

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50583/2021
(22) Anmeldetag: 15.07.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2022

(51) Int. Cl.: **B23D 49/00** (2006.01)
B23D 63/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 2045930 B2
DE 202019100128 U1

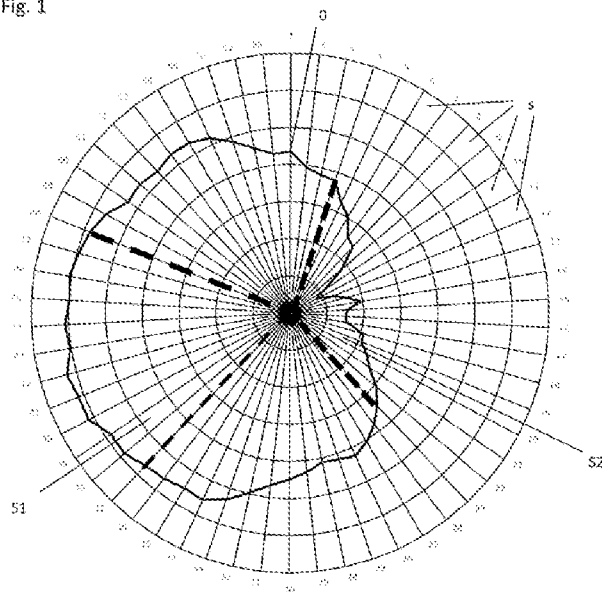
(73) Patentinhaber:
Framag Industrieanlagenbau GmbH
4873 Frankenburg (AT)

(74) Vertreter:
Kliment & Henhappel Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER VORSCHUBGESCHWINDIGKEIT VON SÄGEBLÄTTERN**

(57) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit (v) für ein mit Zähnen versehenes und um ein Drehzentrum rotierendes Sägeblatt relativ zu einem Werkstück während eines Zerspanungsvorganges. Es wird vorgeschlagen, dass während einer Umdrehung des Sägeblattes um das Drehzentrum die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche (S) des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges unterschiedlich gewählt wird, wobei die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S1) mit einem größeren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner gewählt wird, als während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S2) mit einem kleineren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges. Auf diese Weise können der Betrieb des Sägeblattes optimiert und die Standzeit erhöht werden.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit für ein mit Zähnen versehenes und um ein Drehzentrum rotierendes Sägeblatt relativ zu einem Werkstück während eines Zerspanungsvorganges, wobei am Sägeblatt Sektorenbereiche mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne definierbar sind, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Zerspanungsvorrichtung umfassend ein mit Zähnen versehenes Sägeblatt, eine Antriebseinrichtung zur Rotation des Sägeblattes um ein Drehzentrum sowie eine Vorschubeinrichtung zur Erzielung einer Relativbewegung des Sägeblattes zu einem Werkstück, wobei die Vorschubeinrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit des Sägeblattes relativ zum Werkstück umfasst und das Sägeblatt Sektorenbereiche mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne aufweist, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 4.

[0002] Während des Zerspanungsvorganges werden die Zähne des Sägeblattes stark belastet. Die Zähne können dabei angeformt oder geschraubt sein, wobei die Sägeblätter im letztgenannten Fall mitunter auch als Scheibenfräser bezeichnet werden, im Folgenden aber ebenfalls vom Begriff „Sägeblätter“ umfasst sind. Durch geeignete Steuerung des Zerspanungsvorganges wird versucht, die Belastung bei Aufrechterhaltung eines optimalen Schnittergebnisses so gering wie möglich zu halten. Der Zerspanungsvorgang selbst wird dabei mithilfe einer Steuerung vorgenommen, die die Schneideparameter wie Umdrehungsgeschwindigkeit des Sägeblattes sowie Vorschubgeschwindigkeit des Sägeblattes vorzugsweise automatisiert steuert. Dabei spielt die Zustandsüberwachung des Sägeblattes eine zunehmend wichtige Rolle. Hierbei werden mithilfe von Sensoren geometrische, statische sowie dynamische Analysen des Sägeblattes im Ruhezustand, im Leerlauf sowie während des Zerspanungsvorganges vorgenommen und aus diesen Analysen Rückschlüsse auf die Belastung des Sägeblattes gezogen, um in weiterer Folge den Zerspanungsvorgang entsprechend zu steuern, oder übermäßige Belastungen frühzeitig zu erkennen und entsprechende Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen zu ergreifen. Diese Sensoren können dabei Kameras, Kraft- oder Dehnmessstreifen, Richtmikrofone, Piezosensoren und dergleichen sein.

[0003] In der DE 19634336 A1 werden beispielsweise eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Vermessen der Sägeblattverzahnung von Kreissägeblättern, insbesondere zum Vermessen der Zahnform, Zahnteilung, Zahnhöhe (Zahntiefe) sowie des Rund- und Planlaufs mittels optischer Abtastverfahren beschrieben.

[0004] Die DE 10023566 A1 zeigt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur optischen Überprüfung der Sägeblätter und der einzelnen Sägezähne.

[0005] In der EP 0949480 A2 wird eine Vorrichtung zur Vermessung der Geometrie der Sägeblätter beschrieben, um wesentliche Parameter wie zum Beispiel Spanwinkel und Freiwinkel an den Zähnen zu bestimmen.

[0006] Die EP 0403908 A2 zeigt die Vermessung eines spanabhebenden Werkzeuges mit einer Kamera.

[0007] In der GB 1072569 A, CH 653600 A5, WO 0107868 A1 und US 5861564 A werden weitere Vorrichtungen und Verfahren zur optischen Vermessung der Geometrie von Sägezähnen beschrieben.

[0008] Die DE 202017103056 U und die DE 102017126434 A1 zeigen die Erfassung von Parametern für die Vermessung und Überwachung von Sägeblättern während des Betriebes. Die EP 0969340 A1 beschreibt die Überwachung des IST-Antriebsstromes während des Betriebes eines Sägeblattes und dessen Vergleich mit einem SOLL-Antriebsstrom sowie eine entsprechenden Steuerung des Sägeblattes.

[0009] Im genannten Stand der Technik wird eine geometrische Vermessung des Sägeblattes verwendet, um Belastungen oder Verformungen des Sägeblattes oder seiner Zähne frühzeitig zu erkennen und entsprechende Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen zu ergreifen.

[0010] Das Ziel der Erfindung besteht hingegen darin Belastungen des Sägeblattes zu reduzieren, sodass Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen hintangehalten werden können und die Standzeit erhöht wird.

[0011] Dieses Ziel wird durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit für ein mit Zähnen versehenes und um ein Drehzentrum rotierendes Sägeblatt relativ zu einem Werkstück während eines Zerspanungsvorganges, wobei am Sägeblatt Sektorenbereiche mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne definierbar sind. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass während einer Umdrehung des Sägeblattes um das Drehzentrum die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges unterschiedlich gewählt wird, wobei sich der Radialabstand der Zähne oder der durchschnittliche Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche unterscheidet und die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne von Sektorenbereichen mit einem größeren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner gewählt wird, als während eines durch Zähne von Sektorenbereichen mit einem kleineren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges. Das erfindungsgemäße Verfahren reduziert Belastungen des Sägeblattes somit durch eine Kombination einer geometrischen Zustandsüberwachung des Sägeblattes mit einer geeigneten Steuerung des Zerspanungsprozesses. Die Anmelderin hat festgestellt, dass sich mitunter bei Sägeblättern im Zuge der Fertigung, der Montage oder des Betriebes entstandene Sektorenbereiche mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne feststellen lassen, wobei der Radialabstand der Zähne oder der durchschnittliche Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche unterschiedlich sind. Diese Abweichungen zeigen sich zumeist in Form einer Exzentrizität des Sägeblattes mit einem ersten Sektorenbereich des Sägeblattes mit einem größten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne dieses ersten Sektorenbereiches und einem zweiten, zumeist gegenüberliegenden Sektorenbereich des Sägeblattes mit einem kleinsten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne dieses zweiten Sektorenbereiches. Beobachtungen der Anmelderin zeigen, dass Verschleiß und Bruch von Zähnen verstärkt in Segmentbereichen mit größerem Radialabstand auftreten, wobei es sich hier bei einem Radius des Sägeblattes im Meterbereich um Abweichungen vom durchschnittlichen Radialabstand der Zähne des Sägeblattes im Bereich von Mikrometer bis Hundertstel Millimeter handelt. Als Radialabstand der Zähne kann etwa der Abstand der Zahnspitze vom Drehzentrum herangezogen werden, da sie messtechnisch leicht erfassbar ist, es wäre aber auch denkbar andere Bezugspunkte zur Bestimmung der Radialabstände zu verwenden. Durch Messen des Radialabstandes eines jeden Zahnes durch an sich bekannte Verfahren kann festgestellt werden, ob sich erfindungsgemäße Sektorenbereiche definieren lassen, in denen der durchschnittliche Radialabstand größer ist als in anderen Sektorenbereichen. Falls das der Fall ist, wird der Zerspanungsvorgang in weiterer Folge so gesteuert, dass die Vorschubgeschwindigkeit während einer Umdrehung des Sägeblattes verringert wird, solange Zähne des Sektorenbereiches mit größerem Radialabstand am Zerspanungsvorgang beteiligt sind. Durch die geringere Vorschubgeschwindigkeit können die Belastungen der Zähne dieses Sektorenbereiches während des Zerspanungsvorganges reduziert werden. Die Vorschubgeschwindigkeit kann im Vergleich dazu wieder erhöht werden, sobald Zähne eines Sektorenbereiches mit kleinerem Radialabstand am Zerspanungsvorgang beteiligt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich somit für Sägeblätter, bei denen sich die Vorschubgeschwindigkeit während einer Umdrehung des Sägeblattes erfindungsgemäß steuern lässt, was bei vielen Anwendungen von Sägeblättern mit einem Radius im Meterbereich und Umdrehungsgeschwindigkeiten im Bereich von 100m/min der Fall ist. Durch die verringerte Belastung der Zähne aufgrund der Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit können Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen hintangehalten und die Standzeit erhöht werden.

[0012] Sofern es die Geometrie des Sägeblattes zulässt, könnte die Einteilung in Sektorenbereiche so genau vorgenommen werden, dass jeder Sektorenbereich lediglich einen Zahn beinhaltet. Die Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit wäre in entsprechender Weise auf den Radialabstand eines jeden Zahnes abgestimmt vorzunehmen. Eine solche Vorgangsweise wäre etwa

beim Anschnittvorgang, bei dem nur einzelne Zähne im Eingriff mit dem Werkstück sind, vorteilhaft.

[0013] Für den oben genannten Fall einer Exzentrizität des Sägeblattes wird hingegen vorgeschlagen, dass die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem größten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges eine Minimalgeschwindigkeit erreicht, und die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem kleinsten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges eine Maximalgeschwindigkeit erreicht. Die Vorschubgeschwindigkeit wird somit während einer Umdrehung des Sägeblattes zwischen einer Minimalgeschwindigkeit und einer Maximalgeschwindigkeit variiert. Das Ausmaß der Erhöhung und der Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in der Regel von der Stärke der Exzentrizität abhängen. Nähert sich ein Sektorenbereich mit größerem Radialabstand der Zähne zum Drehzentrum im Zuge der Rotation des Sägeblattes dem Werkstück, resultiert die Zunahme des Radialabstandes in einer scheinbaren Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit. Zumindest diese scheinbare Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit ist über eine erfindungsgemäße Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit auszugleichen. Nähert sich wiederum ein Sektorenbereich mit kleinerem Radialabstand der Zähne zum Drehzentrum im Zuge der Rotation des Sägeblattes dem Werkstück, resultiert die Abnahme des Radialabstandes in einer scheinbaren Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit. Zumindest diese scheinbare Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit ist wiederum über eine erfindungsgemäße Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit auszugleichen. An dieser Stelle sei außerdem erwähnt, dass sich die Vorschubgeschwindigkeit auf eine Relativbewegung zwischen dem Sägeblatt und dem Werkstück bezieht, es also unerheblich ist, ob das Sägeblatt relativ zum Werkstück bewegt wird, oder das Werkstück relativ zum Sägeblatt.

[0014] Wie noch näher ausgeführt werden wird, kann bei geringer Exzentrizität des Sägeblattes beispielsweise ein dreiecksförmiger Verlauf der Vorschubgeschwindigkeit über eine Umdrehung des Sägeblattes gewählt werden. Alternativ wird auch ein trapezförmiger Verlauf vorgeschlagen, indem es sich bei der Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem größten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges um eine konstante Minimalgeschwindigkeit handelt, und es sich bei der Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem kleinsten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges um eine konstante Maximalgeschwindigkeit handelt. Phasen gleichbleibender Vorschubgeschwindigkeit gehen somit über vergleichsweise rasche Änderungen der Vorschubgeschwindigkeit ineinander über, was beispielsweise bei Sägeblättern mit größerer Exzentrizität vorteilhaft sein wird.

[0015] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Zerspanungsvorrichtung umfassend ein mit Zähnen versehenes Sägeblatt, eine Antriebseinrichtung zur Rotation des Sägeblatts um ein Drehzentrum sowie eine Vorschubeinrichtung zur Erzielung einer Relativbewegung des Sägeblatts zu einem Werkstück, wobei die Vorschubeinrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit des Sägeblattes relativ zum Werkstück umfasst und das Sägeblatt Sektorenbereiche mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne aufweist. Erfindungsgemäß wird hierbei vorgeschlagen, dass die Steuereinheit ausgelegt ist während einer Umdrehung des Sägeblattes um das Drehzentrum die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges unterschiedlich zu steuern, indem die Vorschubgeschwindigkeit während eines durch Zähne von Sektorenbereichen des Sägeblattes mit einem größeren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum oder einem größeren durchschnittlichen Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner ist, als während eines durch Zähne von Sektorenbereichen des Sägeblattes mit einem kleineren Ra-

dialabstand der Zähne vom Drehzentrum oder einem kleineren durchschnittlichen Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges.

[0016] Das Vermessen der Radialabstände der Zähne des Sägeblatts zum Drehzentrum kann dabei auf einem Prüfstand beim Hersteller oder Anwender erfolgen. Die Ergebnisse können in weiterer Folge in der Steuereinheit implementiert werden, um den Vorschub erfindungsgemäß zu steuern. Vorzugsweise wird jedoch vorgeschlagen, dass die Zerspanungsvorrichtung eine Messeinrichtung zum Messen des Radialabstandes der Zähne von einem Drehzentrum des Sägeblattes umfasst, die mit der Steuereinheit verbunden ist. Das Vermessen der Radialabstände der Zähne des Sägeblatts zum Drehzentrum kann somit laufend vorgenommen werden, beispielsweise während eines Leerlaufes des Sägeblattes, um die geometrischen Verhältnisse am Sägeblatt laufend zu überprüfen und mit den Steuerungsvorgaben zu vergleichen. Freilich ist es auch denkbar diese Messdaten an eine Fernüberwachung zu senden, wo die geometrischen Verhältnisse am Sägeblatt laufend überprüft, mit den aktuellen Steuerungsvorgaben verglichen und gegebenenfalls neue Steuerungsvorgaben an die Steuereinheit übersendet werden, um den Betrieb des Sägeblattes zu optimieren und die Standzeit zu erhöhen.

[0017] Die Erfindung wird in weiterer Folge anhand von Ausführungsbeispielen mithilfe der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen hierbei die

[0018] Fig. 1 ein reales Beispiel einer Vermessung der Radialabstände der Zähne eines Sägeblattes vom Drehzentrum,

[0019] Fig. 2 eine mögliche Steuerungskurve für die Vorschubgeschwindigkeit mit dreieckförmigem Verlauf, und die

[0020] Fig. 3 eine weitere Steuerungskurve für die Vorschubgeschwindigkeit mit trapezförmigem Verlauf.

[0021] Zunächst wird auf die Fig. 1 Bezug genommen, die ein reales Beispiel einer Vermessung der Radialabstände der Zähne eines Sägeblattes vom Drehzentrum zeigt. Die Vermessung kann etwa mithilfe optischer Verfahren vorgenommen werden, wobei im Umfangsbereich des Sägeblattes eine Messeinrichtung angeordnet ist, die von den im Umfangsbereich angeordneten Zähnen des Sägeblattes durchlaufen wird. Als Radialabstand der Zähne kann wie bereits erwähnt der Abstand der Zahnspitze vom Drehzentrum herangezogen werden, da sie messtechnisch leicht erfassbar ist, es wäre aber auch denkbar andere Bezugspunkte zur Bestimmung der Radialabstände zu verwenden. Das Messen des Radialabstandes kann dabei in Form von Absolutwerten vorgenommen werden, oder in Form von Relativwerten als Abweichungen von einem Bezugswert. Die Fig. 1 zeigt Messwerte für 58 Zähne eines Sägeblattes in Form von Abweichungen von einem Bezugswert, wobei jedem Zahn ein Sektor s zugeordnet ist. Für jeden Sektor s ist die entsprechende Abweichung auf einem radialen Strahl aufgetragen, wobei die Messpunkte miteinander verbunden wurden um die in der Fig. 1 ersichtliche Kurve zu erzeugen. Der Bezugswert ist in einem ersten Sektor s mit „0“ gekennzeichnet. Im Uhrzeigersinn der Fig. 1 nehmen die Radialabstände der Zähne beginnend mit dem ersten Sektor s zunächst ab, um im elften Sektor einen Minimalwert zu erreichen. Die Radialabstände der Zähne nehmen in weiterer Folge wieder zu und erreichen im zweiundvierzigsten Sektor s einen Maximalwert. Die Radialabstände der Zähne nehmen in weiterer Folge wieder ab und nehmen schließlich wieder den Bezugswert im ersten Sektor s ein. Die Abweichungen liegen dabei im Bereich von Mikrometer bis Hundertstel Millimeter. Das Sägeblatt zeigt somit eine Exzentrizität, für die zwei Sektorbereiche $S1$ und $S2$ mit jeweils mehreren Sektoren s definiert werden können, wobei die Zähne eines ersten Sektorbereiches $S1$ des Sägeblattes eine Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne umfasst, die einen größten durchschnittlichen Radialabstand vom Drehzentrum aufweisen, und die Zähne eines zweiten Sektorbereiches $S2$ des Sägeblattes eine Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne umfasst, die einen kleinsten durchschnittlichen Radialabstand vom Drehzentrum aufweisen. Die Wahl der Sektorengrenzen für die beiden Sektorbereiche $S1$, $S2$, die in der Fig. 1 durch die gestrichelten Linien angedeutet sind, ist aber grundsätzlich nicht entscheidend und lediglich im Zusammenhang mit dem Steuerungsverlauf der Vorschubgeschwindigkeit v gemäß der

Fig. 3 relevant, wie noch näher ausgeführt werden wird.

[0022] Die Feststellung einer Exzentrizität des Sägeblattes gemäß der Fig. 1 dient erfindungsgemäß zur Festlegung einer über eine Umdrehung des Sägeblattes variablen Vorschubgeschwindigkeit v , indem die Vorschubgeschwindigkeit v während eines durch Zähne des ersten Sektorenbereiches S1 des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner gewählt wird, als während eines durch Zähne des zweiten Sektorenbereiches S2 des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges. Während des Zerspanungsvorganges dringen die Zähne des Sägeblattes üblicher Weise nicht gleichzeitig in das Werkstück ein, sondern je nach Eindringtiefe in das Werkstück nur die Zähne einer größeren oder kleineren Anzahl nebeneinander liegender Sektoren s . Für Sägeblätter, bei denen sich die Vorschubgeschwindigkeit v während einer Umdrehung des Sägeblattes ändern lässt, kann die Vorschubgeschwindigkeit v für unterschiedliche Sektorenbereiche während ihrer jeweiligen Beteiligung am Zerspanungsvorgang unterschiedlich gewählt werden, was bei vielen Anwendungen von Sägeblättern mit einem Radius im Meterbereich und Umdrehungsgeschwindigkeiten im Bereich von 100m/min der Fall ist.

[0023] Ein möglicher Steuerungsverlauf für die Vorschubgeschwindigkeit v ist in der Fig. 2 dargestellt. Die Vorschubgeschwindigkeit v wird dabei während einer Umdrehung des Sägeblattes zwischen einer Minimalgeschwindigkeit $v_{\min}$ und einer Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$ variiert. Das Ausmaß der Erhöhung und der Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit v im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in der Regel von der Stärke der Exzentrizität abhängen, wie bereits ausgeführt wurde. Der Wechsel zwischen der Minimalgeschwindigkeit $v_{\min}$ und der Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$ kann dabei über einen dreiecksförmigen Verlauf der Vorschubgeschwindigkeit v über eine Umdrehung des Sägeblattes vorgenommen werden, wie er in der Fig. 2 ersichtlich ist.

[0024] Alternativ kann der Steuerungsverlauf gemäß der Fig. 3 auch so vorgenommen werden, dass während der Beteiligung von Zähnen des in der Fig. 1 eingezeichneten ersten Sektorenbereiches S1 am Zerspanungsvorgang eine konstante Minimalgeschwindigkeit $v_{\min}$ eingenommen wird, und während der Beteiligung von Zähnen des in der Fig. 1 eingezeichneten zweiten Sektorenbereiches S2 am Zerspanungsvorgang eine konstante Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$. Diese Phasen gleichbleibender Vorschubgeschwindigkeit v gehen dabei über vergleichsweise rasche Änderungen der Vorschubgeschwindigkeit v ineinander über, wie in der Fig. 3 ersichtlich ist. Freilich ist es auch denkbar komplexere Steuerungsverläufe für die Vorschubgeschwindigkeit v als jene der Fig. 2 und 3 vorzusehen, wenn die Vermessung des Sägeblattes eine komplexere Geometrie gezeigt hat. Sofern es die Geometrie des Sägeblattes zulässt, könnte die Einteilung in Sektorenbereiche S sogar so genau vorgenommen werden, dass jeder Sektorenbereich S lediglich einen Zahn beinhaltet. Die Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit v wäre in entsprechender Weise auf den Radialabstand eines jeden Zahnes abgestimmt vorzunehmen. Eine solche Vorgangsweise wäre etwa beim Anschnittvorgang, bei dem nur einzelne Zähne im Eingriff mit den Werkstück sind, vorteilhaft.

[0025] Die für die Vermessung des Sägeblattes erforderliche Messeinrichtung kann dabei auch Teil der Zerspanungsvorrichtung sein und mit der Steuereinheit verbunden sein. Das Vermessen der Radialabstände der Zähne des Sägeblattes zum Drehzentrum kann somit laufend vorgenommen werden, um die geometrischen Verhältnisse am Sägeblatt laufend zu überprüfen, mit den aktuellen Steuerungsvorgaben zu vergleichen und gegebenenfalls neue Steuerungsvorgaben an die Steuereinheit zu übersenden. Auf diese Weise können der Betrieb des Sägeblattes optimiert und die Standzeit erhöht werden.

Patentansprüche

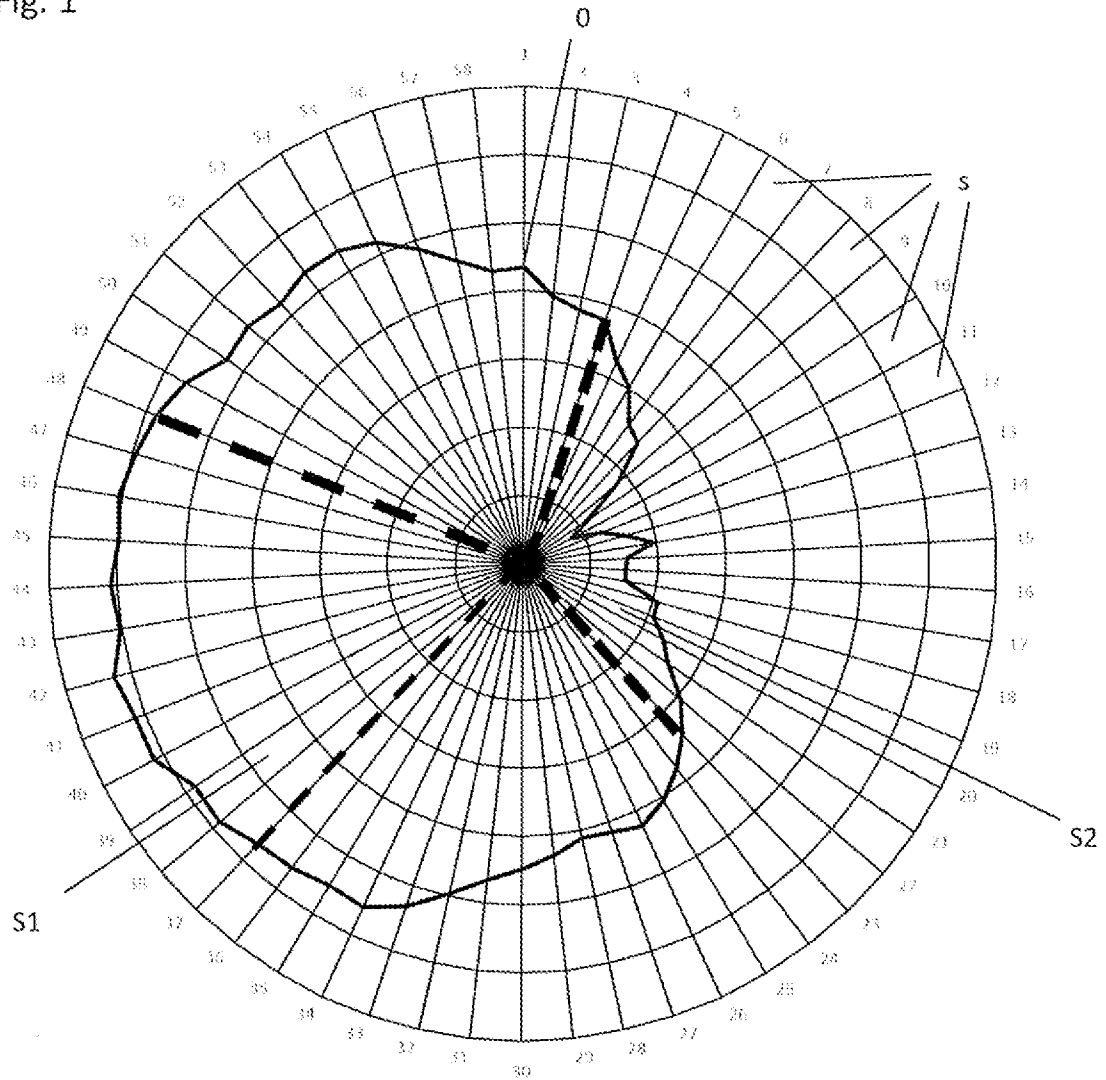
1. Verfahren zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit (v) für ein mit Zähnen versehenes und um ein Drehzentrum rotierendes Sägeblatt relativ zu einem Werkstück während eines Zerspanungsvorganges, wobei am Sägeblatt Sektorenbereiche (S) mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne definierbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass während einer Umdrehung des Sägeblattes um das Drehzentrum die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche (S) des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges unterschiedlich gewählt wird, wobei sich der Radialabstand der Zähne oder der durchschnittliche Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche (S) unterscheidet und die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S1) mit einem größeren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner gewählt wird, als während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S2) mit einem kleineren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches (S1) des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem größten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges eine Minimalgeschwindigkeit ($v_{\min}$) erreicht, und die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches (S2) des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem kleinsten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges eine Maximalgeschwindigkeit ($v_{\max}$) erreicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches (S1) des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem größten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges um eine konstante Minimalgeschwindigkeit ($v_{\min}$) handelt, und es sich bei der Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne eines Sektorenbereiches (S2) des Sägeblattes mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne mit einem kleinsten durchschnittlichen Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges um eine konstante Maximalgeschwindigkeit ($v_{\max}$) handelt.
4. Zerspanungsvorrichtung umfassend ein mit Zähnen versehenes Sägeblatt, eine Antriebseinrichtung zur Rotation des Sägeblattes um ein Drehzentrum sowie eine Vorschubeinrichtung zur Erzielung einer Relativbewegung des Sägeblattes zu einem Werkstück, wobei die Vorschubeinrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung der Vorschubgeschwindigkeit (v) des Sägeblattes relativ zum Werkstück umfasst und das Sägeblatt Sektorenbereiche (S) mit jeweils einem Zahn oder einer Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist während einer Umdrehung des Sägeblattes um das Drehzentrum die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne unterschiedlicher Sektorenbereiche (S) des Sägeblattes bewirkten Zerspanungsvorganges unterschiedlich zu steuern, indem die Vorschubgeschwindigkeit (v) während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S1) des Sägeblattes mit einem größeren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum oder einem größeren durchschnittlichen Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges kleiner ist, als während eines durch Zähne von Sektorenbereichen (S2) des Sägeblattes mit einem kleineren Radialabstand der Zähne vom Drehzentrum oder einem kleineren durchschnittlichen Radialabstand der Mehrzahl nebeneinander liegender Zähne vom Drehzentrum bewirkten Zerspanungsvorganges.

5. Zerspanungsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Messeinrichtung zum Messen des Radialabstandes der Zähne von einem Drehzentrum des Sägeblattes vorgesehen ist, die mit der Steuereinheit verbunden ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

Fig. 1



2/2

Fig. 2

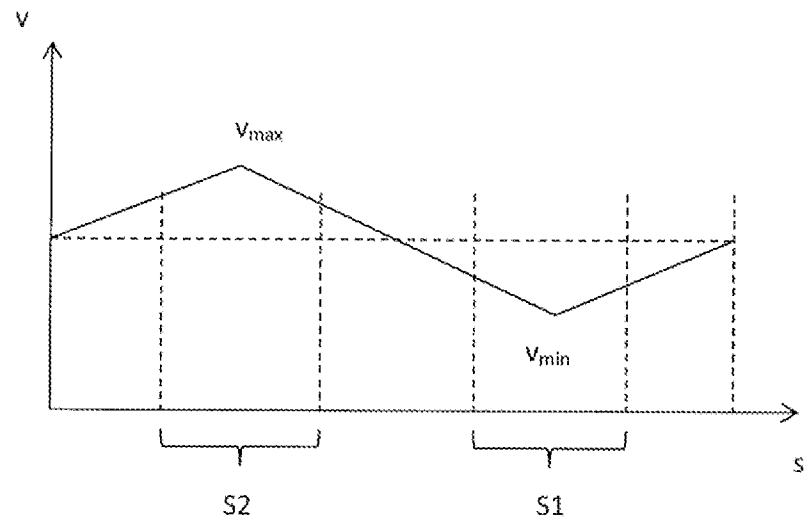


Fig. 3

