

(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  
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2021/069384 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B23F 1/02 (2006.01) B23F 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/077873

(22) Internationales Anmeldedatum:  
05. Oktober 2020 (05.10.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 127 520.2  
12. Oktober 2019 (12.10.2019) DE

(71) Anmelder: KAPP NILES GMBH & CO. KG [DE/DE];  
Callenberger Straße 52, 96450 Coburg (DE).

(72) Erfinder: GRINKO, Sergiy; Wirtsgund 1a, 96450 Co-  
burg (DE).

(74) Anwalt: GOSDIN, CARSTENSEN & PARTNER  
PATENTANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESEL-  
LSCHAFT MBB; Adam-Stegerwald-Strasse 6, 97422  
Schweinfurt (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, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD FOR GRINDING THE TOOTHING OF A GEAR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM SCHLEIFEN DER VERZÄHNUNG EINES ZAHNRADS

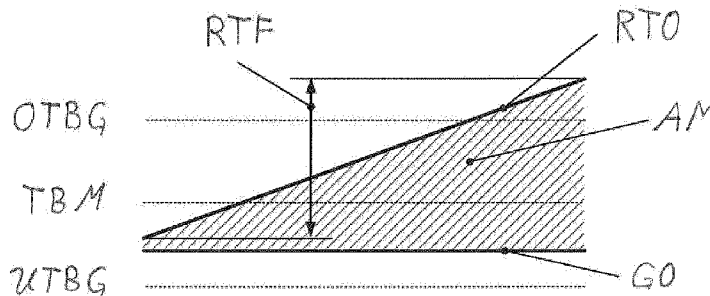


Fig. 8

(57) Abstract: The invention relates to a method for grinding the tothing (1) of a gear (2), in which method a target value (TBM) together with a tolerance range (OTBG, UTBG) is defined for the tooth width of the tothing (1). In order to achieve a higher proportion of accepted parts with the highest quality possible, according to the invention the method has the following steps: a) measuring the location of the surface of the tooth flanks of the gear (2) that has yet to be ground at at least two axial positions (P1, P2) offset in the direction of the axis of rotation (a); b) determining the actually present oversize of the gear (2) that has yet to be ground on the basis of the measured values determined in step a); c) grinding the tothing (1) by means of the radial infeed of the grinding tool relative to the tothing (1), c1) wherein the radial infeed of the grinding tool relative to the tothing (1) corresponds to the target value (TBM) of the tooth width, if the determination under step b) has indicated that such an oversize is present on all tooth flanks that chips will be removed from all tooth flanks, or c2) wherein the radial infeed of the grinding tool relative to the tothing (1) takes place at a value higher than the target value (TBM) of the tooth width, the higher value still corresponding to the tolerance range (UTBG) for the tooth width, if the determination under step b) has indicated that such an oversize is present on all tooth flanks that chips will be removed from all tooth flanks only with increased radial infeed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen der Verzahnung (1) eines Zahnrads (2), wobei für die Verzahnung (1) ein Soll-Wert (TBM) mit Toleranzband (OTBG, UTBG) für die Zahnweite vorgegeben ist. Um einen höheren Anteil an Gut-Teilen mit möglichst hoher Qualität zu erzielen, sieht die Erfindung vor, dass das Verfahren die Schritte aufweist: a) Vermessen der Lage der Oberfläche der Zahnflanken des noch nicht geschliffenen Zahnrads (2) an mindestens zwei in Richtung der Drehachse (a)

WO 2021/069384 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

versetzt angeordneten axialen Positionen (P1, P2); b) Ermittlung des tatsächlich vorhandenen Aufmaßes des noch nicht geschliffenen Zahnrads (2) auf der Basis der in Schritt a) ermittelten Messwerte; c) Schleifen der Verzahnung (1) durch radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1), c1) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1) dem Soll-Wert (TBM) der Zahnweite entspricht, wenn die Ermittlung nach Schritt b) ergeben hat, dass an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt, oder c2) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1) auf einen höheren Wert erfolgt, als es dem Soll-Wert (TBM) der Zahnweite entspricht, wobei der höhere Wert noch dem Toleranzband (UTBG) für die Zahnweite entspricht, wenn die Ermittlung nach Schritt b) ergeben hat, dass nur bei erhöhter radialer Zustellung an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt.

5

## **Verfahren zum Schleifen der Verzahnung eines Zahnrads**

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen der Verzahnung eines  
Zahnrads, wobei das Zahnrad eine Drehachse aufweist, wobei das Schleifen  
erfolgt, indem ein Schleifwerkzeug mit der Verzahnung in Eingriff gebracht  
und ein Aufmaß auf den Zahnflanken der Verzahnung abgeschliffen wird,  
wobei für die Verzahnung ein Soll-Wert für die Zahnweite und/oder für das  
15 Kugelmaß vorgegebenen ist, wobei für den Soll-Wert ein Toleranzband  
vorgegeben ist, dessen Einhaltung noch zu Gut-Teilen (d. h. zu solchen  
Teilen, bei denen alle Zahnücken einwandfrei geschliffen wurden und die  
vorgegebene Toleranz für die Zahnweite bzw. das Kugelmaß eingehalten ist)  
führt.

20

Beim Schleifen einer Verzahnung eines Zahnrads wird das Schleifwerkzeug,  
beispielsweise also eine Schleifscheibe, in Eingriff mit der zu schleifenden  
Verzahnung gebracht, wobei das vor dem Schleifen vorliegende Aufmaß auf  
den Zahnflanken abgeschliffen wird. Hierzu muss das Schleifwerkzeug  
25 zunächst in die Zahnücke eingemittet werden.

Dieser bekannte Vorgang ist in Figur 1 illustriert. Das Zahnrad 2 mit der zu  
schleifenden Verzahnung 1 rotiert um die Drehachse a des Zahnrads 2,

während ein Sensor 3, beispielsweise ein induktiver Sensor, Messdaten erfasst, aus denen auf die Position der Zahnücke geschlossen werden kann. Der Sensor 3 wird hier zumeist axial zentrisch positioniert. Während der Drehung des Zahnrads 2 nimmt der Sensor 3 die Signale von den beiden Zahnflanken auf. In der Maschinensteuerung kann dann aus diesen Signalen berechnet werden, wo die Mitte der Zahnücke liegt. Das Schleifwerkzeug wird dann entsprechend in der Mitte der Zahnücke positioniert.

Anschließend erfolgt dann der eigentliche Schleifvorgang. Dabei wird das Schleifwerkzeug relativ zum Werkstück (Zahnrad) radial so zugestellt, dass die Verzahnung nach dem Schleifen die gewünschte Zahnweite bzw. das gewünschte Kugelmaß (bzw. Rollenmaß, welches äquivalent zum Kugelmaß ist und statt Meßkugeln Meßrollen einsetzt) aufweist. Somit ergibt sich die Zustellung des Schleifwerkzeugs zum Werkstück aufgrund der entsprechenden Vorgabe des Soll-Werts für die Zahnweite bzw. für das Kugelmaß (bzw. Rollenmaß). Hierbei wird die Zustellung des Werkzeugs zum Werkstück gemäß dem Soll-Wert vorgenommen, um bei fertigungsbedingten Abweichungen das Toleranzband nutzen und möglichst viele Gutteile fertigen zu können. Dieser Abstand zwischen Werkstück und Werkzeug wird üblicherweise während des gesamten zu bearbeitenden Loses an Zahnrädern nicht geändert.

Bei der Zahnweite handelt es sich um den Abstand, den zwei ebene und tangential an die Zahnflanken angelegte Messflächen haben, wobei bei der Messung eine definierte Anzahl an Zähnen zwischen den Messflächen liegt. Mit der Zahnweite kann die Zahndicke der Zähne bestimmt werden. Sie eignet sich als einfaches Qualitätsprüfungsverfahren für das geschliffene Zahnrad.

Das Kugelmaß (bzw. Rollenmaß) ist gleichermaßen eine Bestimmungsgröße für die Zahndicke der Verzahnung, wobei Kugeln (oder Rollen) in diametral gegenüberliegende Zahnücken der Verzahnung eingefahren werden und der Abstand der Kugeln (oder Rollen) bestimmt wird. Demgemäß ist auch dieses  
5 Maß eine Bestimmungsgröße für die Zahndicke und eignet sich als Qualitätsprüfungsverfahren für das geschliffene Zahnrad.

Für die Zahnweite bzw. für das Kugelmaß (bzw. Rollenmaß) wird dabei in der Regel ein Soll-Wert vorgegeben, für den ein definiertes Toleranzband gilt.  
10 Demgemäß darf die Zahnweite bzw. das Kugelmaß vom Sollwert um einen vorgegebenen Wert abweichen, so dass das Zahnrad noch als Gut-Teil zu qualifizieren ist.

Aufgrund der bislang üblichen Vorgehensweise bei der Fertigung ist es,  
15 abhängig von der Qualität der Vorbearbeitung des Zahnrads, unvermeidlich, dass ein gewisses Maß an Ausschuss anfällt, da bei ungünstiger Konstellation nicht alle Zahnflanken geschliffen werden. Es kann insbesondere sein, dass bei der gegebenen Maschineneinstellung (relative Zustellung des Werkzeugs zum Werkstück) manche Zahnflanken nicht „sauber“ werden und somit zu  
20 Ausschuss führen.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren so weiterzubilden, dass es möglich wird, einen höheren Anteil an Gut-Teilen mit möglichst hoher Qualität zu erzielen.

25

Die **L ö s u n g** dieser Aufgabe durch die Erfindung sieht vor, dass das Verfahren die Schritte aufweist:

- a) Vermessen der Lage der Oberfläche der Zahnflanken des noch nicht geschliffenen Zahnrads an mindestens zwei in Richtung der Drehachse versetzt angeordneten axialen Positionen des Zahnrads;
- 5 b) Ermittlung des tatsächlich vorhandenen Aufmaßes des noch nicht geschliffenen Zahnrads auf der Basis der in Schritt a) ermittelten Messwerte;
- c) Schleifen der Verzahnung durch radiale Zustellung des Schleif-  
10 werkzeugs relativ zur Verzahnung,
- c1) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung dem Soll-Wert der Zahnweite und/oder des Kugelmaßes entspricht, wenn die Ermittlung nach Schritt b)  
15 ergeben hat, dass an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt, oder
- c2) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung auf einen höheren Wert erfolgt, als es dem Soll-Wert  
20 der Zahnweite und/oder des Kugelmaßes entspricht, wobei der höhere Wert noch dem Toleranzband für die Zahnweite und/oder das Kugelmaß entspricht, wenn die Ermittlung nach Schritt b) ergeben hat, dass nur bei erhöhter radialer Zustellung an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag  
25 an allen Zahnflanken kommt.

Demgemäß wird erfindungsgemäß gezielt die generell angestrebte Mitte des Toleranzbands für die Zahnweite bzw. das Kugelmaß bei der radialen Zustellung des Werkzeugs relativ zum Werkstück in Richtung

Toleranzbandende verlassen, das gegebene Toleranzband jedoch eingehalten, wenn die Ermittlung des tatsächlichen Aufmaßes ergeben hat, dass durch die genannte Veränderung der radialen Zustellung noch ein Gut-Teil geschliffen werden kann.

5

Ergänzend kann vorgesehen werden, dass ein Schleifen gemäß obigem Schritt c) nicht durchgeführt wird, wenn die Ermittlung nach obigem Schritt b) ergeben hat, dass auch bei einer erhöhten radialen Zustellung bis an Grenze des Toleranzbandes nur noch ein solches Aufmaß vorliegt, dass es beim  
10 Schleifen an mindestens einer Zahnflanke zu keinem Spanabtrag kommen würde. Dann ist die Fertigung eines Gut-Teils nämlich nicht mehr möglich.

Die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß obigem Schritt a) kann dabei mit mindestens zwei Sensoren erfolgen, die in Richtung  
15 der Drehachse versetzt, aber an derselben Umfangsposition des Zahnrades angeordnet sind.

Alternativ kann auch vorgesehen werden, dass die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß obigem Schritt a) mit mindestens zwei  
20 Sensoren erfolgt, die in Richtung der Drehachse versetzt und an unterschiedlichen Umfangspositionen des Zahnrades angeordnet sind. Dies kann sich aus Gründen des zur Verfügung stehenden Bauraums als sehr vorteilhaft erweisen.

25 Eine weitere alternative Möglichkeit sieht vor, dass die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß obigem Schritt a) mit einem einzigen Sensor erfolgt, der in Richtung der Drehachse beweglich angeordnet ist.

Als Sensor kann ein optisch wirkender Sensor verwendet werden, wobei hierbei insbesondere ein Laser eingesetzt werden kann. Gleichmaßen tauglich sind induktiv oder kapazitiv wirkende Sensoren. Auch Sensoren, die Wirbelströme nutzen, sind generell geeignet.

5

Als Schleifwerkzeug wird vorzugsweise eine Schleifschnecke verwendet. Gleichmaßen ist aber auch der Einsatz einer Schleifscheibe möglich.

Bei dem zu bearbeitenden Zahnrad handelt es sich bevorzugt um ein solches mit einer Außenverzahnung, wenngleich natürlich auch Innenverzahnungen möglich sind.

Die vorliegende Erfindung stellt also darauf ab, dass das tatsächlich vorliegende Aufmaß der zu schleifenden Verzahnung bei einem Zahnrad ermittelt wird und adaptiv eine Einstellung der radialen Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung so gewählt wird, dass das Zahnrad als Gut-Teil geschliffen werden kann, d. h. dass sämtliche Zahnflanken spannend bearbeitet werden. Hierzu wird der gegebene Toleranzbereich für die Zahnweite bzw. für das Kugelmaß (oder Rollenmaß) genutzt.

20

Somit ergibt sich eine effektive Möglichkeit, den Anteil an Gut-Teilen beim Schleifen von Zahnradern zu erhöhen und insbesondere auch solche Werkstücke noch als Gut-Teil schleifen zu können, die bislang zu Ausschuss wurden.

25

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch die Darstellung des Einmittens eines Schleifwerkzeugs in die Zahn­lücke eines Zahnrads gemäß dem Stand der Technik,
- 5 Fig. 2 schematisch die Darstellung beim Schleifen eines Zahnrads mit zu großem Rohteilfehler,
- Fig. 3 schematisch die Darstellung beim Schleifen eines Zahnrads mit hinreichendem Aufmaß,
- 10 Fig. 4 schematisch die Darstellung beim Schleifen eines Zahnrads mit zu großem Rohteilfehler,
- Fig. 5 schematisch die Darstellung des Vermessen des Aufmaßes eines Zahnrads gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- 15 Fig. 6 schematisch die Darstellung des Vermessen des Aufmaßes eines Zahnrads gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 7 schematisch die Darstellung des Vermessen des Aufmaßes eines Zahnrads gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung und
- 20 Fig. 8 schematisch die Darstellung beim Schleifen eines Zahnrads gemäß dem erfindungsgemäßen Konzept.
- 25 In Fig. 2 ist zunächst die der Erfindung zu Grunde liegende Problematik schematisch dargestellt. Schematisch angedeutet ist, dass sich für die Verzahnung eines Zahnrads ein gewisser Rohteilfehler RTF ergibt, der aus der Vorbearbeitung resultiert.

Nach dem Härten sind die Verzahnungen häufig verzogen und weisen somit unsystematische Fehler im Verzahnungsprofil, in der Verzahnungslinie und im Verzahnungsmaß auf. Ferner kann bezüglich der Spannbohrung ein Taumel vorliegen. Somit hat das zu bearbeitende Zahnrad besagten  
5 Rohteilfehler RTF.

Dieser insgesamt vorliegende Fehler kann quantitativ größer sein als das zur Verfügung stehende Toleranzband für die Zahnweite bzw. für das Kugelmaß, wie es Figur 2 zeigt. Die vorgegebene Zahnweite bzw. das vorgegebene  
10 Kugelmaß ist schematisch durch die Toleranzbandmitte TBM angedeutet, d. h. die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs zur Verzahnung ist so gewählt, dass sich die Toleranzbandmitte TBM ergibt. Allerdings ist für ein Gut-Teil ein Toleranzband vorgegeben, in welchem die Zahnweite bzw. das Kugelmaß liegen muss; hierfür ist schematisch in Figur 2 die obere Toleranzbandgrenze  
15 OTBG sowie die untere Toleranzbandgrenze UTBG eingezeichnet.

Der Toleranzband für die Zahnweite liegt zumeist im Bereich von 10 % bis 30 % des Aufmaßes.

20 Das Rohteil weist zunächst auf seinen Zahnflanken die Rohteiloberfläche RTO auf, von der Material abgeschliffen wird, d. h. abzuschleifendes Material AM. Dies führt zu einer geschliffenen Oberfläche GO.

Wie sich aus Figur 2 ergibt, ist es auf diese Art und Weise nicht möglich, ein  
25 Gut-Teil zu schleifen, da das Niveau der Rohteiloberfläche RTO teils unter der geschliffenen Oberfläche GO liegt (siehe linken Abschnitt in Figur 2: nicht bearbeiteter Bereich NBB); das vorhandene Aufmaß reicht also nicht aus, um ein Gut-Teil zu schleifen. Das Zahnrad, für das die in Figur 2 dargestellten Verhältnisse aufweist, wird damit zwangsläufig Ausschuss. Der

Rohteilfehler RTF ist größer als das Toleranzband für Zahnweite bzw. Kugelmaß.

In Figur 3 sind die Verhältnisse skizziert, die sich ergeben, wenn hinreichend  
5 Aufmaß an den Zahnflanken vorliegt und die Verzahnung problemlos  
ordnungsgemäß geschliffen werden kann. Zu erkennen ist, dass der  
Rohteilfehler RTF in einem Bereich liegt, der bezüglich der Toleranz für  
Zahnweite bzw. Kugelmaß oberhalb der Toleranzbandmitte TBM angeordnet  
ist. Somit liegt an allen Zahnflanken abzuschleifendes Material AM vor, so  
10 dass ein Gut-Teil geschliffen werden kann, auch ohne Einsatz des  
erfindungsgemäßen Verfahrens, d. h. in klassischer Weise bei Einstellung der  
Relativposition zwischen Werkstück und Werkzeug auf Toleranzbandmitte.

In Figur 4 sind nun die Verhältnisse skizziert, die beim Schleifen nach dem  
15 Stand der Technik zu einem Ausschussteil führen würden, was allerdings bei  
Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden kann:

Zu sehen ist zunächst, dass die gegebene Rohteiloberfläche RTO zu einem  
Rohteilfehler RTF führt, der dann problematisch ist, wenn in klassischer  
20 Weise die radiale Zustellung zwischen Schleifwerkzeug und Verzahnung auf  
dem Niveau der Toleranzbandmitte TBM für Zahnweite bzw. Kugelmaß liegt.  
In diesem Falle (siehe Figur 4: nicht bearbeiteter Bereich NBB) wird es  
Zahnflanken geben, die nicht mehr sauber geschliffen werden können, da die  
Rohteiloberfläche RTO die Toleranzbandmitte TBM unterschreitet.

25

Hier setzt die Erfindung an:

Zunächst erfolgt die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken  
des noch nicht geschliffenen Zahnrads. Während im Stand der Technik, hier

allerdings für das Einmitten, ein Meßsignal in nur einer Ebene aufgenommen wird und somit keine Informationen über die Verzahnungsbreite vorliegen, wird erfindungsgemäß an mindestens zwei axial versetzten Positionen P1 und P2 eine Messung vorgenommen, wie es Figur 5 zeigt. Die beiden Sensoren 3  
5 und 4 befinden sich hier etwa in den beiden axialen Endbereichen der Verzahnung 1 und vermessen hier das effektiv vorliegende Aufmaß auf den Zahnflanken.

Die Signale der Sensoren 3 und 4 werden von der (nicht dargestellten)  
10 Maschinensteuerung aufgenommen, die bei Rotation des Werkstücks 2 unter Berücksichtigung der zugehörigen Signale der Sensoren 3 und 4 ermitteln kann, wie hoch das tatsächlich vorhandene Aufmaß an den beiden Messstellen P1 und P2 ist. Natürlich können auch mehr Messstellen vorgesehen werden, um bezüglich des tatsächlich vorhandenen Aufmaßes  
15 genauere Informationen zu gewinnen.

Somit liegen nunmehr Informationen über die Verteilung des Aufmaßes über die Verzahnungsbreite vor (was durch Einsatz einer entsprechenden Anzahl von Sensoren hinreichend genau erfolgen kann).

20

Nun erfolgt das Schleifen der Verzahnung durch radiale Zustellung des (nicht dargestellten) Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung 1.

Wurde eine Situation ermittelt, die derjenigen nach Figur 2 entspricht, ist ein  
25 Schleifen des Teils unsinnig, da nicht alle Zahnflanken sauber geschliffen werden können. Hier kann das Zahnrad sofort als Ausschuss entfernt werden.

Liegt eine Situation vor, wie sie in Figur 3 skizziert wurde, ist ein Schleifen in klassischem Sinne möglich und sinnvoll: Die radiale Zustellung des

Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung 1 entspricht dem Soll-Wert (TBM) der Zahnweite bzw. des Kugelmaßes; an allen Zahnflanken liegt ein solches Aufmaß vor, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt.

- 5 Liegt jedoch aufgrund der durchgeführten Messung mittels der Sensoren 3, 4 eine Situation vor, wie sie in Figur 4 dargestellt ist, wird in Abänderung des klassischen Verfahrens wie folgt vorgegangen: Die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung 1 erfolgt auf einen höheren Wert, als es dem Soll-Wert TBM der Zahnweite bzw. des Kugelmaßes entspricht.
- 10 Der höhere Wert entspricht dabei allerdings noch dem Toleranzband und unterschreitet namentlich die untere Toleranzbandgrenze UTBG für die Zahnweite bzw. das Kugelmaß nicht.

Diese Situation ist in Figur 8 dargestellt. Die radiale Zustellung zwischen

15 Werkstück und Werkzeug liegt nun tiefer als es in Figur 3 oder in Figur 4 der Fall ist, allerdings noch im Bereich des Toleranzbandes, so dass die geschliffene Oberfläche GO so tief liegt, dass der gegebene Rohteilfehler RTF nicht dazu führt, dass Zahnflanken nicht „sauber“ geschliffen werden. D. h. nur bei der genannten erhöhter radialer Zustellung liegt an allen

20 Zahnflanken ein hinreichendes Aufmaß vor, so dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt und ein Gut-Teil erhalten wird.

Für das Vermessen der Lage der Oberfläche der Zahnflanken, d. h. des tatsächlichen Aufmaßes, des noch nicht geschliffenen Zahnrads sind in den

25 Figuren 6 und 7 zwei Alternativen zur Lösung gemäß Figur 5 dargestellt:

In Figur 6 ist zu sehen, dass mit mehreren Sensoren, hier mit den drei Sensoren 3, 4 und 5, in Richtung der Drehachse a versetzt und gleichzeitig auch in Umfangsrichtung versetzt die Messung durchgeführt wird. Die drei Sensoren

3, 4, 5 sind nämlich an unterschiedlichen Umfangspositionen U1, U2 und U3 angeordnet. Hierdurch kann insbesondere bei engem Bauraum erreicht werden, dass dennoch alle benötigten Sensoren platzsparend untergebracht werden können. Dies gilt insbesondere im Falle einer geringen Zahnbreite.

5

In Figur 7 ist eine Variante zu sehen, bei der in mehreren Ebenen mit nur einem einzigen Sensor 3 eine Messung erfolgen kann. Hierzu wird der Sensor 3 in Richtung des Doppelpfeils axial bewegt und gleichzeitig die gemessenen Signale aufgenommen. Somit wird hier dann ein spiralförmiges Signal aufgenommen, welches von der Maschinensteuerung in das effektive Aufmaß an den Zahnflanken umgerechnet werden kann. Natürlich ist es auch möglich, die Messung bei ortsfestem Sensor durchzuführen und diesen dann sukzessive zur Vermessung in mehreren Ebenen jeweils axial zu verschieben.

15 Die Sensoren 3, 4, 5 können entweder separat oder in einem Gehäuse untergebracht werden.

Für alle Messungen gilt, dass die Maschinensteuerung aus der (aktuellen) Position des Sensors bzw. der Sensoren und der Drehlage der Verzahnung 1 ermitteln kann, wo die Oberfläche der vermessenen Zahnflanke liegt, so dass die benötigte Information über die Rohteiloberfläche und das effektiv vorhandene Aufmaß gewonnen werden kann. Wesentlich ist, dass mit der erläuterten Messung Informationen über das Aufmaß über die Verzahnungsbreite gewonnen werden können.

25

Das heißt, ist die relative Positionierung der Sensoren zueinander bekannt, ist es möglich, die Aufmaßverteilung der Verzahnung durch entsprechende Umrechnung der Signale der Sensoren unter Berücksichtigung der Geometrie

des Zahnrad (insbesondere des Schrägungswinkels bei Schrägverzahnung) zu ermitteln.

Somit erlaubt es das vorgeschlagene Verfahren, dass die zu schleifenden  
5 Verzahnungen über die Zahnradbreite, d. h. in Richtung der Flankenlinie, vor der Bearbeitung vermessen werden und im gegebenen Falle hiernach eine gezielte Achsabstandsänderung zwischen Werkstück und Werkzeug erfolgt, so dass ein Zahnrad, welches bei klassischer Fertigungsweise Ausschuss würde, noch als Gut-Teil geschliffen werden kann.

10

Der Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens ist somit, dass der Anteil an Gut-Teilen erhöht werden kann, wobei gleichzeitig eine effiziente Fertigung möglich ist.

15 Zwar wäre es generell auch möglich, ein Zahnrad mit den Verhältnissen gemäß den Figuren 4 bzw. 8 nachdem erstmaligen klassischen Schleifen (auf Toleranzbandmitte TBM) zu inspizieren und nachzuschleifen, da generell noch genügend Aufmaß vorhanden ist, um ein Gut-Teil zu fertigen. Dies scheitert in der Praxis allerdings daran, dass das dann bereits vorgeschliffene  
20 Teil mit dem nur noch geringen Aufmaß nicht mehr hinreichend genau eingemittet werden kann (das Restaufmaß ist womöglich bereits kleiner als der Ausrichtfehler, beim Nachschleifen solcher Teile ist es wahrscheinlich, dass nur eine einseitige Bearbeitung der Zahnflanken erfolgt). Dieses Problem kann durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise eliminiert werden.

25

**Bezugszeichenliste:**

	1	Verzahnung
5	2	Zahnrad
	3	Sensor
	4	Sensor
	5	Sensor
10	a	Drehachse des Zahnrads
	P1	erste axiale Position
	P2	erste axiale Position
	U1	erste Umfangsposition
15	U2	zweite Umfangsposition
	U3	dritte Umfangsposition
	RTO	Rohteiloberfläche
	RTF	Rohteilfehler
20		
	TBM	Toleranzbandmitte für die Zahnweite / für das Kugelmaß
	OTBG	obere Toleranzbandgrenze
	UTBG	untere Toleranzbandgrenze
25	AM	abzuschleifendes Material
	NBB	nicht bearbeiteter Bereich
	GO	geschliffene Oberfläche

5

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Schleifen der Verzahnung (1) eines Zahnrads (2), wobei das Zahnrad (2) eine Drehachse (a) aufweist, wobei das Schleifen erfolgt, indem ein Schleifwerkzeug mit der Verzahnung (1) in Eingriff gebracht und ein Aufmaß auf den Zahnflanken der Verzahnung (1) abgeschliffen wird, wobei für die Verzahnung (1) ein Soll-Wert (TBM) für die Zahnweite und/oder für das Kugelmaß vorgegebenen ist, wobei für den Soll-Wert ein Toleranzband (OTBG, UTBG) vorgegeben ist, dessen Einhaltung noch zu Gut-Teilen führt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verfahren die Schritte aufweist:

20

- a) Vermessen der Lage der Oberfläche der Zahnflanken des noch nicht geschliffenen Zahnrads (2) an mindestens zwei in Richtung der Drehachse (a) versetzt angeordneten axialen Positionen (P1, P2) des Zahnrads (2);

25

- b) Ermittlung des tatsächlich vorhandenen Aufmaßes des noch nicht geschliffenen Zahnrads (2) auf der Basis der in Schritt a) ermittelten Messwerte;

c) Schleifen der Verzahnung (1) durch radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1),

5 c1) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1) dem Soll-Wert (TBM) der Zahnweite und/oder des Kugelmaßes entspricht, wenn die Ermittlung nach Schritt b) ergeben hat, dass an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt, oder

10 c2) wobei die radiale Zustellung des Schleifwerkzeugs relativ zur Verzahnung (1) auf einen höheren Wert erfolgt, als es dem Soll-Wert (TBM) der Zahnweite und/oder des Kugelmaßes entspricht, wobei der höhere Wert noch dem Toleranzband (UTBG) für die Zahnweite und/oder das Kugelmaß entspricht, wenn die Ermittlung  
15 nach Schritt b) ergeben hat, dass nur bei erhöhter radialer Zustellung an allen Zahnflanken ein solches Aufmaß vorliegt, dass es zum Spanabtrag an allen Zahnflanken kommt.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schleifen gemäß Schritt c) von Anspruch 1 nicht durchgeführt wird, wenn die Ermittlung nach Schritt b) von Anspruch 1 ergeben hat, dass auch bei einer erhöhten radialen Zustellung bis an Grenze des Toleranzbandes  
25 (UTBG) nur noch ein solches Aufmaß vorliegt, dass es beim Schleifen an mindestens einer Zahnflanke zu keinem Spanabtrag kommen würde.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß Schritt a) von Anspruch 1 mit mindestens zwei Sensoren (3, 4, 5) erfolgt, die in Richtung der Drehachse (a) versetzt, aber an derselben Umfangsposition des Zahnrades (2) angeordnet sind.
- 5
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß Schritt a) von Anspruch 1 mit mindestens zwei Sensoren (3, 4, 5) erfolgt, die in Richtung der Drehachse (a) versetzt und an unterschiedlichen Umfangspositionen (U1, U2, U3) des Zahnrades (2) angeordnet sind.
- 10
- 15
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vermessung der Lage der Oberfläche der Zahnflanken gemäß Schritt a) von Anspruch 1 mit einem einzigen Sensor (3) erfolgt, der in Richtung der Drehachse (a) beweglich angeordnet ist.
- 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensor (3, 4, 5) ein optisch wirkender Sensor verwendet wird.
- 25

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensor (3, 4, 5) ein induktiv oder kapazitiv wirkender Sensor verwendet wird.

5

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Schleifwerkzeug eine Schleifschnecke verwendet wird.

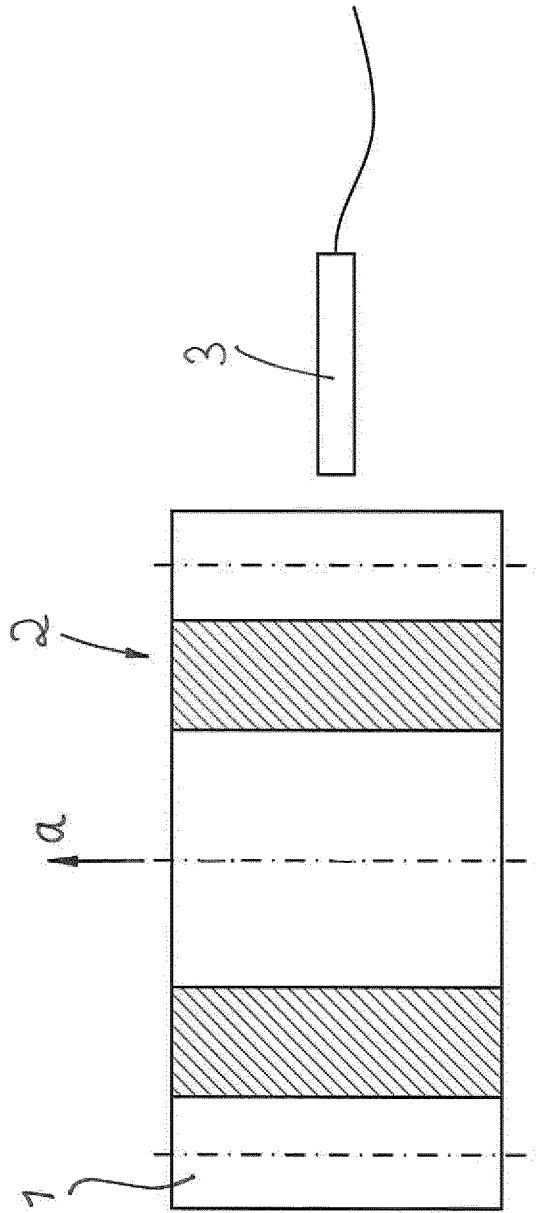
10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Schleifwerkzeug eine Schleifscheibe verwendet wird.

15

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Zahnrad (2) ein solches mit einer Außenverzahnung ist.

20



**Fig. 1**

(Stand der Technik)

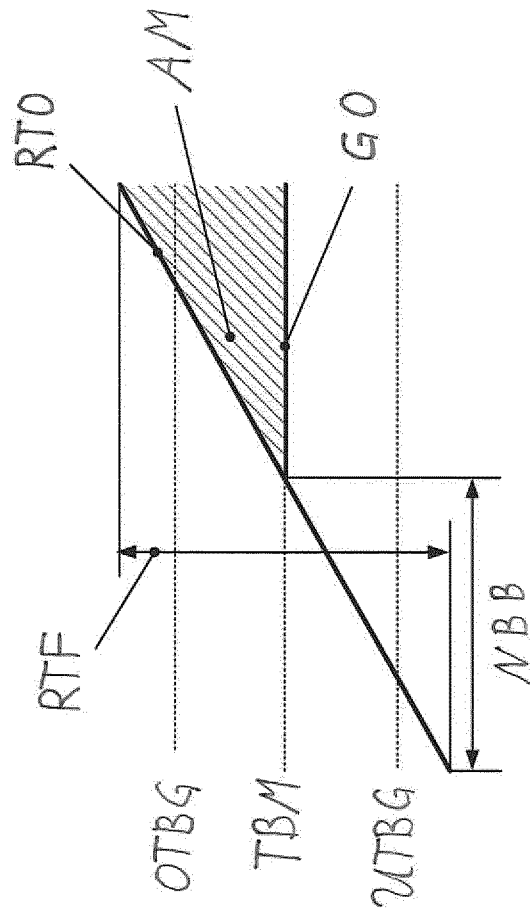


Fig. 2

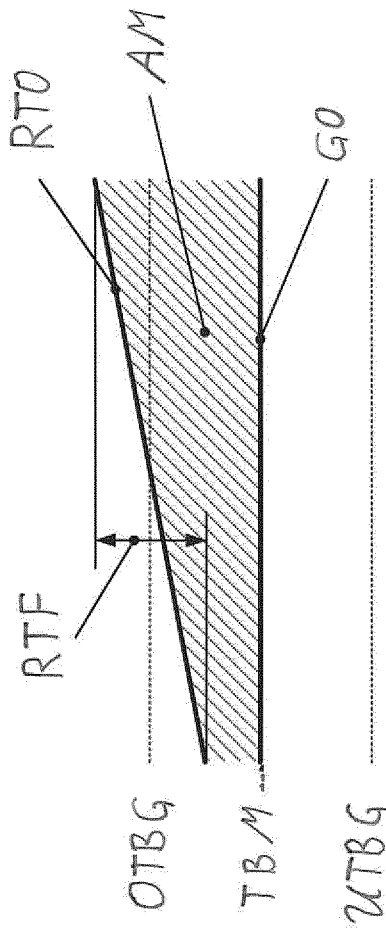


Fig. 3

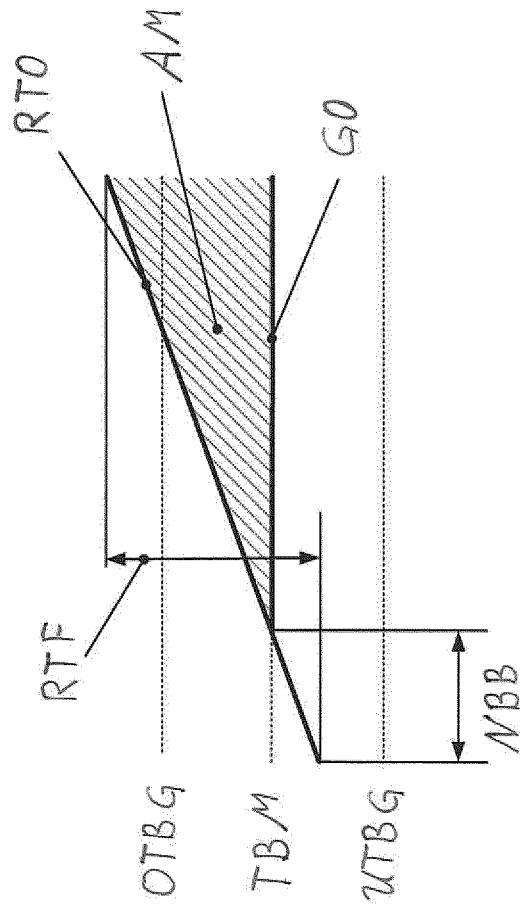
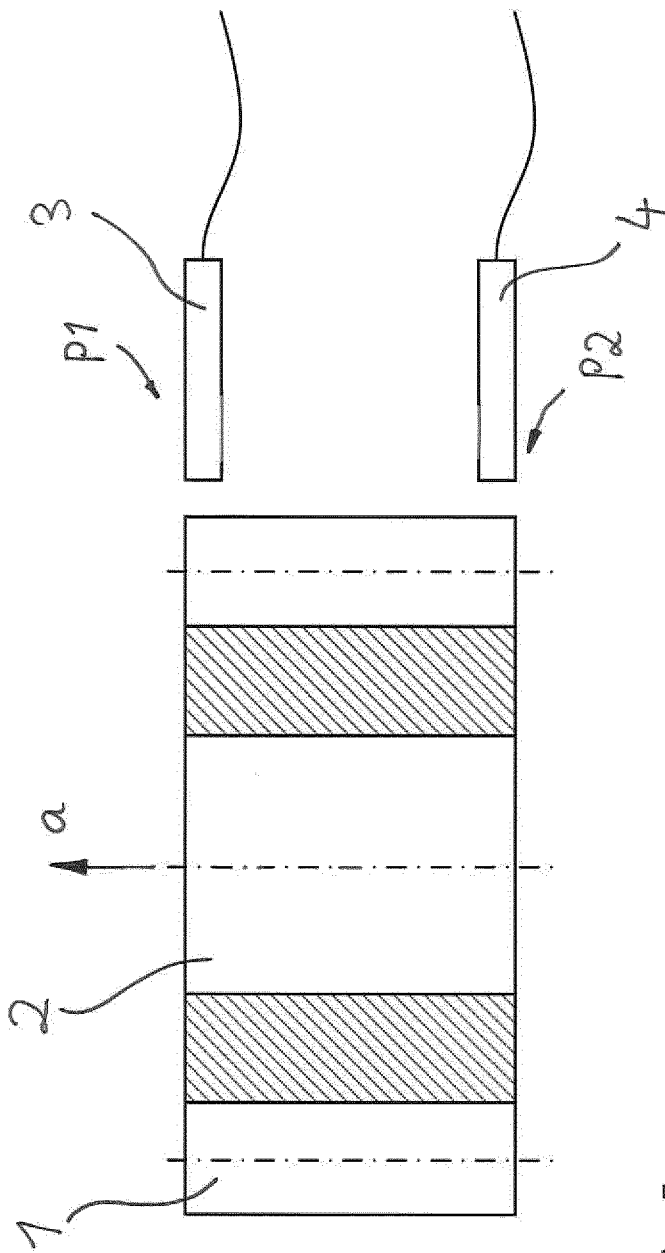
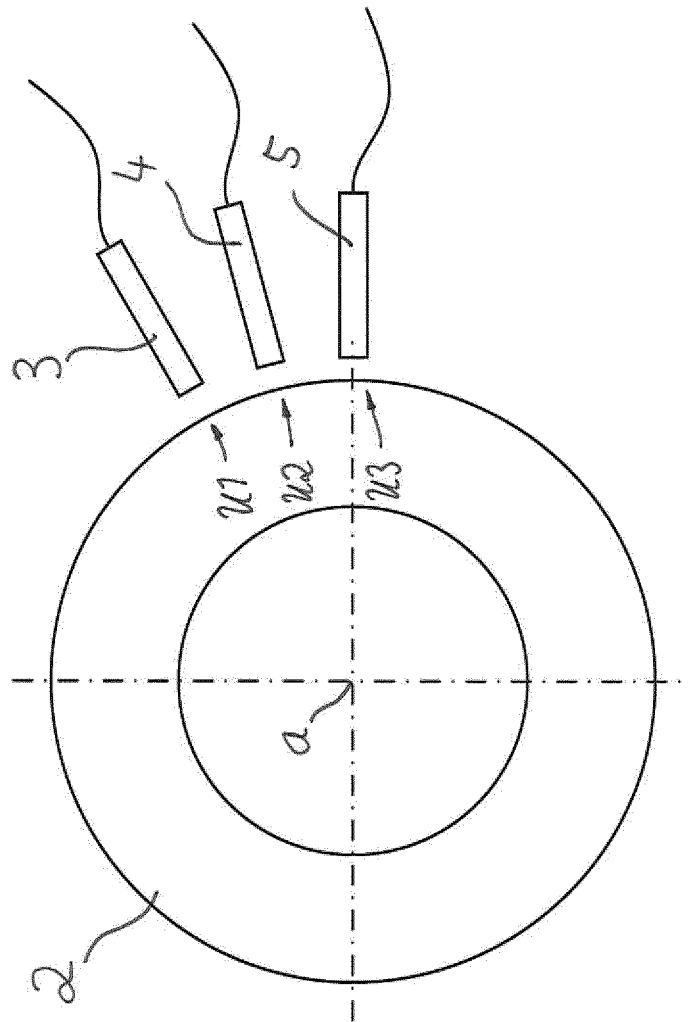


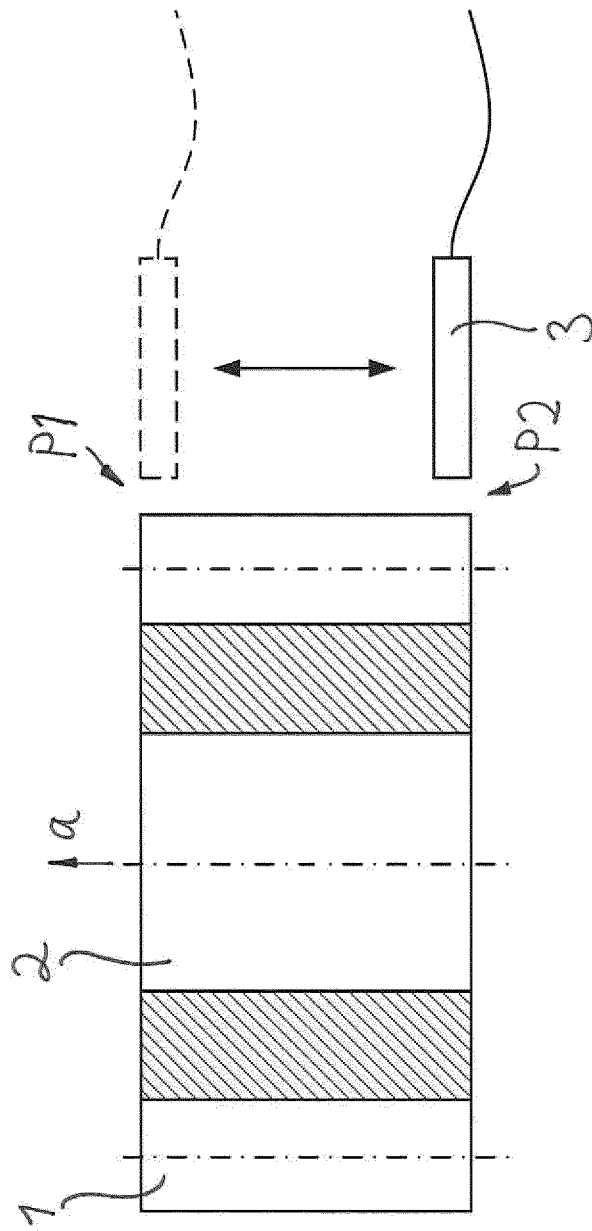
Fig. 4



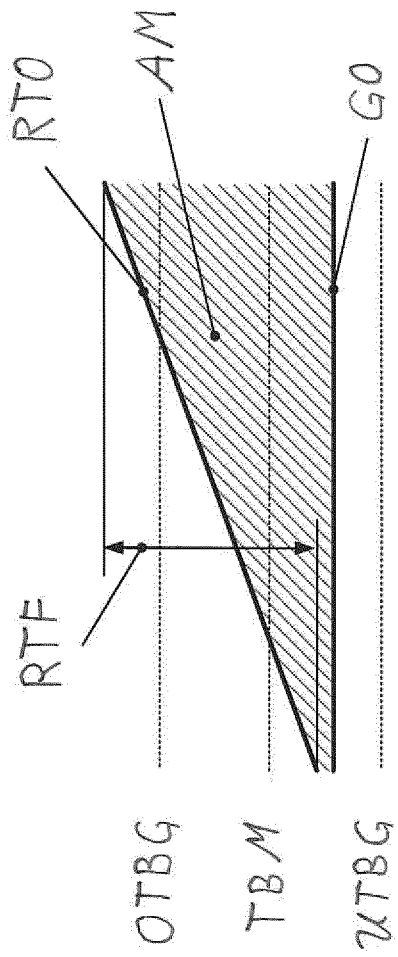
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/077873

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B23F23/1218; <b>B23F 1/02</b> (2006.01)i; <b>B23F 5/02</b> (2006.01)i; G05B19/186		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23F; G05B; G01B		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102010055820 A1 (KAPP GMBH [DE]; NILES WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE]) 28 June 2012 (2012-06-28) paragraphs [0003] - [0005], [0014], [0024], [0031], [0046], [0047]; claims 3,4,10; figures 1,2,4	1,5,6,9,10
A	EP 0890144 A1 (GLEASON WORKS [US]) 13 January 1999 (1999-01-13) paragraphs [0002], [0004], [0007] - [0009], [0032], [0039] - [0041]; claims 1,2; figure 2	1,2,6,8,10
A	US 6577917 B1 (RONNEBERGER ERICH [DE]) 10 June 2003 (2003-06-10) column 4, line 8 - line 60; claim 4; figure 1	1,3,6,8,10
A	EP 2583779 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 24 April 2013 (2013-04-24) paragraphs [0007], [0008], [0025], [0029], [0047]; figures 2,3	1,5,9,10
A	WO 2006053447 A1 (REISHAUER AG [CH]; WIRZ WALTER [CH]) 26 May 2006 (2006-05-26) claim 10; figure 2	1,7
A	EP 3456453 A1 (LIEBHERR VERZAHNTECH GMBH [DE]) 20 March 2019 (2019-03-20) page 5, line 1 - line 7; claim 8	1
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>30 November 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>10 December 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Carmichael, Guy</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2020/077873**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3407011 A1 (SHENZHEN HISYM IND CO LTD [CN]) 28 November 2018 (2018-11-28) paragraphs [0011], [0017], [0018]; claim 1; figures 1,3	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/077873**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102010055820	A1	28 June 2012	NONE	
EP	0890144	A1	13 January 1999	AT 217983 T	15 June 2002
				AU 2327597 A	22 October 1997
				BR 9708391 A	03 August 1999
				CA 2250033 A1	09 October 1997
				CN 1214778 A	21 April 1999
				DE 69712749 T2	05 December 2002
				EP 0890144 A1	13 January 1999
				ES 2176725 T3	01 December 2002
				JP 3919226 B2	23 May 2007
				JP 2000517247 A	26 December 2000
				KR 19990087812 A	27 December 1999
				US 5761067 A	02 June 1998
				WO 9737290 A1	09 October 1997
US	6577917	B1	10 June 2003	DE 19928500 A1	28 December 2000
				IT TO20000588 A1	17 December 2001
				JP 2001030112 A	06 February 2001
				US 6577917 B1	10 June 2003
EP	2583779	A1	24 April 2013	BR 112012029755 A2	09 August 2016
				CN 102917827 A	06 February 2013
				EP 2583779 A1	24 April 2013
				JP 5308404 B2	09 October 2013
				JP 2012000707 A	05 January 2012
				TW 201217089 A	01 May 2012
				US 2013115856 A1	09 May 2013
				WO 2011158807 A1	22 December 2011
WO	2006053447	A1	26 May 2006	NONE	
EP	3456453	A1	20 March 2019	CN 109465502 A	15 March 2019
				DE 102017120788 A1	14 March 2019
				EP 3456453 A1	20 March 2019
				KR 20190028339 A	18 March 2019
				US 2019076944 A1	14 March 2019
EP	3407011	A1	28 November 2018	CN 105698722 A	22 June 2016
				EP 3407011 A1	28 November 2018
				JP 2018524606 A	30 August 2018
				US 2018128608 A1	10 May 2018
				WO 2017124211 A1	27 July 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23F23/1218 B23F1/02 B23F5/02 G05B19/186 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23F G05B G01B		
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.
A	DE 10 2010 055820 A1 (KAPP GMBH [DE]; NILES WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE]) 28. Juni 2012 (2012-06-28) Absätze [0003] - [0005], [0014], [0024], [0031], [0046], [0047]; Ansprüche 3,4,10; Abbildungen 1,2,4 -----	1,5,6,9, 10
A	EP 0 890 144 A1 (GLEASON WORKS [US]) 13. Januar 1999 (1999-01-13) Absätze [0002], [0004], [0007] - [0009], [0032], [0039] - [0041]; Ansprüche 1,2; Abbildung 2 -----	1,2,6,8, 10
A	US 6 577 917 B1 (RONNEBERGER ERICH [DE]) 10. Juni 2003 (2003-06-10) Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 60; Anspruch 4; Abbildung 1 -----	1,3,6,8, 10
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
30. November 2020	10/12/2020	
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  Carmichael, Guy	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 583 779 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 24. April 2013 (2013-04-24) Absätze [0007], [0008], [0025], [0029], [0047]; Abbildungen 2,3 -----	1,5,9,10
A	WO 2006/053447 A1 (REISHAUER AG [CH]; WIRZ WALTER [CH]) 26. Mai 2006 (2006-05-26) Anspruch 10; Abbildung 2 -----	1,7
A	EP 3 456 453 A1 (LIEBHERR VERZAHNTECH GMBH [DE]) 20. März 2019 (2019-03-20) Seite 5, Zeile 1 - Zeile 7; Anspruch 8 -----	1
A	EP 3 407 011 A1 (SHENZHEN HISYM IND CO LTD [CN]) 28. November 2018 (2018-11-28) Absätze [0011], [0017], [0018]; Anspruch 1; Abbildungen 1,3 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/077873

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010055820 A1	28-06-2012	KEINE	
EP 0890144	A1	13-01-1999	AT 217983 T 15-06-2002
			AU 2327597 A 22-10-1997
			BR 9708391 A 03-08-1999
			CA 2250033 A1 09-10-1997
			CN 1214778 A 21-04-1999
			DE 69712749 T2 05-12-2002
			EP 0890144 A1 13-01-1999
			ES 2176725 T3 01-12-2002
			JP 3919226 B2 23-05-2007
			JP 2000517247 A 26-12-2000
			KR 19990087812 A 27-12-1999
			US 5761067 A 02-06-1998
			WO 9737290 A1 09-10-1997
US 6577917	B1	10-06-2003	DE 19928500 A1 28-12-2000
			IT T020000588 A1 17-12-2001
			JP 2001030112 A 06-02-2001
			US 6577917 B1 10-06-2003
EP 2583779	A1	24-04-2013	BR 112012029755 A2 09-08-2016
			CN 102917827 A 06-02-2013
			EP 2583779 A1 24-04-2013
			JP 5308404 B2 09-10-2013
			JP 2012000707 A 05-01-2012
			TW 201217089 A 01-05-2012
			US 2013115856 A1 09-05-2013
			WO 2011158807 A1 22-12-2011
WO 2006053447	A1	26-05-2006	KEINE
EP 3456453	A1	20-03-2019	CN 109465502 A 15-03-2019
			DE 102017120788 A1 14-03-2019
			EP 3456453 A1 20-03-2019
			KR 20190028339 A 18-03-2019
			US 2019076944 A1 14-03-2019
EP 3407011	A1	28-11-2018	CN 105698722 A 22-06-2016
			EP 3407011 A1 28-11-2018
			JP 2018524606 A 30-08-2018
			US 2018128608 A1 10-05-2018
			WO 2017124211 A1 27-07-2017