



(10) **DE 10 2018 118 889 B4** 2020.06.04

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 118 889.7**  
(22) Anmeldetag: **03.08.2018**  
(43) Offenlegungstag: **06.02.2020**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **G01B 5/008 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Schubert System Elektronik GmbH, 78579  
Neuhausen, DE**

(74) Vertreter:  
**Westphal, Mussgnug & Partner Patentanwälte  
mit beschränkter Berufshaftung, 78048 Villingen-  
Schwenningen, DE**

(72) Erfinder:  
**Mankowski, Manfred, 78567 Fridingen, DE;  
Walterspacher, Michael, 78532 Tuttlingen, DE**

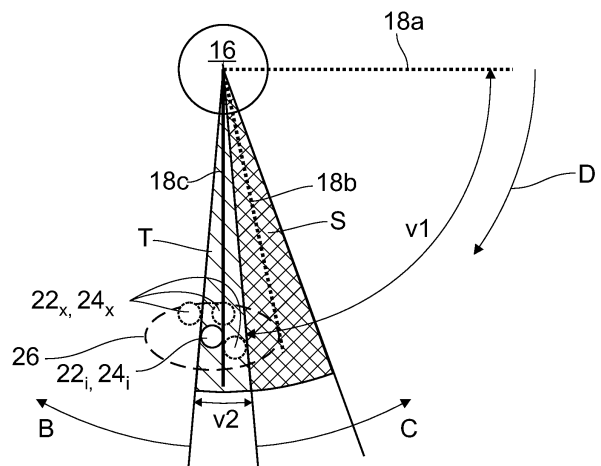
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	30 03 431	A1
DE	100 24 976	A1
DE	102 18 315	A1
DE	10 2016 103 379	A1
DE	10 2016 103 381	A1
US	5 691 647	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Überwachen von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen oder Werkstücken**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Überwachen von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen oder Werkstücken, mit einer Vorrichtung (10), wobei die Vorrichtung

- eine Antriebseinrichtung (12),
- eine mit der Antriebseinrichtung (12) zwischen einer Ruhestellung und einer vorgebbaren Prüfstellung bewegbare Tastnadel (18) umfasst, wobei der Gegenstand (22) in der Prüfstellung eine Idealposition einnimmt, und
- eine Steuereinheit (20) zum Steuern der Vorrichtung aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
  - Definieren eines Toleranzbereichs (T) mittels der Steuereinheit (20), der sich ausgehend von der Ruhestellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
  - Definieren eines sich dem Toleranzbereich (T) zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdobjekt-Erfassungsbereichs (S) mittels der Steuereinheit (20), wobei
  - für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) einen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, und
  - für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) keinen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Fehlersignal erzeugt.



### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen, insbesondere von Werkstücken oder Werkzeugen. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, die zum Ausführen eines derartigen Verfahrens eingerichtet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Computerprogramm zum Ausführen eines derartigen Verfahrens und/oder zum Betreiben einer solchen Vorrichtung.

**[0002]** Der Einsatz vollautomatischer Produktionsanlagen mit kurzen Taktraten erfordert eine durchgängige Qualitätssicherung und somit eine Kontrolle aller Fertigungsschritte. Um beispielsweise defekte oder gebrochene Werkzeuge, fehlerhaft eingeführte oder ausgeworfene Werkstücke, oder verschlissene Werkzeuge erkennen zu können, und um Ausschluss und Folgeschäden an den betreffenden Arbeitsmaschinen zu vermeiden, werden dabei häufig taktile Messungen mittels einer Tastnadel durchgeführt, mit welcher die entsprechenden Werkzeuge und/oder Werkstücke abgetastet werden. Eine solche Tastnadel kann beispielsweise mittels einer Antriebseinrichtung, welche üblicherweise einen Elektromotor umfasst, aus einer Ruhestellung in eine vorgebbare Winkelposition (Prüfstellung) und wieder zurück bewegt und insbesondere verschwenkt werden.

**[0003]** Eine Vorrichtung zum Überwachen von Werkzeugen oder Werkstücken mit einer elektrischen Antriebseinrichtung und einer Tastnadel, die mittels der elektrischen Antriebseinrichtung um eine Drehachse zwischen einer Ruhestellung und einer Prüfstellung drehbar ist, wird beispielsweise in der Offenlegungsschrift DE 102 18 315 A1 beschrieben. Die Tastnadel kann dabei mit einem Ausgleichsgewicht verbunden sein, welches bei einer Deaktivierung der elektrischen Antriebseinrichtung, beispielsweise bei Stromausfall, die Tastnadel in ihrer momentanen Position hält oder von der Prüfstellung wegschwenkt. Zudem sorgt das Ausgleichsgewicht dafür, dass unabhängig von der Winkellage der Tastnadel immer dasselbe Moment auf die Antriebseinrichtung wirkt.

**[0004]** Ertastet die Tastennadel in der Prüfstellung einen Gegenstand, insbesondere ein Werkzeug oder ein Werkstück, so erzeugt die Antriebseinrichtung ein entsprechendes Signal (Gegenstandsfeststellungssignal), andernfalls wird festgestellt, dass der betreffende Gegenstand nicht vorhanden ist oder nicht richtig positioniert ist. Die Prüfstellung stellt somit die Stellung dar, in welcher im Idealfall ein Kontakt der Tastnadel mit dem Gegenstand erwartet wird. Das Werkzeug nimmt in diesem Fall die Idealposition ein. Befindet sich beispielsweise das Werkzeug in der Idealposition, registriert die Tastnadel in der Prüfstellung aufgrund des Kontakts mit dem Werkzeug einen bestimmten Widerstand, der darauf hindeutet, dass zum einen das Werkzeug vorhanden ist und zum anderen, dass sich das Werkzeug in der Idealposition befindet. Das in diesem Fall generierte Gegenstandsfeststellungssignal ist daher eine „Okay-Meldung“. Alternativ kann gar kein Signal generiert werden. In beiden Fällen wird der vorgesehene Bearbeitungsablauf unverändert fortgesetzt.

**[0005]** Es ist heutzutage keine Schwierigkeit, die Position eines Gegenstands auf die oben beschriebene Weise auf wenige Zehntelmillimeter genau zu bestimmen. Während des Betriebs des Werkzeugs und bei Werkzeugwechseln kann es aber zu einer Änderung der Position des Werkzeugs kommen, so dass das Werkzeug nicht mehr die Idealposition einnimmt. Gewisse Abweichungen von der Idealposition können aber durchaus toleriert werden, ohne dass es zu Einbußen in der Präzision der mit dem Werkzeug bearbeiteten Werkstücke kommt. Es ist daher aus der DE 30 03 431 A1 bekannt, einen Toleranzbereich um die Idealstellung zu definieren und auch dann ein Gegenstandsfeststellungssignal oder gar kein Signal zu generieren, wenn die Abweichung von der Idealstellung innerhalb des Toleranzbereichs liegt.

**[0006]** Wird in der Prüfstellung oder innerhalb des Toleranzbereichs kein Widerstand oder der Widerstand bereits vor Erreichen der Prüfstellung oder des Toleranzbereichs registriert, so wird ein Fehlersignal generiert, die beispielsweise ein akustisches und/oder optisches Warnsignal auslöst und/oder das Werkzeug deaktiviert sowie der weitere Bearbeitungsablauf unterbrochen.

**[0007]** Durch Fremdobjekte, beispielsweise Späne, die sich auf dem abzutastenden Gegenstand ansammeln, kann es vorkommen, dass Fehlersignale ausgegeben werden, obwohl sich das Werkzeug in der Idealposition oder innerhalb des Toleranzbereichs befindet. Je nach Anwendungsfall kann der weitere Bearbeitungsablauf fortgesetzt werden, ohne dass beispielsweise die Präzision der bearbeiteten Werkstücke leidet. Für den Fall, dass ein Fehlersignal generiert wird, muss überprüft werden, ob das Fehlersignal infolge eines beschädigten oder deutlich von der Idealstellung abweichend positionierten Werkzeugs oder aufgrund von Spänen generiert wurde. Hierzu muss ein Mitarbeiter das Werkzeug überprüfen und entscheiden, ob das Werkzeug ersetzt oder neu positioniert werden muss oder ob der Bearbeitungsablauf ohne weitere Maßnahmen fortgesetzt werden kann. Im letzteren Fall verursacht das Fehlersignal unnötige Verzögerungen. Derart eingerichtete Vorrichtungen

gen zum Überwachen von Gegenständen wie Werkzeuge an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen wie Werkstücke oder Werkzeuge sind in der DE 100 24 976 A1 offenbart.

**[0008]** Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betreiben zum Überwachen von Gegenständen wie Werkzeuge an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen wie Werkstücke oder Werkzeuge zu schaffen, mit welchem es möglich ist, Fehlersignale, die von Fremdoobjekten hervorgerufen werden, von Fehlermeldungen, die von falsch positionierten oder beschädigten abzutastenden Gegenständen, insbesondere von Werkstücken und Werkzeugen, zu unterscheiden sowie von Fremdoobjekten verursachte Fehlersignale derart verarbeiten zu können, dass der Betriebsablauf nicht unterbrochen werden muss. Des Weiteren liegt einer Ausbildung der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, welche zum Durchführen dieses Verfahrens eingerichtet ist. Darüber hinaus liegt einer Ausgestaltung der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Computerprogramm zum Durchführen dieses Verfahrens und/oder zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung bereitzustellen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen 1, 5 und 7 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0010]** Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen, und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen wie Werkstücke oder Werkzeuge mit einer Vorrichtung, wobei die Vorrichtung eine Antriebseinrichtung, eine mit der Antriebseinrichtung zwischen einer Ruhestellung und einer vorgebbaren Prüfstellung bewegbare Tastnadel, wobei der Gegenstand in der Prüfstellung eine ideale Position einnimmt, und eine Steuereinheit zum Steuern der Vorrichtung aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Definieren eines Toleranzbereichs mittels der Steuereinheit, der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
- Definieren eines sich dem Toleranzbereich zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdoobjekt-Erfassungsbereichs mittels der Steuereinheit, wobei
- für den Fall, dass die Tastnadel im Toleranzbereich oder im Fremdoobjekt-Erfassungsbereich einen Gegenstand detektiert, die Steuereinheit ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, und
- für den Fall, dass die Tastnadel im Toleranzbereich keinen Gegenstand detektiert, die Steuereinheit ein Fehlersignal erzeugt.

**[0011]** Vorschlagsgemäß kann ein Toleranzbereich gewählt werden, welcher sich symmetrisch um die Prüfstellung erstreckt. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Tastnadel auf einen Gegenstand trifft, ist im Toleranzbereich am höchsten. In den meisten Fällen führt die Tastnadel eine Drehbewegung aus, so dass der Toleranzbereich anhand einer tolerierbaren Winkelabweichung angegeben werden kann, beispielsweise  $\pm 1^\circ$ . Wenn die Tastnadel eine translatorische Bewegung durchführt, kann der Toleranzbereich anhand einer tolerierbaren Streckenabweichung angegeben werden, beispielsweise  $\pm 0,1$  mm. Damit sich der Toleranzbereich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, ist der Betrag der Abweichung in die eine und die andere Richtung gleich, wodurch die symmetrische Erstreckung erzeugt wird. Der Betrag der Abweichung kann einerseits anhand von statistischen Betrachtungen gewählt werden, so dass üblicherweise während des Betriebs des Werkzeugs und bei Werkzeugwechseln auftretende Abweichungen von der Idealstellung berücksichtigt werden können. Andererseits kann der Betrag unter Berücksichtigung der notwendigen Präzision der Werkstückbearbeitung gewählt werden.

**[0012]** Darüber hinaus wird vorschlagsgemäß ein sich dem Toleranzbereich zur Ruhestellung hin anschließender Fremdoobjekt-Erfassungsbereich definiert. Dieser Fremdoobjekt-Erfassungsbereich dient insbesondere zur Erfassung von Fremdoobjekten wie Spänen und kann daher auch als Späne-Erfassungsbereich bezeichnet werden. Die Tastnadel wird ausgehend von der Ruhestellung immer entlang einer festgelegten Tastrichtung zum zu überwachenden Gegenstand hin bewegt. Fremdoobjekte, insbesondere Späne, stehen statistisch gleichmäßig verteilt zu allen Seiten vom zu überwachenden Gegenstand ab. Folglich detektiert die Tastnadel die Fremdoobjekte, bevor sie mit dem zu überwachenden Gegenstand in Kontakt treten kann. Hieraus ergibt sich der eingangs erwähnte Umstand, dass bei Verfahren und Vorrichtungen zum Überwachen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, ein Fehlersignal ausgegeben und der weitere Bearbeitungsablauf unterbrochen wird.

**[0013]** Wie bereits erwähnt, kann der Toleranzbereich so gewählt werden, dass üblicherweise auftretende Abweichungen des zu überwachenden Gegenstands gegenüber der Idealstellung vernachlässigt werden kön-

nen und nicht zu einem Fehlersignal führen. Hieraus folgt, dass dann, wenn die Tastnadel einen Widerstand im Fremdojekt-Erfassungsbereich registriert, dieser Widerstand höchst wahrscheinlich von einem Fremdojekt und insbesondere von einem Span hervorgerufen wurde. Folglich ist es mit dem vorschlagsgemäßen Verfahren möglich, von Fremdojekten hervorgerufene Fehlersignale von Fehlersignalen zu unterscheiden, welche von einer Beschädigung oder einem Bruch des Werkzeugs hervorgerufen werden. Befindet sich die Tastnadel im ersten Fall im Fremdojekt-Erfassungsbereich, wird kein Fehlersignal ausgegeben.

**[0014]** Vorschlagsgemäß kann die Größe des Fremdojekt-Erfassungsbereichs vom Benutzer gewählt werden, was zur Folge hat, dass er insbesondere bestimmen kann, welche Spanansammlungen für ihn akzeptabel sind. Unterbrechungen im Bearbeitungsablauf, welche auf Fremdojekte zurückgehen, werden daher vermieden.

**[0015]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- Für den Fall, dass die Tastnadel im Fremdojekt-Erfassungsbereich einen Gegenstand detektiert, Erzeugen eines Fremdojekt-Erkennungssignals.

**[0016]** Registriert die Tastnadel im Fremdojekt-Erfassungsbereich einen Widerstand, wird gemäß dieser Ausführungsform ein Fremdojekt-Erkennungssignal ausgegeben, welches ein Sonderfall des Gegenstandsfeststellungssignals und folglich kein Fehlersignal ist. Wird ein Fremdojekt-Erkennungssignal ausgegeben, wird der weitere Bearbeitungsablauf nicht unterbrochen. In diesem Fall ist es möglich, dass der Benutzer eine Anzahl von Fremdojekt-Erkennungssignalen definieren kann. Wenn diese überschritten wird, kann ein Hinweissignal generiert werden. Eine gehäufte Generierung von Fremdojekt-Erkennungssignalen könnte ein Hinweis darauf sein, dass das betreffende Werkzeug nicht optimal eingestellt oder abgenutzt ist.

**[0017]** Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- Übermitteln der Gegenstandsfeststellungssignale, der Fehlersignale und/oder der Fremdojekt-Erkennungssignale an eine Kontrolleinrichtung mittels einer Übertragungseinrichtung.

**[0018]** Die Kontrolleinrichtung kann mit mehreren vorschlagsgemäßen Vorrichtungen kommunizieren. Die Kontrolleinrichtung kann jeden von einer Vorrichtung durchgeführten Messvorgang aufzeichnen und zählen, wie viele Gegenstandsfeststellungssignale, Fehlersignale und Fremdojekt-Erkennungssignale innerhalb einer bestimmten Zeitdauer erzeugt worden sind. Folglich lassen sich Werkstücke einer Werkzeugprüfung zuordnen, so dass sich eine Rückverfolgbarkeit und eine Fehleranalyse durchführen lassen. Auch lassen sich Werkzeuge und/oder Werkzeugmaschinen identifizieren, die besonders zuverlässig oder besonders anfällig sind.

**[0019]** Nach Maßgabe einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- Beschleunigen der Tastnadel aus der Ruhestellung auf eine erste Geschwindigkeit, und
- Abbremsen der Tastnadel von der ersten Geschwindigkeit auf eine geringere zweite Geschwindigkeit derart, dass die Tastnadel im Toleranzbereich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegt wird.

**[0020]** Die Tastnadeln sind üblicherweise sehr dünn und können bei starken Beschleunigungen und Verzögerungen beginnen zu schwingen. Aufgrund dieser Schwingungen kann es zu Fehlersignalen kommen, obwohl sich das Werkzeug in der Idealposition befindet. Darüber hinaus können die Tastnadeln beschädigt werden, wenn sie mit einer zu hohen Geschwindigkeit auf den zu überwachenden Gegenstand treffen. Allerdings ist man bestrebt, die Zeit, welche die Tastnadel zum Überwachen des betreffenden Gegenstands benötigt, so kurz wie möglich zu halten. Es ist daher aus der DE 10 2016 103 381 A1 bekannt, die Tastnadel aus der Ruheposition heraus zunächst auf eine hohe Geschwindigkeit zu beschleunigen und anschließend in ausreichenden Abstand zum zu überwachenden Gegenstand auf eine geringere Geschwindigkeit abzubremesen, so dass die Tastnadel sanfter und mit akzeptablen Schwingungen auf den zu überwachenden Gegenstand trifft.

**[0021]** Vorschlagsgemäß wird die Tastnadel aus der Ruhestellung auf die höhere erste Geschwindigkeit beschleunigt, die beim Durchfahren des Fremdojekt-Erfassungsbereichs so lange wie möglich beibehalten wird. Die Tastnadel wird so abgebremst, dass sie mit Erreichen des Toleranzbereichs mit der geringeren zweiten Geschwindigkeit bewegt wird. Hierdurch werden die Schwingungen reduziert und eine sanftere Berührung mit dem Gegenstand ermöglicht. Es hat sich herausgestellt, dass ein Auftreffen auf die Fremdojekte im Fremdojekt-Erfassungsbereich mit der höheren ersten Geschwindigkeit nicht zu Beschädigungen der Tastnadel führt, da die Fremdojekte, insbesondere die Späne, im Vergleich zu den zu überwachenden Gegenständen deutlich

flexibler sind. Je nachdem, wie die Späne ausgebildet sind, werden diese mittels der Tastnadel komprimiert oder die Kraft der Tastnadel reicht nicht aus, die Späne weiter zu komprimieren. Im ersten Fall steigt zwar der Widerstand auf die Tastnadel an, dennoch fährt diese weiter bis zum zu überwachenden Gegenstand, bis dass der Widerstand zu groß wird. Dann bleibt die Tastnadel kurz stehen und fährt anschließend zurück in die Ruhestellung. Im zweiten Fall bleibt die Tastnadel sofort stehen und fährt dann wieder zurück in die Ruhestellung. Sofern die Position, in welcher die Tastnadel zum Stehen kommt, innerhalb des Toleranzbereichs oder innerhalb des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs liegt, wird kein Fehlersignal ausgegeben.

**[0022]** In dieser Ausführungsform wird die Zeit, die für das Überwachen des Gegenstands, insbesondere des Werkzeugs an einer Werkzeugmaschine, benötigt wird, gering gehalten, was auch für die Bearbeitungszeit und für die Bearbeitungskosten des Werkstücks insgesamt gilt.

**[0023]** Eine Ausbildung der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Überwachen von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen, insbesondere von Werkstücken oder Werkzeugen, wobei die Vorrichtung

- eine Antriebseinrichtung,
- eine mit der Antriebseinrichtung zwischen einer Ruhestellung und einer vorgebbaren Prüfstellung bewegbare Tastnadel, wobei der Gegenstand in der Prüfstellung eine ideale Position einnimmt, und
- eine Steuereinheit zum Steuern der Vorrichtung aufweist, wobei die Steuereinheit derart eingerichtet ist, dass
- ein Toleranzbereich, der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
- ein sich dem Toleranzbereich zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdobjekt-Erfassungsbereichs mittels der Steuereinheit definierbar sind, wobei für den Fall, dass die Tastnadel im Toleranzbereich oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich einen Gegenstand detektiert, die Steuereinheit ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt.

**[0024]** Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit der vorschlagsgemäßen Vorrichtung erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für das vorliegende Verfahren erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass von Fremdobjekten hervorgerufene Fehlersignale von Fehlersignalen unterschieden werden können, welche von einer Beschädigung oder einem Bruch des Werkzeugs hervorgerufen werden. Unterbrechungen im Bearbeitungsablauf, welche auf Fremdobjekte zurückgehen, und die damit verbundenen Stillstandzeiten können vermieden werden.

**[0025]** Bei einer weiteren Ausbildung ist vorgesehen, dass die Steuereinheit derart eingerichtet ist, dass

- die Tastnadel aus der Ruhestellung auf eine erste Geschwindigkeit beschleunigt wird, und
- die Tastnadel von der ersten Geschwindigkeit auf eine geringere zweite Geschwindigkeit derart abgebremst wird, dass die Tastnadel im Toleranzbereich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegt wird.

**[0026]** In dieser Ausbildung der Vorrichtung wird die Zeit, die für das Überwachen des Gegenstands, insbesondere des Werkzeugs an einer Werkzeugmaschine, benötigt wird, gering gehalten, was auch für die Bearbeitungszeit und für die Bearbeitungskosten des Werkstücks insgesamt gilt. Da in den meisten Fällen die Tastnadel im Toleranzbereich auf das Werkzeug trifft, wird das Werkzeug aufgrund der niedrigeren zweiten Geschwindigkeit geschont.

**[0027]** Eine Ausgestaltung der Erfindung betrifft ein Computerprogramm zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der zuvor erörterten Ausführungsformen und/oder zum Betreiben einer Vorrichtung nach einer der zuvor diskutierten Ausbildungen zum Überwachen von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen, insbesondere von Werkstücken oder Werkzeugen, wobei das Computerprogramm Programmmittel zum Veranlassen einer Steuereinheit umfasst, die folgenden Schritte auszuführen, wenn das Computerprogramm auf der Steuereinheit ausgeführt wird:

- Definieren eines Toleranzbereichs mittels der Steuereinheit, der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
- Definieren eines sich dem Toleranzbereich zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdobjekt-Erfassungsbereichs mittels der Steuereinheit, wobei

- für den Fall, dass die Tastnadel im Toleranzbereich oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich einen Gegenstand detektiert, die Steuereinheit ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, und
- für den Fall, dass die Tastnadel im Toleranzbereich keinen Gegenstand detektiert, die Steuereinheit ein Fehlersignal erzeugt.

**[0028]** Die technischen Effekte und Vorteile, die sich mit dem vorschlagsgemäßen Computerprogramm erreichen lassen, entsprechen denjenigen, die für das vorliegende Verfahren erörtert worden sind. Zusammenfassend sei darauf hingewiesen, dass von Fremdobjekten hervorgerufene Fehlersignale von Fehlersignalen unterschieden werden können, welche von einer Beschädigung oder einem Bruch des Werkzeugs hervorgerufen werden. Unterbrechungen im Bearbeitungsablauf, welche auf Fremdobjekte zurückgehen, und die damit verbundenen kostenverursachenden Stillstandzeiten können vermieden werden.

**[0029]** Darüber hinaus kann das Computerprogramm bei der Übermittlung der Gegenstandsfeststellungssignale, der Fehlersignale und/oder der Fremdobjekt-Erkennungssignale an die Kontrolleinrichtung mittels einer Übertragungseinrichtung eingebunden werden. Insbesondere zur Protokollierung und bei der Definition von Hinweissignalen, beispielsweise anhand einer bestimmten Anzahl einer Art von Signalen innerhalb einer bestimmten Zeit, kann das Computerprogramm genutzt werden.

**[0030]** Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** eine prinzipielle Ansicht einer Vorrichtung, mit welcher ein erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann,

**Fig. 2** eine prinzipielle Darstellung zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

**Fig. 3** ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0031]** In **Fig. 1** ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** anhand einer prinzipiellen Darstellung gezeigt.

**[0032]** Die Vorrichtung **10** umfasst eine Antriebseinrichtung **12**, die beispielsweise einen nicht dargestellten Elektromotor und einen Drehgeber aufweisen kann. Der Drehgeber stellt Weginformationen bereit. Die Antriebseinrichtung **12** stellt eine rotatorische Bewegung bereit, die sie auf eine Abtriebswelle **14** überträgt, die um eine Drehachse **R** drehbar gelagert ist. Die Abtriebswelle **14** ist mit einem Tastnadelhalter **16** verbunden, an dem eine Tastnadel **18** senkrecht zur Drehachse **R** nach außen weisend befestigt ist. Weiterhin umfasst die Vorrichtung **10** eine Steuereinheit **20**, mit welcher verschiedene Signale, die von der Antriebseinrichtung **12** und insbesondere vom Drehgeber generiert werden, ausgewertet werden können, worauf später noch genauer eingegangen wird. Hierzu ist die Antriebseinrichtung **12** mittels elektrischer Leitungen **21** mit der Steuereinheit **20** verbunden. Die Steuereinheit **20** ist mit einer Übertragungseinrichtung **28** ausgerüstet, mit welcher sie Informationen drahtlos oder kabelgebunden und insbesondere bidirektional mit einer Kontrolleinrichtung **30** austauschen kann. Die Kontrolleinrichtung kann in einer Leitzentrale einer Werkhalle angeordnet sein.

**[0033]** **Fig. 2** zeigt eine prinzipielle Seitenansicht auf den Tastnadelhalter **16** und die Tastnadel **18**. Weiterhin sind insgesamt vier zu überwachende Gegenstände **22**, beispielsweise Werkzeuge **24** wie Bohrer oder Werkstücke, gezeigt. Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von als Werkzeuge **24** ausgeführte Gegenstände **22** erläutert, wobei die Erläuterungen analog auf andere Ausführungsformen der Gegenstände **22** übertragbar sind.

**[0034]** Der Gegenstand **22i** bzw. das Werkzeug **24i** befindet sich in einer Idealstellung. Die Gegenstände **22x** bzw. die Werkzeuge **24x** befinden sich nicht in der Idealstellung. Die Stellungen, welche die Werkzeuge **24x** einnehmen, bewegen sich aber innerhalb der sich üblicherweise im Betrieb der Werkzeuge **24** einstellenden Abweichungen, beispielsweise durch Verschleiß oder durch Werkzeugwechsel. Sofern sich diese Abweichungen in vorgebbaren Grenzen halten, haben diese einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Bearbeitung der hier nicht dargestellten Werkstücke und können daher toleriert werden.

**[0035]** Das sich in der Idealstellung befindliche Werkzeug **24i** kann als Referenz verwendet werden. In einem Teach-Modus wird die Tastnadel **18** an das sich in der Idealstellung befindliche Werkzeug **24i** herangefahren und somit die vorgebbare Prüfstellung ermittelt. Die Steuereinheit **20** erhält somit eine Information, wo die Werkzeuge **24** idealerweise angeordnet sein sollen. Wie beschrieben, lässt es sich nicht vermeiden, dass im Betrieb die Werkzeuge **24** in einer von der Idealstellung abweichenden Stellung angeordnet sind, wobei

eine gewisse Abweichung toleriert werden kann. Daher kann ein Benutzer einen Toleranzbereich **T** definieren, dessen Größe er selbst wählen kann. Wie erwähnt, wird die Tastnadel **18** im dargestellten Ausführungsbeispiel um die Drehachse **R** gedreht. Je nach Länge der Tastnadel **18** und der tolerierbaren Abweichungen von der Idealstellung kann der Toleranzbereich mit einer Abweichung von beispielsweise von  $\pm 1^\circ$  von der Idealstellung definiert werden. Anzumerken ist, dass der Toleranzbereich **T** somit bezogen auf die Idealstellung symmetrisch ausgestaltet ist, da die akzeptierten Abweichungen zur einen Seite und zur anderen Seite gleich groß sind.

**[0036]** Darüber hinaus wird erfindungsgemäß ein sich dem Toleranzbereich **T** zur Ruhestellung hin anschließender Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** definiert, dessen Größe frei wählbar ist. Beispielsweise beträgt die Größe des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs **S**  $5^\circ$ . Der Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** dient zur Erfassung von Fremdobjekten **26**, insbesondere von Spänen **26**.

**[0037]** Die Vorrichtung wird auf folgende Weise betrieben: Die sich in der Ruhestellung befindende Tastnadel **18** ist in **Fig. 2** mit 18a bezeichnet. Die Tastnadel **18** wird ausgehend von der Ruhestellung immer entlang einer festgelegten Tastrichtung **D** zum zu überwachenden Gegenstand **22** hin bewegt. Hierbei wird die Tastnadel **18** vom Stillstand auf eine erste Geschwindigkeit **v1** beschleunigt. Wie eingangs erwähnt, wird die Tastnadel **18** um die Drehachse **R** gedreht, so dass es sich bei der ersten Geschwindigkeit um eine Winkelgeschwindigkeit handelt. Sofern kein Span **26** in den Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** hinein ragt, behält die Tastnadel **18** die erste Geschwindigkeit **v1** zunächst bei, wird dann aber so abgebremst, dass sie innerhalb des Toleranzbereichs **T** mit einer geringeren zweiten Geschwindigkeit **v1** bewegt wird. Bereits beim Eintritt in den Toleranzbereich **T** wird die Tastnadel **18** mit der geringeren zweiten Geschwindigkeit **v1** bewegt. Um jedoch die Zeit, die für die Überwachung des Werkzeugs **24** notwendig ist, gering zu halten, wird die erste Geschwindigkeit **v1** so lange wie möglich beibehalten, so dass je nach gewählter Größe des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs **S** dieser zumindest abschnittsweise mit der ersten Geschwindigkeit **v1** durchfahren wird.

**[0038]** Innerhalb des Toleranzbereichs **T** bewegt sich die Tastnadel **18** mit der geringeren zweiten Geschwindigkeit **v2**, ebenfalls eine Winkelgeschwindigkeit, bis dass sie auf das Werkzeug **24** trifft. In **Fig. 2** soll angenommen werden, dass sich das Werkzeug **24i** in der Idealstellung befindet. In **Fig. 2** ist die in der Prüfstellung an dem ideal angeordneten Werkzeug **24i** anliegende Tastnadel **18** mit **18c** bezeichnet. Aufgrund der Anlage am Werkzeug **24i** erfährt die Tastnadel **18** einen so großen Widerstand, der dazu führt, dass die Antriebseinrichtung **12** gestoppt und die Tastnadel **18** nicht mehr weiter bewegt wird. Die Stellung, in welcher sich die Tastnadel **18** befindet, wird mit der Prüfstellung verglichen. Wie bereits erwähnt, befindet sich das Werkzeug **24i** in der Idealstellung, so dass sich die Tastnadel **18** in der Prüfstellung befindet und somit ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt. Das Gegenstandsfeststellungssignal sagt, dass ein Gegenstand **22**, in diesem Fall das Werkzeug **24i**, vorhanden ist und sich innerhalb des Toleranzbereichs **T** befindet. Der weitere Bearbeitungsablauf des Werkstücks kann durchgeführt werden.

**[0039]** Anschließend wird die Tastnadel **18** insbesondere mit der höheren ersten Geschwindigkeit **v1** gegen die Tastrichtung **D** wieder zurück in die Ruhestellung bewegt. Alternativ kann die Tastnadel **18** mit einer anderen, insbesondere höheren Geschwindigkeit zurück in die Ruhestellung bewegt werden. Da beim Zurückbewegen in die Ruhestellung keine Messung durchgeführt wird, kann die Geschwindigkeit so hoch wie möglich sein, um Zeit zu sparen.

**[0040]** Die Werkzeuge **24x** befinden sich zwar nicht in der Idealstellung, weichen aber nur unwesentlich hiervon ab. Die Überwachung dieser Werkzeuge **24x** geschieht im Wesentlichen genauso wie die Überwachung des Werkzeugs **24i**. Solange sich die Werkzeuge **24x** innerhalb des Toleranzbereichs **T** befinden, wird das Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt und der weitere Bearbeitungsablauf des Werkstücks freigegeben.

**[0041]** Für den Fall, dass die Tastnadel **18** beim Durchlaufen des Toleranzbereichs **T** keinen Widerstand erfährt und in den Bereich **B** eindringt, der sich dem Toleranzbereich an der von der Ruhestellung wegweisenden Seite anschließt, ist das Werkstück **22x** oder das Werkzeug **24x** entweder nicht vorhanden, gebrochen oder um ein nicht mehr tolerierbares Maß abweichend von der Idealstellung positioniert. In diesem Fall wird ein Fehlersignal ausgegeben und der weitere Bearbeitungsablauf unterbrochen. Die Tastnadel **18** wird angehalten, sobald sie den Bereich **B** erreicht hat, und mit der hohen Geschwindigkeit **v1** zurück in die Ruhestellung gefahren.

**[0042]** Im Folgenden wird der Fall betrachtet, in welchem sich ein Span **26** um das sich in der Idealposition befindende Werkzeug **24i** gewickelt hat. Die Tastnadel **18** trifft zunächst auf den Span **26**, bevor sie mit dem zu überwachenden Gegenstand **22** in Kontakt treten kann. Je nach Beschaffenheit des Spans kann die Tastnadel **18** den Span **26** weiter Richtung dem zu überwachenden Werkzeug schieben, wenn es sich um einen flexiblen

Span **26** handelt. Der auf die Tastnadel **18** wirkende Widerstand steigt dabei aber an. Überschreitet der Widerstand ein bestimmtes Maß, wird die Tastnadel **18** angehalten und wieder insbesondere mit der ersten Geschwindigkeit **v1** oder einer Geschwindigkeit, die höher ist als die erste Geschwindigkeit **v1** ist, in die Ruhelage bewegt. Handelt es sich um einen verfestigten Span **26**, ist der auf die Tastnadel **18** wirkende Widerstand so groß, dass die Tastnadel **18** angehalten und wieder mit der ersten Geschwindigkeit **v1** in die Ruhelage bewegt wird. In **Fig. 2** ist die Stellung, in welcher die Tastnadel **18** aufgrund des Kontakts mit dem Fremdobjekt **26** angehalten wird, mit 18b bezeichnet. Wie ersichtlich, befindet sich diese Stellung innerhalb des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs **S**. Erfindungsgemäß wird in diesem Fall ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt und der weitere Bearbeitungsablauf des Werkstücks freigegeben. Bei aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen wird in diesem Fall eine Fehlermeldung erzeugt und der weitere Bearbeitungsablauf unterbrochen. Wird die Tastnadel **18** aufgrund des Kontakts mit dem Fremdobjekt **26** im Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** angehalten, kann auch anstelle des Gegenstandsfeststellungssignals ein Fremdobjekt-Erkennungssignal ausgegeben werden. Das Fremdobjekt-Erkennungssignal ist ein Gegenstandsfeststellungssignal mit der Zusatzinformation, dass dieses generiert ist, wenn sich die Tastnadel **18** im Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** befindet. Beim Fremdobjekt-Erkennungssignal handelt es sich folglich ebenfalls nicht um ein Fehlersignal.

**[0043]** Die Größe des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs **S** ist so gewählt, dass Späne **26**, die in Richtung der Ruhestellung nicht über den Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** hervorragen, keinen nachteiligen Einfluss auf die weitere Bearbeitung des Werkstücks haben. Mit der Definierbarkeit des Fremdobjekt-Erfassungsbereichs **S** wird verhindert, dass derartige Späne **26** ein Fehlersignal erzeugen und der Bearbeitungsablauf des Werkstücks unterbrochen wird.

**[0044]** Der Toleranzbereich **T** ist so gewählt, dass üblicherweise auftretende Abweichungen des zu überwachenden Werkzeugs **24** gegenüber der Idealstellung vernachlässigt werden können und nicht zu einem Fehlersignal führen. Hieraus folgt, dass dann, wenn die Tastnadel **18** einen Widerstand in einem Bereich **C**, der sich zwischen der Ruhestellung und dem Beginn des Toleranzbereichs **T** erstreckt, höchst wahrscheinlich von einem Fremdobjekt **26** und insbesondere von einem Span **26** hervorgerufen wurde. Mit der wählbaren Größe des Toleranzbereichs **T** kann auch die Größe der Späne **26**, die noch akzeptiert werden kann, definiert werden. Folglich ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, mit einer hinreichenden Wahrscheinlichkeit von Fremdobjekten **26** und insbesondere von Spänen **26** hervorgerufene Fehlersignale von Fehlersignalen zu unterscheiden, welche von einer Beschädigung oder einem Bruch des Werkzeugs hervorgerufen werden. Befindet sich die Tastnadel **18** im ersten Fall im Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S**, wird kein Fehlersignal ausgegeben.

**[0045]** Wie bereits erwähnt, kann die Steuereinheit mittels der Übertragungseinrichtung **28** Informationen mit der Kontrolleinrichtung **30** austauschen. Insbesondere können die Gegenstandsfeststellungssignale, die Fehlersignale und die Fremdobjekt-Erkennungssignale an die Kontrolleinrichtung **30** übermittelt werden. Die Kontrolleinrichtung **30** kann mit mehreren Vorrichtungen **10** kommunizieren. Die Kontrolleinrichtung **30** kann jeden Messvorgang aufzeichnen und zählen, wie viele Gegenstandsfeststellungssignale, Fehlersignale und Fremdobjekt-Erkennungssignale innerhalb einer bestimmten Zeitdauer erzeugt worden sind. Folglich lassen sich Werkstücke einer Werkzeugprüfung zuordnen, so dass sich eine Rückverfolgbarkeit und eine Fehleranalyse durchführen lassen. Auch lassen sich Werkzeuge und/oder Werkzeugmaschinen identifizieren, die besonders zuverlässig oder besonders anfällig sind. Darüber hinaus lassen sich bestimmte Muster definieren, die beispielsweise ein Hinweis darauf sein können, dass ein Werkzeug allmählich ausgetauscht werden sollte, um einen Bruch zu vermeiden. Weiterhin lassen sich Hinweissignale definieren, beispielsweise, wenn zehnmal innerhalb einer bestimmten Zeitdauer ein Fremdobjekt-Erkennungssignal erzeugt worden ist. Hieraus lässt sich eine erhöhte Spannbildung ableiten, welcher man eventuell nachgehen sollte.

**[0046]** In **Fig. 3** sind die wesentlichen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand eines Ablaufdiagramms gezeigt. Als Schritt **P1** wird mittels der Steuereinheit **20** ein Toleranzbereich **T** definiert, der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt. Anschließend wird als Schritt **P2** mittels der Steuereinheit **20** ein sich dem Toleranzbereich **T** zur Ruhestellung hin anschließender Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** definiert. Nachdem der Toleranzbereich **T** und der Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** definiert sind, wird als Schritt **P3** die Tastnadel **18** aus der Ruhestellung entlang der Tastrichtung **D** zum zu überwachenden Gegenstand **D** bewegt. Als Schritt **P4a** wird für den Fall, dass die Tastnadel **18** im Toleranzbereich **T** oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** einen Gegenstand **22** detektiert, von der Steuereinheit **20** ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, welches einem Okay-Signal entspricht. Die folgenden Bearbeitungsabläufe werden durchgeführt.



**[0047]** Als Schritt **P4b** wird von der Steuereinheit **20** für den Fall, dass die Tastnadel **18** weder im Toleranzbereich **T** noch im Fremdobjekt-Erfassungsbereich **S** einen Gegenstand **22** detektiert, ein Fehlersignal erzeugt, mit welchem der weitere Bearbeitungsablauf unterbrochen wird.

**[0048]** Wie erwähnt, ist man bestrebt, die Tastnadel **18** so lang wie möglich mit der hohen Geschwindigkeit **v1** zu bewegen, unabhängig davon, ob ein Fremdkörper-Erfassungsbereich **S** vorgesehen ist oder nicht. Aus den unten dargestellten Ausführungsbeispielen für Tastnadeln mit zwei unterschiedlichen Längen ist ersichtlich, dass eine Zeitersparnis für eine Messung für den Fall erreicht werden kann, wenn ein erfindungsgemäßer Fremdkörper-Erfassungsbereich vorgesehen ist und der Toleranzbereich aber verkleinert wird.

**[0049]** Im Folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele dargestellt:  
Tastnadel 270 mm Länge

Messwinkel (°)	Messdauer (ms) Ohne Fremdkörper-Erfassungsbereich S, mit großem Toleranzbereich T (3°)	Messdauer (ms) Ohne Fremdkörper-Erfassungsbereich S, mit großem Toleranzbereich T (1°)	Messdauer (ms) Mit Fremdkörper-Erfassungsbereich S und kleinem Toleranzbereich T (0,1°)
10	425	345	301
45	556	480	450

**[0050]** Die Zeitersparnis beträgt je nach Winkel 30 - 120 ms.  
Tastnadel 510 mm Länge

Messwinkel (°)	Messdauer (ms) Ohne Fremdkörper-Erfassungsbereich S, mit großem Toleranzbereich T (3°)	Messdauer (ms) Ohne Fremdkörper-Erfassungsbereich S, mit großem Toleranzbereich T (1°)	Messdauer (ms) Mit Fremdkörper-Erfassungsbereich S und kleinem Toleranzbereich T (0,1°)
10	695	684	657
45	911	849	806

**[0051]** Die Zeitersparnis beträgt je nach Winkel 20 - 100 ms.

**[0052]** Die Zeitersparnis mag auf den ersten Blick gering erscheinen, wenn allerdings die Zeitersparnis auf die gesamte Messdauer bezogen wird, kann diese bis zu 10% betragen, ein für eine vollautomatisierte Fertigung mit kurzen Taktrate eine erhebliche Zeitersparnis.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Vorrichtung
<b>12</b>	Antriebseinrichtung
<b>14</b>	Abtriebswelle
<b>16</b>	Tastnadelhalter
<b>18</b>	Tastnadel
<b>18a</b>	Tastnadel in der Ruhestellung
<b>18b</b>	Tastnadel in Kontakt mit Fremdobjekt
<b>18c</b>	Tastnadel in der Prüfstellung
<b>20</b>	Steuereinheit
<b>21</b>	elektrische Leitung
<b>22</b>	Gegenstand
<b>22i</b>	Gegenstand in Idealstellung
<b>22x</b>	Gegenstand im Toleranzbereich

<b>24</b>	Werkzeug
<b>24i</b>	Werkzeug in Idealstellung
<b>24x</b>	Werkzeug im Toleranzbereich
<b>26</b>	Fremdkörper, Span
<b>28</b>	Übertragungseinrichtung
<b>30</b>	Kontrolleinrichtung
<b>B</b>	Bereich
<b>C</b>	Bereich
<b>D</b>	Tastrichtung
<b>R</b>	Drehachse
<b>S</b>	Fremdkörper-Erfassungsbereich
<b>T</b>	Toleranzbereich
<b>v1</b>	erste Geschwindigkeit
<b>v2</b>	zweite Geschwindigkeit
<b>P1 bis P4b</b>	Schritte des Verfahrens

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen oder Werkstücken, mit einer Vorrichtung (10), wobei die Vorrichtung

- eine Antriebseinrichtung (12),
- eine mit der Antriebseinrichtung (12) zwischen einer Ruhestellung und einer vorgebbaren Prüfstellung bewegbare Tastnadel (18) umfasst, wobei der Gegenstand (22) in der Prüfstellung eine Idealposition einnimmt, und
- eine Steuereinheit (20) zum Steuern der Vorrichtung aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
  - Definieren eines Toleranzbereichs (T) mittels der Steuereinheit (20), der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
  - Definieren eines sich dem Toleranzbereich (T) zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdobjekt-Erfassungsbereichs (S) mittels der Steuereinheit (20), wobei
    - für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) einen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, und
    - für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) keinen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Fehlersignal erzeugt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend folgenden Schritt:

- für den Fall, dass die Tastnadel im Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) einen Gegenstand (22) detektiert, Erzeugen eines Fremdobjekt-Erkennungssignals.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, umfassend folgenden Schritt:

- Übermitteln der Gegenstandsfeststellungssignale, der Fehlersignale und/oder der Fremdobjekt-Erkennungssignale an eine Kontrolleinrichtung (30) mittels einer Übertragungseinrichtung (28) .

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend folgende Schritte:

- Beschleunigen der Tastnadel (18) aus der Ruhestellung auf eine erste Geschwindigkeit (v1), und
- Abbremsen der Tastnadel (18) von der ersten Geschwindigkeit (v1) auf eine geringere zweite Geschwindigkeit (v2) derart, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) mit der zweiten Geschwindigkeit (v2) bewegt wird.

5. Vorrichtung zum Überwachen von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen oder Werkstücken, wobei die Vorrichtung (10)

- eine Antriebseinrichtung (12),
- eine mit der Antriebseinrichtung (12) zwischen einer Ruhestellung und einer vorgebbaren Prüfstellung bewegbare Tastnadel (18) umfasst, wobei der Gegenstand (22) in der Prüfstellung eine ideale Position einnimmt, und

- eine Steuereinheit (20) zum Steuern der Vorrichtung aufweist, wobei die Steuereinheit (20) derart eingerichtet ist, dass
- ein Toleranzbereich (T), der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
- ein sich dem Toleranzbereich (T) zur Ruhestellung hin anschließender Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) mittels der Steuereinheit (20) definierbar sind, wobei für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) einen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Steuereinheit (20) derart eingerichtet ist, dass

- die Tastnadel (18) aus der Ruhestellung auf eine erste Geschwindigkeit (v1) beschleunigt wird, und
- die Tastnadel (18) von der ersten Geschwindigkeit (v1) auf eine geringere zweite Geschwindigkeit (v2) derart abgebremst wird, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) mit der zweiten Geschwindigkeit (v2) bewegt wird.

7. Computerprogramm zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und/oder zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6 zum Überwachen von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen und/oder zum mechanischen Abtasten von Gegenständen (22), insbesondere von Werkzeugen oder Werkstücken, wobei das Computerprogramm Programmmittel zum Veranlassen einer Steuereinheit (20) umfasst, die folgenden Schritte auszuführen, wenn das Computerprogramm auf der Steuereinheit (20) ausgeführt wird:

- Definieren eines Toleranzbereichs (T) mittels der Steuereinheit (20), der sich ausgehend von der Prüfstellung mit demselben Maß zur Ruhestellung hin und von der Ruhestellung weg um die Prüfstellung erstreckt, und
- Definieren eines sich dem Toleranzbereich (T) zur Ruhestellung hin anschließenden Fremdobjekt-Erfassungsbereichs (S) mittels der Steuereinheit (20), wobei
- für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) oder im Fremdobjekt-Erfassungsbereich (S) einen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt, und
- für den Fall, dass die Tastnadel (18) im Toleranzbereich (T) keinen Gegenstand (22) detektiert, die Steuereinheit (20) ein Fehlersignal erzeugt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

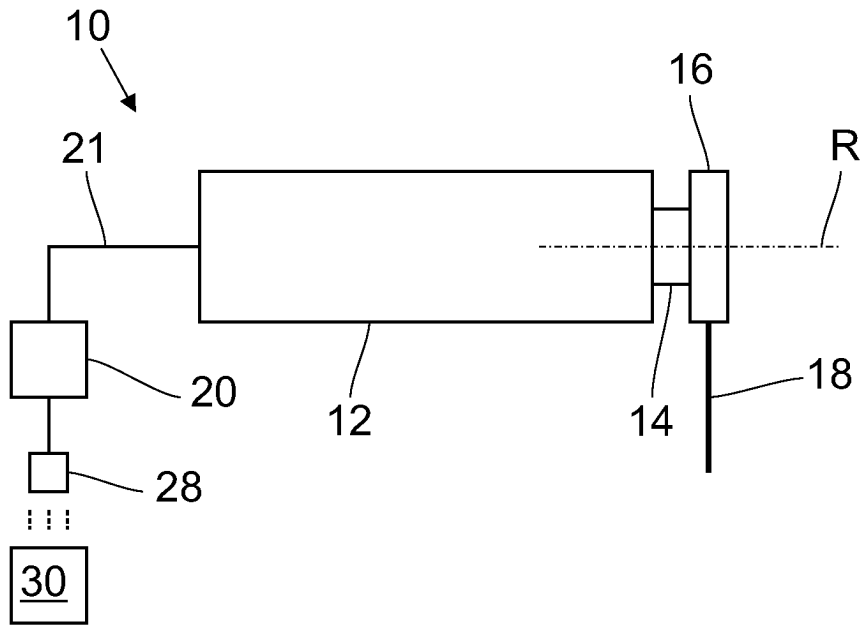


Fig.1

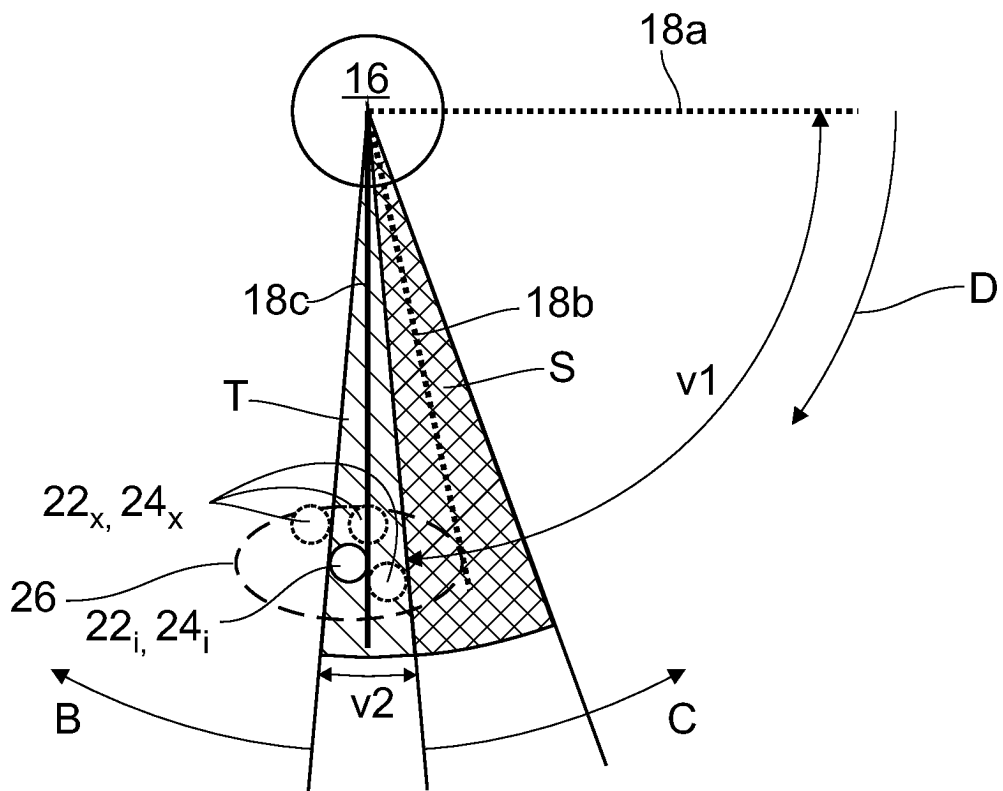
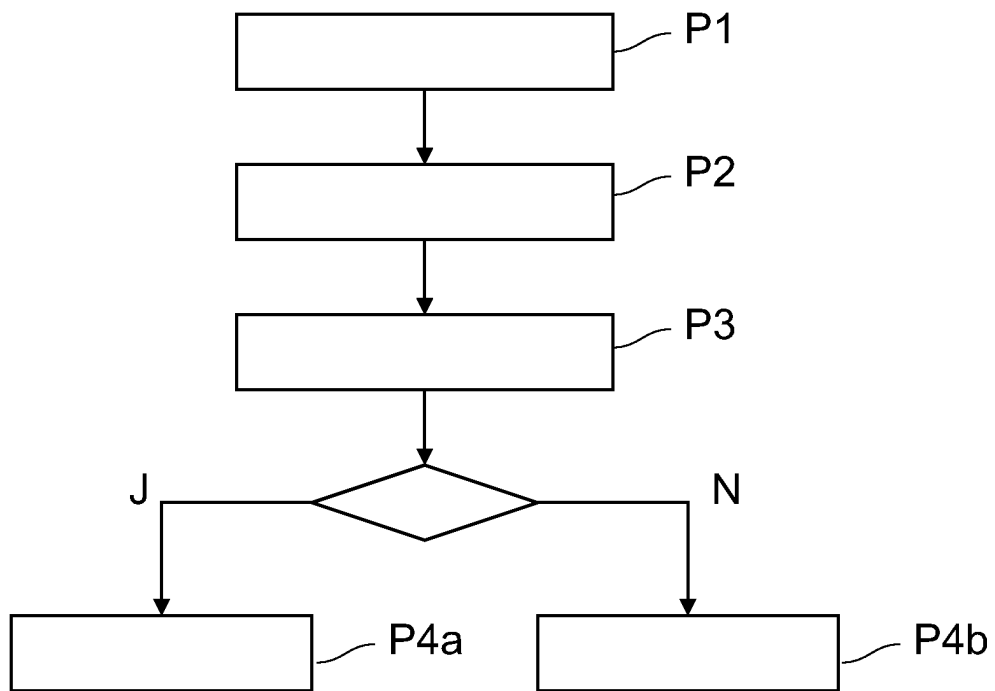


Fig.2



**Fig.3**