



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP B 23 P / 245 909 1

(22) 14.12.82

(45) 04.12.85

(71) VEB Chemie- und Tankanlagenbau Fürstenwalde, 1240 Fürstenwalde (Spree), Straße der Befreiung 49, DD
 (72) Schützke, Hans, DD

(54) Verfahren zur Herstellung zweiflügliger Drehkolben großen Durchmessers

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung zweiflügliger Drehkolben großen Durchmessers. Das Ziel der Erfindung besteht in der Erhöhung der Maßhaltigkeit, der Meßgenauigkeit, der Verbesserung der Laufeigenschaften, der Gewährleistung der Austauschbarkeit der Drehkolben und in der Einsparung von Arbeitszeit, Material und Kosten bei der Herstellung zweiflügliger Drehkolben großen Durchmessers. Dieses Ziel wird dadurch erreicht, daß die Abwälzbewegung in einem Wälzbereich von 0° bis $103,76^\circ$ erfolgt, und daß ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser korrigiertes statisches Element und/oder Rad verwendet wird, und daß zunächst mit der Bearbeitung einer Kolbenflanke eines Kolbenflügels begonnen wird, nach einer Wälzbewegung um $13,76^\circ$ die Bearbeitung der anderen Kolbenflanke einsetzt, die beider Kolbenflanken im Wälzbereich von $13,76^\circ$ bis 90° gleichzeitig fortgeführt und die der anderen Kolbenflanke im Wälzbereich von 90° bis $103,76^\circ$ beendet wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders zur Herstellung großer zweiflügliger Drehkolben auf herkömmlichen Werkzeugmaschinen geeignet. Figur

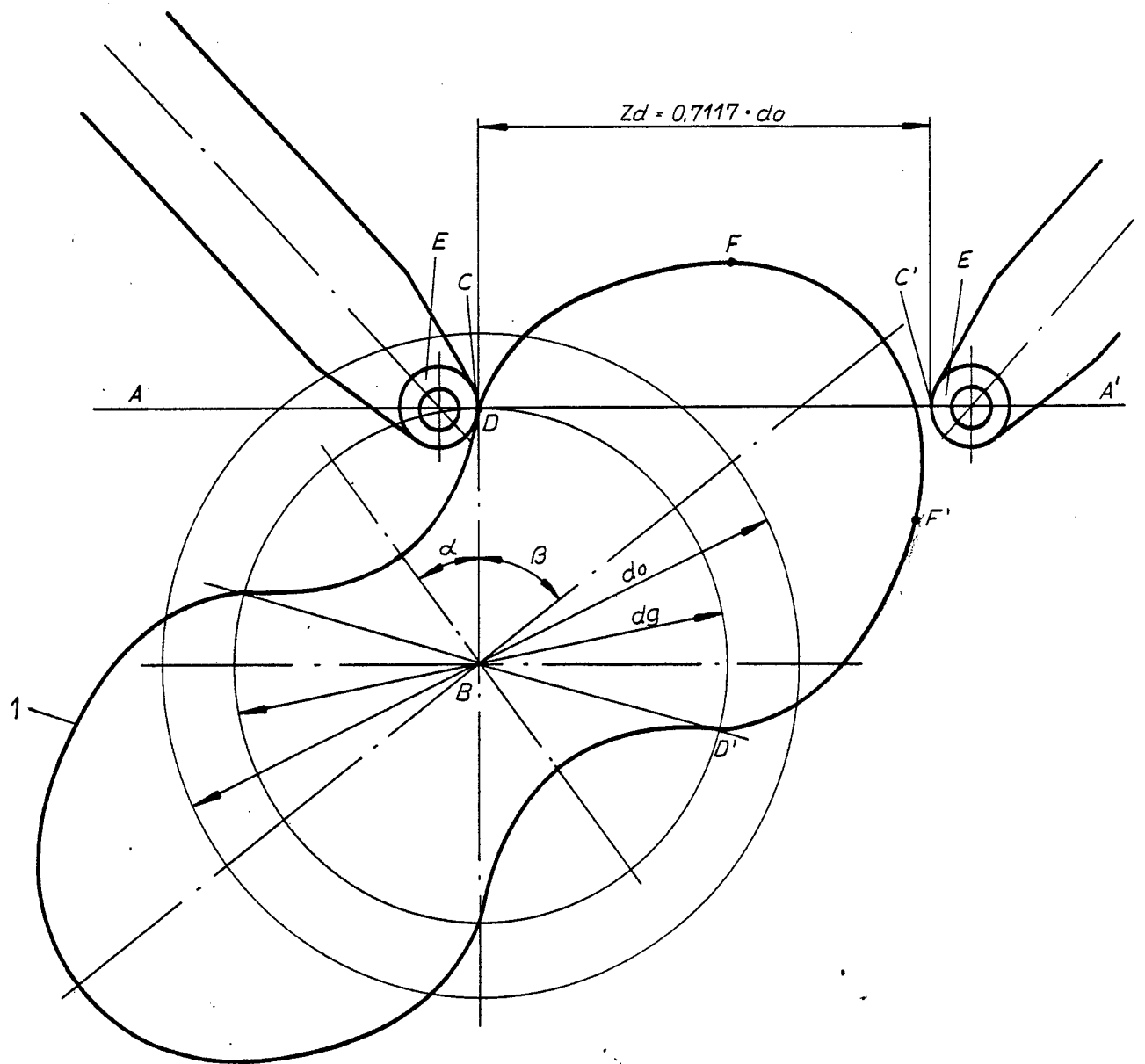


Fig.

Erfindungsanspruch:

Verfahren zur Herstellung zweiflügliger Drehkolben großen Durchmessers, bei dem eine, eine Evolvente beschreibende relative Abwälzbewegung mittels gegeneinander überlagerter Dreh- und Schubbewegungen zwischen einem statischen Element und einem den Drehkolben treibenden Rad erzeugt wird und gleichzeitig mit dieser Abwälzbewegung sich in Längsrichtung des Drehkolbens bewegende Bearbeitungswerkzeuge am Drehkolben in Eingriff kommen, wobei die Kolbenköpfe und -füße mittels Hobeln oder Fräsen vorher in den Drehkolben eingearbeitet werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Abwälzbewegung über den Grundkreis in einem Wälzbereich von 0° bis $103,76^\circ$ erfolgt, und daß ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser um das 0,7864fache korrigiertes statisches Element und/oder Rad verwendet wird, und daß durch an zwei Punkten der Tangenten der Kolbenflanken im Abstand des 0,7117fachen Teilkreisdurchmessers d_0 unter einem Eingriffswinkel von $38,14^\circ$ zum Eingriff kommende Wendeschneidplatten zunächst mit der Bearbeitung einer Kolbenflanke eines Kolbenflügels begonnen wird, nach einer Wälzbewegung um $13,76^\circ$ die Bearbeitung der anderen Kolbenflanke einsetzt, die beider Kolbenflanken im Wälzbereich von $13,76^\circ$ bis 90° gleichzeitig fortgeführt und die der anderen Kolbenflanke im Wälzbereich von 90° bis $103,76^\circ$ beendet wird, und daß anschließend die Kolbenflanken des anderen Kolbenflügels durch Drehung des Drehkolbens um 180° derart bearbeitet werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung zweiflügliger Drehkolben großen Durchmessers, bei dem eine, eine Evolvente beschreibende relative Abwälzbewegung mittels gegeneinander überlagerter Dreh- und Schubbewegungen zwischen einem statischen Element und einem den Drehkolben treibenden Rad erzeugt wird und gleichzeitig mit dieser Abwälzbewegung sich in Längsrichtung des Drehkolbens bewegende Bearbeitungswerkzeuge am Drehkolben in Eingriff kommen, wobei zuvor die Kolbenköpfe und -füße mittels Hobeln oder Fräsen in den Drehkolben eingearbeitet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders zur Herstellung großer Drehkolben für Vakuum- und Rootspumpen, Rootsgebläsen und Drehkolbengaszähler geeignet. Es ist auf herkömmlichen Werkzeugmaschinen einsetzbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Drehkolbengaszähler sind volumetrische Meßgeräte, bei denen das eintretende Gas ein Paar gegenläufig rotierende Kolben in Bewegung setzt. Dabei erfassen die Drehkolben ein bestimmtes Volumen, wobei die Drehzahl der Drehkolben proportional der durchströmenden Gasmenge ist. Diese Meßgeräte ähneln in ihrem konstruktiven Aufbau den bekannten Roots-Verdichtern.

Drehkolbengaszähler werden zur Messung von Volumenströmen von $3\text{ m}^3/\text{h}$ bis $70\,000\text{ m}^3/\text{h}$ eingesetzt. Die Drehkolben haben nach allen Seiten ein geringes Spiel, so daß sie sich ohne Berührung beim Gasdurchgang gegenläufig abwälzen. Durch die Lemniskatenform der Drehkolben ist der Spalt zwischen den Drehkolben gleichbleibend. Die Leitkurven der Lemniskaten werden aus Evolventen gebildet. Gleichlaufzahnäder synchronisieren die Kolbenbewegungen.

Es ist bekannt, diese Leitkurven durch Formhobeln mit Formmeißel nach Schablonen, Formfräsen mit Satzformfräser, mechanisches bzw. hydraulisches Kopierhobeln oder Igelwalzenfräsen an den Drehkolben zu erzeugen.

Die Herstellung erfolgt dabei so, daß die Drehkolben zunächst angerissen, zentriert, überdreht, auf Länge gesägt, nachzentriert und vorgefräst bzw. -gehobelt sowie anschließend fertiggedreht, geschliffen und fertig gefräst bzw. -gehobelt werden.

Beim Fräsen wird jedes Formelement der Kolbenfläche mit Formstählen bearbeitet. Die Fräsmesser müssen dafür nach Schablone von Hand geschliffen und eingestellt werden. Die Bearbeitung erfolgt in zwei Arbeitsgängen. Danach werden die Kolben paarweise aufeinander von Hand eingepaßt.

Die Fertigung der Drehkolben ist bei allen bekannten Verfahren immer das größte Problem hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen geblieben. Das Schleifen der Fräsmesser von Hand, das Einstellen nach Schablone, Abweichungen beim Ausrichten und das Durchbiegen der Kolben beim Fräsen verursachen Ungenauigkeiten in der Leitkurve und auf der Kolbenlänge. Beim Einpassen wird oftmals nur ein Kolben auf den anderen abgestimmt. Die Austauschbarkeit der Drehkolben ist dadurch nicht möglich und die Volumina der Ausgangs- und Eingangskammer sind verschieden, wodurch die Laufeigenschaften der Drehkolben im Meßgerät nachteilig beeinflusst werden.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß ein hoher Aufwand an Arbeitszeit für die Herstellung der Drehkolben notwendig ist.

Zahnäder dienen bekanntlich der zwangsläufigen und schlupffreien Kraft- und Bewegungsübertragung zwischen nicht fluchtenden Wellen. Sie wandeln gleichzeitig Drehmomente und Drehzahlen. Das Zahnädergetriebe ist demnach ein Antriebselement, das zur Anpassung der Leistung, Drehzahl und des Drehmomentes in der Antriebstechnik eingesetzt wird (Fronius, Maschinenelemente-Antriebselemente, S.386, VEB Verlag Technik Berlin; K. Zirkpe, Zahnäder, S. 15 ff., VEB Fachbuchverlag Leipzig, 11. Auflage, 1980).

Diese Bedingungen erfüllt der Drehkolben nicht. Er ist demzufolge kein Zahnäder. Als solches wird auch der Drehkolben seit seinem Einsatz in der Fachliteratur nicht angesehen.

Zur Herstellung von Zahnädern sind Verfahren bekannt, bei denen zwischen einem Werkäder und einer Zahnstange bzw. einem Werkzeug eine Wälzbewegung erzeugt wird, die sich aus Drehung und Schiebung zusammensetzt. Dies als Wälzverfahren bekannte Verfahren ist bei der Fertigung von Zahnädern am weitesten verbreitet. Bekannt sind das Wälzfräsen, Hobeln mit Kamm-Meißel, Wälzstoßen und Wälzschleifen (DD-PS 141473, DE-AS 1 240367, DE-AS 1 220 650, DE-OS 2020579, DE-OS 2023518, DE-OS 2 239568). Beim Wälzfräsen werden die Fräser parallel zur Achse des Werkädres verschoben, Fräser und Werkäder führen eine Kreisbewegung aus. Dieses bekannte Abwälzfräsen ist für die Fertigung von Drehkolben ungeeignet, weil die dafür notwendigen Fräser überdimensionale Abmessungen aufweisen, die technisch und ökonomisch nicht mehr beherrschbar sind.

Das bekannte Maag-Hobel-Verfahren verwendet eine kurze als Kamm-Meißel ausgebildete Zahnstange, deren Zahnflanken und Kopfflächen so hinterarbeitet sind, daß Schneidwinkel entstehen. Der Kamm-Meißel führt die Hauptbewegung aus und schneidet beim Abwärtshub. Der Werkstücktisch mit dem Werkäder bewegt sich dabei längs der Zahnstange, wobei das Werkäder um seine Achse kreist. Die Zahntiefeinstellung erfolgt durch Vorschub des Längs- und Rundtisches auf den Kamm-Meißel zu. Nach dem Stoßen von mehreren Zähnen wird geteilt, wobei das Werkäder um einen bestimmten Betrag gedreht wird. Es beginnt das Aushobeln der nächsten Zähne.

Dieses Verfahren ist für die Herstellung von Drehkolben nicht geeignet, weil das Schneiden, Wälzen und Teilen nicht kontinuierlich erfolgt und die entsprechende Hubmaschine ungleichförmig und ruckartig arbeitet.

Es ist ferner bekannt, evolventenförmige Kolbenflügel an Drehkolben durch kammförmige Werkzeuge mit geraden Flanken zu erzeugen. Das Werkzeug führt eine geradlinige Arbeitsbewegung und eine Vorschubbewegung aus. Der Eingriffswinkel und die Zähnezahl wird derart gewählt, daß der Schnittpunkt der Evolventen mit der Zahnmittellinie auf einem möglichst großen Durchmesser liegt. Der Eingriffswinkel α beträgt bei diesem bekannten Abwälzverfahren für zweiflüglige Drehkolben $47,4^\circ$. Dieses bekannte Abwälzverfahren hat den Nachteil, daß größere Drehkolben Werkzeuge erfordern, die überdimensionale Abmessungen annehmen, wodurch die notwendigen Genauigkeiten an den geraden Flanken nicht eingehalten werden. Dies beeinflusst die Meßgenauigkeit der Drehkolbengaszähler oder das Fördervolumen bei Pumpen und Verdichtern nachteilig. Des weiteren hat diese bekannte Lösung den Nachteil, daß Sonderwerkzeugmaschinen infolge der überdimensionalen Abmessungen der Werkzeuge notwendig sind.

Die Evolventenform des Kolbenkopfes, der Kolbenflanken und des Kolbenfußes verursacht durch den Unterschnitt am Kolbenfuß ein Rückvolumen, das die Leistung von Roots- und Vakuumpumpen herabsetzt. Weiterhin bedingt der spitzauslaufende Kolbenflügel eine ungenügende Abdichtung zwischen Kolbenflügel und Gehäuse, so daß diese bekannte technische Lösung für die Herstellung von Drehkolben für Drehkolbengaszähler ungeeignet ist.

Nach der DE-OS 2023518 ist ein Verfahren zur Herstellung runder Zahnräder mit Innen- und Außenevolventen-Verzahnung bekannt, das ein Bezugsprofil verwendet, deren Zahnflanken eben und parallel zueinander sind, denen eine geradlinige Bewegung überlagert ist. Dieses bekannte Verfahren hat den Nachteil, daß nur eine bestimmte Kolbendicke bzw. Zahnflankenweite herstellbar ist. Das eingesetzte Werkzeug wird nach seiner Abnutzung unbrauchbar und muß verworfen werden, weil die geraden und parallelen Flanken als Schneidwerkzeug einen Freiwinkel besitzen müssen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Erhöhung der Maßhaltigkeit, der Meßgenauigkeit, der Verbesserung der Laufeigenschaften, der Gewährleistung der Austauschbarkeit der Drehkolben und in der Einsparung von Arbeitszeit, Kosten und Material bei der Herstellung von zweiflügligen Drehkolben großen Durchmessers.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das es gestattet, das Abwälzverfahren auf herkömmlichen Werkzeugmaschinen auszuführen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Abwälzbewegung über den Grundkreis in einem Wälzbereich von 0° bis $103,76^\circ$ erfolgt und daß ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser um das 0,7864fache korrigiertes statisches Element und/oder Rad verwendet wird und daß durch an zwei Punkten der Tangenten der Kolbenflanken im Abstand des 0,7117fachen Teilkreisdurchmessers d_0 unter einem Eingriffswinkel von $38,14^\circ$ zum Eingriff kommende Wendeschneidplatten zunächst die Bearbeitung einer Kolbenflanke eines Kolbenflügels beginnt, nach einer Wälzbewegung um $13,76^\circ$ die der anderen Kolbenflanke einsetzt, die beider Kolbenflanken im Wälzbereich von $13,76^\circ$ bis 90° gleichzeitig fortgeführt und die der anderen Kolbenflanke im Wälzbereich von 90° bis $103,76^\circ$ beendet wird und daß anschließend die Kolbenflanken des anderen Kolbenflügels durch Drehung des Drehkolbens um 180° derart bearbeitet werden.

Die technisch-ökonomischen Auswirkungen, insbesondere die Effektivität der Erfindung bestehen in der Erhöhung der Maßhaltigkeit der Drehkolben. Die Einhaltung der engen Fertigungstoleranzen gewährleisten einen gleichbleibenden Spalt zwischen den Drehkolben und die Austauschbarkeit der nach der Erfindung gefertigten Drehkolben, was die Laufeigenschaften der Drehkolben und die Meßgenauigkeit verbessert.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich ferner dadurch aus, daß der Aufwand an Arbeitszeit, Material und Kosten bei der Herstellung der Drehkolben merklich gesenkt wird.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

In der dazugehörigen Zeichnung zeigt die Figur eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Anwendung des Abwälzverfahrens setzt voraus, daß der Drehkolben ein abwälzbares Profil besitzt.

Evolventenanfang D, die Wälzgerade $\overline{AA'}$ und die Tangente der Werkzeugschneide E fallen im Punkt C so zusammen, daß der Mittelpunkt B des Drehkolbens 1 um den Eingriffswinkel α verdreht senkrecht unter dem Punkt C liegt. Beim Abwälzen des Grundkreisdurchmessers d_0 auf der Wälzgeraden $\overline{AA'}$ wird von der Werkzeugschneide E im Punkt C die gewünschte Evolvente erzeugt. Nach einer 90° -Wälzung liegt das Evolventenende F im Punkt C und die linke Evolvente $\overline{DF}$ ist entstanden. Die Erzeugung der rechten Evolvente $\overline{D'F'}$ beginnt nach einer Drehung des Grundkreisdurchmessers d_0 um $13,76^\circ$. Nach einer Drehung von insgesamt $103,76^\circ$ ist die Erzeugung der rechten Evolvente $\overline{D'F'}$ abgeschlossen. In dieser Stellung liegt der Mittelpunkt B des Drehkolbens 1 genau unter dem Punkt C' mit dem Evolventenanfang D' auf der Wälzgeraden $\overline{AA'}$.

Die Strecke $\overline{CC'}$ entspricht der Kolbendicke Z_d , die das 0,7117fache des Teilkreisdurchmessers d_0 bzw. das Bogenmaß des auf den Grundkreisdurchmesser d_0 bezogenen doppelten Ergänzungswinkel β beträgt. Wird der Drehkolben 1 um 180° gedreht oder geteilt, so können die Evolventen des anderen Kolbenflügels erzeugt werden.

Die Wälzbewegung wird zwischen einem statischen Element und einem den Drehkolben treibenden Rad erzeugt. Sie setzt sich aus Dreh- und Schubbewegungen zusammen und beschreibt die oben beschriebene Evolvente. Gleichzeitig mit dieser Wälzbewegung greifen in Längsrichtung der Drehkolbenachse punktförmig an den Tangenten der Kolbenflanken im Abstand des 0,7117fachen Teilkreisdurchmessers d_0 unter einem Eingriffswinkel α von $38,14^\circ$ Wendeschneidplatten an, die das evolventenförmige Kolbenprofil in den Drehkolben 1 einarbeiten. Vor diesem Bearbeitungsgang erfolgt die Bearbeitung der Kolbenköpfe und -füße mittels Hobeln oder Fräsen.

Als statisches Element kann eine Werkzahnstange oder ein Wälzband und als treibendes Rad ein Werkzahnrad bzw. Zahnradgetriebe oder eine Wälzscheibe eingesetzt werden.

In den Teilkreisdurchmesser des statischen Elementes bzw. in den Außendurchmesser des Rades ist eine Korrektur eingearbeitet, die das 0,7864fache des Teilkreisdurchmessers d_0 des Drehkolbens beträgt.

Die Bearbeitung der Kolbenflanken eines Kolbenflügels erfolgt in einem Wälzbereich von 0° bis $103,76^\circ$, wobei im Wälzbereich bis zu $13,76^\circ$ nur eine Kolbenflanke, beide Kolbenflanken eines Kolbenflügels im Wälzbereich von $13,76^\circ$ bis 90° bearbeitet werden und die Bearbeitung der anderen Kolbenflanke im Wälzbereich von 90° bis $103,76^\circ$ beendet wird.

Beispiel 1

Ein Drehkolben mit einem Durchmesser von 400 mm und einer Kolbenlänge von 640 mm soll mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden.

Die Fertigungstoleranzen des Drehkolbens sollen betragen:

Kolbendickenfehler	130 μm
Evolventenrichtungsfehler auf die Kolbenlänge bezogen	160 μm
Evolventenformfehler	50 μm
Teilungsfehler	55 μm

Der unbearbeitete Drehkolben wird angerissen, auf Länge gesägt, zentriert, überdreht und geschruppt. Anschließend wird der Kolbenkopf und -fuß gefräst. Dann erfolgt die Feinbearbeitung des Drehkolbens.

Die Wälzbewegung wird zwischen einer Werkzahnstange und einem Werkzahnrad erzeugt. Der Korrekturfaktor beträgt 0,7864.

Der fertigbearbeitete Drehkolben erreicht folgende Toleranzen:

Kolbendickenfehler	50 μm
Evolventenrichtungsfehler auf die Kolbenlänge bezogen	60 μm
Evolventenformfehler	25 μm
Teilungsfehler	40 μm

Beispiel 2

Ein Drehkolben mit einem Durchmesser von 800 mm und einer Kolbenlänge von 1 280 mm ist zu fertigen.

Die Fertigungstoleranzen müssen betragen:

Kolbendickenfehler	150 μm
Evolventenrichtungsfehler auf die Kolbenlänge bezogen	350 μm
Evolventenformfehler	60 μm
Teilungsfehler	75 μm

Die Vorbereitung des Drehkolbens entspricht dem des Beispiels 1. Der Korrekturfaktor beträgt 0,7864.

Der fertiggestellte Drehkolben hat folgende Toleranzen:

Kolbendickenfehler	60 μm
Evolventenrichtungsfehler auf die Kolbenlänge bezogen	150 μm
Evolventenformfehler	30 μm
Teilungsfehler	50 μm