

(19)



(11)

EP 4 079 456 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.10.2022 Patentblatt 2022/43

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B25F 3/00 (2006.01) B25F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21169898.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B25F 5/00

(22) Anmeldetag: **22.04.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Mahler, Thomas**
18299 Laage (DE)
• **Lacher, Michael**
86830 Schwabmünchen (DE)

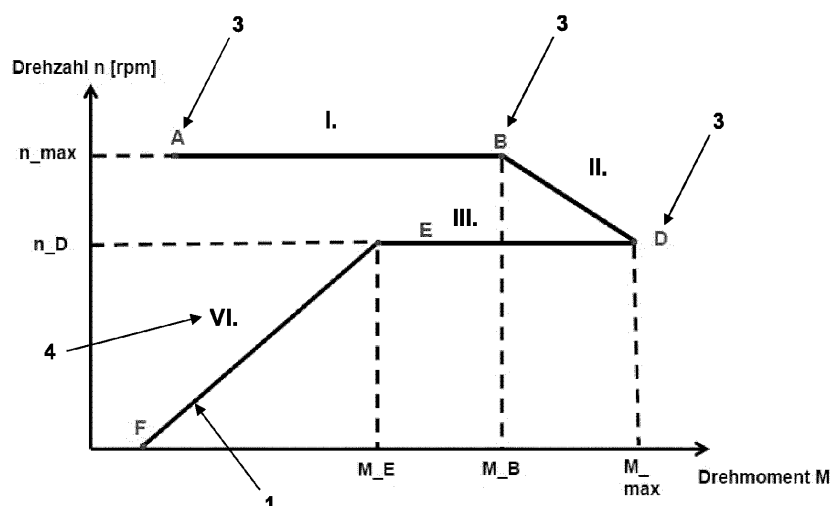
(71) Anmelder: **Hilti Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(54) VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER WERKZEUGMASCHINE UND WERKZEUGMASCHINE

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine, wobei eine anwendungsoptimierte Gerätekennlinie (1) von einem Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt und/oder gestaltet wird, wobei die anwendungsoptimierte Gerätekennlinie (1) innerhalb des qualifizierten Arbeitsbereichs für die Werkzeugmaschine definiert wird. Durch die Auswahl oder Gestaltung der Gerätekennlinie (1) kann die Performance der Werkzeugmaschine erheblich verbessert

werden, da durch die Festlegung der Gerätekennlinie (1) mit der Werkzeugmaschine in einem - beispielsweise für ein bestimmtes Werkzeug oder für einen bestimmten Anwendungsfall - optimierten Bereich von Drehmoment (M) und Drehzahl (n) gearbeitet werden kann. In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Werkzeugmaschine zur Durchführung des vorgeschlagenen Betriebsverfahrens.

Fig. 1**EP 4 079 456 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine, wobei eine anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie von einem Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt und/oder gestaltet wird, wobei die anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie innerhalb des qualifizierten Arbeitsbereichs für die Werkzeugmaschine definiert wird. Durch die Auswahl oder Gestaltung der Gerätekenmlinie kann die Performance der Werkzeugmaschine erheblich verbessert werden, da durch die Festlegung der Gerätekenmlinie mit der Werkzeugmaschine in einem - beispielsweise für ein bestimmtes Werkzeug oder für einen bestimmten Anwendungsfall - optimierten Bereich von Drehmoment und Drehzahl gearbeitet werden kann. In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Werkzeugmaschine zur Durchführung des vorgeschlagenen Betriebsverfahrens.

Hintergrund der Erfindung:

[0002] Im Stand der Technik sind Werkzeugmaschinen bekannt, mit denen Arbeiten - beispielsweise auf einer Baustelle oder im Heimwerkerbereich - durchgeführt werden können. Werkzeugmaschinen können Schneide- oder Trenngeräte, Winkel- oder Trennschleifer, Kernbohrgeräte, Bohrhämmer oder Bohrmeißel sein, ohne darauf beschränkt zu sein. Die Werkzeugmaschinen umfassen üblicherweise Werkzeuge, bei denen es sich um scheibenförmige, rotierende Werkzeuge handeln kann, wie Trenn- oder Schleifscheiben, oder um schlagende oder meißelnde Werkzeuge.

[0003] Die Werkzeuge der Werkzeugmaschinen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, werden zumeist über einen Elektromotor im Inneren der Werkzeugmaschine angetrieben. Der Motor dreht sich, wobei die Drehung des Motors in eine Drehung des Werkzeugs oder eine Schlag- oder Meißelbewegung des Werkzeugs umgesetzt wird. Zusätzlich können Werkzeugmaschinen mit einem Getriebe ausgerüstet sein, so dass die Werkzeugmaschine in verschiedenen Gängen betrieben werden kann. Viele der Werkzeugmaschinen können mit unterschiedlichen Werkzeugen betrieben werden. Beispielsweise können an einem Schleifgerät unterschiedliche Schleifscheiben befestigt werden, um unterschiedliche Aufgaben bzw. Anforderungen zu erfüllen. Die Werkzeuge können sich beispielsweise im Feinheitsgrad, in der Größe, dem Durchmesser oder vielen anderen Eigenschaften unterscheiden. Bisher ist es im Stand der Technik so, dass die Werkzeugmaschinen zumeist mit einem Standard-Parametersatz von Drehzahl und Drehmoment betrieben werden. Das bedeutet, dass die Werkzeugmaschine stets gleich angetrieben wird, unabhängig davon, ob ein großes oder kleines, schweres oder leichtes oder sich anders unterscheidendes Werkzeug an der Werkzeugmaschine angeordnet vorliegt. Dieser Umstand kann für einzelne Werkzeuge oder Anwendungsfälle dazu führen, dass die durchzuführende Arbeit

nicht optimal ausgeführt werden kann, weil die Arbeitsparameter, wie Drehzahl oder Drehmoment, nicht optimal auf das verwendete Werkzeug oder den entsprechenden Anwendungsfall abgestimmt sind. Dies gilt umso mehr, wenn es sich um Werkzeugmaschinen mit Getriebe handelt, die neben den unterschiedlichen Werkzeugen und Anwendungsfällen auch noch in unterschiedlichen Gängen betrieben werden können.

[0004] Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt, besteht darin, die vorstehend beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine anzugeben, bei dem Arbeitsparameter, wie Drehzahl und Drehmoment, besser an unterschiedliche Werkzeuge oder Anwendungsfälle angepasst werden können. Es soll ferner eine Werkzeugmaschine bereitgestellt werden, mit der das vorzuschlagende Verfahren umgesetzt werden kann. Ein besonderes Anliegen der Erfindung besteht darin, eine verbesserte Anpassung des Betriebsverhaltens der Werkzeugmaschine für den Anwendungsfall bereitzustellen, dass beispielsweise eine kunststoffbeschichtete Oberfläche, wie zum Beispiel eine Epoxidharz-Oberfläche, abgeschliffen werden soll. Aufgrund der besonderen Eigenschaften solcher Oberflächen stellt die Bearbeitung von solchen kunststoffbeschichteten Oberflächen eine besondere Herausforderung bei der Auslegung einer Werkzeugmaschine dar.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen zu dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Beschreibung der Erfindung:

[0006] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine vorgesehen. Bei dem Verfahren wird eine anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie von einem Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt und/oder gestaltet, wobei die anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine liegt.

[0007] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das vorgeschlagene Betriebsverfahren durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

a) Gestaltung einer anwendungsoptimierten Gerätekenmlinie für eine Werkzeugmaschine,

b) Betrieb der Werkzeugmaschine mit der anwendungsoptimierten Gerätekenmlinie,

wobei die anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine liegt.

[0008] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Gerätekenmlinie eine Relation zwischen der Drehzahl n und dem Drehmoment M darstellt. Die Gerätekenmlinie kann in einer Drehzahl-Drehmoment-Auftragung darge-

stellt werden, wobei das Drehmoment M auf der x-Achse und die Drehzahl n auf der y-Achse der entsprechenden Auftragung aufgetragen wird. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Drehzahl n die Drehzahl des Motors und/oder die Drehzahl des Werkzeugs der Werkzeugmaschine darstellt.

[0009] Die Drehzahl kann beispielsweise in der Einheit rounds per minute (rpm) angegeben werden. Die Drehzahl entspricht vorzugsweise der Drehgeschwindigkeit des Motors bzw. der Motorwelle der Werkzeugmaschine. Das Drehmoment M wird im Sinne der Erfindung vorzugsweise in der Einheit Newtonmeter (Nm) angegeben.

[0010] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die anwendungsoptimierte Gerätekennlinie basierend auf bekannten Standard-Kennlinien gestaltet wird. Vorzugsweise kann eine Gerätekennlinie durch charakteristische Punkte festgelegt werden, die bei der Gestaltung durch den Nutzer verändert werden können. Insbesondere können die Lage und die Koordinaten der charakteristischen Punkte in einer Drehzahl-Drehmoment-Auftragung durch den Nutzer verändert werden, was im Sinne der Erfindung als «Gestaltung einer anwender- bzw. anwendungsoptimierten Gerätekennlinie» bezeichnet wird. Vorzugsweise stellt die anwender- oder anwendungsoptimierte Gerätekennlinie eine Gerätekennlinie dar, die vom Nutzer für eine bestimmte Applikation, einen bestimmten Anwendungsfall und/oder für ein bestimmtes Werkzeug der Werkzeugmaschine optimiert wurde, wobei die Optimierung insbesondere durch die Gestaltung der anwender- oder anwendungsoptimierten Gerätekennlinie erfolgt. Diese Gestaltung kann insbesondere die (Neu-) Positionierung charakteristischer Punkte umfassen, die eine Gerätekennlinie festlegen.

[0011] Die anwendungsoptimierte Gerätekennlinie liegt in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine. Dabei handelt es sich vorzugsweise um denjenigen Bereich in der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung, in dem die Werkzeugmaschine betrieben werden kann, ohne dass eine Überlastung erwartet werden muss oder ein Zulassungsverstoß vorliegt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass dieser qualifizierte Arbeitsbereich vom Geräte-Hersteller vorgegeben und im Gerät hinterlegt ist.

[0012] Durch die Auswahl bzw. Gestaltung der Gerätekennlinie durch den Nutzer kann vorteilhafterweise ein verbesserter Betrieb der Werkzeugmaschine, sowie eine verbesserte Geräte-Performance erreicht werden. Die Arbeitsparameter Drehzahl und Drehmoment, die die Arbeit der Werkzeugmaschine bestimmen, können vom Nutzer individuell und abgestimmt auf ein spezielles Werkzeug oder einen speziellen Anwendungsfall eingestellt werden, indem eine entsprechende Gerätekennlinie ausgewählt wird. Durch die Auswahl einer für die geplante Anwendung optimalen Gerätekennlinie kann die Werkzeugmaschine in einem für diesen Anwendungsfall optimierten Arbeitsbereich arbeiten, was sich insbesondere in dem Zusammenhang zwischen Drehzahl zu Drehmoment niederschlägt. Insbesondere ermöglicht

der Betrieb der Werkzeugmaschine gemäß einer anwenderoptimierten Gerätekennlinie eine verbesserte Geräte-Performance, sowie eine verbesserte Anpassung der Arbeitsparameter Drehzahl und Drehmoment an eine konkret durchzuführende Anwendung.

[0013] Der Betrieb der Werkzeugmaschine erfolgt durch die Auswahl bzw. Gestaltung der Gerätekennlinie durch den Nutzer insbesondere in einem «qualifizierten Arbeitsbereich». Der Begriff «qualifizierter Arbeitsbereich» wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als derjenige Bereich in einer Drehzahl-Drehmoment-Auftragung verstanden, in dem die auszuwählenden Gerätekennlinien liegen können und in dem kein Risiko eines Gerätedefekts oder einer Betriebsgefahr - beispielsweise durch eine zu hohe Schleifscheibengeschwindigkeit - besteht. Der qualifizierte Arbeitsbereich kann beispielsweise einen Leerlauf, das Arbeiten unter Last, beispielsweise bei steigendem Anpressdruck, das Arbeiten in einem Bereich des Belastungsmaximums, sowie ein Arbeiten mit der Werkzeugmaschine unter abnehmender Last oder abnehmenden Anpressdruck umfassen. Mit anderen Worten können die Werkzeuge in diesen Arbeitsbereichen betrieben werden, wobei diese Arbeitsbereiche vorzugsweise in den qualifizierten Arbeitsbereich fallen. Der qualifizierte Arbeitsbereich stellt vorzugsweise für jede Kennlinie einen «erlaubten» Bereich in der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung dar, in dem mit der Werkzeugmaschine gearbeitet werden kann, ohne dass mit Beeinträchtigungen oder Gefahren gerechnet werden muss. Vorteilhafterweise kann der Nutzer mit der Werkzeugmaschine in dem qualifizierten Bereich besonders gefahrlos und effizient arbeiten.

[0014] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Auswahl oder Gestaltung einer Gerätekennlinie durch den Nutzer an der Werkzeugmaschine selbst erfolgt. Dazu kann die Werkzeugmaschine über eine Benutzer-Schnittstelle verfügen, die beispielsweise als Eingabe-Bildschirm oder Touchscreen ausgebildet ist. Mit Hilfe der Benutzer-Schnittstelle können beispielsweise verschiedene mögliche, zur Auswahl stehende Gerätekennlinien für den Betrieb der Werkzeugmaschine angezeigt werden. Der Nutzer kann eine ihm geeignet erscheinende Gerätekennlinie auswählen. Er kann sich bei seiner Entscheidung beispielsweise davon leiten lassen, was für ein Werkzeug an der Werkzeugmaschine angeordnet ist oder was für eine Applikation mit der Werkzeugmaschine ausgeführt werden soll. Die zur Auswahl stehenden Gerätekennlinien können beispielsweise in einer Liste dargestellt sein oder sie können als unterschiedliche Kennlinien in einer Drehzahl-Drehmoment-Auftragung dargestellt sein. Beispielsweise können die unterschiedlichen Kennlinien durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet sein, so dass der Nutzer die Gerätekennlinien leichter voneinander unterscheiden kann. Der Nutzer der Werkzeugmaschine kann die Auswahl der Gerätekennlinie beispielsweise mit Hilfe von Tasten, Knöpfen, Schaltern oder direkt über Berührung eines berührungsempfindlichen Eingabebildschirms vornehmen.

Die Werkzeugmaschine kann zum Beispiel Tasten, Knöpfe und/oder Schalter als Eingabemittel umfassen, um eine Auswahl der Gerätekennlinien für den Nutzer zu ermöglichen. Beispielsweise kann durch wiederholtes Betätigen eines Schalters oder eines Knopfes verschiedene Kennlinien auf einem Bildschirm angezeigt werden, wobei die Auswahl einer bestimmten Kennlinie beispielsweise durch ein langes Drücken des Schalters oder Knopfes bestätigt werden kann.

[0015] Der Begriff «Auswahl einer Gerätekennlinie» kann im Sinne der Erfindung auch bedeuten, dass ein Satz von Gerätekennlinien ausgewählt wird. Diese bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist insbesondere bevorzugt, wenn die Werkzeugmaschine in unterschiedlichen Gängen betrieben werden kann. Der Satz von Gerätekennlinien kann beispielsweise einen optimierten Betrieb der Werkzeugmaschine in diesen unterschiedlichen Gängen ermöglichen. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass für jeden Gang der Werkzeugmaschine eine Gerätekennlinie hinterlegt werden kann. Die unterschiedlichen Gänge der Werkzeugmaschine können beispielsweise durch ein mechanisches Getriebe oder elektronisch realisiert werden.

[0016] Vorzugsweise können die Gerätekennlinien für den ersten, zweiten, dritten und jeden weiteren Gang einen Satz von Gerätekennlinien bilden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass mindestens eine Gerätekennlinie durch einen Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt werden kann. Es kann insbesondere bevorzugt sein, dass mehr als eine Gerätekennlinie oder ein Satz von Gerätekennlinien ausgewählt wird.

[0017] Vorzugsweise kann die Auswahl oder Gestaltung einer Gerätekennlinie an einem bevorzugt separaten Eingabegerät vorgenommen werden. Dabei kann es sich beispielsweise um eine mobile Kommunikationsvorrichtung, wie ein Smartphone oder ein Tablet-PC, handeln. Beispielsweise können Eingaben oder eine Auswahl über einen Eingabebildschirm einer mobilen Kommunikationsvorrichtung vorgenommen werden. Auf der mobilen Kommunikationsvorrichtung kann dazu eine Software-Applikation betrieben werden ("App"), die beispielsweise einen Eingabebildschirm zur Vornahme von Eingaben oder zur Durchführung einer Auswahl von Gerätekennlinien bereitstellt. Der Nutzer kann sich auf dem Eingabegerät die verschiedenen zur Auswahl stehenden Gerätekennlinien anzeigen lassen und durch Berührung des Bildschirms oder Betätigung eines Schalters, eines Knopfes oder einer Taste eine gewünschte Gerätekennlinie auswählen. Anschließend kann die vom Nutzer ausgewählte Gerätekennlinie von dem Eingabegerät an die Werkzeugmaschine übermittelt werden, so dass die Werkzeugmaschine ihren Betrieb anhand der ausgewählten Gerätekennlinie gestalten kann. Bei der Arbeit mit der Werkzeugmaschine bewegt sich der Nutzer bevorzugt dynamisch auf der Gerätekennlinie, wobei der aktuelle Arbeitspunkt durch eine Wertepaar n/M aus Drehzahl und Drehmoment auf der Gerätekennlinie angegeben wird. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt,

dass eine Gerätekennlinie eine Menge an Wertepaaren n/M aus Drehzahl und Drehmoment umfasst. Mit anderen Worten wird die Gerätekennlinie von einer Menge an Drehzahl-/Drehmoment-Wertepaaren gebildet, wobei jedem Arbeitspunkt der Werkzeugmaschine ein konkreter Drehzahlwert n und ein konkreter Drehmomentwert M zugeordnet werden kann.

[0018] Es kann im Sinne der Erfindung bevorzugt sein, dass das vorzugsweise separate Eingabegerät über Erfassungsmittel verfügt. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Scan-Vorrichtung, wie einen Barcode- und/oder QR-Code-Scanner, handeln. Auf diese Weise kann ein Barcode oder ein QR-Code, der vorzugsweise Informationen über eine für den Betrieb der Werkzeugmaschine optimale Gerätekennlinie umfasst, mit dem Erfassungsmittel des Eingabegeräts eingescannt werden. Die Informationen können beispielsweise in dem Eingabegerät ausgewertet oder an die Werkzeugmaschine übermittelt werden. Dazu kann das Eingabegerät vorzugsweise eine Kommunikationsschnittstelle umfassen, mit der Daten zumindest von dem Eingabegerät an die Werkzeugmaschine übermittelt werden können. Die Datenübertragung kann vorzugsweise drahtlos erfolgen und beispielsweise auf Bluetooth, WLAN, Nahfeld-Kommunikation oder anderen geeigneten drahtlosen Kommunikationstechnologien beruhen. Vorzugsweise weist die Werkzeugmaschine eine Steuervorrichtung auf, die vorzugsweise einen Prozessor und/oder einen Speicher umfasst. Die Steuervorrichtung der Werkzeugmaschine ist vorzugsweise dazu eingerichtet, die von dem Eingabegerät erhaltenen Daten auszuwerten und dadurch Informationen für den Betrieb der Werkzeugmaschine abzuleiten bzw. zu ermitteln. Beispielsweise kann der Barcode oder der QR-Code Informationen über ein verwendetes Werkzeug der Werkzeugmaschine umfassen, so dass die Werkzeugmaschine ihren Betrieb entsprechend der erhaltenen Informationen über das Werkzeug der Werkzeugmaschine optimal einstellen kann, indem eine optimale Gerätekennlinie für den Betrieb der Werkzeugmaschine mit dem Werkzeug ausgewählt wird. Der Barcode und/oder der QR-Code kann/können beispielsweise auf einer Verpackung des Werkzeugs oder an dem Werkzeug selbst angeordnet vorliegen.

[0019] In dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird zunächst ein Barcode oder QR-Code eingescannt, wobei das Einscannen des Codes insbesondere durch das Erfassungsmittel des Eingabegeräts erfolgen kann. Der Code umfasst vorzugsweise Informationen darüber, wie ein optimaler Betrieb der Werkzeugmaschine ermöglicht werden kann. Er umfasst insbesondere Informationen zu einer Gerätekennlinie, die einen bestmöglichen Betrieb der Werkzeugmaschine mit einem bestimmten Werkzeug oder in einem bestimmten Applikationsfalls ermöglicht.

[0020] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung des vorgeschlagenen Verfahrens zunächst ein Bar- oder QR-Code eingescannt wird, wobei der eingescannte Code bei-

spielsweise Informationen über das zu verwendende Werkzeug umfassen kann. Das Einscannen erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Erfassungsmittels eines Eingabegeräts. Die eingescannten Informationen werden dann an die Werkzeugmaschine übertragen, wo sie derart ausgewertet werden, dass eine optimale Gerätekennlinie für die Werkzeugmaschine eingestellt wird. Dadurch wird vorteilhafterweise ein optimierter Betrieb der Werkzeugmaschine ermöglicht, indem eine bessere Anpassung der Arbeitsparameter Drehzahl und Drehmoment an die zu erledigende Aufgabe und/oder das verwendete Werkzeug vorgenommen werden kann. In dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Eingabegerät eine Scan-Vorrichtung als Erfassungsmittel, mit der ein Bar- und/oder QR-Code eingelesen werden kann. Die Informationen können dann von dem Eingabegerät an die Werkzeugmaschine übermittelt werden. Dazu besteht vorzugsweise eine vorzugsweise drahtlos ausgebildete Kommunikationsverbindung zwischen der Werkzeugmaschine und dem Eingabegerät. Das Eingabegerät kann beispielsweise eine mobile Kommunikationsvorrichtung, wie ein Mobil-Telefon oder ein Smartphone, sein. Die zunächst eingescannten und anschließend übermittelten Daten umfassen vorzugsweise Informationen zu einer optimalen Gerätekennlinie für den Betrieb der Werkzeugmaschine. Die Werkzeugmaschine kann somit auf Grundlage der erhaltenen Informationen diese optimale Gerätekennlinie einstellen und in einem qualifizierten Arbeitsbereich arbeiten.

[0021] Der Begriff «qualifizierter Arbeitsbereich» wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als derjenige Bereich in einer Drehzahl-Drehmoment-Auflage verstanden werden, in dem erlaubte Gerätekennlinien liegen können und in dem kein Risiko eines Gerätedefekts oder einer Betriebsgefahr besteht. Die einzelnen Unterbereiche des qualifizierten Arbeitsbereichs werden von sog. Knickpunkten in der Gerätekennlinie definiert bzw. voneinander getrennt. Diese Knickpunkte werden im Sinne der Erfindung als charakteristische Punkte der Gerätekennlinie bezeichnet. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass ein charakteristischer Punkt von einem Drehmomentwert M und einem Drehzahlwert n gebildet wird.

[0022] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass eine Gerätekennlinie eine Anzahl i charakteristischer Punkte und eine Anzahl $(i-1)$ Unterbereiche umfasst. Beispielsweise kann eine Gerätekennlinie fünf charakteristische Punkte und vier Unterbereiche umfassen (siehe Fig. 1). In dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel der Erfindung wird die Gerätekennlinie von fünf Punkten festgelegt bzw. definiert, wobei die fünf Knickpunkte die Gerätekennlinie in vier Unterabschnitte unterteilen. Die Abschnitte bzw. charakteristischen Punkte werden vorzugsweise in Abhängigkeit von der Drehzahl n , dem Drehmoment M und einer eingestellten Regelungsart der Werkzeugmaschine festgelegt. Der Begriff «Regelungsmodus» oder «Regelungsart» gibt dabei bevorzugt an, ob eine drehmoment-basierte Regelung oder eine drehzahl-basierte Regelung vorliegt. Die Unterbereiche der

Gerätekennlinie sind in Fig. 1 mit römischen Zahlen bezeichnet.

[0023] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Gerätekennlinie von charakteristischen Punkten festgelegt wird, wobei die charakteristischen Punkte die Gerätekennlinie in Unterabschnitte einteilen. Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der Nutzer der Werkzeugmaschine Gerätekennlinien gestalten oder verändern kann, indem er die Lage bzw. die Koordinaten der charakteristischen Punkte einer gewünschten Gerätekennlinie verändert bzw. neu festlegt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Unterabschnitte der Gerätekennlinie unterschiedliche Phasen bei der Arbeit mit der Werkzeugmaschine beschreiben. So kann beispielsweise ein erster Unterabschnitt die Phase des Leerlaufs beschreiben, in der die Werkzeugmaschine bereits eingeschaltet ist und das Werkzeug bewegt wird, allerdings noch nicht mit der Werkzeugmaschine gearbeitet wird. In diesem ersten oder Leerlauf-Unterbereich der Gerätekennlinie kann die Drehzahl n beispielsweise für unterschiedliche Drehmomente M im Wesentlichen konstant bleiben. Dieser im Wesentlichen konstante Unterbereich der Gerätekennlinie wird in der Drehzahl-Drehmoment-Auflage insbesondere als Gerade mit der Steigung «null» dargestellt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass in diesem ersten Unterbereich der Gerätekennlinie der höchste Drehzahlwert $n_{\max}$ erreicht wird. Mit anderen Worten wird die Werkzeugmaschine im ersten Unterbereich der Gerätekennlinie vorzugsweise mit der höchsten Drehgeschwindigkeit $n_{\max}$ des Motors der Werkzeugmaschine betrieben. Die Drehzahl $n_{\max}$ wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als Leerlaufdrehzahl bezeichnet.

[0024] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der erste Unterbereich der Gerätekennlinie von einem ersten und einem zweiten charakteristischen Punkt begrenzt wird. Der erste charakteristische Punkt kann beispielsweise als Punkt A bezeichnet werden und stellt vorzugsweise den Anfangspunkt des ersten Unterbereichs der Gerätekennlinie dar. Der erste charakteristische Punkt steht vorzugsweise für das Einschalten der Werkzeugmaschine, wobei die Werkzeugmaschine durch das Einschalten mit einer Bewegung des Werkzeugs der Werkzeugmaschine beginnt. Der zweite charakteristische Punkt stellt vorzugsweise den Endpunkt des ersten Unterbereichs der Gerätekennlinie dar; er kann beispielsweise als Punkt B bezeichnet werden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass im zweiten charakteristischen Punkte der Gerätekennlinie mit der Arbeit unter Last mit der Werkzeugmaschine begonnen wird. Der zweite charakteristische Punkt B stellt somit vorzugsweise den Einsatzpunkt der Werkzeugmaschine dar. Der erste und der zweite charakteristische Punkt der Gerätekennlinie weisen vorzugsweise im Wesentlichen denselben Drehzahlwert auf, nämlich vorzugsweise $n_{\max}$, während das Drehmoment M_A des ersten charakteristischen Punkts deutlich kleiner ist als das Drehmoment M_B des zweiten charakteristischen Punkts: $M_A < M_B$.

Mithin liegen der erste und der zweite charakteristische Punkt der Gerätekennlinie auf der Gerade der Steigung «null», wobei diese Gerade vorzugsweise auf Höhe des Drehzahlwerts $n_{\max}$ in der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung liegt.

[0025] Ein zweiter Unterabschnitt kann beispielsweise das Arbeiten unter Last darstellen, wobei in dem zweiten Unterabschnitt der Gerätekennlinie mit der Werkzeugmaschine gearbeitet wird. Dabei steigt das Drehmoment M im Vergleich zu M_B weiter an, während die Motordrehzahl n bzw. die Drehgeschwindigkeit des Motors absinkt. Der zweite Unterabschnitt der Gerätekennlinie wird vorzugsweise von dem zweiten charakteristischen Punkt B als Anfangspunkt und dem dritten charakteristischen Arbeitspunkt D als Endpunkt begrenzt. Der dritte charakteristische Punkt stellt vorzugsweise das Belastungsmaximum der Werkzeugmaschine dar. Das bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass im dritten charakteristischen Punkt der Gerätekennlinie das Drehmoment maximal ist, d.h. der Wert $M_{\max}$ erreicht wird. Die Drehgeschwindigkeit n_D liegt vorzugsweise auf einem niedrigeren Niveau als $n_{\max}$.

[0026] Wenn die Arbeit mit einer abnehmenden Last bzw. einem abnehmenden Anpressdruck ausgehend von dem dritten charakteristischen Punkt fortgeführt wird, wird im Sinne der Erfindung vorzugsweise von dem dritten Unterbereich der Gerätekennlinie gesprochen. Dieser wird als Anfangspunkt von dem dritten charakteristischen Punkt D und als Endpunkt von dem vierten charakteristischen Punkt E begrenzt. Der dritte und der vierte charakteristische Punkt der Gerätekennlinie weisen vorzugsweise denselben Drehzahlwert auf, nämlich vorzugsweise n_D , während das Drehmoment M_E des vierten charakteristischen Punkts deutlich kleiner ist als das Drehmoment $M_D = M_{\max}$ des dritten charakteristischen Punkts: $M_E < M_D$. Mithin liegen der dritte und der vierte charakteristische Punkt der Gerätekennlinie auf einer weiteren Geraden der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung, die eine Steigung «null» aufweist, wobei diese Gerade bei einer konstanten Drehzahl liegt, nämlich hier bevorzugt n_D . Die Drehzahl n_D wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als Knickdrehzahl bezeichnet.

[0027] Der vierte Unterbereich der Gerätekennlinie wird als Anfangspunkt von dem vierten charakteristischen Punkt E und als Endpunkt von dem fünften charakteristischen Punkt F begrenzt. In diesem vierten Unterbereich der Gerätekennlinie wird die Werkzeugmaschine abgebremst und ggf. auch blockiert. Dadurch fallen sowohl das Drehmoment M , als auch die Drehzahl n ab: $M_F < M_E$ und $n_F < n_E$. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Drehzahl n im fünften charakteristischen Punkt den Wert «null» annimmt, d.h. das Werkzeug der Werkzeugmaschine dreht sich nicht mehr. Das Drehmoment M des fünften charakteristischen Punktes kann dem Drehmoment M_A des ersten charakteristischen Punkts entsprechen.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann die Gerätekennlinie ausgewählt bzw.

gestaltet werden, indem eine Anzahl von charakteristischen Punkten von dem Nutzer selbst festgelegt wird. Dies wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als «Gestaltung der Gerätekennlinie» bezeichnet. Somit kann die Auswahl einer Gerätekennlinie deren Gestaltung umfassen. Mit anderen Worten besteht die Auswahl der Kennlinie in dieser Ausgestaltung der Erfindung insbesondere darin, dass die charakteristischen Punkte, die eine Gerätekennlinie ausmachen, vom Nutzer der Werkzeugmaschine festgelegt werden können. Mit noch anderen Worten erfolgt die Auswahl der Gerätekennlinie in dieser bevorzugten Ausführung des vorgeschlagenen Betriebsverfahrens dadurch, dass die Gerätekennlinie durch Festlegung ihrer charakteristischen Punkte vom Nutzer gestaltet bzw. selbst eingestellt werden kann.

[0029] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel dieser Ausgestaltung der Erfindung wird eine Gerätekennlinie durch den Nutzer selbst gestaltet, indem der Nutzer charakteristische Punkte in einer Drehzahl-Drehmoment-Auftragung festlegt, die dann die Gerätekennlinie bilden. Insbesondere kommt dabei ein qualifizierter Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine zum Einsatz, in dessen Grenzen der Nutzer die Kennlinie selbst gestalten kann. Mit anderen Worten umfasst der qualifizierte Arbeitsbereich die erlaubten Wertepaare aus Drehzahl n und Drehmoment M , die der Nutzer für die Festlegung der charakteristischen Punkte zur Definition der Gerätekennlinie auswählen darf. Diese Auswahl bzw. Festlegung der charakteristischen Punkte kann insbesondere an einem Eingabegerät, wie einer mobilen Kommunikationsvorrichtung, erfolgen. Die eingegebenen Daten werden anschließend an die Werkzeugmaschine übertragen. Die übertragenen Daten können in der Werkzeugmaschine derart ausgewertet werden, dass eine optimale Gerätekennlinie für die Werkzeugmaschine eingestellt wird. Dadurch wird vorteilhafterweise ein optimierter Betrieb der Werkzeugmaschine ermöglicht, indem eine bessere Anpassung der Arbeitsparameter Drehzahl und Drehmoment an die zu erledigende Aufgabe und/oder das verwendete Werkzeug ermöglicht wird.

[0030] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der qualifizierte Arbeitsbereich einen «erlaubten Bereich» in der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung vorgibt, wobei der Nutzer die charakteristischen Punkte in diesem erlaubten Bereich auswählen kann, um eine anwender- bzw. anwendungsoptimierte Kennlinie festzulegen bzw. zu gestalten. Damit ist vorzugsweise derjenige Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine gemeint, in dem die Kennlinienpunkte liegen können und in dem vorteilhafterweise keine Gefahr eines Gerätedefekts oder eine sonstige Betriebsgefahr bei der Handhabung der Werkzeugmaschine besteht.

[0031] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass das vorgeschlagene Verfahren durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet wird:

a) Festlegung von charakteristischen Punkten durch den Nutzer der Werkzeugmaschine, wobei die cha-

rakteristischen Punkte in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine liegen,
b) Betrieb der Werkzeugmaschine gemäß der ausgewählten Gerätekennlinie.

[0032] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Festlegung der charakteristischen Punkte durch Eingabe der charakteristischen Punkte in die Werkzeugmaschine selbst und/oder auf einem Eingabegerät erfolgt. Die entsprechenden Eingaben für die charakteristischen Punkte können vorzugsweise analog zu den Eingaben der Gerätekennlinien vorgenommen werden. Vorzugsweise entspricht die ausgewählte Gerätekennlinie der anwender- bzw. anwendungsoptimierten Gerätekennlinie, wobei die Begriffe vorzugsweise synonym verwendet werden.

[0033] Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass zur Festlegung der charakteristischen Punkte durch den Nutzer die Drehmomentwerte und Drehzahlwerte vom Nutzer eingegeben werden. Dabei definiert je ein Drehmomentwert und ein Drehzahlwert einen charakteristischen Punkt. Das bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass ein charakteristischer Punkt von einem Wertepaar gebildet wird, wobei das Wertepaar einen Drehmoment- und einen Drehzahlwert umfasst. Die Eingabe der charakteristischen Punkte bzw. der Drehmoment- und einen Drehzahlwerte kann entweder an der Werkzeugmaschine selbst erfolgen. Dazu kann die Werkzeugmaschine über eine Benutzer-Schnittstelle verfügen, die beispielsweise als Eingabebildschirm oder Touchscreen ausgebildet ist. Alternativ oder ergänzend kann die Eingabe an einem separaten Eingabegerät vorgenommen werden. Dabei kann es sich beispielsweise um eine mobile Kommunikationsvorrichtung, wie ein Smartphone oder ein Tablet-PC handeln.

[0034] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Gerätekennlinie einem Anwendungsfeld der Werkzeugmaschine zugeordnet ist. Das bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass für unterschiedliche Anwendungsbereiche einer Werkzeugmaschine unterschiedliche Gerätekennlinien in der Werkzeugmaschine hinterlegt sein können. Diese können beispielsweise in einer Speichervorrichtung und/oder in Lookup-Tabellen in der Werkzeugmaschine hinterlegt sein.

[0035] Ein besonderer Anwendungsfall für eine Werkzeugmaschine stellt die Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen, wie beispielsweise Epoxidharz-Oberflächen, dar. Beispielsweise können Schleifgeräte mit einer rotierenden Schleifscheibe als Werkzeug dafür verwendet werden, kunststoffbeschichtete Oberflächen abzuschleifen. Da beispielsweise Epoxidharz erheblich andere Eigenschaften hat als Beton, hat es sich im Kontext der vorliegenden Erfindung als vorteilhaft erwiesen, wenn für die Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen, wie Epoxidharz, eine andere Gerätekennlinie verwendet bzw. eingestellt wird als für die Bearbeitung von Beton-Oberflächen. Dadurch kann die Performance der Werkzeugmaschine insbe-

sondere in dem Anwendungsfall für die Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen noch einmal deutlich verbessert werden.

[0036] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Gerätekennlinie durch einen Spreizungswert S charakterisiert werden kann. Die Spreizung S gibt vorzugsweise das Verhältnis von Knickdrehzahl zu Leerlaufdrehzahl an, d.h. $S = n_{\max} / n_D$. Eine typischen Gerätekennlinie gemäß der vorgeschlagenen Erfindung weist vorzugsweise zwei im Wesentlichen horizontalen Bereiche auf, die im Sinne der Erfindung als erster und dritter Unterbereich der Gerätekennlinie bezeichnet werden. Dem ersten Unterbereich der Gerätekennlinie kann vorzugsweise die Leerlaufdrehzahl $n_{\max}$ zugeordnet werden, während dem dritten Unterbereich die Knickdrehzahl n_D zugeordnet werden kann. Die Erfinder haben erkannt, dass für die Bearbeitung von Epoxidharz-Oberflächen eine Spreizung S in einem Bereich von 0,2 bis 0,6 zu besonders guten Ergebnissen führt, bevorzugt in einem Bereich von 0,3 bis 0,5, besonders bevorzugt in einem Bereich von 0,33 bis 0,4 und am meisten bevorzugt bei ca. 0,36.

[0037] Eine Spreizung S von 0,36 bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Knickdrehzahl n_D einem Anteil von 36 % der Leerlaufdrehzahl $n_{\max}$ entspricht. Mit einer solchen Spreizung S wendet sich die Erfindung deutlich vom Stand der Technik ab, in dem üblicherweise Spreizungswerte S von 0,7 bis 0,8 bekannt sind. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass eine Auftragung der Leistung P der Werkzeugmaschine im Anwendungsfall einer Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen, wie Epoxidharz, eine Hyperbel in der Drehzahl-Drehmoment-Auftragung ergeben würde. Die Leistung P der Werkzeugmaschine wird vorzugsweise als Produkt aus Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit erhalten.

[0038] Dadurch steht dem Nutzer der Werkzeugmaschine zwar unter Umständen eine geringere Leistung als bei der Verwendung konventioneller Arbeitsparameter-Kombinationen. Allerdings haben Tests gezeigt, dass der Nutzer der Werkzeugmaschine auch ein deutlicheres Feedback über die sinkende Drehzahl erhält. Dadurch kann insbesondere der Arbeitspunkt vor dem Kipp-Punkt leichter gefunden werden. Darüber hinaus kann die Arbeit mit der Werkzeugmaschine in dem Anwendungsfall der Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen, wie Epoxidharz, für den Nutzer erheblich erleichtert werden.

[0039] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Arbeitsbereich, insbesondere der qualifizierte Arbeitsbereich, der Werkzeugmaschine von der Drehzahl n , dem Drehmoment M und dem Regelungsmodus festgelegt wird. Der Begriff «Regelungsmodus» gibt dabei bevorzugt an, ob eine drehmoment-basierte Regelung oder eine drehzahl-basierte Regelung vorliegt. Der Nutzer der Werkzeugmaschine kann das Betriebsverhalten einstellen, indem er den Verlauf einer Gerätekennlinie vorgibt bzw. eine Kennlinie in dem qualifizierten Arbeits-

bereich der Werkzeugmaschine einstellt oder auswählt. Der qualifizierte Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine entspricht vorzugsweise dem zulässigen Kennfeld, das beispielsweise in Fig. 3 dargestellt wird. Die Kennlinien sind vorzugsweise innerhalb des qualifizierten Arbeitsbereichs der Werkzeugmaschine bzw. innerhalb des zulässigen Kennfelds optimiert. Als bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Gerätekennlinie für die Bearbeitung von Epoxidharz-Oberflächen vorgeschlagen, bei der eine im Vergleich zu konventionellen Spreizungswerten geringe Spreizung vorliegt. Das bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Leerlaufdrehzahl $n_{\max}$ und die Knickdrehzahl n_D weiter auseinander liegen als bei herkömmlichen Kennlinien, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Durch die bevorzugt im Wesentlichen freie Programmierung bzw. Festlegung der charakteristischen Punkte innerhalb der absoluten minimalen und maximalen Grenzen der Drehzahl n und des Drehmoments M kann vorteilhafterweise jeder Punkt im Kennfeld bzw. im qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine erreicht werden.

[0040] In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Werkzeugmaschine zur Durchführung des vorgeschlagenen Betriebsverfahrens. Die für das Betriebsverfahren eingeführten Begriffe, Definitionen und technischen Vorteile gelten vorzugsweise für die Werkzeugmaschine analog. Die Werkzeugmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Gerätekennlinie zum Betrieb der Werkzeugmaschine von einem Nutzer auswählbar ist, wobei durch die Gerätekennlinie ein qualifizierter Arbeitsbereich für die Werkzeugmaschine vorgegeben wird. Insbesondere kann die Gerätekennlinie durch charakteristische Punkte festgelegt werden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die charakteristischen Punkte von einem Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt bzw. festgelegt werden, wobei durch die charakteristischen Punkte ein qualifizierter Arbeitsbereich für die Werkzeugmaschine vorgegeben wird.

[0041] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0042] In den Figuren sind gleiche und gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Es zeigen:

Fig. 1 Ansicht einer beispielhaften Gerätekennlinie mit ihren charakteristischen Punkten und Unterbereichen

Fig. 2 Ansicht verschiedener beispielhafter Gerätekennlinien

Fig. 3 Ansicht des qualifizierten Arbeitsbereichs der Werkzeugmaschine

Ausführungsbeispiel und Figurenbeschreibung:

[0043] Figur 1 zeigt eine beispielhafte Gerätekennlinie 1 einer Werkzeugmaschine (nicht dargestellt) mit ihren charakteristischen Punkten 3 und Unterbereichen 4. Die Unterbereiche sind in Fig. 1 mit römischen Zahlen I., II., III. und IV. bezeichnet. Die charakteristischen Punkte 3 tragen die Bezeichnungen A, B, D, E und F. Die charakteristischen Punkte 3 stellen die Knickpunkte in der Gerätekennlinie 1 dar, wobei die charakteristischen Punkte 3 die Gerätekennlinie 1 in die einzelnen Unterbereiche 4 unterteilen. Im Unterbereich I. läuft die Werkzeugmaschine vorzugsweise im Leerlauf, bevor mit der tatsächlichen Arbeit mit der Werkzeugmaschine begonnen wird. In Unterbereich I. wird vorzugsweise die höchste Drehzahl $n_{\max}$ erreicht, die im Sinne der Erfindung bevorzugt auch als Leerlauf-Drehzahl bezeichnet wird. In den Unterbereichen I und II wird mit der Werkzeugmaschine gearbeitet, und zwar mit zunehmenden Anpressdruck oder mit abnehmenden Anpressdruck. Der zweite und der dritte Unterbereich werden durch den charakteristischen Punkt D voneinander getrennt, wobei im charakteristischen Punkt D das Belastungsmaximum der Werkzeugmaschine vorliegt. An Punkt D wird das höchste Drehmoment $M_{\max}$ erreicht, wobei die Drehzahl n in Punkt D und im Unterbereich III die Knick-Drehzahl n_D einnimmt. Überschreitet der Anwender den Punkt D, so sinkt das Abgabedrehmoment, um den Anwender einen zu hohen Anpressdruck zu signalisieren.

[0044] Fig. 2 zeigt beispielhaft verschiedene Gerätekennlinien 1 mit ihren charakteristischen Punkten 3 und Unterbereichen 4. Die Gerätekennlinie 1, die in farbiger Darstellung rot ist und insbesondere im Unterbereich III. und IV. den niedrigsten Wert für die Drehzahl n annimmt, ist die Gerätekennlinie 1, die für die Anwendung «Bearbeitung von kunststoffbeschichteten Oberflächen (Epoxidharz)» optimiert wurde. Sie weist eine Spreizung S von etwa 0,36 auf, so dass sich die Leerlaufdrehzahl des ersten Unterbereichs und die Knickdrehzahl des dritten Unterbereichs deutlich stärker unterscheiden als bei konventionellen Gerätekennlinien 1.

[0045] Fig. 3 zeigt eine mögliche Ausgestaltung des qualifizierten Arbeitsbereichs 2. Dargestellt ist in Fig. 3 - wie auch in den Fig. 1 und 2 - eine Drehzahl-Drehmoment-Auftragung, wobei die Drehzahl n auf der y-Achse und das Drehmoment M auf der x-Achse aufgetragen ist. Der qualifizierte Arbeitsbereich 2 der Werkzeugmaschine ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, dass in seinen Grenzen der Nutzer Gerätekennlinien 1 auswählen oder durch die Festlegung von charakteristischen Punkten 3 selbst gestalten kann.

Bezugszeichenliste

[0046]

1 Gerätekennlinie

2 qualifizierter Arbeitsbereich der Werkzeugmaschi-

ne
3 charakteristischer Punkt
4 Unterbereich der Gerätekenmlinie

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine, wobei eine anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie (1) von einem Nutzer der Werkzeugmaschine ausgewählt wird, wobei die anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine liegt. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1
umfassend die folgenden Verfahrensschritte: 15
 - a) Gestaltung einer anwendungsoptimierten Gerätekenmlinie für eine Werkzeugmaschine,
 - b) Betrieb der Werkzeugmaschine mit der anwendungsoptimierten Gerätekenmlinie, wobei die anwendungsoptimierte Gerätekenmlinie in einem qualifizierten Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine liegt. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gerätekenmlinie (1) an der Werkzeugmaschine selbst und/oder unter Verwendung eines Eingabegeräts ausgewählt wird. 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gerätekenmlinie (1) von charakteristischen Punkten (3) festgelegt wird. 35
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass 40
die Gerätekenmlinie (1) i charakteristische Punkte (3) und (i-1) Unterabschnitte (4) umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet, dass 45
ein charakteristischer Punkt (3) von einem Drehmomentwert M und einem Drehzahlwert n gebildet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6
dadurch gekennzeichnet, dass 50
die Festlegung der charakteristischen Punkte (3) durch Eingabe der charakteristischen Punkte (3) in die Werkzeugmaschine selbst und/oder auf einem Eingabegerät erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3
dadurch gekennzeichnet, dass 55
die Gerätekenmlinie (1) einem Anwendungsfeld der

Werkzeugmaschine zugeordnet ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass 5
die Gerätekenmlinie (1) durch einen Spreizungswert S charakterisiert wird, wobei die Spreizung S in einem Bereich von 0,2 bis 0,6 liegt, bevorzugt in einem Bereich von 0,3 bis 0,5, besonders bevorzugt in einem Bereich von 0,33 bis 0,4 und am meisten bevorzugt bei circa 0,36.
10. Werkzeugmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Gerätekenmlinie (1) zum Betrieb der Werkzeugmaschine von einem Nutzer auswählbar ist, wobei durch die Gerätekenmlinie (1) ein qualifizierter Arbeitsbereich (2) für die Werkzeugmaschine vorgegeben wird.
11. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gerätekenmlinie (1) durch charakteristische Punkte (3) festlegbar ist. 25

Fig. 1

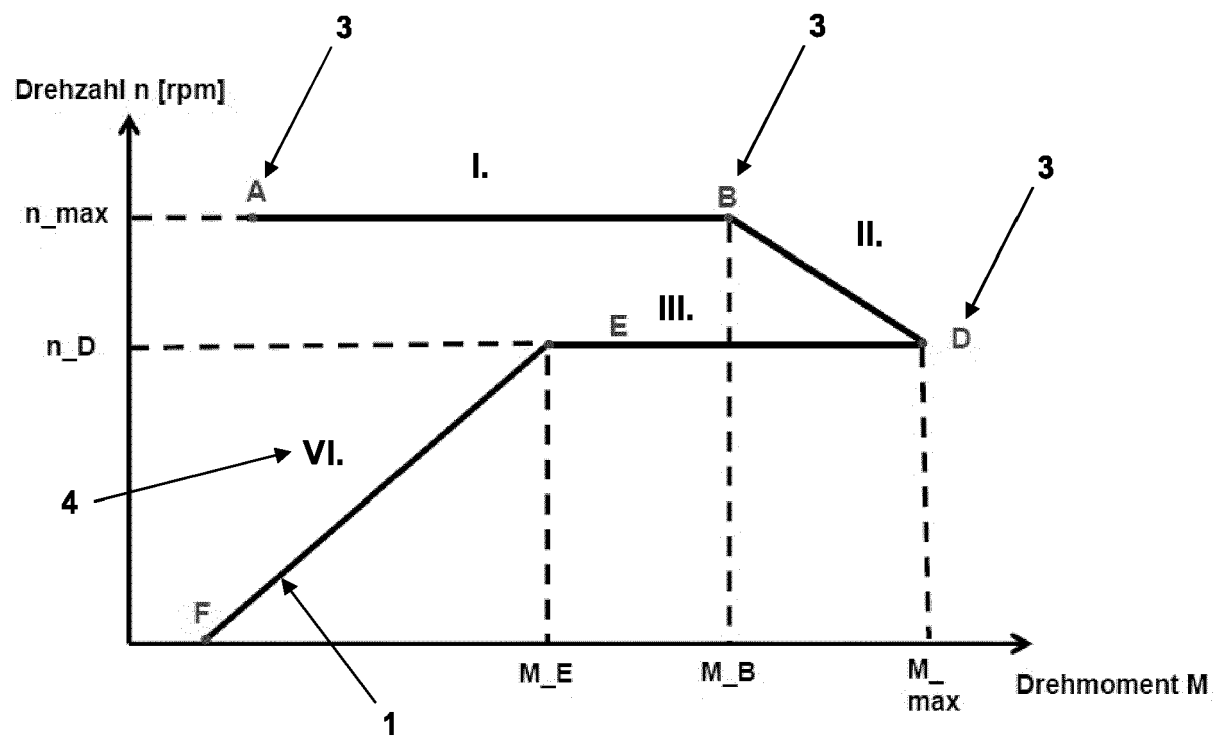


Fig. 2

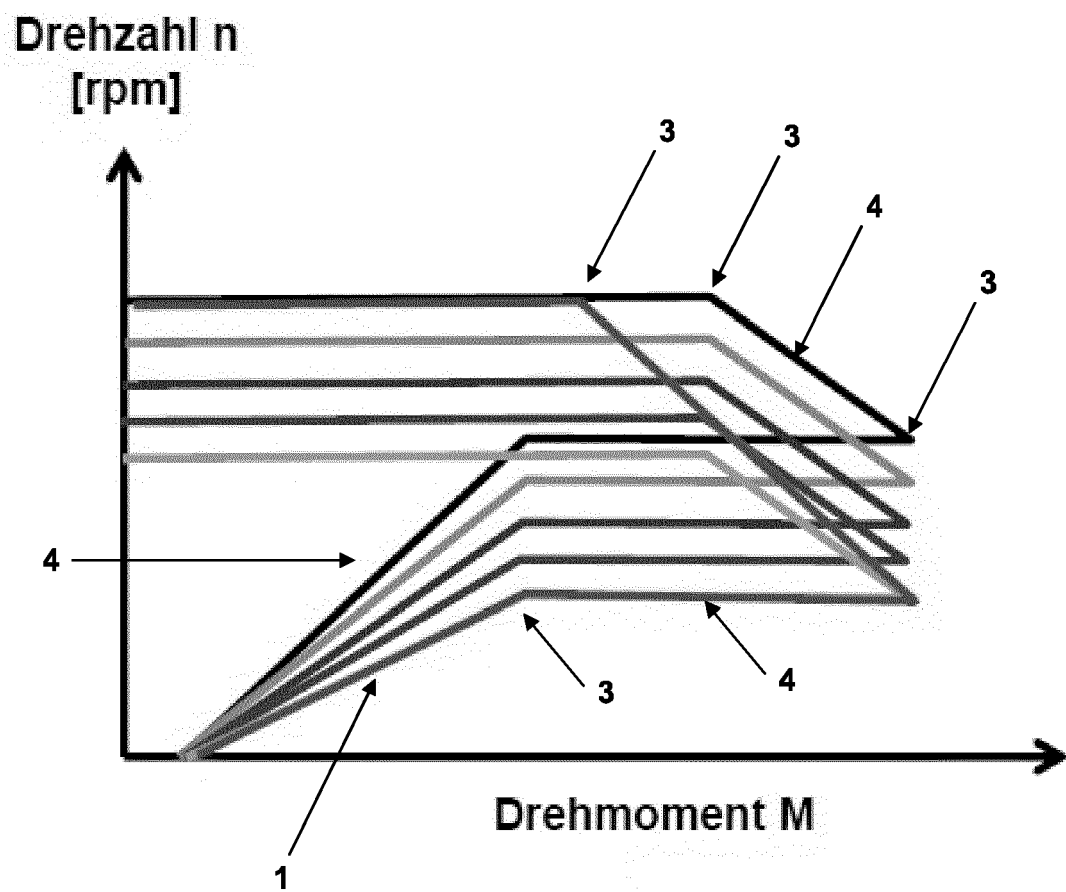
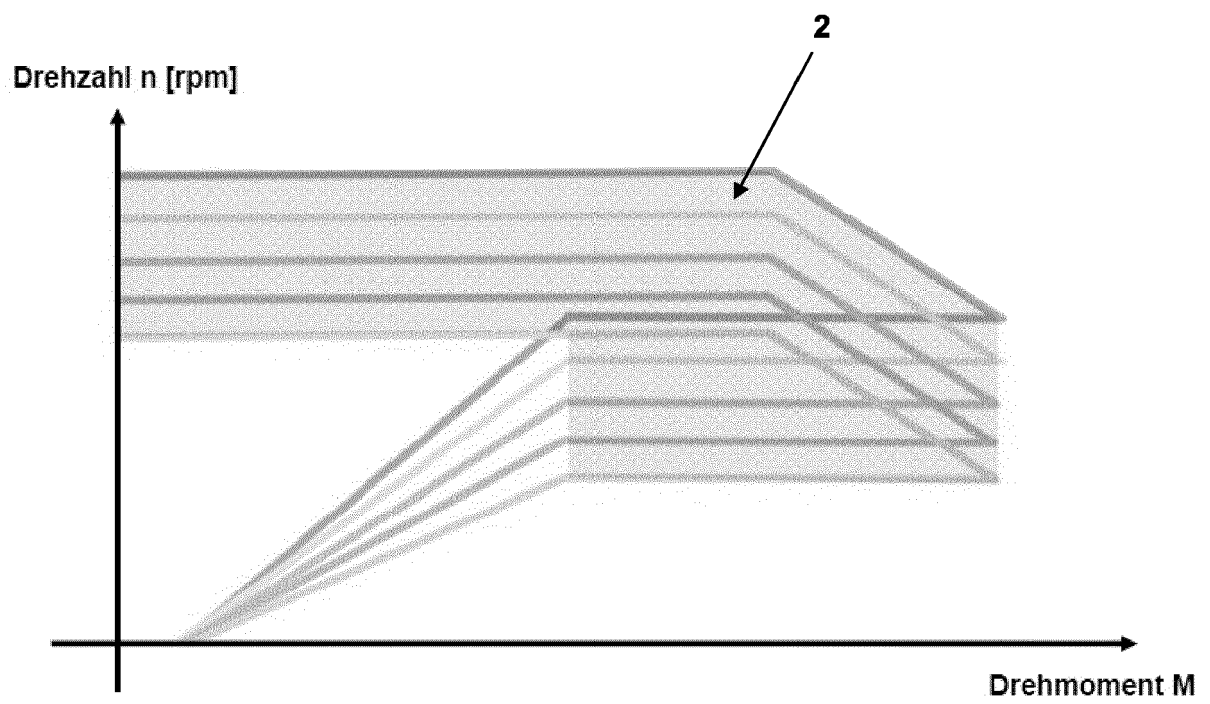


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 16 9898

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2009 041878 A1 (FEIN C & E GMBH [DE]) 10. März 2011 (2011-03-10) * Absätze [0007], [0015]; Abbildung 4 *	1-11	INV. B25F3/00 B25F5/00
X	DE 10 2010 056524 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. Juli 2012 (2012-07-05) * Absätze [0001], [0002], [0008], [0011], [0012] *	1,10	
A	US 6 438 446 B1 (TRACHIER FREDRICK J [US]) 20. August 2002 (2002-08-20) * Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 47; Abbildungen 2, 3 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25F G05B B25H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2021	Prüfer Joosting, Thetmar
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 9898

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-10-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102009041878 A1	10-03-2011	CN 102640413 A DE 102009041878 A1 EP 2476202 A2 US 2012223663 A1 WO 2011026792 A2	15-08-2012 10-03-2011 18-07-2012 06-09-2012 10-03-2011
20	DE 102010056524 A1	05-07-2012	CN 102554846 A DE 102010056524 A1 SE 1151174 A1 US 2012168188 A1	11-07-2012 05-07-2012 30-06-2012 05-07-2012
25	US 6438446	B1 20-08-2002	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82