

Titel

Ein System und Verfahren für die effiziente und reproduzierbare
Maschinenaufstellung

EN:

System and method for efficient and reproducible machine setup

Abstract

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und ein System zur teil- oder vollautomatischen Maschinenausrichtung, welches mittels mechanischer Schnittstellen flexibel während der Maschinenaufstellung oder Maschinenausrichtung oder zu Analyse- und Nachstellzwecken an die Maschinenaufstelleinheiten angekoppelt werden kann und eine Verstellung der Maschinenaufstelleinheiten ermöglicht.

EN:

The invention relates to a method and a system for partially or fully automatic machine alignment, which can be flexibly coupled to the machine mounting units by means of mechanical interfaces during machine installation or machine alignment or for analysis and adjustment purposes and enables the machine installation units to be adjusted.

Keywords:

Maschinenaufstellung, Aufstelleinheit, Assistenzsystem, Sensorik, Aktorik
machine mounting, mounting unit, assistant system, sensor, actuator

Autoren:

Dr. Markus Wabner, Dr. Martin Kolouch
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz

Beschreibung der Erfindung

1. Welches technische Problem liegt der Erfindung zu Grunde?

- Die korrekte Aufstellung und vertikale als auch horizontale Ausrichtung von Maschinen, Anlagen und technischen Systemen (insb. Werkzeugmaschinen) beeinflusst deren Arbeitsgenauigkeit maßgeblich und ist ein sehr anspruchsvoller und zeitaufwändiger Vorgang.
- Eine Werkzeugmaschine besitzt oftmals mehr als 3 Maschinenaufstelleinheiten.

- Aufgrund der statischen Überbestimmtheit der Maschinenaufstellung beeinflusst die vertikale und horizontale Ausrichtung der Maschinenaufstelleinheiten genauigkeitsrelevante Verformungen des Maschinenbettes und der gesamten Maschine.

2. Wie wurde dieses Problem bisher gelöst?

- Die Höheneinstellung der Maschinenaufstelleinheiten erfolgt in einem iterativen, stark erfahrungsbasierten, manuellen Prozess zwischen messtechnischer Ermittlung der Führungsflächengenauigkeit und der Höheneinstellung der Maschinenaufstelleinheiten und erfordert einen hohen Zeitaufwand von teilweise mehreren Tagen.
- Patent DE102018129542B4 von isoloc beschreibt eine sensorintegrierte Maschinenaufstelleinheit mit mindestens einer Maschinenaufstelleinheit (4), insbesondere mit Maschinenschuh (1), auf dem eine Maschine aufstellbar ist, wobei mindestens eine Maschinenaufstelleinheit (4) oder eine mit ihm gekoppelte Einschubplatte (13) mit einer Sensorik (2) versehen ist, die mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung in Signalübertragungsverbindung gebracht oder bringbar ist und mindestens ein Sensorelement (21) umfasst, mittels dessen auf die oder von der Maschine übertragene Kräfte und/oder Schwingungen erfassbar und davon abhängige Sensorsignale abgebar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorik (2) zur Erfassung von Kräften und/oder Schwingungen in drei Raumrichtungen X, Y, Z ausgebildet ist, dass von der Datenverarbeitungsvorrichtung (3) erzeugte Verarbeitungsdaten als Kontroll- oder Wartungsdaten bereitgestellt sind und/oder dass Verarbeitungsdaten an eine Maschinensteuerung zur Einflussnahme auf einen Bearbeitungsprozess in Abhängigkeit der Sensorsignale abgebar sind.

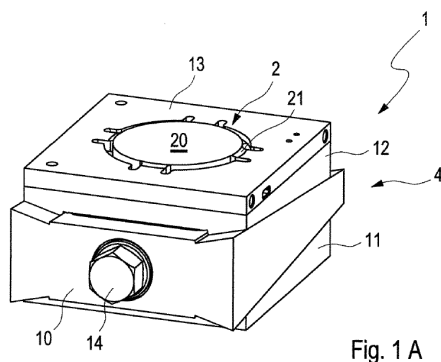


Fig. 1 A

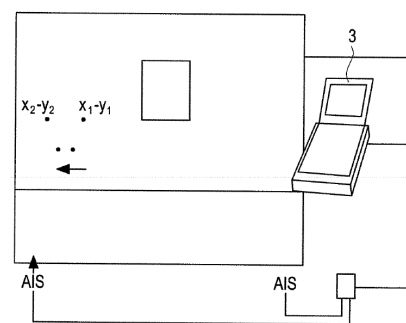


Fig. 6

Abb. 1: Prinzip des Patents DE102018129542B4 von isoloc

3. Lösungsweg

- Gelöst wird die beschriebene Problematik durch ein Assistenzsystem zur teil- und/oder vollautomatischen Maschinenausrichtung, welches mittels mechanischer Schnittstellen flexibel während der Maschinenaufstellung und/oder Ausrichtung und/oder zu Analyse- und Nachstellzwecken an die Maschinenaufstelleinheiten angekoppelt werden kann und eine Verstellung der Maschinenaufstelleinheiten ermöglicht. Das Grundprinzip ist in Abb. 2 dargestellt.

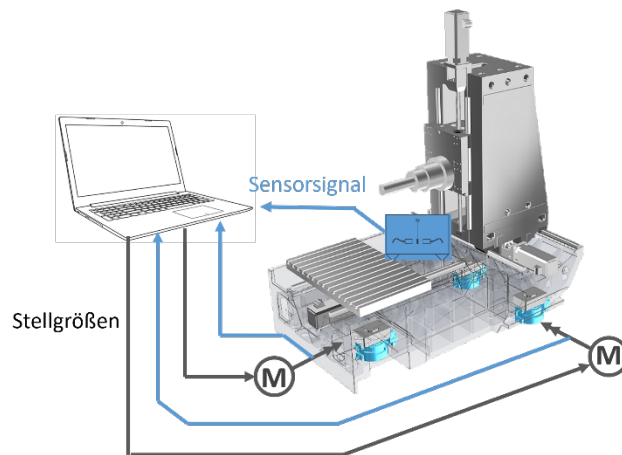


Abb. 2: Grundprinzip der Erfindung als Gesamtsystem mit einem Einzelmodul

- Das Assistenzsystem besteht aus Einzelkomponenten wie Sensoren, Aktoren und einer Datenverarbeitungsvorrichtung. Die Sensoren stellen Sensorsignale zur Verfügung, welche eine Information über dem momentanen Genauigkeitszustand der Maschine während der Maschinenausrichtungsprozesses beinhalten. Diese Signale können bspw. Neigungswinkel, Geradheitsabweichungen aber auch Reaktionskräfte an der Schnittstelle Maschine zur Maschinenaufstelleinheit oder Drehmomente zwischen Aktor und Maschinenaufstelleinheit oder elektrischer Strom in Motoren oder die Höhenlage der Maschinenaufstelleinheit sein. Die Aktoren sind motorische Antriebseinheiten (z.B. elektrischer Servomotor mit Getriebe), welche mechanisch mit Maschinenaufstelleinheiten verbunden sind, wobei jeweils eine Antriebseinheit eine Aufstelleinheit verstellen kann. Die Stellgrößen für die Antriebseinheiten werden in einer Datenverarbeitungsvorrichtung auf Basis der Sensorsignalen erzeugt und an Antrieben vermittelt.
- Eine Besonderheit des Assistenzsystem ist es, dass alle oben genannten Komponenten des Systems dabei nicht fest in einer oder mehrerer Maschinenaufstelleinheiten verbaut sind, sondern temporär an diese mittels mechanischem Adapter über die entsprechenden Verstelleinheiten der Maschinenaufstelleinheiten (i.d.R. Verstelleinrichtungen) angekoppelt werden können. Damit wird erreicht, dass das Assistenzsystem unabhängig von Gestalt oder Hersteller der Maschinenaufstelleinheiten eingesetzt werden kann und dass keine Sensorik, Aktorik und/oder Datenverarbeitungseinheit in den Maschinenaufstelleinheiten verbleibt und dadurch die Kosten der Maschinenaufstelleinheit erhöht. Die beschriebene Lösung grenzt sich damit bewusst vom Patent DE102018129542B4 von isoloc ab.
- Das Assistenzsystem kann auf mehrere Weisen genutzt werden, und zwar:
 - 1) Motorische Verstellung der Maschinenaufstelleinheiten manuell von einer Stelle aus mit Hilfe des Bedienpanels der Datenverarbeitungskomponente, wodurch die Ergonomie während des Ausrichtprozesses verbessert wird und sich die Zeit für den Ausrichtprozess teilweise reduziert
 - 2) Das Assistenzsystem reproduziert die bekannte Maschinenausrichtung, welche beim Maschinenhersteller im Rahmen der Montage durchgeführt wurde, im Rahmen Wiederaufstellung beim Kunden vor Ort, z.B. durch Erfassung und Reproduktion der Reaktionskräfte in den Aufstelleinheiten.
 - 3) Das Assistenzsystem realisiert die Maschinenausrichtung automatisch, indem es Sensorsignale so verarbeitet, dass entsprechende Verstellung der Maschinenaufstelleinheiten durch Antriebe mit in der Datenverarbeitungseinheit erzeugten Stellgrößen realisiert wird.

- Die Nutzung des Assistenzsystems ist bei Neuaufstellung, Wiederaufstellung nach dem Versetzen, Nachstellen sowie nur zur Kontrolle der Aufstellung möglich.
- Die Aktoren sind zur Aufnahme der Reaktionsmomente mit einer Momentenstütze versehen, die sowohl kraft- als auch formschlüssig realisiert werden kann, z.B. zwischen Hallenboden und Bett oder direkt an der Maschinenaufstelleinheit.
- Die mechanische Ankopplung kann wechselbar realisiert werden, so dass das Assistenzsystem an unterschiedliche Fabrikate der Maschinenaufstelleinheiten angekoppelt werden kann.

a. Wirkungen und Vorteile der unter Punkt 3 beschriebenen besonderen technischen Merkmale

- Hauptvorteil der Erfindung ist es, dass das komplette Assistenzsystem völlig von Maschinenaufstelleinheiten, aber auch von der Maschine losgelöst ist, d.h. es wird temporär während des Ausrichtprozesses angekoppelt. Da Sensoren, Aktoren und die Datenverarbeitungseinheit zu dem transportablen Assistenzsystem zusammengefasst werden, verbleiben keine Sensoren und Aktoren in der Maschine. Es muss nur einmal in das Assistenzsystem investiert werden, was dann für eine Vielzahl an Maschinenaufstellungen verwendet werden kann. Daraus ergibt sich zudem der Vorteil, dass jegliche Standard-Maschinenaufstelleinheiten verwendet werden können und sich damit insb. im Vergleich zum o.g. Patent DE102018129542B4 von isoloc keine Kostensteigerung bei den Maschinenaufstelleinheiten ergibt.
- Der weitere Nutzen resultiert aus der Tatsache, dass mit solch einem Assistenzsystem eine hochgenaue Maschinenaufstellung stärker objektiviert und somit dokumentiert werden kann. Dadurch kann der Expertenwissenstransfer von Personen auf das Unternehmen stattfinden, was negative Folgen des Fachkräftemangels für das Unternehmen erheblich reduziert und neue Möglichkeiten für die Planung und konstruktive Umsetzung der Maschinenaufstellung eröffnen kann.
- Durch die automatische Höheneinstellung der Maschinenaufstelleinheiten reduziert sich der Aufwand für das Ausrichten praktisch auf die In- und Deinstallation des Assistenzsystems. Dies führt zu erheblicher Zeit- und Kosteneinsparung, was sich in kürzerer Inbetriebnahme von Maschinen beim Kunden widerspiegeln kann. Gleiches gilt für das Nachstellen aufgrund von Setzungserscheinungen. Der Zeitaufwand für die Maschinenaufstellung beträgt je nach Maschinengröße und Eigensteifigkeit 1-3 Tage und benötigt 1-2 Fachkräfte. Geschätzt, erfordert der Aufbau des Systems eine Stunde, die Durchführung des Ausrichtprozesses mittels der Hubeinstellung der Maschinenaufstelleinheiten eine halbe Stunde und der Abbau des Assistenzsystems wieder eine halbe Stunde. Hieraus ergibt sich eine Zeiteinsparung von 90%. Im Fall des Ausrichtprozesses während der Montage ist die Genauigkeit ständig zu überprüfen. Der Mitarbeiter kann aber im Rahmen dieses Prozesses die Maschinenaufstelleinheiten per Knopfdruck bedienen und erkennt auch die Reaktionskräfte, wodurch ergonomisches Arbeiten mit minimalen Arbeitswegen und minimalem Risiko unnötiger Nachstellungen möglich wird. Hierbei wird die Einsparung auf ca. 50% geschätzt. Die reduzierten Aufwände können weiterhin auch dazu führen, dass das Detektieren und Beheben von negativen Setzungseffekten deutlich häufiger durchgeführt werden kann, was sich positiv auf die Arbeitsgenauigkeit der Maschine auswirkt und damit Qualitätsprobleme reduziert.
- Die dokumentierten Erfahrungen zum Langzeitverhalten der Maschinenaufstellung (Setzungserscheinungen) können zu einer verbesserten Planung der Aufstellbedingungen führen und für konstruktive Verbesserungen genutzt werden.

b. Technisches Anwendungsgebiet

- Aufstellung und Ausrichtung von Maschinen, Anlagen sowie Messsystemen, jedoch insb. Werkzeugmaschinen mit mehr als drei Maschinenaufstelleinheiten bzw. überbestimmter Aufstellung