



(10) **DE 10 2016 123 122 B3** 2018.03.15

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 123 122.3**
(22) Anmeldetag: **30.11.2016**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.03.2018**

(51) Int Cl.: **G01M 99/00 (2011.01)**
B25J 19/00 (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:
Konrad, Michael, 78315 Radolfzell, DE

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

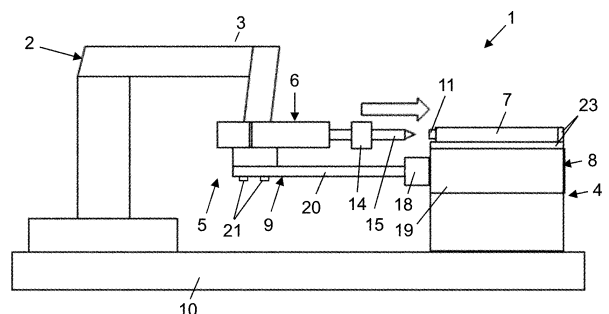
(74) Vertreter:
**Patentanwälte und Rechtsanwalt Weiß, Arat &
Partner mbB, 78234 Engen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	199 02 781	A1
DE	10 2004 053 157	A1
DE	10 2006 006 246	A1

(54) Bezeichnung: **Haptic-Test-Messvorrichtung und Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei einer Haptic-Test-Messung**

(57) Zusammenfassung: Haptic-Test-Messvorrichtung (1) zumindest umfassend:
eine Haltevorrichtung (4) zur Aufnahme eines Prüfobjekts (7),
einen Roboter (2) mit einem Manipulator (3) und einem Effektor, wobei der Effektor zumindest einen Messkopf (5) mit einem Messsystem (6) umfasst,
und eine Stabilisierungseinheit,
wobei die Stabilisierungseinheit ein Abstützelement (9) und eine Abstützaufnahme (8) umfasst,
wobei über die Stabilisierungseinheit den Messkopf (5) in einer örtlich festen Lage gegenüber der Haltevorrichtung (4) fixierbar ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Haptic-Test-Messvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei einer Haptic-Test-Messung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

Stand der Technik

[0002] Hochwertige Schalter und Tasten sollen sich „wertig“ anfühlen und haptisch ein klares Feedback über den Schaltvorgang an den Bediener übermitteln. Besonders im Automobilbereich werden Bedienfelder und Tasten sehr hochwertig ausgeführt. Für die qualitative Beurteilung von Schaltern werden Messeinrichtungen verwendet, welche ein Prüfkörper (Probe) konstant gegen den Schalter über dessen gesamten Schaltweg fahren. Mit präzisen Kraftsensoren wird ein Kraft-Weg Diagramm erstellt, welches Rückschluss auf die Haptic des zu vermessenden Schalters (Tasters) gibt. Hierfür ist es notwendig, dass ein linearer Antrieb sowie eine Kraftzelle als Einheit sehr steif ausgeführt sind und beim Betätigen des Prüflings nicht nachzugeben, um dadurch Messabweichungen zu verhindern.

[0003] Im Folgenden wird anstelle des Begriffs „haptisch“ bzw. an Stelle von „den Tastsinn betreffend“ durchgehend der englische Begriff „Haptic“ verwendet.

[0004] In der Industrie werden vermehrt Roboter für haptische Messtechnik eingesetzt. Die Roboter werden hierbei für die Prüfung von haptischen Bedienelementen und Tasten, wie bspw. Tasten von Bedienelementen an Elektrogeräten oder in Fahrzeugen oder Tasten von Elektronikgeräten genutzt. Bei einem solchen Haptic-Test wird das zu testende Produkt in einer Halte-/Klemmvorrichtung der Haptic-Test-Messvorrichtung festgehalten: Anschliessend wird ein Messsystem, das an einem Ende eines Manipulators des Roboters als Effektor angeordnet ist in eine Prüfposition gefahren, so dass das Messsystem die Prüfung durchführen kann. Hierfür führt das Messsystem ein vorbestimmtes Prüfprotokoll an dem Prüfobjekt durch. Bei dieser Prüfung wird bspw. eine Taste an dem Prüfobjekt gedrückt und eine zugehörige Kraft-Weg-Kurve aufgezeichnet. Hierfür wird typischerweise als Messsystem ein Präzision-Pusher mit einem Längencodier sowie einer Kraftmessdose die am Roboterkopf befestigt sind, eingesetzt.

[0005] Bei einer solchen Messung einer Kraft-Weg-Kurve stellen sich bedingt durch die Achsgelenke und die ggf. zu geringe Steifigkeit des Manipulators, d. h. des Roboterarms, Fehler bei einer Wegmessung ein. Hierbei wird der am Manipulator befindliche Messkopf mit dem Messsystem bei einem Kraftanstieg nicht mehr stabil in seiner Position gehalten, wodurch das Messergebnis verfälscht wird. Der Messfehler wird dabei umso grösser je höher die Prüfkraft und je kleiner die Bauart des Roboters ist. So sind bspw. bei einer maximalen Prüfkraft von 10 Newton Prüffehler im Bereich von 80 bis 150 Mikrometer aufgetreten. Dies entspricht beispielsweise bei einem erwarteten Schaltweg einer Smartphone Taste von etwa 200 Mikrometer einem Messfehler von über 50%, der in die Messung eingehen kann, wobei auch bei Tasten/Schaltern anderer Elektrogeräte und/oder Tasten/Schaltern anderer Elektronikgeräte Messfehler derselben Grössenordnung auftreten können.

[0006] Um diese Störgrösse zu minimieren werden im Stand der Technik Roboter eingesetzt, die in ihrer Stabilität weit überdimensioniert werden. Dies hat sehr stark ansteigende Kosten für eine Prüfeinrichtung zur Folge, wobei durch die Überdimensionierung der Messfehler lediglich reduziert aber nicht eliminiert werden kann. So haben Versuche mit grösseren und steiferen Robotern ergeben, dass der Messfehler immer noch bis zu 20% beträgt.

[0007] Beispielsweise offenbart die DE 10 2006 006 246 A1 einen Roboter zur Durchführung eines Funktionstests von Bauteilen, insbesondere von Funktionseinheiten.

[0008] Weiterhin ist aus der DE 199 02 781 A1 ein optischer Messkopf zur zerstörungsfreien Messung der Oberflächenbeschaffenheit eines Messobjekts bekannt.

[0009] Die DE 10 2004 053 157 A1 schlägt eine Vorrichtung zur Prüfung von Bedientasten und dergleichen vor, welche zwecks Kostensenkung auf den Einsatz von Robotern verzichtet.

Aufgabe der Erfindung

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Haptic-Messvorrichtung zur Verfügung zu stellen, bei der der Messfehler eliminiert oder zumindest nahezu eliminiert werden kann. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine Haptic-Test-Messvorrichtung zur Verfügung zu stellen, bei der auf einen Einsatz überdimensionierter Robotersysteme verzichtet werden kann.

Lösung der Aufgabe

[0011] Zur Lösung der Aufgabe führen die Merkmale nach dem Anspruch 1 und dem Anspruch 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0012] Eine erfindungsgemäße Haptic-Test-Messvorrichtung umfasst zumindest eine Haltevorrichtung zur Aufnahme eines Prüfobjekts, einen Roboter, der zumindest einen Manipulator und einen Effektor umfasst sowie eine Stabilisierungseinheit. Der Effektor des Roboters umfasst zumindest einen Messkopf mit einem Messsystem. Die Stabilisierungseinheit umfasst zumindest ein Abstützelement und eine Abstützaufnahme, wobei über die Stabilisierungseinheit der Messkopf in einer örtlich festen Lage gegenüber der Halterichtung fixierbar ist, wodurch eine vollständige „Steifigkeit“ des Roboters mit dem Messkopf gegenüber dem Prüfobjekt erreicht werden kann. Dadurch entsteht bei der Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve kein Fehler in der Wegmessung, da die Stabilisierungseinheit den Fehler bei der Wegmessung, der bedingt durch die Achsgelenke und die Nichtsteifigkeit der Roboterarmelemente des Manipulators des Roboters entsteht, durch das ortsfeste Festlegen des Messkopfes gegenüber der Haltevorrichtung verhindert. Durch die Abstützaufnahme und das Abstützelement soll in der Positionierung des Roboters eine zusätzliche Stabilität hergestellt werden, damit das Messsystem und ein damit in Wortverbindung stehender Prüfkörper während der Messung nicht nachgeben können und dadurch die Messung verfälschen. Dadurch können auch sehr kleine leistungsreduzierte z. B. kollabierende Roboter zum Einsatz kommen, wobei die Kosten der Haptic-Test-Messvorrichtung hierdurch deutlich reduziert werden können.

[0013] Der Manipulator des Roboters ist in einem Ausführungsbeispiel ein mehrgliedriger Robotergelenkarm/ Mehrachsarm, der aus einer Reihe von starren Gliedern besteht, die miteinander durch Dreh- und/oder Schubgelenke verbunden sind, wobei die Gelenke durch gesteuerte Antriebe verstellt werden können. Der Effektor des Roboters befindet sich an dem frei beweglichen Ende des Mehrachsarms und ist zumindest mit dem Messsystem bestückt. In typischen Ausführungsbeispielen umfasst der Effektor des Roboters einen Dreh-/ Wechsellkopf, der einerseits mit dem Messkopf mit dem Messsystem bestückt ist und andererseits bspw. mit einem Greifelement, das zum Wechseln der Prüfobjekte in der Halterichtung geeignet ist. Hierbei kann das Greifelement das Prüfobjekt aus einem Zwischenlagerungsbereich in die Haltevorrichtung einsetzen und nach der Prüfung aus dieser wieder herausnehmen und in einem weiteren Zwischenlagerungsbereich ablegen, bevor es ein neues Prüfobjekt aus dem ersten Zwischenlagerungsbereich in die Haltevorrichtung einsetzt.

[0014] In einem typischen Ausführungsbeispiel umfasst der Messkopf das Abstützelement der Stabilisierungseinheit oder das Abstützelement der Stabilisierungseinheit ist an dem Messkopf angeordnet. Die Haltevorrichtung für das Prüfobjekt umfasst in einem solchen Ausführungsbeispiel typischerweise die Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit oder die Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit ist an der Haltevorrichtung angeordnet.

[0015] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist umfasst eine Grundplatte der Haptic-Test-Messvorrichtung die Abstützaufnahme oder die Abstützaufnahme ist an der Grundplatte der Haptic-Test-Messvorrichtung angeordnet. Auch in einem solchen Ausführungsbeispiel kann dadurch der Messkopf gegenüber der Haltevorrichtung und dem Prüfobjekt ortsfest festgelegt werden.

[0016] In einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst der Messkopf die Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit und die Haltevorrichtung oder die Grundplatte das Abstützelement der Stabilisierungseinheit. Alternativ kann die Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit an dem Messkopf bzw. das Abstützelement an der Haltevorrichtung oder der Grundplatte angeordnet sein.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel umfasst das Abstützelement einen Magneten, bei dem es sich bspw. um einen Elektromagneten handeln kann, der durch eine Bestromung aktivierbar ist. In einem solchen Ausführungsbeispiel umfasst die Abstützaufnahme ein magnetisches Element, bspw. in Form eines ferromagnetischen Sockels oder eines ferromagnetischen Sockelelementes.

[0018] In einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die Abstützaufnahme eine Aufnahme zur formschlüssigen Aufnahme und Zentrierung eines für den Formschluss ausgebildeten Endelementes des Abstützelementes. Dabei ist es auch möglich, dass das Endelement einen Magneten, wie bspw. einen Elektromagneten umfasst, und die Aufnahme in der Abstützaufnahme ein magnetisches Element umfasst, so dass neben einer formschlüssigen Verbindung und Zentrierung des Messsystems gegenüber dem Prüfobjekt in der Haltevorrichtung zusätzlich noch eine kraftschlüssige Verbindung erzeugt werden kann. Eine zusätzliche formschlüssige Aufnahme und Zentrierung des Abstützelementes in der Abstützaufnahme kann zusätzlich dazu genutzt werden, dass ein Prüfkörper des Messsystems gegenüber dem Prüfobjekt in der Haltevorrichtung genauer ausgerichtet werden kann.

[0019] Bei der formschlüssigen Verbindung zwischen Abstützaufnahme und Abstützelement können weiterhin bspw. ein verdrehbares Endelement am Abstützelement zum Einsatz kommen, so dass bspw. durch ein Hintergreifen eines herausstehenden Abschnittes am Endelement in einer dazu korrespondierenden Ausnehmung der Abstützaufnahme eine bajonettartige Verriegelung erreicht werden kann, durch die die Stabilisierung des Messkopfes gegenüber dem Prüfobjekt ebenfalls nochmals verbessert werden kann. Auch der Einsatz eines zu der Aufnahme korrespondierenden Endelementes ohne ein Hintergreifen eines Elements ist möglich, dabei wird durch den Roboterarm vorzugsweise das Abstützelement in die Aufnahme der Abstützaufnahme gedrückt, wobei die Kraft mit der das Abstützelement in die Aufnahme der Abstützaufnahme durch den Manipulator des Roboters gedrückt wird, grösser der Kraft ist, die durch das Messsystem auf das Prüfobjekt ausgeübt wird. Dadurch kann ebenfalls eine Verfälschung der Wegmessung eliminiert oder zumindest nahezu eliminiert werden.

[0020] In weiteren Ausführungsbeispielen umfasst das Abstützelement ein verstellbares Stabelement, so dass ein Abstand zwischen dem Messkopf und der Haltevorrichtung abhängig von einem genutzten Messsystem durch das verstellbare Stabelement eingestellt werden kann. Hierfür ist das Stabelement des Abstützelementes bspw. verschiebbar in einer durch Befestigungselemente feststellbaren Einheit gelagert.

[0021] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Abstützelement teilweise flexibel ausgebildet, bspw. in Form eines Schwanenhalses oder eines beweglichen Rüssels, der zumindest für den Zeitraum der Messung temporär versteifbar ist. Dadurch kann bspw. der Messkopf mit demselben Messsystem und demselben Abstützelement für verschiedene zur prüfende Prüfobjekte in der Haltevorrichtung genutzt werden, da über das flexible, vorzugsweise über eine Steuerungseinheit steuerbare Element des Abstützelementes abhängig von der Grösse des Prüfobjekts jeweils ein anderer Punkt an der Abstützaufnahme angefahren werden kann und anschliessend das flexible Element für die Messung temporär versteift wird. Dabei kann sowohl das gesamte Abstützelement als flexibles Element ausgebildet sein als auch nur ein Teilbereich des flexiblen Elements. Die Fixierung/Kontaktierung des Abstützelementes an der Abstützaufnahme erfolgt dabei wie es bereits oben beschrieben wurde durch eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung.

[0022] Vorzugsweise wird das flexible Element durch eine Bestromung versteift. In weiteren Ausführungsbeispielen kann der flexible Teil des Abstützelementes, der durch die Flexibilität verstellbar ist, bspw. auch durch hydraulische und/oder pneumatische Elemente versteift werden. Bei dem flexiblen Element der Abstützaufnahme kann es sich bspw. um ein in mehrere Richtungen frei bewegbares Element in Form eines Schwanenhalses/Flexarms handeln, der nach Erreichen der gewünschten Position bspw. durch Elektromagnetismus temporär für die haptische Messung versteift werden kann.

[0023] In einem typischen Ausführungsbeispiel kommt als Messsystem ein Pusher-System zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve zum Einsatz, das zumindest ein Vorschubelement, eine Wegmesseinrichtung, eine Kraftmesseinrichtung und einen Prüfkörper umfasst. Bei dem Vorschubelement handelt es sich bspw. um eine aus- und einfahrbare Spindel deren Fahrweg über einen Längenencoder, der die Wegmesseinrichtung darstellt, ermittelt wird. Als Kraftmesseinrichtung kommt typischerweise eine Kraftmessdose oder Kraftmesszelle wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, zum Einsatz. Bei dem Prüfkörper kann es sich bspw. um ein Tastelement zum Betätigen der Taste des Prüfobjekts handeln, wobei dieses mit der Kraftmessdose/Kraftmesszelle in Wirkverbindung steht.

[0024] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist neben der Vorrichtung auch ein Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei einer Haptic-Test-Messung mit einer erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung. Ein solches Verfahren umfasst dabei zumindest die folgenden Schritte:

- Einsetzen eines Prüfobjekts in der Haltevorrichtung,
- Heranfahren des Messkopfes mit dem Messsystem an das Prüfobjekt,
- Kontaktierung des Abstützelementes mit der Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit,
- Ortsfeste Fixierung des Messkopfes gegenüber der Haltevorrichtung mit dem Prüfobjekt durch die Stabilisierungseinheit,
- Durchführung der Messung und Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve über das Messsystem,
- Lösen der Kontaktierung von Abstützelement und Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit,
- Entfernen des Prüfobjekts aus der Haltevorrichtung.

[0025] In einem typischen Ausführungsbeispiel beinhaltet die Kontaktierung des Abstützelementes mit der Abstützaufnahme einen Formschluss und/oder einen Kraftschluss der vorzugsweise elektromagnetisch ist.

Figurenbeschreibung

[0026] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

[0027] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Haptic-Test-Messvorrichtung, die den Stand der Technik widerspiegelt;

[0028] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung;

[0029] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung;

[0030] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Messsystems einer erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung;

[0031] Fig. 5 eine von einem Messsystem aufgezeichnete Kraft-Weg-Messkurve;

[0032] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung; und

[0033] Fig. 7 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung mit einem flexiblen Element umfassenden Abstützelement.

Ausführungsbeispiel

[0034] In Fig. 1 ist eine Haptic-Test-Messvorrichtung **1**, die dem Stand der Technik entspricht, dargestellt. Die Haptic-Test-Messvorrichtung **1** umfasst in dem dargestellten Beispiel einen Roboter **2** und eine Haltevorrichtung **4** die auf einer Grundplatte **10** angeordnet sind. Der Roboter **2** weist einen Mehrachsarm **3** auf, der dem Manipulator des Roboters entspricht. An einem freien Ende des Mehrachsarms **3** des Roboters **2** ist als Effektor ein Messkopf **5** angeordnet, der ein Messsystem **6** umfasst. Durch das Messsystem **6** kann eine Kraft-Weg-Kurve aufgezeichnet werden, die bei einer Betätigung einer Taste **11** eines Prüfobjektes **7** durch das Messsystem **6** entsteht.

[0035] Hierfür wird das Prüfobjekt **7** in einer Prüfobjektaufnahme **23** der Haltevorrichtung **4** eingesetzt. Bei der Messung fährt ein Vorschubelement **16**, das weiterhin eine Wegmesseinrichtung **17** umfasst einen Prüfkörper **15** der in Wirkverbindung mit einer Kraftmesseinrichtung **14** steht in Richtung der dargestellten Bewegung **12** an die Taste **11** des Prüfobjektes **7**, um die Kraft-Weg-Kurve bei Betätigung der Taste **11** zu ermitteln. Hierbei wird der Prüfkörper **15** bspw. bei konstanter Geschwindigkeit bis zum Erreichen einer Sollprüfkraft/Maximalkraft F_{max} zur Taste hin in Richtung der Bewegung **12** verfahren. Bedingt durch die Achsgelenke des Mehrachsarms **3** des Roboters **2** sowie die Nichtsteifigkeit des Mehrachsarms **3** stellt sich bei dieser Haptic-Test-Messung ein Fehler bei der Wegmessung ein, da der am Mehrachsarm **3** befindliche Messkopf **6** beim Kraftanstieg nicht stabil in seiner Position gehalten wird und der Messkopf in Richtung der dargestellten Messkopfbewegung **13** verschoben wird. Dadurch wird das Messergebnis, das mit dem Messsystem **6** ermittelt wird, verfälscht. Der Messfehler ist dabei umso grösser je höher die Sollprüfkraft F_{max} und je kleiner die Bauart des Roboters **2** sowie dessen Mehrachsarm **3** ist.

[0036] In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Haptic-Test-Messvorrichtung **1** dargestellt, die weitestgehend der Haptic-Test-Messvorrichtung der Fig. 1 entspricht. Im Gegensatz zu der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** von Fig. 1 weist die Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 2 jedoch weiterhin eine Stabilisierungseinheit auf, die eine Abstützaufnahme **8** und ein Abstützelement **9** umfasst. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Abstützelement **9** um einen Magneten **18**, der über ein Stabelement **20** über Befestigungselemente **21** an dem Messkopf **5** befestigt ist. Die Abstützaufnahme **8** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein magnetisches Element **19**, bspw. ein ferromagnetisches Sockelelement **19**. Durch ein Anbringen des Magneten **18** an dem magnetischen Element **19**, wobei es sich bei dem Magneten **18** bspw. um einen Elektromagneten **18** handelt, der durch Bestromung aktiviert werden kann und durch eine Unterbrechung des Stromkreises wieder deaktiviert werden kann, wird erreicht, dass der Messkopf **5** durch die Stabilisierungseinheit bestehend aus Abstützaufnahme **8** und Abstützelement **9** in einer ortsfesten Position gegenüber dem Prüfobjekt **7** und der Haltevorrichtung **4** positioniert und fixiert wird. Dadurch wird insbesondere ein nicht veränderlicher Abstand zwischen dem Messkopf **5** und der Taste **11** des Prüfobjekts **7** erreicht, wodurch bei der Ermittlung einer Kraft-Weg-Messkurve eine Messkopfbewegung entgegen der Richtung der Prüfbewegung **12** verhindert werden kann. Dadurch kann durch einfache Mittel eine hochgenaue Haptic-Testmessung erreicht werden.

[0037] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Haptic-Test-Messvorrichtung **1** dargestellt. Die Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 3 unterscheidet sich zu der Haptic-Test-Messvorrichtung der Fig. 2 dadurch, dass an dem freien Ende des Mehrachsarms **3** des Roboters **2** als Effektor neben dem Messkopf **5** ein Greifelement **26** angeordnet ist, durch das Prüfobjekte **7** aus einem Zwischenlagerungsbereich in die Prüfobjektaufnahme der Haltevorrichtung **4** befördert werden können und von dieser nach Durchführung einer Haptic-Test-Messung wieder in einem weiteren Zwischenlagerungsbereich befördert werden können.

[0038] Weiterhin unterscheidet sich die Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 3 dadurch, dass die Haltevorrichtung **4** neben einer Abstützaufnahme **8** in Form eines magnetischen Elementes **19** eine weitere Abstützaufnahme **8** in Form einer Aufnahme **25**, die zu einem Endelement **24** des Abstützelementes **9** korrespondierend ausgeformt ist, aufweist. In weiteren Ausführungsbeispielen kann die Haltevorrichtung **4** mehrere verschiedene Abstützaufnahmen **8** aufweisen, durch die entweder eine formschlüssige oder eine kraftschlüssige oder eine kraft- und formschlüssige Verbindung zwischen dem Abstützelement **9** und der Abstützaufnahme **8** der Stabilisierungseinrichtung erreicht werden kann. Für eine kraft- und formschlüssige Verbindung kann die Aufnahme **25** bspw. in ein magnetisches Element **19** eingebracht werden oder in diesem angeordnet sein.

[0039] Zudem unterscheidet sich die Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 3 von der Haptic-Test-Messvorrichtung der Fig. 2 dadurch, dass in diesem Fall keine horizontale Bewegung durch das Vorschubelement **16** des Messsystems **6** erreicht wird, sondern eine vertikale Bewegung **12** und folglich eine Verschiebung des Messkopfes in vertikaler Richtung verhindert wird. In weiteren Ausführungsbeispielen ist jede Richtung der Prüfbewegung **12** ausserhalb der horizontalen oder vertikalen möglich, wobei die Prüfbewegung **12** stets hin zu einem Prüfobjekt **7** stattfindet und der Messkopf **5** mit dem Messsystem **6** dabei stets durch die Stabilisierungseinheit bestehend aus der Abstützaufnahme **8** und dem Abstützelement **9** in einer ortsfesten Position zu dem Prüfobjekt **7** gehalten wird.

[0040] In Fig. 4 ist ein typisches Messsystem **6** dargestellt, das zu Ermittlung einer Kraft-Weg-Messkurve wie sie beispielhaft in Fig. 5 dargestellt ist, genutzt wird. Das Messsystem **6** umfasst neben dem Vorschubelement **16** bei dem es sich bspw. um eine Präzisionsspindel handeln kann, eine Wegmesseinrichtung **17**, bei der es sich bspw. um einen Längenencoder handeln kann, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist. Weiterhin umfasst das Messsystem **6** einen Prüfkörper **15** der in Wirkverbindung mit einer Kraftmesseinrichtung **14** steht, mit dem in einem typischen Haptic-Test bspw. die Taste des Prüfobjekts **7** betätigt wird.

[0041] In Fig. 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Haptic-Test-Messvorrichtung **1** dargestellt. Diese entspricht weitestgehend der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 3 mit einer Haltevorrichtung **4** wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, weshalb nur die unterscheidenden Merkmale näher erläutert werden.

[0042] Das Abstützelement **9** besteht bei der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** aus dem Stabelement **20** und einem Elektromagneten **18**. Im Unterschied zu der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 3 umfasst hier die Grundplatte **10** die Abstützaufnahme **8** der Stabilisierungseinheit. Durch die Kontaktierung des Elektromagneten **18** mit einem magnetischen Element **19** kann hier ebenfalls der Messkopf **5** mit dem Messsystem **6** gegenüber dem Prüfobjekt **7** in der Haltevorrichtung **4** fixiert werden und dadurch ein Verschieben des Messkopfes **5** mit dem Messsystem **6** entgegen der Prüfrichtung **12** verhindert und somit ein Messfehler bei der Wegmessung vermieden werden.

[0043] In Fig. 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung **1** dargestellt. Diese entspricht weitestgehend der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** der Fig. 6. Hier wird jedoch anstelle einer Stabilisierungseinheit mit einem festen Abstützelement in Form eines Stabelements **20** ein flexibles Element **26** eingesetzt, welches sich bspw. durch Bestromung versteifen lassen kann und somit den Messaufbau entsprechend stabilisiert, sodass keine Verschiebung des Messkopfes **6** entgegen der Prüfrichtung **12** oder allenfalls eine sehr geringe Verschiebung des Messkopfes **6** entgegen der Prüfrichtung **12** stattfindet. Sollte eine sehr geringe Verschiebung geduldet werden, ist darauf zu achten, dass der dadurch entstehende Messfehler so klein ausfällt, sodass die Messung dennoch einen ausreichenden Rückschluss auf die Haptic des zu vermessenden Tasters **11** zulässt.

[0044] In dem Ausführungsbeispiel der Haptic-Test-Messvorrichtung der Fig. 7 ist das flexible Element **26** als beweglicher „Rüssel“ ausgeführt und dadurch in verschiedene Positionen und Winkel verfahrbar. Dadurch kann eine höhere Flexibilität zum Abstützen und Fixieren des Messkopfes **6** mit dem Messsystem **5** gegenüber dem Prüfobjekt **7** erreicht werden.

[0045] Die Möglichkeiten der Flexibilität des Abstützelements **9** der Stabilisierungseinheit der erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung **1** werden in Fig. 7 durch die mögliche Kontaktierung des Magneten **18** an dem magnetischen Element **19** der Abstützaufnahme **8** der Grundplatte **10** durch die durchgezogenen Linien und durch die mögliche Kontaktierung des Magneten **18** an dem magnetischen Element **19** der Abstützaufnahme **8** der Haltevorrichtung **4** durch die gestrichelten Linien dargestellt.

[0046] Anhand der Fig. 2, Fig. 4 und Fig. 5 wird im Folgenden das Verfahren zur Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve bei der Haptic-Messung mit der erfindungsgemässen Haptic-Test-Messvorrichtung **1** dargestellt.

[0047] Zunächst wird das Prüfobjekt **7** in die Prüfobjektaufnahme **23** der Haltevorrichtung **4** der Haptic-Test-Messvorrichtung **1** eingesetzt. Anschliessend wird der Messkopf **5** durch den Mehrachsarm des Roboters so an das Prüfobjekt **7** herangefahren, dass über das Messsystem **6** eine Haptic-Test-Messung durchgeführt werden kann. Bevor die Messung durchgeführt wird findet eine Kontaktierung des Abstützelementes **9** der Stabilisierungseinheit mit der Abstützaufnahme **8** der Stabilisierungseinheit statt. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel findet die Kontaktierung durch eine kraftschlüssige Verbindung des Abstützelementes mit der Abstützaufnahme **8** statt, in dem der Elektromagnet **18** durch Bestromung aktiviert wird und kraftschlüssig mit dem ferromagnetischen Element **19** verbunden wird. Durch die ortsfeste Fixierung des Messkopfes gegenüber der Haltevorrichtung mit dem Prüfobjekt durch die Stabilisierungseinheit kann anschliessend die Messung und Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve über das Messsystem **6** durchgeführt werden. Die Ansteuerung und Energieversorgung des Messsystems **6** erfolgt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel über das Anschlusselement **22**.

[0048] Zur Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve wird zunächst der Prüfkörper **15** durch das Vorschubelement **6** bis zu der Taste **11** des Prüfobjekts **7** herangefahren. Dies ist in Fig. 5 durch den Startweg S_{Start} dargestellt. Anschliessend wird mit konstanter Geschwindigkeit der Prüfkörper **15** weiter in Richtung der Prüfbewegung **12** zum Eindrücken der Taste **11** bewegt. Die Kraft steigt über den Weg dabei bis zu einem Wendepunkt, der bei einer Bedienkraft/Operating Force F_O erreicht wird an, bevor die Kraft zunächst durch das weitere Durchdrücken der Taste **11** mit geringerem Widerstand zunächst bis zum Ende des Schaltwegs S_{Schalt} abfällt. Am Ende des Schaltweges S_{Schalt} schaltet die Taste **11** durch bzw. gibt die Taste **11** einen Schaltimpuls an das zugehörige System ab. Im Bereich des zweiten Kraftwendepunktes, der der Schaltkraft/Button Force F_B der Taste **11** entspricht befindet sich somit der Schaltpunkt SP. Anschliessend wird die Kraftwegmessung noch solange durchgeführt, bis von der Kraftmesseinrichtung **14**, bei der es sich insbesondere um eine Kraftmessdose oder Kraftmesszelle handeln kann, die Sollprüfkraft/Maximalkraft F_{max} erreicht ist. Ein solcher Verlauf der Kraft-Weg-Kurve entsteht in dem dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Taste **11** ein intern vorgespanntes Element, bspw. ein Federblech, aufweist, damit ein Nutzer beim Drücken im Bereich des ersten Kraft-Wendepunktes der Bedienkraft F_O einen Click-Impuls wahrnimmt bzw. sich für den Nutzer dadurch ein angenehmes Schaltgefühl einstellt bevor der Schalter nach weiterem Durchdrücken, sobald das vorgespannte Element durchgedrückt ist, bei der Schaltkraft F_B einen Schaltimpuls auslöst.

[0049] Nach der Durchführung der Messung und der Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve über das Messsystem **6** wird die Kontaktierung zwischen dem Abstützelement und der Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit wieder gelöst. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 2 erfolgt dies durch eine Stromlosschaltung des Elektromagneten **18**. Anschliessend kann das Prüfobjekt **7** aus der Haltevorrichtung **4** entfernt werden. Anschliessend kann das zuvor beschriebene Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei der Haptic-Test-Messung erneut von Beginn durchlaufen werden. Neben der Kontaktierung des Abstützelementes mit der Ab-

stützaufnahme durch einen Kraftschluss kann weiterhin die Kontaktierung durch einen Formschluss und/oder einen Kraffformschluss erfolgen.

[0050] Obwohl nur bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben und dargestellt wurden, ist es offensichtlich, dass der Fachmann zahlreiche Modifikationen hinzufügen kann, ohne Wesen und Umfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Haptic-Test-Messvorrichtung
2	Roboter
3	Mehrachsarm
4	Haltevorrichtung
5	Messkopf
6	Messsystem
7	Prüfobjekt
8	Abstützaufnahme
9	Abstützelement
10	Grundplatte
11	Taste
12	Prüfbewegung
13	Messkopfbewegung
14	Kraftmesseinrichtung
15	Prüfkörper
16	Vorschubelement
17	Wegmesseinrichtung
18	Magnet
19	magnetisches Element
20	Stabelement
21	Befestigungsmittel
22	Anschlusselement
23	Prüfobjektaufnahme
24	Endelement
25	Aufnahme
26	Greifelement
27	flexibles Element
SP	Schaltpunkt
S_{Schalt}	Schaltweg
S_{Start}	Startweg
F_{O}	Bedienkraft/Operating Force
F_{max}	Maximalkraft/Sollprüfkraft
F_{B}	Schaltkraft/Button Force

Patentansprüche

1. Haptic-Test-Messvorrichtung (1) zumindest umfassend: eine Haltevorrichtung (4) zur Aufnahme eines Prüfobjekts (7), und einen Roboter (2) mit einem Manipulator (3) und einem Effektor, wobei der Effektor zumindest einen Messkopf (5) mit einem Messsystem (6) umfasst, gekennzeichnet durch eine Stabilisierungseinheit, wobei die Stabilisierungseinheit ein Abstützelement (9) und eine Abstützaufnahme (8) umfasst, wobei der Messkopf (5) das Abstützelement (9) umfasst oder das Abstützelement (9) an dem Messkopf (5) angeordnet ist, wobei über die Stabilisierungseinheit der Messkopf (5) in einer örtlich festen Lage gegenüber der Haltevorrichtung (4) fixierbar ist, wobei das Abstützelement (9) einen Elektromagneten (18) umfasst und wobei die Abstützaufnahme (8) einen ferromagnetischen Sockel (19) oder ein ferromagnetisches Sockelelement (19) umfasst.
2. Haptic-Test-Messvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haltevorrichtung (4) oder eine Grundplatte (10) die Abstützaufnahme (8) umfasst oder die Abstützaufnahme (8) an der Haltevorrichtung (4) oder der Grundplatte (10) angeordnet ist.
3. Haptic-Test-Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstützaufnahme (8) eine Aufnahme (25) zur formschlüssigen Aufnahme und Zentrierung eines für den Formschluss ausgebildeten Endelements (24) des Abstützelements (9) umfasst.
4. Haptic-Test-Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abstützelement (9) ein verstellbares Stabelement (20) umfasst.
5. Haptic-Test-Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abstützelement (9) zumindest teilweise temporär versteifbar ist.
6. Haptic-Test-Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Messsystem (6) zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve ein Vorschubelement (16), einen Wegmesseinrichtung (17), eine Kraftmesseinrichtung (14) und einen Prüfkörper (15) umfasst.
7. Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei einer Haptic-Test-Messung mit einer Haptic-Test-Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
 - Einsetzen eines Prüfobjekts in der Haltevorrichtung,
 - Heranfahren des Messkopfes mit dem Messsystem an das Prüfobjekt,
 - Kontaktierung des Abstützelements mit der Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit
 - Ortsfeste Fixierung des Messkopfes gegenüber der Haltevorrichtung mit dem Prüfobjekt durch die Stabilisierungseinheit,
 - Durchführung der Messung und Ermittlung der Kraft-Weg-Kurve über das Messsystem,
 - Lösen der Kontaktierung von Abstützelement und Abstützaufnahme der Stabilisierungseinheit,
 - Entfernen des Prüfobjekts aus der Haltevorrichtung.
8. Verfahren zur Ermittlung einer Kraft-Weg-Kurve bei einer Haptic-Test-Messung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktierung des Abstützelements mit der Abstützaufnahme einen Formschluss und/oder einen eine elektromagnetischen Kraftschluss beinhaltet.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

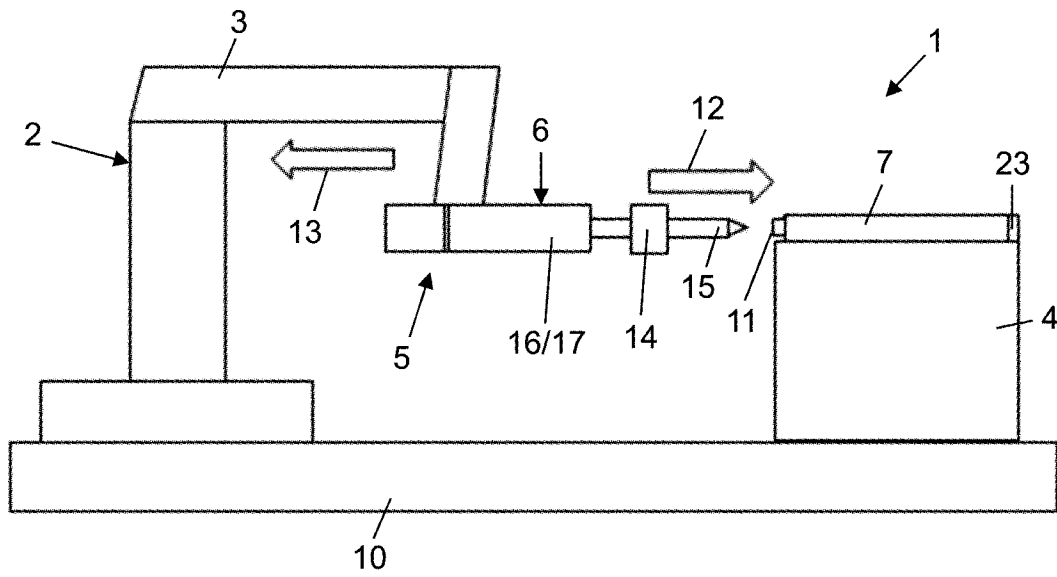


Fig. 1 (StdT)

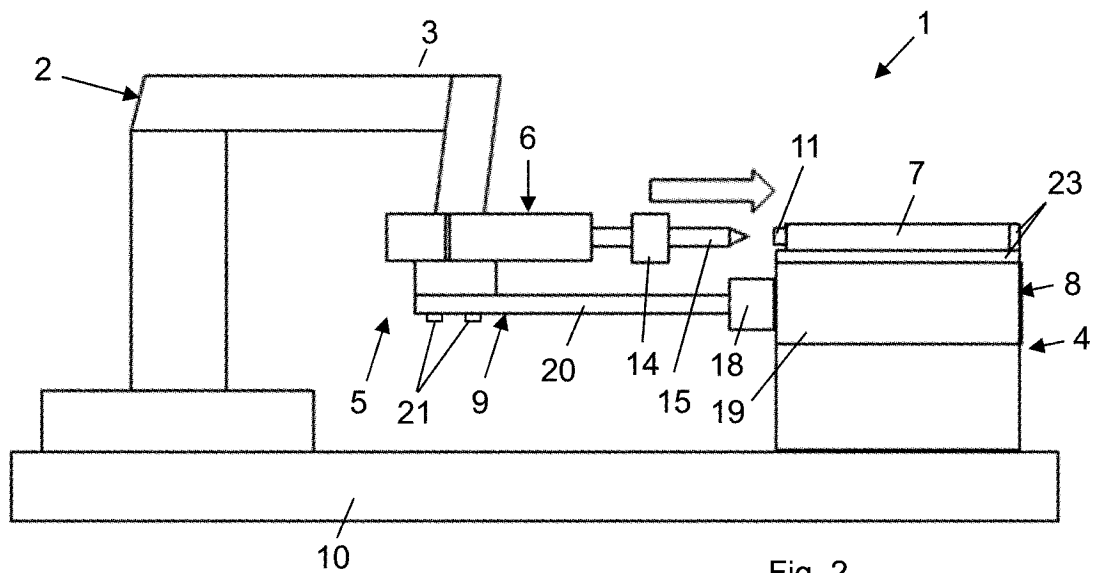


Fig. 2

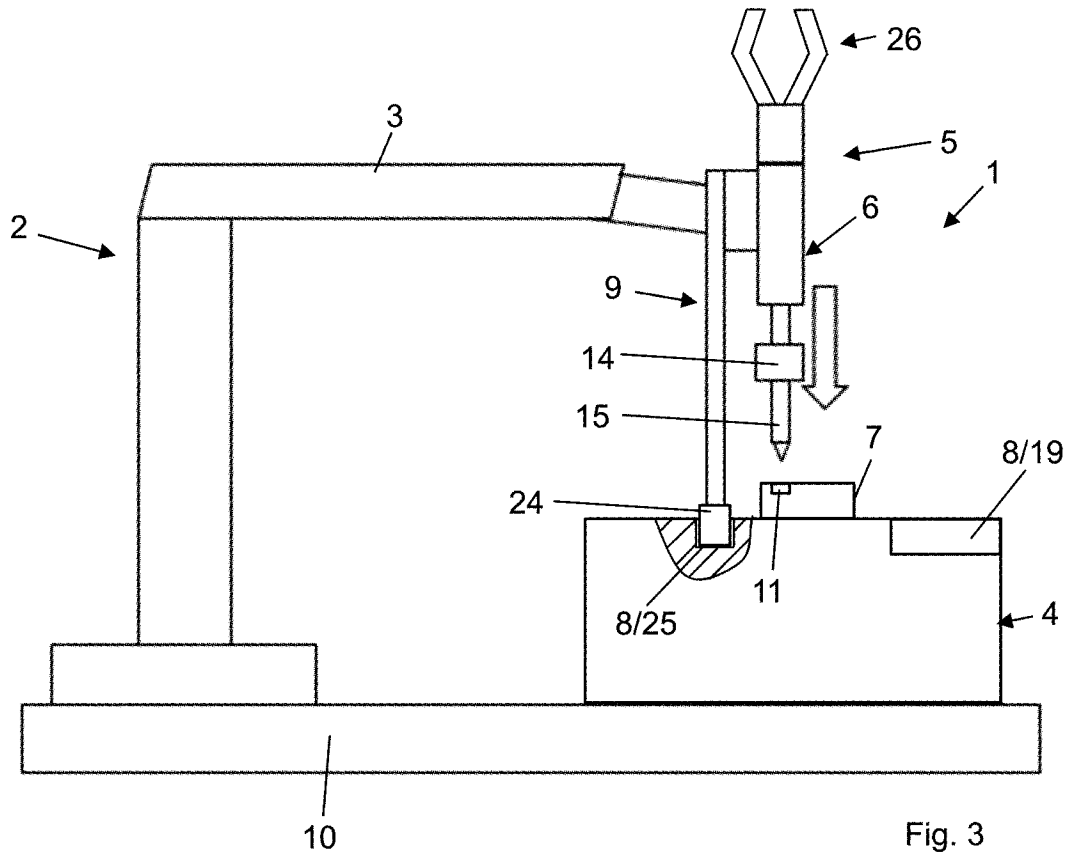


Fig. 3

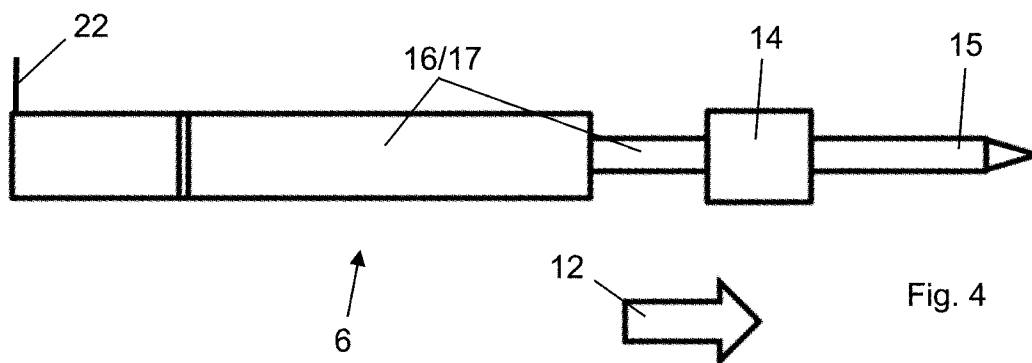


Fig. 4

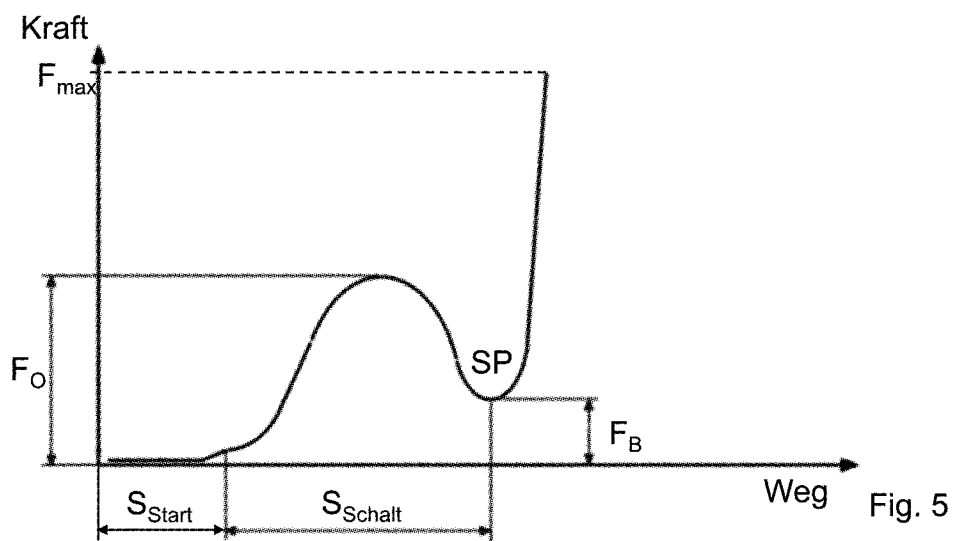


Fig. 5

