

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Elektrowerkzeug gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Elektrowerkzeugs gemäß Patentanspruch 11.

Stand der Technik

[0002] Im Stand der Technik ist es beispielsweise aus DE 101 03 142 A1 bekannt, eine Startsicherheitsroutine gegen Startblockierungen vorzusehen, bei welchem für einen kurzen Zeitabschnitt ein Elektromotor über einen bestimmbaren Widerstand mit dem Stromnetz verbunden ist und durch eine über den Zeitabschnitt vorgenommene Messung des Rotordrehwinkels in Abhängigkeit von dem Anlaufverhalten eines Rotors im Zeitabschnitt einen Grenzwert und/oder der Abschaltzeitpunkt für eine Sicherheitsroutine gegen Werkzeugblockierungen festgelegt wird.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, den Bedienkomfort eines Elektrowerkzeugs für einen Benutzer zu erhöhen.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch das Elektrowerkzeug gemäß Patentanspruch 1 und durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 11 gelöst.

[0005] Das beschriebene Elektrowerkzeug und das beschriebene Verfahren weisen den Vorteil auf, dass eine unkontrollierte Drehbewegung des Elektrowerkzeugs, die den Bedienkomfort für den Benutzer reduziert, sicher und zuverlässig erfasst wird. Dies wird dadurch erreicht, dass ein Filter vorgesehen ist, der wenigstens einen Messwert der erfassten Bewegung filtert, und wobei die Leistung des Antriebs, d.h. das Drehmoment und/oder die Drehzahl reduziert werden und/oder der Antrieb abgeschaltet wird und/oder der Antrieb gebremst wird, wenn der gefilterte Messwert einen Grenzwert erreicht und/oder über- oder unterschreitet.

[0006] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] In einer Ausführungsform wird als Filter ein Tiefpassfilter und/oder ein Hochpassfilter vorgesehen. Mit Hilfe des Tiefpassfilters und/oder des Hochpassfilters kann eine präzise Erfassung des Messsignals durchgeführt werden. Als Grenzfrequenz für den Tiefpassfilter können beispielsweise Werte von 125 Hz oder 250 Hz verwendet werden. Als Hochpassfilter können Filter verwendet werden, die eine Grenzfrequenz von beispielsweise 0,5 Hz oder 1 Hz aufweisen. Durch die Verwendung des Tiefpassfil-

ters und/oder des Hochpassfilters wird das erfasste Messsignal von Störsignalanteilen getrennt. Damit wird eine präzisere Auswertung des Messsignals ermöglicht.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform ist die Charakteristik des Filters abhängig von der Art des Akkus, insbesondere abhängig von dem Gewicht des verwendeten Akkus. Elektrowerkzeuge können mit verschiedenen Akkus betrieben werden. Dabei können Akkus mit unterschiedlichem Gewicht verwendet werden. Die Akkus mit unterschiedlichem Gewicht haben somit einen Einfluss auf das Schwingungsverhalten des Elektrowerkzeugs. Deshalb bietet die Berücksichtigung des Gewichts des Akkus eine verbesserte Messsignalauswertung, sodass Störsignale besser herausgefiltert werden können.

[0009] Der Typ des Akkus kann beispielsweise automatisch vom Elektrowerkzeug erfasst werden oder über eine Eingabeeinrichtung wie z.B. einen Schalter, einen Wählhebel von einer Bedienperson eingegeben werden.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform weist das Elektrowerkzeug einen Beschleunigungssensor und/oder einen Drehratensensor auf, wobei das Messsignal des Beschleunigungssensors und das Messsignal des Drehratensensors mit unterschiedlichen Filtercharakteristiken gefiltert werden kann. Durch die Verwendung des Beschleunigungssensors und des Drehratensensors ist eine erhöhte und verbesserte Genauigkeit über die Art der Bewegung des Elektrowerkzeugs möglich. Der Beschleunigungssensor und der Drehratensensor liefern unterschiedliche Messsignale, so dass eine individuelle Filterung der unterschiedlichen Messsignale eine verbesserte Signalauswertung ermöglicht.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform wird das gefilterte Messsignal des Beschleunigungssensors und/oder das gefilterte Messsignal des Drehratensensors zeitlich integriert und für die Erkennung einer unkontrollierten Drehbewegung oder ähnlicher Komfortbeeinträchtigung verwendet. Durch die Integration des Messsignals wird eine weitere Information über die Art der Bewegung des Elektrowerkzeugs gewonnen. Somit kann die Bewegung des Elektrowerkzeugs besser im Hinblick auf einen Bedienkomfort für die Bedienperson bewertet werden.

[0012] Insbesondere wird eine verbesserte Erkennung einer Beeinträchtigung des Bedienkomforts erreicht, wenn sowohl das Messsignal des Beschleunigungssensors als auch das Messsignal des Drehratensensors für die Erkennung einer Bewegung des Elektrowerkzeugs verwendet werden. Dazu sind beispielsweise für das Messsignal des Beschleunigungssensors und das Messsignal des Drehratensensors unterschiedliche Vergleichswerte, Schwell-

werte oder zeitliche Verläufe der Vergleichswerte oder Schwellwerte zum Erkennen einer Bewegung des Elektrowerkzeuges und/oder einer unkontrollierten Drehbewegung oder ähnlicher Komfortbeeinträchtigung abgespeichert. Beispielsweise wird eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts nur dann erkannt, wenn das Messsignal des Beschleunigungssensors und das integrierte Messsignal des Beschleunigungssensors und das Messsignal des Drehratensensors und das integrierte Messsignal des Drehratensensors vorgegebene Werte erfüllen. Somit wird mit hoher Präzision eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts erkannt.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform wird zur Erkennung einer Beeinträchtigung des Bedienkomforts vom Beschleunigungssensor ein Messsignal in wenigstens zwei senkrecht aufeinander stehenden Bewegungsrichtungen erfasst und für die Erkennung eines Zustandes mit einem reduzierten Bedienkomfort verwendet. Damit ist eine präzisere Erfassung der Bewegung des Elektrowerkzeugs möglich.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0015] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Seitenansicht eines Elektrowerkzeugs;

[0016] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Frontansicht eines Elektrowerkzeugs;

[0017] Fig. 3 einen ersten Verfahrensablauf zur Auswertung eines Messsignals eines Beschleunigungssensors;

[0018] Fig. 4 einen zweiten Verfahrensablauf zur Auswertung eines Messsignals eines Beschleunigungssensors;

[0019] Fig. 5 einen Verfahrensablauf zur Auswertung eines Messsignals eines Drehratensensors; und

[0020] Fig. 6 ein weiteres Verfahren zur Auswertung eines Messsignals eines Drehratensensors.

[0021] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Elektrowerkzeug **1**, das in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in Form einer Bohrmaschine oder als Schrauber ausgebildet ist. Das Elektrowerkzeug **1** kann jedoch auch in anderen Ausführungsformen realisiert sein, wie z.B. als Winkelschleifer oder als Kettensäge ausgebildet sein. Das Elektrowerkzeug **1** weist als Werkzeug **2** einen Bohrer auf. Zudem ist ein elektrischer Antrieb **3** vorgesehen, der mit dem Werkzeug **2** in Wirkverbindung steht. Der Antrieb **3** kann direkt oder über ein Getriebe mit dem Werkzeug **2** in Wirkverbindung stehen. Der Antrieb **3** steht mit einem Akku **4** in Verbindung, wobei der Akku **4** den Antrieb **3** mit elektrischer Energie versorgt. An-

stelle des Akkus **4** kann das Elektrowerkzeug **1** auch über ein Kabel mit Strom versorgt werden.

[0022] Das Elektrowerkzeug **1** weist weiterhin einen Schalter **5** als Bedieneinrichtung auf, durch dessen Betätigung der Antrieb **3** ein- oder ausgeschaltet werden kann. Weiterhin ist ein Steuergerät **6** vorgesehen, das die Schaltposition des Schalters **5** erfasst und in Abhängigkeit von der Schaltposition des Schalters **5** den Antrieb **3** entsprechend ansteuert. Zudem ist das Steuergerät **6** mit einem Beschleunigungssensor **7** verbunden. Der Beschleunigungssensor **7** ist in einem Griff **9** möglichst weit beabstandet von einer Drehachse **10** des Werkzeugs **2** angeordnet. Die Drehachse **10** läuft in der Längsachse des Bohrers **2**. Zudem ist ein Drehratensensor **8** vorgesehen, der ebenfalls mit dem Steuergerät **6** verbunden ist. Der Drehratensensor **8** erfasst als Messsignal eine Drehung des Elektrowerkzeugs **1** und gibt dieses an das Steuergerät **6** weiter. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann nur ein Beschleunigungssensor oder nur ein Drehratensensor vorgesehen sein. Zudem kann in einer weiteren Ausführungsform ein Drehratensensor und ein Beschleunigungssensor vorgesehen sein. Zudem können auch mehrere Beschleunigungssensoren und/oder Drehratensensoren vorgesehen sein.

[0023] Der Beschleunigungssensor **7** ist ausgebildet, um eine Beschleunigung in einer x-Achse **11** und/oder in einer z-Achse **12** zu erfassen. Die x-Achse **11** und die z-Achse **12** stehen senkrecht aufeinander und sind schematisch in Fig. 1 in Form von Pfeilen dargestellt. Weiterhin ist ein Filter **13** vorgesehen, das die Messsignale des Beschleunigungssensors **7** und/oder die Messsignale des Drehratensensors **8** mit einer festgelegten Filtercharakteristik filtert. Beispielsweise kann das Filter **13** als Tiefpassfilter und/oder als Hochpassfilter ausgebildet sein. Das Tiefpassfilter kann beispielsweise eine Grenzfrequenz von 125 Hz oder 250 Hz aufweisen, wobei das Tiefpassfilter die Frequenz eines Messsignal unter der Grenzfrequenz im Wesentlichen unverändert weitergibt und über der Grenzfrequenz abschneidet. In der Ausführungsform als Hochpassfilter kann das Filter **13** eine Grenzfrequenz von beispielsweise 0,5 Hz oder 1 Hz aufweisen. Das Hochpassfilter gibt das Messsignal im Bereich oberhalb der Grenzfrequenz im Wesentlichen unverändert weiter und schneidet das Messsignal unterhalb der Grenzfrequenz ab. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann das Filter **13** sowohl die Hochpassfilterung als auch die Tiefpassfilterung durchführen. Zudem können andere als die beispielhaft genannten Werte für die Grenzfrequenzen des Hochpassfilters und/oder des Tiefpassfilters verwendet werden, wobei die Grenzfrequenzen die Filtercharakteristik festlegen.

[0024] Weiterhin kann eine Integrationseinheit **18** vorgesehen sein, die die Messsignale des Beschleu-

nigungssensors **7**, und/oder des Drehratensensors **8** nach der Filterung zeitlich integriert und diese integrierten Messsignale an das Steuergerät **6** weiterleitet.

[0025] Fig. 2 zeigt in einer schematischen Frontansicht das Elektrowerkzeug **1**, wobei die x-Achse **11** und die z-Achse **12** im rechten Winkel zueinander angeordnet sind.

[0026] Der Beschleunigungssensor **7** ist ausgebildet, um die Beschleunigung des Elektrowerkzeugs **1** in der x-Achse **11** und/oder in der z-Achse **12** zu erfassen. Die für die zwei Achsen **11**, **12** getrennten Messsignale werden über das Filter **13** getrennt an das Steuergerät **6** weitergeleitet. Vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor **7** mit einem möglichst großen Abstand zur Drehachse **10** angeordnet. Somit ergibt sich ein ausreichender Abstand des Nutzsensors im Vergleich zur Erdbeschleunigung, so dass im Verhältnis zu den interessierenden Beschleunigungswerten die Erdbeschleunigung vernachlässigt werden kann. Damit kann auf eine genaue Bestimmung und eine Kompensation der Erdbeschleunigung z.B. durch ein Hochpassfilter verzichtet werden.

[0027] Die vom Beschleunigungssensor gemessene Beschleunigung ergibt sich aus der Entfernung des Beschleunigungssensors **7** zur Drehachse **10** und kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\omega^2 = \frac{a_z}{r} \Rightarrow a_z = \left(\frac{2 \cdot \pi}{t} \right)^2 \cdot r,$$

wobei mit ω die Winkelgeschwindigkeit, mit a_z die Beschleunigung in der z-Achse, mit r der Abstand des Beschleunigungssensors **7** zur Drehachse **10** und mit t die Zeit bezeichnet ist. Auf Grundlage dieser Formel kann ein Grenzwert für eine zulässige Beschleunigung des Elektrowerkzeugs **1** festgelegt werden. Überschreitet die vom Beschleunigungssensor **7** erfasste Beschleunigung den festgelegten Grenzwert, so wird eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts erfasst.

[0028] Ein weiterer Grenzwert kann dadurch festgelegt werden, dass eine Zeitspanne festgelegt wird, für die der Grenzwert für die Beschleunigung überschritten sein muss, bevor eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts erkannt wird. Die Zeitspanne kann auf Grundlage einer maximalen Drehzahl des Antriebs **3** und dem für einen Anwender zumutbaren Drehwinkel bestimmt werden. Diese Daten sind beispielsweise in einem Speicher **14** abgelegt, der mit dem Steuergerät **6** in Verbindung steht. Erkennt das Steuergerät **6**, dass einer oder mehrere der festgelegten Grenzwerte überschritten wird, so begrenzt das Steuergerät **6** die elektrische Leistung für den Antrieb **3** und/

oder bremst den Antrieb **3** ab und/oder unterbricht die elektrische Versorgung des Antriebs **3**.

[0029] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können auch mehrere Beschleunigungssensoren **7** vorgesehen sein, wobei jeder Beschleunigungssensor **7** ein Messsignal für die x-Achse und/oder für die z-Achse erfasst. In der dargestellten Ausführungsform wird eine Filterung der erfassten Messsignale beispielsweise mit einem Tiefpassfilter durchgeführt. Durch das Tiefpassfilter werden Störungen, wie sie beispielsweise in einem Hammerbetrieb des Elektrowerkzeugs auftreten, unterdrückt. Dadurch wird der Signalverlauf des erfassten Messsignals präziser. Eine Grenzfrequenz des Tiefpassfilters kann für jedes Elektrowerkzeug individuell angepasst werden. Insbesondere kann die Grenzfrequenz des Tiefpassfilters abhängig von der Art des verwendeten Akkus **4**, insbesondere abhängig vom Gewicht des Akkus **4** festgelegt werden.

[0030] Das Steuergerät **6** kann den Vergleich der übermittelten Messsignale mit den dazu abgelegten Grenzwerten selbst durchführen. Zudem kann eine separate Auswerteschaltung in analoger oder digitaler Form vorgesehen sein, die den Vergleich der erfassten Messsignale mit den festgelegten Grenzwerten durchführt. Insbesondere kann als Grenzwert auch ein zeitlicher Verlauf eines Messsignals vorgegeben sein. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform bereits der Beschleunigungssensor **7** entsprechend analoge und/oder digitale Schaltungen aufweisen, um das erfasste Messsignal mit den festgelegten Grenzwerten zu vergleichen. Bei dieser Ausführungsform gibt der Beschleunigungssensor **7** beispielsweise nur noch eine Information an das Steuergerät **6**, dass ein Zustand mit einem reduzierten Bedienkomfort vorliegt oder nicht. Die weitere Begrenzung der Leistung des Antriebs **3** führt dann das Steuergerät **6** beispielsweise abhängig von den vorliegenden Informationen über den Zustand des reduzierten Bedienkomforts durch.

[0031] Beispielsweise können sich die verwendeten Akkus **4** in der Speicherkapazität und damit im Gewicht unterscheiden. Ein Akku **4** kann beispielsweise ein Gewicht von 1800 g oder 1250 g oder 330 g oder von 590 g aufweisen. In Abhängigkeit vom Gewicht des Akkus **4** weist das Elektrowerkzeug andere Schwingungsfrequenzen auf. Damit ist es von Vorteil, das Gewicht, d.h. den Typ des Akkus **4** bei der Auswahl der Filtercharakteristik für das Filter zu berücksichtigen. Das Steuergerät **6** wählt abhängig vom Typ des Akkus, d. h. abhängig vom Gewicht andere Grenzwerte und/oder andere Filtercharakteristiken für das Filter **13**, d. h. z. B. andere Grenzfrequenzen.

[0032] Das Elektrowerkzeug **1** kann eine Eingabeinheit **15** aufweisen, über die ein Typ des Akkus **4** eingegeben wird. Die Eingabeinheit **15** kann im

einfachsten Fall in Form eines Schalters ausgebildet sein, der zwischen zwei verschiedenen Gewichtstypen des Akkus hin- und hergeschaltet werden kann. Beispielsweise kann im Speicher **14** eine Information über das Gewicht des Typs des Akkus **4** abgelegt sein. Zudem kann eine Erkennungsschaltung **16** am Elektrowerkzeug **1** vorgesehen sein, die den Typ des Akkus **4** erkennt und eine entsprechende Information an das Steuergerät **6** weitergibt. Auch in diesem Fall kann eine Zuordnung des Typs des Akkus **4** zu einem Gewicht des Akkus **4** im Speicher **14** abgelegt sein. Die Erkennungsschaltung **16** kann beispielsweise einen Barcode eines Akkus **4** erfassen, der die entsprechende Information für den Typ des Akkus **4** beinhaltet. Zudem kann die Erkennungsschaltung **16** eine elektronische Schaltung sein, die einen weiteren Speicher **17** des Akkus **4** ausliest, wobei im weiteren Speicher **17** der Typ des Akkus **4** abgelegt ist.

[0033] Mit Hilfe des Drehratensensors **8** wird eine Drehung des Elektrowerkzeugs **1** erfasst und über das Filter **13** an das Steuergerät **6** weitergeleitet. Durch die Verwendung eines Beschleunigungssensors und eines Drehratensensors wird eine präzise und sichere Erfassung einer unkontrollierten Bewegung des Elektrowerkzeugs, die eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts darstellt, erreicht. Ein reduzierter Bedienkomfort tritt beispielsweise dann auf, wenn sich der Bohrer **2** beim Bohren verklemmt und das Elektrowerkzeug **1** um die Drehachse **10** des Bohrers **3** gedreht wird. In analoger Weise kann auch eine Schleifplatte eines Winkelschleifers festklemmen und zu einem Verschwenken des Winkelschleifers führen.

[0034] Beim Erkennen einer unkontrollierten Bewegung des Elektrowerkzeugs wird mit Hilfe des Steuergeräts **6** der Antrieb **3** abgebremst oder ausgeschaltet. Mit Hilfe der beschriebenen Anordnung können sowohl sehr schnelle als auch langsame Bewegungen des Elektrowerkzeugs erfasst und berücksichtigt werden. Schnelle Bewegungen des Elektrowerkzeugs **1** treten beispielsweise beim Anziehen einer metrischen Schraube auf. Die metrische Schraube kann sehr leicht eingedreht werden. Beim Aufliegen des Schraubenkopfes blockiert jedoch diese schlagartig. Dies kann dazu führen, dass das Elektrowerkzeug entgegen der Drehrichtung des Antriebes beschleunigt und so eine unkontrollierte Bewegung ausführt.

[0035] Langsame Bewegungen des Elektrowerkzeugs können auftreten, wenn beispielsweise lange Holzschrauben eingedreht werden. Beim Einschrauben der langen Holzschrauben baut sich das Haltemoment langsam und stetig auf. Wenn das Haltemoment die Kraft des Anwenders übersteigt, fängt das Elektrowerkzeug an, sich langsam entgegen der Drehrichtung des Antriebes zu drehen. Auch hier kann eine unkontrollierte Bewegung ausgeführt wer-

den, falls der Anwender das Elektrowerkzeug **1** nicht rechtzeitig ausschaltet.

[0036] Im Steuergerät **6** können die Messsignale des Beschleunigungssensors **7** und/oder des Drehratensensors **8** auf verschiedene Weisen aufbereitet und verarbeitet werden, die anhand der folgenden **Fig. 3** bis **Fig. 5** erläutert werden.

[0037] **Fig. 3** zeigt ein erstes Verfahren, bei dem der Beschleunigungssensor **7** bei Programmpunkt **100** ein Messsignal für eine Beschleunigung in der x-Achse **11** und/oder in der z-Achse **12** erfasst. Die Messsignale werden bei einem folgenden Programmpunkt **110** einer Tiefpassfilterung durch das Filter **13** unterzogen. Das Tiefpassfilter weist in diesem Beispiel eine Grenzfrequenz von ca. 125 Hz auf. Anschließend wird das gefilterte Messsignal bei Programmpunkt **120** einer Hochpassfilterung durch das Filter **13** unterzogen. Das Hochpassfilter weist eine Grenzfrequenz von ca. 1 Hz auf. Anschließend wird das gefilterte Signal an das Steuergerät **6** übermittelt. Bei Programmpunkt **130** überprüft das Steuergerät **6** die übermittelten Messsignale für die x- und/oder z-Achse mit entsprechenden Vergleichswerten. Beispielsweise ist als Vergleichswert eine Beschleunigung von 3G für eine Zeitdauer von 20 ms abgelegt. Erkennt nun das Steuergerät **6**, dass das Messsignal für die x-Achse und/oder das Messsignal für die z-Achse eine Beschleunigung von größer als 3G für eine Zeitdauer länger als 20 ms anzeigt, so wird eine Beeinträchtigung des Bedienkomforts erkannt und der Antrieb **3** gebremst und/oder abgeschaltet.

[0038] **Fig. 4** zeigt ein weiteres Verfahren zur Erfassung einer Beeinträchtigung des Bedienkomforts. Dabei wird bei Programmpunkt **200** durch den Beschleunigungssensor **7** ein Messsignal für die x-Achse **11** erfasst. Das erfasste Messsignal wird bei einem folgenden Programmpunkt **210** einer Tiefpassfilterung unterzogen. Das Tiefpassfilter **13** kann eine Grenzfrequenz von 125 Hz aufweisen. Anschließend wird bei einem folgenden Programmpunkt **220** eine zeitliche Integration des gefilterten Messsignals durchgeführt. Aus dieser Integration resultiert eine Drehgeschwindigkeit des Elektrowerkzeugs **1**. Das integrierte Messsignal wird anschließend an das Steuergerät **6** weitergeleitet. Das Steuergerät **6** führt bei einem folgenden Programmpunkt **230** einen Vergleich mit einem festgelegten Vergleichswert durch. Dabei kann als Vergleichswert eine maximale Drehgeschwindigkeit und abhängig von der gewählten Ausführungsform zusätzlich eine zeitliche Dauer für die Dauer der Überschreitung der maximalen Drehgeschwindigkeit verwendet werden. Erkennt nun das Steuergerät bei Programmpunkt **230**, dass der Vergleichswert für die Drehgeschwindigkeit überschritten ist oder die Zeitdauer für die maximale Drehgeschwindigkeit überschritten ist, so wird vom Steuergerät **6** ein Zustand mit einem schlechten Bedien-

komfort erkannt und der Antrieb **3** gebremst und/oder abgeschaltet.

[0039] Zudem kann in einem folgenden Verfahrensschritt **240** eine erneute zeitliche Integration durchgeführt werden. Die erneute zeitliche Integration bei Programmschritt **240** liefert einen Ort bzw. einen Verdrehwinkel für das Elektrowerkzeug **1**. Anschließend wird bei einem folgenden Programmpunkt **250** vom Steuergerät **6** erneut ein Vergleich mit einem Vergleichswert durchgeführt. In diesem Fall ist ein Grenzwert für einen maximalen Verdrehwinkel vorgesehen. Ergibt der Vergleich bei Programmpunkt **250**, dass der berechnete Verdrehwinkel größer ist als der abgespeicherte Vergleichsverdrehwinkel, so wird ein Zustand mit einem schlechten Bedienkomfort erkannt. Durch die Berücksichtigung des Verdrehwinkels können auch langsame Bewegungen des Elektrowerkzeugs erkannt werden, die ebenfalls zu einem schlechten Bedienkomfort führen können.

[0040] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform des Verfahrens, bei dem Messsignale eines Drehratensensors **8** zur Erkennung eines Zustandes für einen schlechten Bedienkomfort erfasst und ausgewertet werden. Bei Programmpunkt **300** erfasst der Drehratensensor **8** ein Messsignal zur Erkennung einer Drehrate beispielsweise in der x-Achse **11**. Das erfasste Messsignal wird bei einem Programmpunkt **310** einer Tiefpassfilterung durch das Filter **13** unterzogen. Das verwendete Tiefpassfilter kann beispielsweise eine Grenzfrequenz von 250 Hz aufweisen. Anschließend wird das gefilterte Messsignal bei einem folgenden Programmpunkt **320** einer Hochpassfilterung unterzogen. Das verwendete Hochpassfilter kann eine Grenzfrequenz von beispielsweise 0,5 Hz aufweisen. Anschließend wird das gefilterte Messsignal des Drehratensensors **8** dem Steuergerät **6** zugeführt. Das Steuergerät **6** vergleicht bei Programmpunkt **330** das gefilterte Messsignal mit einem vorgegebenen Schwellwert. Erkennt das Steuergerät, dass das erfasste Messsignal den Schwellwert überschreitet, so wird ein Zustand mit einem schlechten Bedienkomfort erkannt. Abhängig von der gewählten Ausführungsform verwendet das Steuergerät zusätzlich zum Schwellwert eine vorgegebene Zeitdauer.

[0041] Erkennt das Steuergerät **6**, dass der vorgegebene Schwellwert für die vorgegebene Zeitdauer überschritten wird, so wird ein Zustand mit einem reduzierten Bedienkomfort erkannt. Bei Erkennen des reduzierten Bedienkomforts wird der Antrieb **3** abgebremst und/oder in der Leistung reduziert oder abgeschaltet.

[0042] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform zur Verarbeitung eines Messsignals des Drehratensensors **8**. Bei Programmpunkt **400** erfasst der Drehratensensor **8** ein Messsignal für eine Drehung in der x-Achse **11**. Das erfasste Messsignal wird bei

einem folgenden Programmpunkt **410** tiefpassgefiltert. Das Tiefpassfilter **13** kann eine Grenzfrequenz von 250 Hz aufweisen. Anschließend wird das gefilterte Messsignal bei einem folgenden Programmpunkt **420** einer zeitlichen Integration unterzogen. Auf diese Weise wird ein Drehwinkel berechnet. Die Integration kann im Steuergerät **6** durchgeführt werden. Bei einem folgenden Programmpunkt **430** vergleicht das Steuergerät **6** den berechneten Drehwinkel mit einem abgespeicherten Vergleichswert. Überschreitet der berechnete Drehwinkel den abgespeicherten Vergleichswert, so wird ein Zustand mit einem reduzierten Bedienkomfort erkannt. Bei Erkennen des reduzierten Bedienkomforts wird der Antrieb **3** gebremst, abgeschaltet oder wenigstens die elektrische Leistung für den Antrieb reduziert.

[0043] Von den in den Fig. 3 bis Fig. 6 beschriebenen Verfahren können beispielsweise wenigstens zwei der Verfahren parallel durchgeführt werden. Abhängig von der gewählten Ausführungsform können auch alle Verfahren parallel oder zeitlich nacheinander durchgeführt werden. Durch die beschriebenen Verfahren stehen mehrere Messsignale und Informationen über die Bewegung des Elektrowerkzeugs für die sichere Erkennung einer unkontrollierten Bewegung eines Elektrowerkzeugs **1** zur Verfügung. Dadurch können sowohl schnelle als auch langsame Bewegungen ausgewertet und beispielsweise ein Zustand mit einem reduzierten Bedienkomfort zuverlässig erkannt werden.

[0044] Um mögliche Fehlauflösungen durch beispielsweise starke Vibrationen bei der Anwendung im Bohrhammer zu verhindern, können auch einzelne Verfahren miteinander kombiniert werden. So kann beispielsweise das Elektrowerkzeug nur dann abgeschaltet werden, wenn das Verfahren von Fig. 3 und das Verfahren von Fig. 5 zur Erkennung einer Beeinträchtigung des Bedienkomforts führen.

[0045] Zusätzlich bzw. alternativ zu dem Drehratensensor kann auch ein Magnetfeldsensor verwendet werden. Die Messwerte des Magnetfeldsensors können in der gleichen Art und Weise ausgewertet werden, wie die Messwerte des Drehratensensors.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10103142 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Elektrowerkzeug (1) mit einem Antrieb (3) für ein Werkzeug (2), mit einer Bedieneinrichtung (5) zur Aktivierung des Elektrowerkzeuges, mit einer Einrichtung (7, 8) zur Erfassung einer Bewegung des Elektrowerkzeuges (1), wobei ein Filter (13) vorgesehen ist, um wenigstens einen Messwert der erfassten Bewegung zu filtern, und wobei ein Steuergerät (6) vorgesehen ist, um eine vorgegebene Leistung des Antriebes (3) zu reduzieren und/oder den Antrieb (3) abzubremesen, wenn der gefilterte Messwert einen Grenzwert erreicht.

2. Elektrowerkzeug nach Anspruch 1, wobei als Filter (13) ein Tiefpassfilter und/oder ein Hochpassfilter vorgesehen sind.

3. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Akku (4) zur Versorgung des Antriebes (3) mit elektrischer Energie vorgesehen ist, wobei eine Filtercharakteristik des Filter (13) von dem Akku abhängt, insbesondere von dem Gewicht des Akku abhängt.

4. Elektrowerkzeug nach Anspruch 3, wobei eine Erkennungsschaltung (16) vorgesehen ist, die ausgebildet ist, um einen Typ des Akkus (4) zu erkennen oder eine Eingabeeinheit (15) vorgesehen ist, die zur Eingabe des Typs des Akkus vorgesehen ist, um die passende Filtercharakteristik festzulegen.

5. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung einen Beschleunigungssensor (7) und/oder einen Drehratensensor (8) aufweist, wobei zur Filterung des Messsignals des Beschleunigungssensors (7) ein erstes Filter (13) mit einer ersten Filtercharakteristik vorgesehen ist, wobei zur Filterung des Messsignals des Drehratensensors (8) ein zweites Filter (13) mit einer zweiten Filtercharakteristik vorgesehen ist.

6. Elektrowerkzeug nach Anspruch 5, wobei für eine Integration des gefilterten Messsignals des Beschleunigungssensors (7) und/oder für eine Integration des gefilterten Messsignal des Drehratensensors (8) eine Integrationseinheit (18) vorgesehen ist, und wobei das Steuergerät (6) ausgebildet ist, um das integrierte Messsignal des Beschleunigungssensors (7) und/oder das integrierte Messsignal des Drehratensensors (8) zur Erkennung einer Beeinträchtigung eines Bedienkomforts zu verwenden.

7. Elektrowerkzeug nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei das Steuergerät (6) ausgebildet ist, um eine Beeinträchtigung eines Bedienkomforts dann zu erkennen, wenn das Messsignal des Beschleunigungssensors (7) und das Messsignal des Drehratensensors (8) vorgegebene Werte erreichen und/oder überschreiten.

8. Elektrowerkzeug nach einem der Ansprüche 6 oder 6 und 7, wobei das Steuergerät (6) ausgebildet ist, um eine Beeinträchtigung eines Bedienkomforts dann zu erkennen, wenn das integrierte Messsignal des Beschleunigungssensors und das integrierte Messsignal des Drehratensensors vorgegebene Werte erreichen und/oder überschreiten.

9. Elektrowerkzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei der Beschleunigungssensor (7) zur Erfassung von wenigstens zwei senkrecht aufeinander stehenden Bewegungsrichtungen des Elektrowerkzeuges (1) vorgesehen ist, wobei das Steuergerät (6) ausgebildet ist, um für eine Erfassung der Bewegung des Elektrowerkzeuges (1) die Bewegung des Elektrowerkzeuges (1) in den zwei Bewegungsrichtungen zu verwenden.

10. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Vergleichswert ein Grenzwert, und/oder ein Grenzwert und eine Zeitdauer, und/oder eine Verlaufsfunktion der Bewegung über die Zeit oder eine Wegstrecke vorgegeben ist.

11. Verfahren zum Betreiben eines Elektrowerkzeuges mit einem Antrieb für ein Werkzeug, wobei eine Bewegung des Elektrowerkzeuges mit einem Messsignal erfasst wird, wobei wenigstens ein Messsignal gefiltert wird und wobei eine vorgegebene Leistung des Antriebes reduziert und/oder der Antrieb (3) abgebremst wird, wenn das gefilterte Messsignal einen Grenzwert erreicht, der einer Beeinträchtigung eines Bedienkomforts entspricht.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Antrieb von einem Akku mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei das Messsignal abhängig von dem Akku, insbesondere von einem Gewicht des Akku mit unterschiedlicher Filtercharakteristik gefiltert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Typ des Akkus erfasst wird oder der Typ des Akkus eingelesen oder eingegeben wird, um die passende Charakteristik für die Filterung festzulegen.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei eine Beschleunigung und/oder eine Drehrate des Elektrowerkzeuges erfasst wird, wobei das Messsignal der Beschleunigung mit einer ersten Filtercharakteristik gefiltert wird, wobei das Messsignal der Drehrate mit einer zweiten Filtercharakteristik gefiltert wird, die unterschiedlich zur ersten Filtercharakteristik sein kann.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das gefilterte Messsignal der Beschleunigung zeitlich integriert wird und/oder das gefilterte Messsignal der Drehrate zeitlich integriert wird, und wobei das integrierte Messsignal der Beschleunigung und/oder das integrierte Messsignal der Drehrate zur Erkennung

eines Zustandes mit einem reduzierten Bedienkomfort verwendet werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

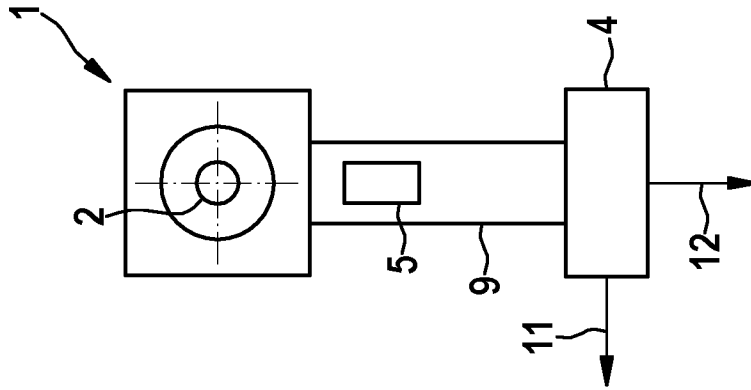


Fig. 2

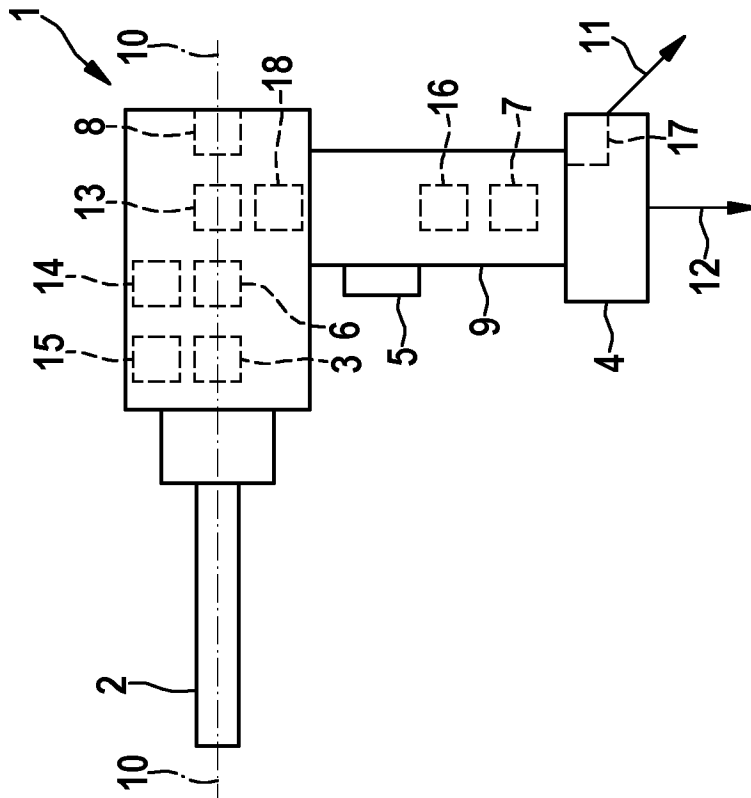


Fig. 1

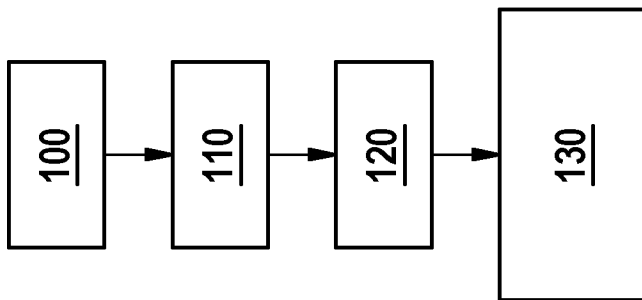


Fig. 3

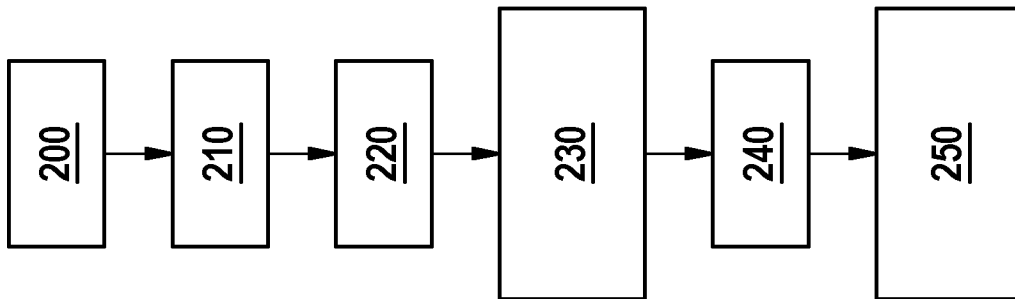


Fig. 4

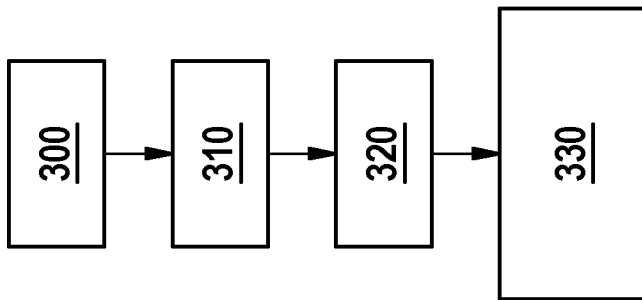


Fig. 5

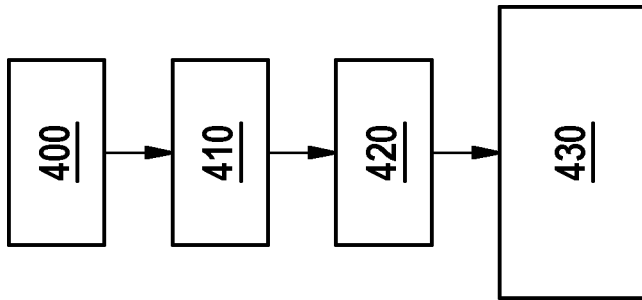


Fig. 6