussrichtung und zwischen dem Antrieb und dem Hauptrotor (24) angeordneten Übersetzungsgetriebe (16, 16'; A) vorgeschlagen, welche den erfindungsgemäßen Zahnradsatz enthält. Ebenso wird ein Drehflügelflugzeug vorgeschlagen, welches diesen Zahnradsatz enthält.

### Zahnradatz, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zahnradatz, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug, mit zwei in Eingriff stehenden auf jeweils einer Welle gelagerten Zahnradern.

Gattungsgemäße Zahnradätze sind im Stand der Technik schon seit langem bekannt. Hierbei stehen zwei an deren Außenumfang mit Zähnen versehene Zahnradern in Eingriff miteinander. Jedes Zahnrad ist verdrehfest auf einer seinen Drehpunkt bildenden Welle gelagert.

Zahnradätze können unterschiedliche Zahnprofile aufweisen. Ein verbreitetes Zahnprofil ist die sogenannte Evolventenverzahnung, bei der beide Zahnflanken der an dem Zahnrad ausgebildeten Zähne eine Evolvente bilden. Die Evolventenverzahnung zeichnet sich dadurch aus, dass ein auf dem Gebiet der Verzahnungstechnik oftmals mit  $\alpha$  bezeichneter Eingriffswinkel - ein Winkel zwischen der Tangente an den Wälzkreis im auf dem Gebiet der Verzahnungstechnik oftmals mit C bezeichneten Wälzpunkt und der Eingriffsnormalen - während der bei dem Eingriff der Zähne durchlaufenen Eingriffsstrecke konstant ist. Als Eingriffsnormale wird hierbei die Normale auf die Tangente im jeweiligen momentanen Berührungspunkt der Zahnflanken von zwei im Eingriff miteinander stehenden Zähnen bezeichnet.

Durch den geometrischen Ort der Berührungspunkte während des Eingriffes - der Eingriffsstrecke - und damit der Variation des Eingriffswinkels  $\alpha$  ist die Zahnprofilgeometrie - und damit die Form der Zahnflanken - eindeutig bestimmt. Jedem Punkt (Abschnittsbereich) der Zahnflanke kann somit ein dem Eingriffswinkel  $\alpha$  entsprechender Flankenwinkel  $\alpha$  zugeordnet werden.

Im Stand der Technik bekannte Evolventenzahnradern weisen üblicherweise einen Eingriffswinkel  $\alpha$  von  $14,5^\circ$ , besonders bevorzugt  $20^\circ$  oder  $25^\circ$  auf. Dementsprechend beträgt der jeweilige Flankenwinkel  $\alpha$  beider Zahnflanken eines jeden Zahnes an jedem Punkt (Abschnittsbereich) der Zahnflanke an dem sich zwei gegenüberliegende

Zahnflanken während des Eingriffes berühren (nutzbare Zahnfaltenfläche)  $14,5^\circ$ , besonders bevorzugt  $20^\circ$  oder  $25^\circ$ . Das Zahnprofil und damit die Zahnflanken ist/sind bei der Evolvetenverzahnung symmetrisch.

Eine Kraftübertragung zwischen den Zahnflanken erfolgt bei dem gattungsgemäßen Zahnradsatz immer in Richtung der Eingriffsnormalen. Bezogen auf den Wälzkreis des Zahnrades kann eine während des Eingriffs von einer gegenüberliegenden Zahnflanke des anderen Zahnrades auf dieses einwirkende Normalkraft in eine Umfangsrichtungskraftkomponente und einer Radialkraftkomponente zerlegt werden. Bei einer Schrägverzahnung, bei der die Zähne um einen Schrägungswinkel  $\beta$  gegen die Drehachse geneigt ausgebildet sind, tritt zusätzlich zu der bei gerade verzahnten Zahnrädern wirkenden Umfangsrichtungskraftkomponente und Radialkraftkomponente eine sogenannte Axialkraftkomponente auf. Eine effektive Kraftübertragung hängt somit von der Zahnflankengeometrie und damit dem Flankenwinkel  $\alpha$  und dem Eingriffswinkel  $\alpha$  ab.

Für einen geräuscharmen Lauf der Zahnräder des Zahnradsatzes ist die Wahl der sogenannten Profilüberdeckung wichtig. Bevorzugt wird deshalb im Hinblick hierauf eine lange Eingriffsstrecke, was einer erhöhten Profilüberdeckung (Verhältnis von Eingriffslänge zu Teilung) entspricht.

Je länger die Eingriffsstrecke und damit je höher die Profilüberdeckung ist, desto niedriger ist für die üblichen symmetrischen Zahnprofile zwangsläufig der Flankenwinkel  $\alpha$  bzw. der Eingriffswinkel  $\alpha$ .

Um die Lebensdauer der Zahnräder zu erhöhen müssen die Zahnfuß- und/oder Zahnflankentragfähigkeiten durch die Wahl eines erhöhten Flankenwinkels  $\alpha$  erhöht werden.

Aufgrund des symmetrischen Zahnprofils der in gattungsgemäßen Zahnradsätzen enthaltenen Zahnräder ergeben sich widerstreitende Anforderungen: Große Zahnflankenwinkel  $\alpha$  bzw. Eingriffswinkel  $\alpha$  sind im Hinblick auf die Lebensdauer zu bevor-

zugen; eine Maximierung der Profilüberdeckung ist für einen geräuscharmen Lauf zu bevorzugen, welche einen niedrigen Flankenwinkel  $\alpha$  und Eingriffswinkel  $\alpha$  mit sich bringt.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen Zahnradsatz der eingangs genannten Art insbesondere für ein Drehflügelflugzeug anzugeben, welcher eine erhöhte Lebensdauer hat.

Auch will die vorliegende Erfindung ein Drehflügelflugzeuggetriebe, sowie einen Antriebsstrang für ein Drehflügelflugzeug und ein Drehflügelflugzeug, mit jeweils erhöhter Lebensdauer angeben.

Zur Lösung dieses Problems wird ein Zahnradsatz, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug mit den Merkmalen von Anspruch 1 angegeben. Dieser unterscheidet sich vom Stand der Technik dadurch, dass die Zahnräder in einem Normalschnitt zu Beginn eines Eingriffs unterschiedliche Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  aufweisen.

Die vorliegende Erfindung gibt somit einen Zahnradsatz an, dessen Zahnräder zur Übertragung eines Momentes in nur einer Vorzugsrichtung gedreht werden. Dementsprechend ist das Zahnprofil der an den Zahnrädern ausgebildeten Zähne nicht symmetrisch ausgeführt. Die Geometrie der zwei Zahnflanken eines Zahnes, somit auch der Flankenwinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  und der Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  sind zumindest zu Beginn des Eingriffs unterschiedlich gewählt. Die Geometrie von sich jeweils während des Eingriffs gegenüberliegenden Zahnflanken der Zähne von unterschiedlichen Zahnräder ist hingegen vorzugsweise die Selbe.

Weil der Zahnradsatz insbesondere dafür ausgelegt ist, die Übertragungsfunktion nur in einer Drehrichtung zu optimieren, werden zwei sich bei Drehung der Zahnräder in Vorzugsrichtung zur Übertragung des Momentes anliegende Zahnflanken als antriebsseitige Zahnflanken und die jeweils zwei anderen sich bei auf einer freilaufenden Seite bei Drehung der Zahnräder in Vorzugsrichtung im Eingriff gegenüberliegende Zahnflanken als freilaufseitige Zahnflanken bezeichnet. Jeder Zahn weist dementsprechend eine antriebsseitige Zahnflanke und eine freilaufseitige Zahnflanke auf.

Bei der Übertragung des Momentes laufen die sich gegenüberliegenden freilau- fenden Zahnflanken vorzugsweise frei, wohingegen die antriebsseitigen Zahnflanken sich zu der Übertragung des Momentes an einem Punkt (Abschnittsbereich) berühren.

Während des Eingriffs der Zähne der beiden Zahnräder bei Drehung in eine vor- gegebene Vorzugsrichtung berühren sich die gegenüberliegenden antriebsseitigen Zahnflanken in einem als Eintrittsberührpunkt bezeichneten Punkt erstmalig zu Beginn des Eingriffs und in einem als Austrittsberührpunkt bezeichneten Punkt letztmalig. Die Normale zu der Tangente in dem Eintrittsberührpunkt durch den - auf dem Gebiet der Verzahnungstechnik oftmals mit C bezeichneten - Wälzpunkt schneidet die Tangente an dem Wälzkreis im Wälzpunkt C unter dem Eingriffswinkel  $\alpha$ .

In dem Eintrittsberührpunkt weisen die jeweiligen antriebsseitigen Zahnflanken einen dem Flankenwinkel  $\alpha$  in dem Eintrittberührpunkt entsprechenden und somit durch die Zahnflankengeometrie vorgegebenen Eingriffswinkel  $\alpha$  auf. Bei Drehung entgegen der Vorzugsrichtung berühren sich die freilaufseitigen Zahnflanken der Zähne der bei- den in Eingriff stehenden Zahnräder ebenso wie die antriebsseitigen Zahnflanken bei Drehung der Zahnräder in Vorzugsrichtung erstmalig in einem weiteren Eintrittsberühr- punkt. Wie für die Drehung entlang der Vorzugsrichtung beschrieben, kann auch hier ein weiterer Eingriffswinkel  $\alpha'$  bzw. ein weiterer Flankenwinkel  $\alpha'$  in dem weiteren Ein- trittberührpunkt konstruiert werden. Dadurch, dass die antriebsseitigen Zahnflanken und die freilaufendseitigen Zahnflanken der Zähne unterschiedliche Geometrien aufweisen - d.h. das Zahnprofil unsymmetrisch ist - weisen die freilaufendseitigen Zahnflanken in dem weiteren Eintrittberührpunkt einen anderen Eingriffswinkel auf als die antriebsseiti- gen Zahnflanken in dem Eintrittberührpunkt. Die beiden in Eingriff stehenden Zahnräder des Zahnradsatzes weisen demnach erfindungsgemäß zwei zu Beginn des Eingriffs unterschiedliche Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  auf.

Mit „Normalschnitt“ meint die vorliegende Erfindung einen Schnitt durch das Zahnrad entlang der Normalen zu einer Richtung des Verlaufes der Zahnköpfe. Für so- genannte gerade verzahnte Zahnräder, bei denen die Zahnköpfe entlang der Zahnrad- achse verlaufen, entspricht der Normalschnitt einem Stirnschnitt. Bei schräg verzahnten

Zahnradern entspricht der Normalschnitt dem Schnitt durch das Zahnrad um den Schrägungswinkel  $\beta$  versetzt zu dem Stirnschnitt. Bei bogenverzahnten Zahnradern kann ein entsprechender Normalschnitt analog konstruiert werden.

Durch die Asymmetrie des Zahnprofils und die demzufolge unterschiedlichen Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  zumindest in dem Eintrittsberührungspunkt, also zu Beginn des Eingriffs, wird die Flächenpressung zumindest in diesem Punkt auf einer antriebsseitigen Zahnflanke (bei Betrieb in Vorzugsrichtung) im Verhältnis zu einer freilaufseitigen Zahnflanke (bei Betrieb entgegen die Vorzugsrichtung) verändert. Insbesondere wird durch eine Vergrößerung des Eingriffswinkels  $\alpha$  bzw. Flankenwinkels  $\alpha$  zu Beginn des Eingriffs eine erniedrigte Flächenpressung im Berührungspunkt erreicht, welches zu einem Radsatz mit erhöhter Lebensdauer führt.

Ferner kann z.B. die sogenannte Teilung - der Abstand von zwei aufeinander folgenden Zähnen – für das jeweilige Zahnrad im Vergleich zu einem Zahnrad mit einem symmetrischen Zahnprofil beibehalten werden. Dazu wird der Zahnflankenwinkel  $\alpha'$  der freilaufendseitigen Zahnflanke zumindest an dem Eintrittsberührungspunkt im Vergleich zu einem Zahnrad mit symmetrischem Zahnprofil verringert und der Zahnflankenwinkel  $\alpha$  der antriebsseitigen Zahnflanke zumindest an dem Eintrittsberührungspunkt im Vergleich zu einem Zahnrad mit symmetrischem Zahnprofil erhöht. Die Eingriffstrecke wird im Vergleich zu einem entsprechenden Zahnrad mit symmetrischem Zahnprofil bevorzugt nicht verändert.

Mit anderen Worten, ist es durch die Wahl eines asymmetrischen Zahnprofils, insbesondere dadurch, dass zumindest zu Beginn des Eingriffs beide Zahnflanken einen unterschiedlichen Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  bzw. entsprechende unterschiedliche Zahnflankenwinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  aufweisen, möglich, die Lebensdauer des Zahnradatzes welcher in nur einer Vorzugsrichtung betrieben wird, zu erhöhen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung soll der Eingriffswinkel  $\alpha$  während des Eingriffs auf einer Antriebsseite der Zähne eines der Zahnradern einen von

einer freilaufenden Seite der Zähne desselben Zahnrades unterschiedlichen Verlauf aufweisen.

Nur im Spezialfall von evolventenverzahnten Zahnrädern ist der Eingriffswinkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  während der gesamten Zeit des Eingriffes konstant. Dementsprechend bildet die Eingriffsstrecke, d.h. der Verlauf des geometrischen Ortes der jeweiligen Berührungspunkte von sich während des Eingriffes berührenden Zahnflanken, eine Gerade, welche durch den Wälzpunkt verläuft und eine Tangente an den Grundkreisdurchmesser der beiden Zahnräder ist.

Im Falle einer anderen Geometrie des Zahnprofils ist die Eingriffsstrecke nicht durch eine Gerade gegeben. Der Eingriffswinkel durchläuft somit während des Eingriffes unterschiedliche Werte. Gemäß dieser bevorzugten Weiterbildung soll demnach der Eingriffswinkel vorzugsweise während des gesamten Eingriffes auf der Antriebsseite der Zähne einen von der freilaufenden Seite der Zähne unterschiedlichen Verlauf aufweisen. Bei einer Drehung der Zahnräder um die Vorzugsrichtung kann während des Eingriffes jedem Berührungspunkt ein unterschiedlicher Eingriffswinkel zugeordnet werden.

Bei Drehung entgegen der Vorzugsrichtung kann - wie für die Drehung in Vorzugsrichtung - während des Eingriffes jedem Berührungspunkt der sich gegenüberliegenden freilaufendseitigen Zahnflanken ein üblicherweise unterschiedlicher Eingriffswinkel  $\alpha'$  zugeordnet werden. Der Verlauf des Eingriffswinkels  $\alpha$  bei Drehung in Vorzugsrichtung ist verschieden von dem Verlauf des entsprechenden Eingriffswinkels  $\alpha'$  bei Drehung entgegen der Vorzugsrichtung.

Die Zahnräder des erfindungsgemäßen Zahnradsatzes weisen vorzugsweise in dem Bereich, in dem sich gegenüberliegende Zahnflanken während des Eingriffes berühren, keine hinterschnittige Konturen auf. Hinterschnitte, die nicht in diesen sogenannten effektiven Flankenbereichen liegen, können indes trotzdem vorhanden sein.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung soll der Eingriffswinkel auf der Antriebsseite in einem Bereich von  $25^\circ$  bis  $45^\circ$  liegen, insbesondere in einem Bereich von  $28^\circ$  bis  $32^\circ$ . Alternativ oder ergänzend soll der Eingriffswinkel der freilau-

fenden Seite in einem Bereich von  $10^\circ$  bis  $20^\circ$ , insbesondere in einem Bereich von  $14^\circ$  bis  $16^\circ$  liegen. Je größer der Eingriffswinkel  $\alpha$  bzw. Flankenwinkel  $\alpha$  gewählt wird, desto stärker wird die Flächenpressung reduziert bzw. die Zahnfußfestigkeit und die Flankentragfestigkeit erhöht. Hierdurch wird aber bei Zahnrädern im Stand der Technik zwangsläufig die Teilung erhöht. Ein Ziel der bevorzugten Weiterbildung ist es, insbesondere die Teilung beizubehalten und gleichzeitig den Eingriffswinkel  $\alpha$  auf einer Zahnflanken (der antriebsseitigen Zahnflanke) des Zahns so weit zu erhöhen, wie der Eingriffswinkel  $\alpha'$  auf anderen Zahnflanke des Zahnes (der freilaufseitigen Zahnflanke) erniedrigt wird. Die oben genannten Intervalle haben sich für den Einsatz in Drehflügelflugzeugen als geeignet erwiesen, die Lebensdauer der Zahnräder zu erhöhen. Es ist besonders vorteilhaft, die Summe der jeweiligen Eingriffswinkels  $\alpha$  auf der Antriebsseite und auf der freilaufenden Seite an dem jeweiligen entsprechenden Berührungspunkt, welcher sich bei Drehung der Zahnräder entgegen der Vorzugsrichtung ergibt, konstant zu halten.

Wenn keine Evolventenverzahnung vorliegt, variiert der Eingriffswinkel  $\alpha, \alpha'$  während des Eingriffs sowohl auf der Antriebsseite als auch auf der freilaufenden Seite. In diesem Fall soll der Eingriffswinkel  $\alpha, \alpha'$  besonders bevorzugt derart gewählt werden, dass er den in Anspruch 3 angegebene Bereich nicht verlässt. Besonders bevorzugt sind die Zahnräder bei variierendem Eingriffswinkel  $\alpha, \alpha'$  während des Eingriffes so ausgebildet, dass die Summe der beiden Eingriffswinkel  $\alpha, \alpha'$  während des Eingriffes konstant bleibt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sollen die beiden Zahnräder als Evolventenzahnräder ausgeführt sein. Es ist besonders günstig ein Zahnprofil zu wählen, bei dem eine Evolventengeometrie der einen Zahnflanke von einer Evolventengeometrie der anderen Zahnflanke des selben Zahnes unterschiedlich ist. Weil bei Evolventenzahnrädern die Eingriffswinkel  $\alpha, \alpha'$  bzw. die Flankenwinkel  $\alpha, \alpha'$  während des Eingriffs konstant sind, weisen die Zahnräder des erfindungsgemäßen Zahnradsatzes während des Eingriffs in Vorzugsrichtung einen anderen Eingriffswinkel  $\alpha$  auf als während des Eingriffs entgegen der Vorzugsrichtung. Auch bei der Evolventenverzahnung gelten die in Anspruch 3 definierten bevorzugten Intervalle. Beispielhaft sei ein in dem angegebenen Bereich liegendes Winkelpaar mit einem Eingriffswinkel  $\alpha$  der An-

triebsseite von  $30^\circ$  und mit einem gegebenen Eingriffswinkel  $\alpha'$  der freilaufende Seite von  $15^\circ$  genannt.

Üblicherweise können die Zahnräder des Zahnradsatzes als Zylinderräder, Kegelhäder, Zylinderschraubräder bzw. Schneckenräder ausgebildet sein. Besonders bevorzugt sind jedoch Kegelhäder zu wählen. Kegelhäder weisen üblicherweise senkrecht, bzw. geneigt oder radial gegeneinander versetzte Achsen auf. Gerade für den Einsatz von Zahnradsätzen in Luftflügelflugzeugen, wie z.B. im Hauptrotorgetriebe von Hubschraubern, ist der Einsatz von Kegelhädern aus Gründen eines geringen Verschleißes bevorzugt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung und zur Erhöhung eines geräuschärmeren Laufes sind die Zahnräder nicht gerade, sondern schräg oder bogenverzahnt ausgeführt.

Gemäß eines nebengeordneten Aspekts und zur Lösung des Problems bezüglich des Drehflügelflugzeuggetriebes gibt die vorliegende Erfindung ein Drehflügelflugzeuggetriebe für ein einen Antrieb, einen Hauptrotor oder einen Heckrotor aufweisendes Drehflügelflugzeug mit den Merkmalen von Anspruch 7 an.

Mit Drehflügelflugzeugen meint die vorliegende Erfindung alle Fluggeräte, die sich drehende Flüge aufweisen, insbesondere Hubschrauber, Tragschrauber, Verbundschrauber, Kombinationsflugschrauber und Wandelflugzeuge. Im einfachsten Fall kann ein einzelner Zahnradsatz ein erfindungsgemäßes Getriebe ausbilden, welcher z.B. ein Moment und eine Drehzahl von einem Antrieb auf einen Haupttragrotor bzw. auf einen Heckrotor überträgt. Das erfindungsgemäße Getriebe kann bei Drehung der Zahnräder in Vorzugsrichtung verschleißarm betrieben werden.

Ein erfindungsgemäßer Antriebsstrang für ein Drehflügelflugzeug, der sich verschleißarm betreiben lässt wird in Anspruch 8 angegeben. Ein solcher Antriebsstrang enthält einen Antrieb und einen in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und einem Haupttragrotor angeordnetes Übersetzungsgetriebe sowie einen in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und dem Hauptrotor angeordnetes Hauptrotorgetriebe. Ein sol-

cher Haupttragrotor trägt zumindest dazu bei das Drehflügelflugzeug in der Luft zu halten, das heißt erzeugt einen Auftrieb. Unter einem Übersetzungsgetriebe ist ein solches Getriebe zu verstehen, welches eine Drehzahlübersetzung von einer vergleichsweise hohen (Antriebs)-Drehzahl zumindest teilweise auf eine vergleichsweise niedrige Drehzahl (des Haupttragrotors) reduziert. Bei einem Haupttragrotorgetriebe stehen die mit in Eingriff stehenden Zahnrädern versehenen Wellen, d.h. eine Eingangswelle, die üblicherweise einer Antriebswelle des Antriebs zugeordnet ist, und eine Ausgangswelle schräg bzw. nicht parallel zueinander. Die Ausgangswelle erstreckt sich in der Regel in Richtung des Hauptrotors. Üblicherweise erstreckt sich die Eingangswelle des Haupttragrotorgetriebes in Längsrichtung des Drehflügelflugzeugs, wohingegen sich im die zweite Welle üblicherweise in Richtung des Haupttragrotors, somit in Höhenrichtung des Drehflügelflugzeugs erstreckt.

Das Übersetzungs- und/oder das Hauptrotorgetriebe soll zumindest einen erfindungsgemäßen Zahnradsatz enthalten.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung enthält der Antriebsstrang ein Zwischengetriebe und/oder ein Heckrotorgetriebe, welches in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und dem Heckrotor angeordnet ist. Das Heckrotor- und/oder Zwischengetriebe enthält zumindest einen der erfindungsgemäßen Zahnradsätze.

In dem Heckrotor- und/oder Zwischengetriebe wird die antriebsseitige bzw. hauptrotorseitige Drehzahl in eine heckrotorseitige Drehzahl, d.h. eine Drehzahl des Heckrotors übersetzt. Des Weiteren findet in dem Heckrotor- und/oder dem Zwischengetriebe eine Umlenkung des Kraftflusses von einer Eingangsrichtung hin zu der Richtung des Heckrotors statt. Üblicherweise wird bei Drehflügelflugzeugen das Zwischengetriebe in Kraftflussrichtung hinter dem Haupttragrotorgetriebe und vor dem Heckrotorgetriebe angeordnet. Entsprechend wird eine Antriebsdrehzahl von einem Antrieb über das Übersetzungsgetriebe üblicherweise in eine vorgegebene Drehzahl des Hauptrotors übersetzt. In dem Hauptrotorgetriebe wird die Kraftflussrichtung vorzugsweise aus der Längsrichtung des Drehflügelflugzeugs in eine andere Richtung - in die Richtung des Hauptrotors - übertragen. Das Zwischengetriebe wird eingangsseitig üblicherweise mit der Drehzahl des Hauptrotors beaufschlagt und übersetzt dieses aus-

gangsseitig in die Drehzahl des Heckrotors. In dem Heckrotorgetriebe wird der Kraftfluss in die durch den Heckrotors vorgegebene Richtung umgeleitet.

Gemäß einem weiteren nebengeordneten Aspekt wird ein Drehflügelflugzeug, insbesondere zu einem, Lastentransport und/oder zu einem Transport von Passagieren vorgeschlagen, welches mit einem Rotor und einem Antrieb für den Rotor ausgestattet ist. Ein solches Drehflügelflugzeug zeichnet sich dadurch aus, dass in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und dem Rotor ein Getriebe vorgesehen ist, welches zumindest einen erfindungsgemäßen Zahnradsatz aufweist.

Dabei hat die vorliegende Erfindung insbesondere die Zahnradsätze bei Drehflügelflugzeugen im Blick, die in besonderem Maße beansprucht sind. Um die Materialanforderungen zu verdeutlichen sind nachfolgend beispielhaft einige typische Kennzahlen für Hubschrauber angegeben, auf die sich die bevorzugte Weiterbildung beziehen kann.

Der Antrieb eines Hubschraubers liefert z.B. eine Drehzahl von 12.000 UpM. Die Übersetzung von dem Antrieb zu einem Haupttragstrang liegt im Bereich von 0,01 bis 0,02, die zu der Heckschraube üblicherweise in einem Bereich zwischen 0,2 und 0,3. Das Gewicht eines Hauptuntersetzungsgetriebe des Drehflügelflugzeuges kann im Bereich von 300 kg bis 3000 kg liegen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung. In dieser zeigen:

- Fig. 1a eine schematische Teilansicht von zwei in Eingriff stehenden Zahnprofilen eines Zahnradsatzes,
- Fig. 1b dieselbe Ansicht des Zahnradsatzes aus Figur 1 mit anderen Hilfsgeradenkonstruktionen, und
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Hauptuntersetzungsgetriebes eines Hubschraubers.

Fig. 1a und 1b zeigen einen Ausschnitt von miteinander in Eingriff stehenden Zahnrädern 1, 4 eines Zahnradsatzes. Bezugszeichen 1 kennzeichnet ein auf einer nicht gezeigten Welle verdrehfest montiertes erstes Zahnrad, welches in Kraftflussrichtung einem Antrieb zugeordnet ist, welches von dem Antrieb in einer Vorzugsrichtung V in Figur 1a im Uhrzeigersinn gedreht wird. Das erste Zahnrad 1 überträgt ein Moment und eine Drehzahl auf ein einer Ausgangsseite des Zahnradsatzes 1, 4 zugeordnetes zweites Zahnrad 4. Dieses ist als Festrad auf einer nicht gezeigten Welle gelagert.

Das erste Zahnrad 1 weist in Eingriff mit Zähnen 6' des zweiten Zahnrades 4 stehende Zähne 6 auf. Jeder Zahn der Zähne 6 des ersten Zahnrades 1 weist eine antriebsseitige Zahnflanke 8 und eine freilaufseitige Zahnflanke 10 auf, und jeder Zahn 6' des zweiten Zahnrades 4 weist eine antriebsseitige Zahnflanke 8' und eine freilaufseitige Zahnflanke 10' auf. Jeweils zwei antriebsseitige Zahnflanken 8, 8' des ersten und zweiten Zahnrades 1, 4 und zwei freilaufseitige Zahnflanken 10, 10' des ersten und zweiten Zahnrades 1, 4 liegen sich gegenüber. Der Zahnradsatz ist in Figur 1a und 1b im Normalschnitt gezeigt. Das Zahnprofil in Bezug auf den Normalschnitt – den Schnitt durch das Zahnrad entlang der Normalen zu einer Richtung des Verlaufes der Zahnköpfe 12 – ist asymmetrisch.

Die Bezeichnung der Zahnflanken als antriebsseitig und freilaufseitig ist auf die Vorzugsrichtung V bezogen.

Wenn die Zahnräder 1, 4 des Zahnradsatzes in Vorzugsrichtung V gedreht werden wird die Drehzahl und das Moment über die antriebsseitige Zahnflanke 8 des ersten Zahnrads 1 in einem Berührungspunkt B auf die antriebsseitige Zahnflanke 8' des zweiten Zahnrades 4 übertragen. Die sich gegenüberliegende freilaufseitige Zahnflanke 10 des ersten Zahnrades 1 und freilaufseitige Zahnflanke 10' des zweiten Zahnrades 4 laufen in diesem Fall frei. Die antriebsseitigen Zahnflanken 8, 8' weisen eine von den freilaufseitigen Zahnflanken 10, 10' unterschiedliche Evolventengeometrie auf. Aufgrund der Evolventengeometrie weist der Zahnradsatz 1, 4 bei seiner Drehung in Vorzugsrichtung V bei Berührung der sich gegenüberliegenden antriebsseitigen Zahnflanken 8, 8' des ersten und zweiten Zahnrades 1, 4 im Berührungspunkt B während des gesamten Eingriffs denselben Eingriffswinkel  $\alpha$  auf.

Der Eingriffswinkel  $\alpha$  auf der Antriebsseite der Zahnräder 1, 4 und ein Eingriffswinkel  $\alpha'$  auf der freilaufenden Seite der Zahnräder 1, 4 entsprechen den in Figur 1a abgetragenen Flankenwinkeln  $\alpha$  auf der Antriebsseite bzw.  $\alpha'$  auf der freilaufenden Seite. Für den gezeigten Spezialfall der Evolventengeometrie sind ist der jeweilige Eingriffswinkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  auch, wie in Figur 1b schematisch gezeigt, durch den Schnittwinkel zwischen der Tangente im Wälzpunkt C und der durch den Wälzpunkt C verlaufenden Tangente an die Grundkreisdurchmesser der beiden Zahnräder 1, 4 gegeben.

Der jeweilige Eingriffswinkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  ist auch durch den jeweiligen Winkel zwischen der Normalen der Tangenten im Berührungspunkt B, welche durch den Wälzpunkt C verläuft, und der Wälzfläche W gegeben. Der jeweilige Eingriffswinkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  entspricht ebenso dem Flankenwinkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$ , dem Winkeln zwischen der Tangente im Berührungspunkt B und der durch den Zahnkopf 12 verlaufenden Normale auf die Wälzfläche W.

In dem in Fig. 1a und 1b dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt demnach der Flankenwinkel bzw. Eingriffswinkel  $\alpha$  der antriebsseitigen Zahnflanke 8, 8' ca. 30°. Der Flankenwinkel bzw. Eingriffswinkel  $\alpha'$  der freilaufseitigen Zahnflanke 10,10' beträgt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ca. 15°.

Zu der Bestimmung des Eingriffswinkel  $\alpha'$  der freilaufenden Seite wird der Zahnradsatz entgegen der Vorzugsrichtung V gedreht. Hierbei berühren sich die freilaufseitigen Zahnflanken 10,10' in einem weiteren nicht gezeigten Berührungspunkt. Der Winkel zwischen der Normale der Tangente in dem Berührungspunkt der freilaufseitigen Zahnflanke 10,10' und dem Wälzpunkt C bei Drehung entgegen der Vorzugsrichtung entspricht somit dem Eingriffswinkel  $\alpha'$ .

In Fig. 2 ist schematisch ein Teil eines Hubschrauberantriebsstrangs gezeigt. Von einem nicht gezeigten Antrieb wird ein Moment und eine Drehzahl über eine Eingangswelle 14 über ein kleines erstes Stirnrad 16 auf ein in Eingriff mit diesem stehendes, auf einer ersten Zwischenwelle 18 gelagertes großes zweites Stirnrad 16' übertragen. Die beiden Zahnräder 16, 16' bilden demnach einen Zahnradsatz.

An einem dem zweiten Stirnrad 16' gegenüberliegenden Ende der ersten Zwischenwelle 18 ist ein erstes Kegelrad 20 ausgebildet, welches das Moment und die Drehzahl von der Eingangswelle 14 über die erste Zwischenwelle 18 an eine sich senkrecht zu dieser erstreckende Hauptrotorwelle 22 überträgt, die einen dieser zugeordneten Hauptrotors 24 antreibt.

An der Hauptrotorwelle 22 ist ein sich senkrecht zu dem ersten Kegelrad 20 erstreckendes und mit diesem in Eingriff stehendes Hauptrotorkegelrad 26, ein erstes Heckrotorkegelrad 28 sowie ein Anschlussstirnrad 30 ausgebildet. Das erste Kegelrad 20 überträgt die Drehzahl und das Moment über das Hauptrotorkegelrad 26 auf den Hauptrotor 24. Das erste Heckrotorkegelrad 28 überträgt die Drehzahl und das Moment der Hauptrotorwelle 22 über ein mit diesem in Eingriff stehendes zweites Heckrotorkegelrad 32 auf eine Heckrotorzwischenwelle 34, welche zu einem Heckrotor 36 führt.

Das Anschlussstirnrad 30 überträgt über mit diesem in Eingriff stehende nicht gezeigte weitere Stirnräder das Moment und die Drehzahl auf Nebenaggregate, wie ein Hydrauliksystem oder einen Wechselstromgenerator.

Die Übersetzung der hohen, an der Eingangswelle 14 anliegenden Eingangsdrehzahl, erfolgt hauptsächlich über den von dem ersten Stirnrad 16 und dem zweiten Stirnrad 16' gebildeten Stirnradsatz, welcher somit als Übersetzungsgetriebe A dient. Sowohl die Eingangswelle 14 als auch die erste Zwischenwelle 18 verlaufen üblicherweise in horizontaler Richtung, d.h. in Längsrichtung des Hubschraubers. Um die Drehzahl in vertikale Richtung zu übertragen, ist in Kraftflussrichtung hinter dem von dem ersten und zweiten Stirnrad 16, 16' gebildeten Übersetzungsgetriebe A ein Haupttragrotorgetriebe B angeordnet, welches durch das erste Kegelrad 20 und das mit diesem in Eingriff stehende Hauptrotorkegelrad 26 gebildet ist. Aufgrund des ähnlichen Durchmessers der beiden in Eingriff stehenden Kegelräder 20, 26 findet in diesem Bereich keine signifikante Veränderung der Drehzahlen von dem Antrieb auf den Hauptrotor 24 statt.

Um die Drehzahl und das Moment von dem Antrieb ebenso auf den Heckrotor 36 übertragen zu können, steht das erste Heckrotorkegelrad 28 mit dem zweiten Heckro-

torkegelrad 32 in Eingriff. Hierdurch wird die Drehzahl und das Moment aus der vertikalen Richtung wieder in eine annähernd horizontale oder schräg horizontale Richtung zu dem Heckrotor 36 umgelenkt. Das mit dem zweiten Heckrotorkegelblatt 32 in Eingriff stehende erste Heckrotorkegelrad 28 ist als Zwischengetriebe Z zu dem Heckrotor vorgesehen. Üblicherweise folgt ein nicht dargestelltes Getriebe, welches nun die an der Hauptrotorwelle 22 anliegende Drehzahl in eine für den Heckrotor 32 geeignete Drehzahl übersetzt. Im Allgemeinen ist die Heckrotordrehzahl höher als die Hauptrotordrehzahl.

Zumindest ein Zahnradsatz vorzugsweise alle Zahnradsätze können Zahnräder mit der erfindungsgemäßen asymmetrischen Zahnprofilgeometrie enthalten. Besonders bevorzugt ist es diese dort einzusetzen, wo es gilt, hohe Flächenpressungskräfte zu verhindern.

Bezugszeichen

1	erstes Zahnrad
4	zweites Zahnrad
6, 6'	Zahn
8, 8'	antriebsseitige Zahnflanke
10, 10'	feilauflseitige Zahnflanke
12	Zahnkopf
14	Eingangswelle
16	erstes Stirnrad
16'	zweites Stirnrad
18	erste Zwischenwelle
20	erstes Kegelrad
22	Hauptrotorwelle
24	Hauptrotor
26	Hauptrotorkegelrad
28	erstes Heckrotorkegelrad
30	Anschlussstirnrad
32	zweites Heckrotorkegelrad
34	Heckrotorz Zwischenwelle
36	Heckrotor
V	Vorzugsrichtung
$\alpha$	antriebsseitiger Zahnflankenwinkel / antriebsseitiger Eingriffswinkel
$\alpha'$	freilauflseitiger Zahnflankenwinkel/ freilauflseitiger Eingriffswinkel
B	Berührungspunkt
W	Wälzfläche
A	Übersetzungsgetriebe
B	Haupttragrotorgetriebe
C	Wälzpunkt
Z	Zwischengetriebe

### Patentansprüche

1. Zahnradsatz, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug mit zwei in Eingriff stehenden auf jeweils einer Welle gelagerten Zahnrädern (1, 4), dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnräder (1, 4) in einem Normalschnitt zwei zu Beginn eines Eingriffs unterschiedliche Eingriffswinkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) aufweisen.
2. Zahnradsatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingriffswinkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) während des Eingriffs auf einer Antriebsseite der Zähne (6, 6') eines der Zahnräder (1, 4) einen von einer freilaufenden Seite der Zähne (6, 6') des selben Zahnrades unterschiedlichen Verlauf aufweisen.
3. Zahnradsatz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriffswinkel ( $\alpha$ ) auf der Antriebsseite in einem Bereich von  $25^\circ$  bis  $45^\circ$  liegt, insbesondere in einem Bereich von  $28^\circ$  bis  $32^\circ$  liegt und/oder dass der Eingriffswinkel ( $\alpha'$ ) der freilaufenden Seite in einem Bereich von  $10^\circ$  bis  $20^\circ$ , insbesondere in einem Bereich von  $14^\circ$  bis  $16^\circ$  liegt.
4. Zahnradsatz nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Zahnräder (1, 4) Evolventenzahnräder sind.
5. Zahnradsatz nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Zahnräder (1, 4) Kegelräder sind.
6. Zahnradsatz nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Zahnräder (1, 4) schräg- oder bogenverzahnt sind.
7. Drehflügelflugzeuggetriebe (16, 16'; 20, 26; 28, 32; A; B; Z) für ein einen Antrieb, einen Haupttragrotor (24) und/oder einen Heckrotor (36) aufweisendes Drehflügelflugzeug, welches ein in dem Antrieb erzeugtes Moment auf den Haupttragrotor (24) und/oder den Heckrotor (36) überträgt, gekennzeichnet durch einen in Kraftflussrichtung

zwischen dem Antrieb und dem Haupttragrotor (24) oder dem Heckrotor (36) angeordneten Zahnradsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Antriebsstrang für ein Drehflügelflugzeug mit einem Antrieb, einem in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und einem Haupttragrotor (24) angeordneten Übersetzungsgetriebe (16, 16'; A), zumindest einem in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und dem Haupttragrotor (24) angeordneten Haupttragrotorgetriebe (20, 26; B), dadurch gekennzeichnet, dass das Übersetzungsgetriebe (16, 16') und/oder das Haupttragrotorgetriebe (20, 26) zumindest einen Zahnradsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 6 enthält.

9. Antriebsstrang für ein Drehflügelflugzeug nach Anspruch 7 mit einem in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und einem Heckrotor (36) angeordneten Heckrotorgetriebe und/oder Zwischengetriebe (28, 32; Z) dadurch gekennzeichnet, dass das Heckrotorgetriebe und/oder das Zwischengetriebe (28, 32; Z) zumindest einen Zahnradsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 6 enthält.

10. Drehflügelflugzeug, insbesondere zu einem Lastentransport und/oder zu einem Transport von Passagieren, mit einem Rotor (24, 36) und einem Antrieb für den Rotor (24, 36), gekennzeichnet durch zumindest ein in Kraftflussrichtung zwischen dem Antrieb und dem Rotor (24, 36) vorgesehene Getriebe (16, 16'; 20, 26; 28, 32; A; B; Z) welches zumindest einen Zahnradsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 6 enthält.

1 / 3

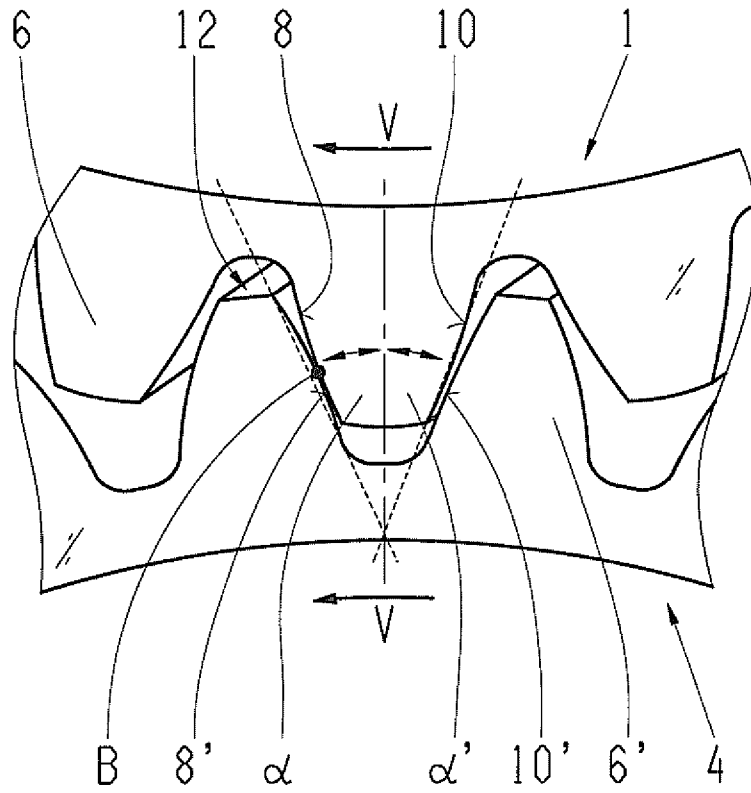


Fig. 1a

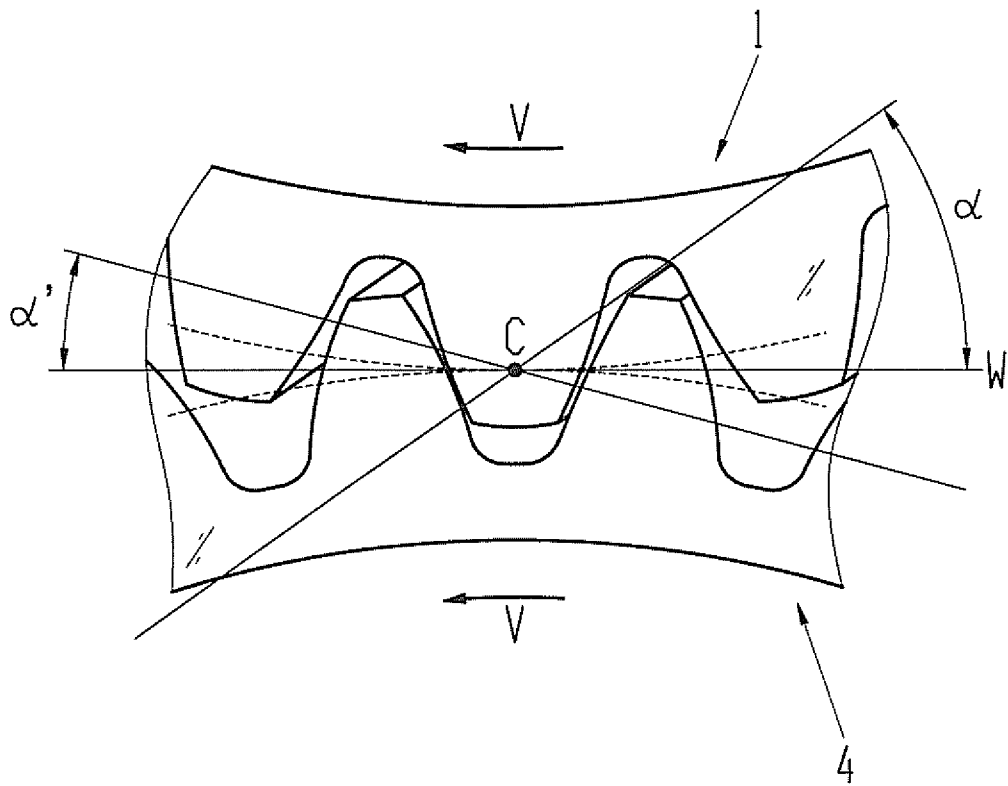


Fig. 1b

3/3

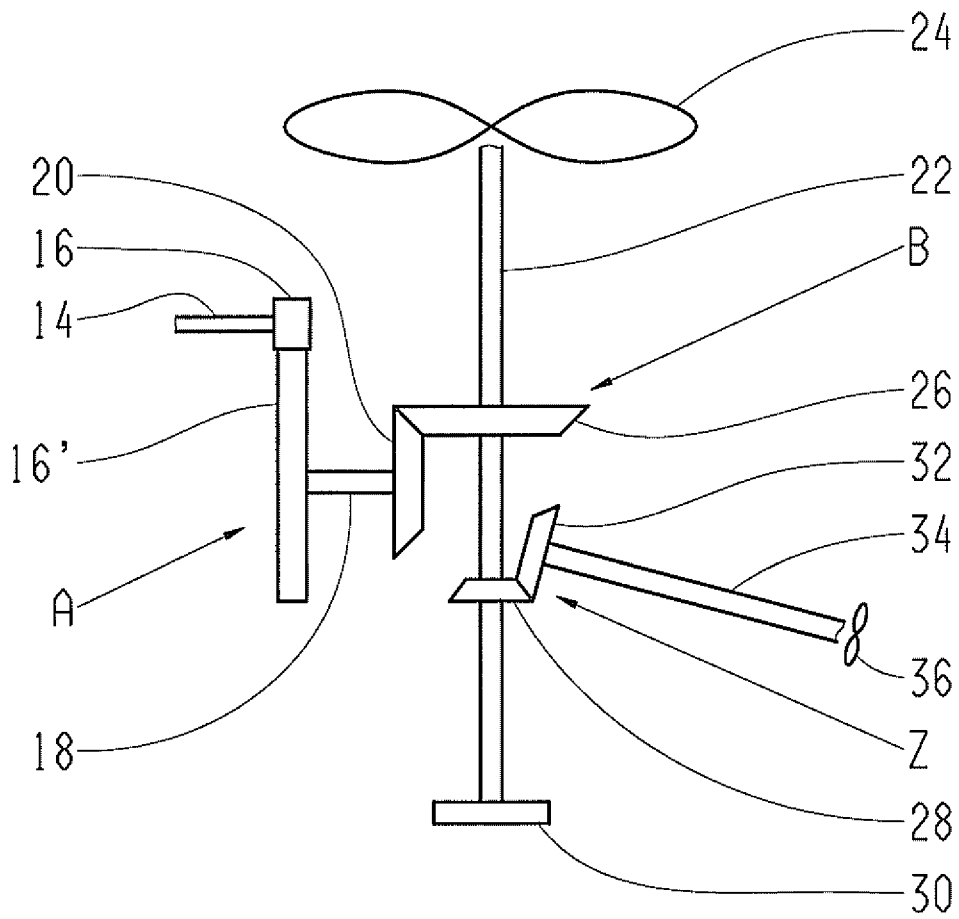


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/051980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F16H55/08 B64C27/12  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F16H B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 23 20 340 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 7 November 1974 (1974-11-07) page 2, paragraph 2 - page 3, paragraph 1; claims 1,2; figures 1,2 page 3, last paragraph	1-10
X	WO 2011/147582 A2 (SCHOTTEL GMBH [DE]; TECHNISCHE UNIVERSITAET DRESDEN [DE]; HEER MANFRED) 1 December 2011 (2011-12-01) claims 1-4; figures 3,4	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  18 July 2013	Date of mailing of the international search report  26/07/2013
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Belz, Thomas
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/051980

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2320340	A1	07-11-1974	
		DE 2320340 A1	07-11-1974
		FR 2226594 A1	15-11-1974
		IT 1011311 B	20-01-1977
-----			
WO 2011147582	A2	01-12-2011	
		CA 2793260 A1	01-12-2011
		DE 102010021771 A1	01-12-2011
		EP 2580493 A2	17-04-2013
		JP 2013519053 A	23-05-2013
		KR 20130053411 A	23-05-2013
		US 2013118282 A1	16-05-2013
		WO 2011147582 A2	01-12-2011
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051980

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F16H55/08 B64C27/12  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F16H B64C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 23 20 340 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 7. November 1974 (1974-11-07) Seite 2, Absatz 2 - Seite 3, Absatz 1; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 Seite 3, letzter Absatz -----	1-10
X	WO 2011/147582 A2 (SCHOTTEL GMBH [DE]; TECHNISCHE UNIVERSITAET DRESDEN [DE]; HEER MANFRED) 1. Dezember 2011 (2011-12-01) Ansprüche 1-4; Abbildungen 3,4 -----	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Juli 2013	26/07/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Belz, Thomas
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051980

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2320340	A1	07-11-1974	DE 2320340 A1
			FR 2226594 A1
			IT 1011311 B
-----			
WO 2011147582	A2	01-12-2011	CA 2793260 A1
			DE 102010021771 A1
			EP 2580493 A2
			JP 2013519053 A
			KR 20130053411 A
			US 2013118282 A1
			WO 2011147582 A2
-----			