

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. September 2006 (21.09.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/097319 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01B 21/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/002459

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2006 (17.03.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 013 679.6 18. März 2005 (18.03.2005) DE
10 2005 017 697.6 7. April 2005 (07.04.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): L.M.F. FAHRZEUGTECHNIK GMBH [—/DE]; Wegenerstrasse 5, 71063 Sindelfingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LASS, Klaus, Michael [DE/DE]; Hausacher Strasse 25, 71034 Böblingen (DE).

MACHADO, Carlos [PT/DE]; Pfarrgasse 11, 72218 Wildberg (DE).

(74) Anwälte: REIMOLD, Otto usw.; Magenbauer & Kollegen, Plochingen Strasse 109, 73730 Esslingen (DE).

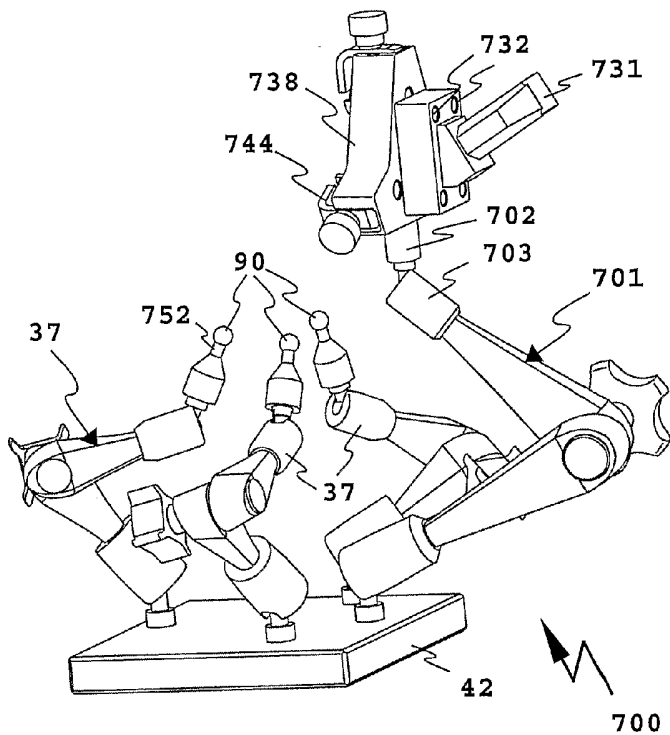
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MEASURING METHOD, SUPPORT DEVICE AND MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: MESSVERFAHREN, STÜTZVORRICHTUNG UND MESSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a support device for a measuring device, comprising a measuring arm (16) that can be displaced three-dimensionally in order to measure a physical measuring object (15). Said support device (11-14; 500; 700) can be positioned by means of a setting unit, which is located on the measuring arm, to provide at least one support point (32-35; 736), at which or on which the measuring object can be placed during the measuring process. The invention also relates to a measuring device (10) and a measuring method. According to the invention, the support device is equipped with at least two support feet (37; 200), each having a head end (30; 30') that corresponds with the setting device (26) in such a way that the support feet can be positioned on a base surface (36) of the measuring device with the aid of the setting unit, in addition to a coupling unit (38; 538; 738) comprising coupling parts (91; 591, 791) for the head ends of the support feet. The coupling part (38; 538; 738) can be mounted on the support feet once the latter have been positioned, thus providing the support point or points (32-35; 736).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/097319 A2



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Stützvorrichtung für eine Messvorrichtung mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts (15), wobei die Stützvorrichtung (11-14; 500; 700) mittels einer an dem Messarm angeordneten Vorgabeeinrichtung zur Bereitstellung mindestens einer Stützstelle (32-35; 736) positionierbar ist, an der oder auf der das Messobjekt während einer Vermessung anordenbar ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Messvorrichtung (10) und ein Messverfahren. Bei der Stützvorrichtung ist vorgesehen, dass sie mindestens zwei Stützfüsse (37; 200) mit jeweils einem mit der Vorgabeeinrichtung (26) korrespondierenden Kopfende (30; 30') aufweist, so dass die Stützfüsse mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung auf einer Basisfläche (36) der Messvorrichtung positionierbar sind, dass sie ein Koppelteil (38; 538; 738) mit Koppelungseinrichtungen (91; 591, 791) für die Kopfenden der Stützfüsse aufweist, so dass das Koppelteil (38; 538; 738) nach der Positionierung der Stützfüsse an den Stützfüssen montierbar ist, und dass das Koppelteil die mindestens eine Stützstelle (32-35; 736) bereitstellt.

Messverfahren, Stützvorrichtung und Messvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Stützvorrichtung für eine Mess-
vorrichtung mit einem räumlich verstellbaren Messarm zum Ver-
messen eines körperlichen Messobjekts, wobei die Stützvor-
richtung mittels einer an dem Messarm angeordneten Vorgabe-
5 einrichtung zur Bereitstellung mindestens einer Stützstelle
positionierbar ist, an der oder auf der das Messobjekt wäh-
rend einer Vermessung anordenbar ist. Die Erfindung betrifft
ferner eine Messvorrichtung und ein Messverfahren.

Eine derartige Messvorrichtung bzw. ein entsprechendes Mess-
10 verfahren sind beispielsweise aus der DE 196 40 579 A1 sowie
der DE 196 48 864 C2 bekannt. Die Stützen gemäß der Messvor-
richtung gemäß der DE 196 40 579 A1 sind vertikal verstellbar
und stellen jeweils punktförmige Auflagenflächen für das
Messobjekt bereit. Somit ist es möglich, beispielsweise ein
15 Messobjekt mit gekrümmten Oberflächen auf den Stützstellen zu
positionieren. Allerdings sind nur zwei Freiheitsgrade vor-
handen, nämlich einerseits eine Verstellung der jeweiligen
Stützen auf der Basisfläche der Messvorrichtung mit Hilfe des
Messarms und ferner eine Höhenverstellung der Stützstellen.
20 Eine etwas größere Flexibilität stellen Stützen gemäß der DE
196 48 864 C2 bereit. Diese Stützen weisen zwei gelenkig mit-
einander verbundene Schenkel auf, so dass auch schräg stehen-
de Stützstellen für das Messobjekt einstellbar sind.

Bei den bekannten Messvorrichtungen bzw. Stützvorrichtungen ist es jedoch nachteilig, dass die einzelnen Stützstellen mechanisch nur eingeschränkt belastbar sind und die Flexibilität zur Einstellung der Stützstellen gering ist.

5 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Vorrichtungen und ein Verfahren bereitzustellen, mit denen mechanisch belastbare Stützstellen für ein Messobjekt räumlich möglichst flexibel bereitgestellt werden können.

Zur Lösung der Aufgabe ist bei Stützvorrichtung der eingangs
10 genannten Art vorgesehen, dass sie mindestens zwei Stützfüße mit jeweils einem mit der Vorgabeeinrichtung korrespondierenden Kopfende aufweist, so dass die Stützfüße mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung auf einer Basisfläche der Messvorrichtung positionierbar sind, dass sie ein Koppelteil mit Koppelungs-
15 einrichtungen für die Kopfenden der Stützfüße aufweist, so dass das Koppelteil nach der Positionierung der Stützfüße an den Stützfüßen montierbar ist, und dass das Koppelteil die mindestens eine Stützstelle bereitstellt. Ferner sind eine erfindungsgemäße Stützvorrichtung für eine derartige Messvor-
20 richtung sowie ein erfindungsgemäßes Messverfahren zur Lösung der Aufgabe vorgesehen.

Ein Grundgedanke der Erfindung ist es, zunächst einzelne Stützfüße zu positionieren und auf diesen Stützfüßen dann ein Koppelteil anzuordnen, das die Stützfüße miteinander koppelt.
25 Das Koppelteil stellt die Stützstelle für das Messobjekt bereit. Durch die Koppelung mehrerer Stützfüße ist die mechanische Belastbarkeit der Stützvorrichtung größer. Ferner können die Stützstellen exakt eingestellt werden, weil die Stützfüße zunächst vorpositioniert werden, bevor das Koppelteil an den
30 Stützfüßen montiert wird. Eine räumliche Positionierung und

Verstellung der zweckmäßigerweise gelenkigen und/oder biegeflexiblen Stützfüße fällt somit leicht.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht mindestens drei Stützfüße vor, was eine hohe mechanische Belastbarkeit bei gleichzeitig großer räumlicher Flexibilität zur Einrichtung der Stützstelle ermöglicht. Ferner ist das Koppelteil bei drei Auflagebereichen mechanisch nicht überbestimmt.

Bei den Kopfen sind viele Ausführungsformen denkbar. Beispielsweise können die Kopfen kugelförmig oder walzenförmig sein. Polygonale Oberflächen sind möglich. Die Kopfen können Schraubenden oder Rastenden aufweisen. Die Koppelungseinrichtungen an dem Koppelteil sind korrespondierend ausgestaltet, das heißt sie haben beispielsweise kugelförmige oder kalottenförmige Aufnahmen, Rinnen für walzenförmige Kopfen, Schraubaufnahmen oder Schraubbolzen sowie Rastmittel zum Einrasten von als Rastenden ausgestalteten Kopfen.

Kugelförmige Kopfen haben den Vorteil, dass der jeweilige Abstand von der Kugeloberfläche zu einem Mittelpunkt der Kugel jeweils von allen Seiten der Kugel gleich ist, so dass eine Kalibrierung der Messvorrichtung eine optionale, nicht unbedingt erforderliche Maßnahme ist. Eine später noch beschriebene Kalibrierung mit beispielsweise einer Kalibrier-Messeinrichtung ist jedoch beispielsweise bei unterschiedlichen, zur Anpassung an verschiedene Arten von Kopfen vorgesehenen Vorgabeeinrichtungen vorteilhaft.

Auch die umgekehrte Bauform ist denkbar, dass nämlich die Kopfen der Stützfüße Aufnahmen, beispielsweise kalottenförmige Aufnahmen, aufweisen. Die Koppelungseinrichtungen des Koppelteils umfassen dann korrespondierende Vorsprünge, z.B. Kugelköpfe.

Die Koppelungseinrichtungen können beispielsweise Pratzen enthalten, mit denen die Kopffenden in eine Aufnahme der Koppelungseinrichtung gespannt werden. Die Pratze hat zweckmäßigerweise zumindest an einem Bereich eine Kontur, die mit einer Außenkontur des Kopffendes korreliert, beispielsweise eine Hohlkugelkontur oder eine hohlzylindrische Kontur für einen stabförmigen Abschnitt eines Kopffendes. Die Pratze kann durch Klemmen, durch eine Schraube oder dergleichen fixierbar sein. Zweckmäßigerweise bildet die Pratze einen Winkel, dessen einer Schenkel an einer Seite des Koppelteils angeschraubt ist und dessen anderer Schenkel unter das Koppelteil zur Aufnahme hin vorsteht. Das Koppelteil ist beispielsweise als eine Platte ausgestaltet.

Zweckmäßigerweise ist der Pratze eine Federanordnung zugeordnet, um sie in eine das Kopffende fixierende Stellung zu spannen. Dadurch fällt die Montage der Pratze leicht. Zu diesem Zweck kann zweckmäßigerweise auch ein Magnet vorgesehen sein.

Ein Magnet kann zweckmäßigerweise auch als eine Positionierhilfe dienen und beispielsweise an einem Kopffende oder an einer Koppelungseinrichtung des Koppelteils angeordnet sein. Somit kann das Koppelteil leicht an den Kopffenden positioniert und montiert werden. Bei ausreichend großer magnetischer Haltekraft ist es sogar denkbar, dass bereits die magnetische Kopplung des Koppelteils mit den Stützfüßen zur Bildung einer mechanisch belastbaren Stützstelle ausreicht.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das Koppelteil an einem beweglichen Bereitstellungsfuß angeordnet ist. Das Koppelteil kann an dem Bereitstellungsfuß fest oder lösbar befestigt sein. Mit Hilfe des Bereitstellungsfußes kann das Koppelteil relativ zu den mindestens zwei Stützfüßen verstellt werden, die zuvor mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung an

dem Messarm bereits vorpositioniert sind. Der Bereitstellungsfuß stellt eine Art Montagehilfe dar.

Der Bereitstellungsfuß und/oder die Stützfüße sind zweckmäßigerweise gelenkig und/oder biegeflexibel und/oder längsverstellbar. Es versteht sich, dass beliebige Kombinationen solcher Stützfüße und Bereitstellungsfüße denkbar sind.

Das Kuppelteil ist vorteilhafterweise dreh- oder kugelgelenkig an den Bereitstellungsfuß angelenkt. Somit sind viele Freiheitsgrade zur Positionierung des Kuppelteils vorhanden.

10 Bevorzugt ist es, wenn bei mindestens einem der Stützfüße und/oder dem Bereitstellungsfuß mindestens zwei Verstell-Freiheitsgrade vorhanden sind. Diese Verstell-Freiheitsgrade können beispielsweise durch die freie Positionierbarkeit des jeweiligen Fußes auf einem Untergrund und/oder durch längenverstellbare Abschnitte und/oder durch Gelenke, insbesondere
15 Dreh- oder Kugelgelenke, bereitgestellt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Stützfüße und/oder der Bereitstellungsfuß Gelenkfüße sind. Diese Gelenkfüße haben zweckmäßigerweise mindestens
20 zwei dreh- oder kugelgelenkig miteinander verbundene Schenkel. Die Schenkel können schräg bezüglich der Basisfläche der Messvorrichtung positioniert werden, was die Einstellung der Stützfüße bzw. des Bereitstellungsfußes erleichtert. Bevorzugt ist es, wenn an den jeweiligen Enden der Schenkel zu-
25 sätzlich Dreh- oder Kugelgelenke vorhanden sind, so dass die Freiheiten bei der Einrichtung der Stützfüße bzw. des Bereitstellungsfußes groß sind.

Vorteilhafterweise wird das Kopfende eines erfindungsgemäßen Stützfußes durch ein Kopfteil gebildet, dass mittels eines

Drehgelenkes, eines Kugelgelenkes oder eines Längsverstellmechanismus an dem jeweiligen Stützfuß angeordnet ist. Auch fußseitig ist es vorteilhaft, wenn Drehgelenke oder Kugelgelenke an den Stützfüßen oder Bereitstellungsfüßen vorhanden sind. Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Fußteile auswechselbar sind. Beispielsweise können Fußteile mit Schraubeinrichtungen zum Anschrauben an der Basisfläche, Magnetanordnungen zum magnetischen Halten an der Basisfläche, Saugeinrichtungen zum Halten mittels Unterdruck, Klemmeinrichtungen zum Festklemmen oder dergleichen vorgesehen sein.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die mindestens zwei Stützfüße durch ein gemeinsames Fußteil miteinander gekoppelt sind, beispielsweise eine Ständerplatte. Auch der Bereitstellungsfuß ist vorteilhaft an diesem Fußteil befestigt. Auch eine Kombination eines einzelnen Stützfußes mit einem Bereitstellungsfuß an einem gemeinsamen Fußteil ist denkbar.

Der Bereitstellungsfuß und/oder die Stützfüße sind zweckmäßigerweise mit Hilfe einer einzigen Betätigungshandhabe fixierbar. Die Betätigungshandhabe fixiert Gelenke der jeweiligen Füße sequenziell, gruppenweise oder auch simultan. Die Gelenke werden beispielsweise geklemmt. Dadurch fällt die Montage bzw. Festlegung der Stützfüße und des Bereitstellungsfußes leicht.

Der Bereitstellungsfuß kann bei entsprechend mechanisch belastbarer Ausgestaltung die Stabilität der erfindungsgemäßen Stützvorrichtung erhöhen.

Die mindestens eine Stützstelle wird zweckmäßigerweise durch das Koppelteil gebildet. Es ist auch denkbar, an einem Koppelteil ein Stützteil anzuordnen, das die Stützstelle bildet.

Ferner ist es möglich, dass an einem Koppelteil mehrere Stützstellen vorhanden sind. Die Stützstellen können verschiedene Ausgestaltungen haben, beispielsweise kugelförmige oder ebene Auflageflächen, Aufnahmeöffnungen zur Aufnahme des Messobjektes oder eines Vorsprungs des Messobjektes, Vorsprünge, die in eine korrelierende Aufnahmeöffnung am Messobjekt eingreifen oder dergleichen. Zweckmäßigerweise ist ein jeweiliges Stützteil an dem Koppelteil auswechselbar, so dass die Anpassung an unterschiedliche Stütz Voraussetzungen bzw. die Anpassung an Messobjekte erleichtert ist.

Zweckmäßigerweise steht die Stützfläche schräg zu einer durch mindestens zwei, vorteilhaft drei Koppelungseinrichtungen definierten Ebene oder eine Stützplatte des Koppelteils vor. Die Stützfläche ist vorteilhaft an einem Vorsprung oder einem vor eine Platte des Koppelteils vorstehenden Element angeordnet. Die Stützfläche ist z.B. ein schrägstehender Zylinder. Diese Maßnahmen ermöglichen jeweils unabhängig voneinander beispielsweise einen tangential schrägstehende Stützfläche bzw. ein tangential darauf aufliegendes Messobjekt, z.B. eine Scheibe eines Kraftfahrzeugs.

Eine hohe Flexibilität ist bei einer Ausgestaltung der Erfindung gegeben, bei der die Stützstellen durch eine dreidimensional verformbare Stützoberfläche gebildet ist. Die Stützoberfläche kann beispielsweise durch ein chemisches Material gebildet sein, das aushärtet und die entsprechende Stützoberfläche bereitstellt. Ferner ist eine Stützstiftenanordnung vorteilhaft, mit der eine dreidimensionale Stützoberfläche einstellbar ist. Die Stützstifte sind beispielsweise klemmbar, wenn sie eine durch die Vorgabeeinrichtung an dem Messarm vorgegebene Stellung eingenommen haben, das heißt die Stützoberfläche eine entsprechende dreidimensionale Struktur oder Kontur aufweist.

Wenn das Koppelteil bereits auf den erfindungsgemäß positionierten Stützfüßen montiert ist, kann sein Stützteil beispielsweise mit Hilfe einer Linearführung und/oder einer Drehlagerung feinpositioniert werden. Auch hierfür ist es zweckmäßig, dass der Messarm die jeweilige Position der Stützstelle vorgibt.

Die Vorgabeeinrichtung des Messarms ist zweckmäßigerweise auswechselbar, so das beispielsweise eine Vorgabeeinrichtung an dem Messarm anordenbar ist, die an die Kontur der jeweiligen einzurichtenden Stützstelle oder eines Kopfendes angepasst ist. Hier zeigt sich ein Vorteil der Erfindung: zur Einrichtung der Stützvorrichtungen kann eine Vorgabeeinrichtung an dem Messarm verbleiben, die an die Kopfenden der Stützfüße angepasst ist. Mit dieser Vorgabeeinrichtung können sämtliche Stützfüße eingerichtet werden, sofern sie gleiche Kopfenden aufweisen, was vorteilhaft ist. Das Koppelteil stellt sodann die individuell an einer Stützstelle erforderliche Auflagekontur für das Messobjekt bereit.

Die erfindungsgemäße Messvorrichtung weist Positioniermittel zum Positionieren der Vorgabeeinrichtung an den Positionen der Kopfenden auf. Es ist denkbar, diese Positionen beispielsweise in einem Speicher der Messvorrichtung einzuspeichern, so dass der Messarm die Positionen für die Kopfenden anfahren kann.

Bevorzugt ist es, wenn die Positionen der Stützstellen bei der Messvorrichtung konfiguriert oder programmiert werden. Die Positioniermittel berechnen dann anhand der Positionen der Stützstellen die Positionen der Kopfenden der Stützfüße einer Stützvorrichtung, die die Stützstelle später bereitstellt. Die Positioniermittel transformieren beispielsweise

die Koordinaten der einzureichenden Stützstelle auf die Koordinaten der Kopfen der Stützfüße.

Die Positioniermittel können z.B. als ein Softwaremodul ausgestaltet sein, was an sich eine eigenständige Erfindung darstellt.

Ein weiterer erfindungsgemäßer Aspekt, der an sich eine eigenständige Erfindung bildet, betrifft eine Stützvorrichtung zur Verwendung mit einer Messvorrichtung mit einem räumlich verstellbaren Messarm zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, wobei mit einer an dem Messarm angeordneten Vorgabeeinrichtung mit einer Definitionsfläche mindestens eine Stützstelle vorgebar ist, an der oder auf der das Messobjekt während einer Vermessung liegt, sowie eine mit der Stützvorrichtung ausgestattete Messvorrichtung sowie ein Messverfahren.

Bei der Stützvorrichtung ist vorgesehen, dass sie mindestens einen Gelenkfuß mit mindestens zwei drehgelenkig oder kugelgelenkig miteinander verbundenen Schenkeln aufweist, dass der mindestens einen Gelenkfuß mit einem Fußteil an seinem unteren Endbereich auf einer Basisfläche der Messvorrichtung positionierbar ist, dass ein Stützteil zum Auflegen des Messobjekts an einem oberen Endbereich der Stützvorrichtung mittels des mindestens einen Gelenkfußes räumlich im Wesentlichen frei zu der an der mindestens einen Stützstelle positionierten Vorgabeeinrichtung hin verstellbar ist, so dass das Stützteil die mindestens eine Stützstelle bilden kann, und dass die Stützvorrichtung fixierbar ist.

Der Gelenkfuß hat ein Drehgelenk bzw. ein Kugelgelenk zwischen den Schenkeln und ist somit räumlich frei verstellbar bzw. konfigurierbar. Auch wenn die Stützvorrichtung auf der Basisfläche bzw. Bezugsfläche der Messvorrichtung bereits po-

sitioniert ist, beispielsweise in X- oder Y-Richtung, ist das Stützteil nicht nur vertikal, d.h. in Z-Richtung, sondern zusätzlich auch horizontal, d.h. in X- und/oder Y-Richtung durch entsprechendes Verstellen des mindestens einen Gelenkfußes räumlich verstellbar. Dadurch fällt die Einrichtung der Stützvorrichtung sehr leicht. Es ist eine optimale Anpassung und Ausrichtung der Stützvorrichtung möglich. Beispielsweise ist es somit möglich, dass auch bei einer schräg stehenden, d.h. nicht horizontal ausgerichteten Definitionsfläche der Vorgabeeinrichtung, dass Stützteil in der entsprechenden Schrägposition an die Definitionsfläche sozusagen herangefahren werden kann, sodass beispielsweise eine Normale der Definitionsfläche im Wesentlichen einer Normalen einer Auflagefläche des Stützteils entspricht.

Ein Gelenkfuß kann auch mehr als zwei Schenkel aufweisen, die jeweils zweckmäßigerweise gelenkig miteinander verbunden sind.

Besonders bevorzugt ist es, dass mehrere Gelenkfüße in der oben beschriebenen Art bei der Stützvorrichtung vorhanden sind, die an ihrem oberen Ende durch ein Koppelteil miteinander gekoppelt sind. Das Koppelteil ist beispielsweise ein separates Bauteil, das fest oder lösbar mit den Gelenkfüßen gekoppelt ist. Es ist auch möglich, dass das Koppelteil durch das Stützteil gebildet wird. Es ist zweckmäßig, dass die Gelenkfüße jeweils separat auf der Basisfläche positionierbare Fußteile aufweisen. Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn die Gelenkfüße durch ein gemeinsames Fußteil gekoppelt sind. Bei diesem Fußteil handelt es sich beispielsweise um eine Ständerplatte, auf der die unteren Enden der Gelenkfüße fixiert sind, beispielsweise festgeklemmt, durch Magnetkraft fixiert sind oder dergleichen. An den unteren Enden der Ge-

lenkfüße, in der Nähe des Koppel-Fußteils, sind vorteilhaft Gelenke vorgesehen.

Zur Verbesserung der Gelenkigkeit des Gelenkfußes bzw. der Stützvorrichtung insgesamt ist es zweckmäßig, dass ein unterer Schenkel des Gelenkfußes bzw. der Gelenkfüße mittels eines Drehgelenks oder Kugelgelenks an das Fußteil angelenkt ist. Auch am oberen Ende, d.h. am oberen Schenkel des jeweiligen Gelenkfußes ist es zweckmäßig, ein Drehgelenk oder Kugelgelenk vorzusehen, mit dem das Stützteil oder das vorher erwähnte Koppelteil gelenkig befestigt ist.

Prinzipiell denkbar ist aber auch eine Variante der Erfindung, bei der ein unterer Schenkel eines Gelenkfußes das Fußteil bildet oder starr mit dem Fußteil verbunden ist. Es ist ferner möglich, dass ein oberer Schenkel eines Gelenkfußes das Stützteil bildet oder starr mit dem Stützteil verbunden ist. Es ist allerdings bei beiden vorgenannten Alternativen vorteilhaft, wenn zumindest zwei Gelenke, zweckmäßigerweise Kugelgelenke, zwischen dem Stützteil und dem Fußteil vorgesehen sind.

Die Schenkel des Gelenkfußes sind zweckmäßigerweise schräg bezüglich der Basisfläche positionierbar.

Das Fußteil weist vorteilhafterweise Fixiermittel zum Fixieren auf der Basisfläche der Messvorrichtung auf. Als Fixiermittel werden beispielhaft mehrere, auch in Kombination miteinander mögliche Varianten vorgeschlagen:

Beispielsweise kann eine Schraubeinrichtung, z.B. eine Schraube, eine Nutanordnung oder dergleichen, zum Anschrauben oder Klemmfixieren auf einem Untergrund, insbesondere an der Basisfläche, vorgesehen sein. Auch eine Magnetanordnung zum

magnetischen Halten oder eine Saugvorrichtung zum Halten auf dem Untergrund mittels Unterdruck sind vorteilhaft. Es ist auch möglich, das Fußteil an einer Ständerplatte fest zu montieren oder dass das Fußteil eine Ständerplatte bildet. Diese Ständerplatte ist zweckmäßigerweise derart schwer, dass sie am jeweiligen Positionierort zuverlässig bleibt. Es ist auch möglich, eine Klemmeinrichtung zum Festklemmen an dem Untergrund vorzusehen.

Das Fußteil kann fest oder auswechselbar an dem jeweiligen Gelenkfuß befestigt sein.

Zum Fixieren des Gelenkfußes ist es zweckmäßig, dass eine einzige Betätigungshandhabe möglichst viele, zweckmäßigerweise alle Gelenke des Gelenkfußes fixiert. Dadurch wird die Handhabung vereinfacht. Es ist vorteilhaft, dass die Gelenke sequentiell mittels der Betätigungshandhabe, beispielsweise einer Klemmschraube oder dergleichen, fixierbar sind. Somit werden nacheinander sämtliche Gelenke des Gelenkfußes fixiert. Es versteht sich, dass auch eine gruppenweise Fixierung vorteilhaft ist, wobei beispielsweise jeweils zwei oder mehr Gelenke gleichzeitig fixiert werden, die anderen Gelenke jedoch noch beweglich bleiben. Jedem Gelenk kann auch eine separate Fixier-Betätigungshandhabe zugeordnet sein.

Das Stützteil weist vorteilhafterweise eine kugelförmige Auflagefläche auf. Der jeweilige Abstand von der Kugeloberfläche zu einem Mittelpunkt des Stützteils ist dabei jeweils von allen Seiten der Kugel gleich. Damit kann eine Kalibrierung der Messvorrichtung entfallen, wenngleich eine Kalibrierung dennoch in manchen Anwendungsfällen zweckmäßig ist.

Es versteht sich, auch eine ebene Auflagefläche des Stützteils Vorteile aufweisen kann, beispielsweise dann, wenn das

jeweilige Messobjekt flächig aufgelegt werden soll. Dadurch ist die Belastung des Messobjekts an der jeweiligen Stützstelle bzw. Auflagestelle verringert.

Die freie Positionierbarkeit der erfindungsgemäßen Stützvorrichtung erlaubt es auch, eine Aufnahmeöffnung entweder am Stützteil oder am Messobjekt, auf einfache Weise relativ zueinander zu positionieren. Das Stützteil weist beispielsweise eine Aufnahmeöffnung zur Aufnahme des Messobjekts, insbesondere eines stiftartigen oder vorsprungartigen Teils des Messobjekts auf. Es ist auch möglich, dass das Stützteil einen Vorsprung, z.B. einen Stift, aufweist, der in eine Aufnahmeöffnung an dem Messobjekt eindringt, wenn dieses auf der Stützvorrichtung bzw. auf den Stützvorrichtungen der Messvorrichtung zu Messzwecken aufgelegt wird. Dieser Stütz-Stift an der Stützvorrichtung kann beispielsweise zylindrisch sein, konisch oder dergleichen. Die Außenkontur des Vorsprungs ist vorteilhafterweise rund, wobei auch mehrkantige Konturen zweckmäßig sind.

Die Vorgabeeinrichtung weist zweckmäßigerweise eine mit der jeweiligen Auflagenkontur des Stützteils korrelierende Definitionsfläche zur Vorgabe der Stützstelle auf, z.B. eine hohl-kugelförmige oder eine ebene Definitionsfläche, eine Aufnahmeöffnung für einen Vorsprung am Messobjekt oder dergleichen.

Das Stützteil weist vorteilhaft eine dreidimensional verformbare Stützoberfläche auf. Diese Stützoberfläche kann beispielsweise durch eine verformbare Masse gebildet sein, die vorteilhafterweise chemisch aushärtet. Es ist aber auch vorteilhaft, dass eine Stützstiftanordnung insgesamt eine resultierende dreidimensionale Stützoberfläche bildet. Die Stützstiftanordnung enthält beispielsweise mehrere in gleicher

Richtung orientierte Stützstifte, die in einer gemeinsamen Verstellrichtung verstellbar und anschließend fixierbar sind.

Die Freiheitsgrade bei der Verstellung der Stützvorrichtung bzw. bei der Positionierung der Stützvorrichtung werden dadurch erhöht, dass die Stützvorrichtung zweckmäßigerweise an ihrem oberen Ende eine Linearführung zur linearen Verstellung des Stützteiles aufweist. Es versteht sich, dass auch eine Schwenkhalterung, eine Drehhalterung oder dergleichen zur Schwenk- bzw. Drehverstellung des Stützteils bezüglich des Gelenkfußes bzw. der Gelenkfüße vorteilhaft sein kann.

Die Gelenke eines Gelenkfußes haben zweckmäßigerweise jeweils zwei Verstell-Freiheitsgrade. Beispielsweise kann man Kugelgelenke oder eine Gelenkanordnung mit zwei Drehgelenken verwenden, deren Drehachsen quer, insbesondere rechtwinkelig, zueinander sind.

Die Positionierung des Stützteils oder eines Kopfes eines Stützfußes vor Montage des obengenannten Koppelteils relativ zu der bereits vorpositionierten Vorgabeeinrichtung wird durch die folgenden Maßnahmen erleichtert. Beispielsweise können an dem Stützteil und/oder an der Vorgabeeinrichtung Ansaugmittel vorhanden sein, die das jeweilige andere Teil in Position saugen. Besonders bevorzugt ist jedoch eine Variante, bei der magnetische Mittel als Positionierhilfe dienen. Beispielsweise kann das Stützteil, zumindest teilweise, magnetische Eigenschaften aufweisen und sich sozusagen an die am Positionierort bzw. Stützstellenort befindliche Vorgabeeinrichtung anklippen. Sodann wird die Stützvorrichtung fixiert, d.h. werden deren Drehgelenke in der jeweiligen Position festgelegt. Die Vorgabeeinrichtung gibt dann die jeweilige Stützstelle frei, d.h. sie entfernt sich von dem Stützteil, das dann die Stützstelle zum Auflegen bzw. Anlegen des Mess-

objekts bildet. Die magnetischen Mittel können durch Dauermagnete, zweckmäßigerweise aber auch durch Elektromagnete gebildet werden. Beispielsweise ist in der Vorgabeeinrichtung ein Elektromagnet vorhanden, der während des Platziervorgangs bzw. Positioniervorgangs der Stützvorrichtung aktiviert und zum Freigeben der jeweiligen Stützstelle deaktiviert ist.

Ein weiterer Aspekt, der an sich eine eigenständige Erfindung darstellt, betrifft eine erfindungsgemäße Kalibrierung mit einer Messvorrichtung mit einem räumlich verstellbaren Messarm zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, mit mindestens einer Stützvorrichtung zur Bildung einer Stützstelle, an der oder auf der das Messobjekt während einer Vermessung liegt, mit einer an dem Messarm angeordneten und mit dem Messarm positionierbaren Vorgabeeinrichtung mit einer Definitionsfläche zum Vorgeben der Stützstelle, so dass die mindestens eine Stützvorrichtung zu der Definitionsfläche hin verstellbar ist, bis eine Stützoberfläche der mindestens einen Stützvorrichtung zur Bildung der Stützstelle oder ein Kopfende eines Stützfußes an der Definitionsfläche zumindest teilweise anliegt. Der weitere Aspekt betrifft ferner ein Kalibrierverfahren zur Kalibrierung einer Messvorrichtung. Die Messvorrichtung und das Kalibrierverfahren ermöglichen die Verwendung von Vorgabeeinrichtungen mit Definitionsflächen verschiedenartigster Geometrie. Dazu ist vorgesehen, dass die Messvorrichtung eine Kalibrier-Messeinrichtung aufweist, die mit einer Steuereinrichtung der Messvorrichtung verbunden ist und die bei Abtastung der Definitionsfläche der an dem Messarm montierten Vorgabeeinrichtung Messwerte zur Kalibrierung der Messvorrichtung an die Steuereinrichtung sendet. Dabei sei betont, dass die Messvorrichtung zweckmäßigerweise die obengenannten gelenkigen und vorteilhaft Koppelteile aufwei-

sende Stützvorrichtungen aufweist, dass aber auch andere Stützen verwendet werden können. Die Messvorrichtung "lernt" sozusagen mittels der Kalibrier-Messeinrichtung Stützoberflächen und Definitionsfläche unterschiedlicher Geometrien und wird für dies Geometrien kalibriert.

Ferner ist es möglich, dass mit der Vorgabeeinrichtung Kopfenden von Stützvorrichtungen einrichtbar sind, auf denen später ein Stützteil zur Bildung einer Stützstelle montiert wird, an der oder auf der das Messobjekt während einer Vermessung liegt. Das Stützteil koppelt beispielsweise mehrere Füße einer Stützvorrichtung. Die Messvorrichtung kann für eine für das jeweilige Kopfende geeignete Vorgabeeinrichtung, z.B. eine Vorgabeeinrichtung mit einer walzenförmigen oder kalottenförmigen Definitionsfläche, auf die obengenannte Weise kalibriert werden.

Eine Messvorrichtung bzw. ein Kalibrierverfahren für eine Messvorrichtung sind an sich z.B. aus der Patentanmeldung DE 10 2004 021 004.7 bekannt. Bevor das Messobjekt auf die mindestens eine Stützvorrichtung aufgelegt werden kann, wird diese eingerichtet. Der Messarm positioniert die Vorgabeeinrichtung an den einzurichtenden Stützstellen, wo jeweils eine Stützvorrichtung positioniert und eingerichtet wird. Die Stützvorrichtung hat beispielsweise eine Stützstiftanordnung, die individuell verstellbare Stützstifte aufweist. Die Stützstifte werden durch die Vorgabeeinrichtung relativ zueinander und relativ zu einem Ständer für die Stützstiftanordnung eingerichtet. Die Stützstiftanordnung bildet beispielsweise eine dreidimensionale Stützoberfläche. Die Stützvorrichtung bildet sodann die Stützstelle, an der später das Messobjekt zur Vermessung durch die Messvorrichtung aufgelegt werden kann. Während der nachfolgenden Vermessung ist eine Messarm-Mess-

einrichtung zur Abtastung des Messobjekts an dem Messarm befestigt.

Die Vorgabeeinrichtung und die Messarm-Messeinrichtung müssen kalibriert werden, d.h. sie müssen auf einen Bezugspunkt der Messvorrichtung eingerichtet werden. Zur Kalibrierung ist
5 z.B. eine Kalibrierungseinrichtung mit einer Kalibrierungskugel vorgesehen, an der die Messarm-Messeinrichtung und die Vorgabeeinrichtung kalibrierbar sind. Damit werden beispielsweise geometrische Differenzen zwischen der Messarm-
10 Messeinrichtung und der Vorgabeeinrichtung, Montagetoleranzen beim Montieren der jeweiligen Einrichtungen am Messarm und dergleichen erfasst, sodass die Messarm-Messeinrichtung und die Vorgabeeinrichtung einheitlich auf den Bezugspunkt der Messvorrichtung kalibriert sind.

15 Die bekannte Kalibriereinrichtung in Gestalt der Kalibrierungskugel korrespondiert mit der Gestalt der Definitionsfläche der Vorgabeeinrichtung, die dementsprechend zwingend konkav sein muss. Diese konkave Form der Definitionsfläche ist zwar zur Einrichtung einer kugel- oder punktförmigen Stütz-
20 stelle zweckmäßig. Es gibt jedoch Anwendungsfälle, bei denen auch anders gestaltete Definitionsflächen, beispielsweise Definitionsflächen mit einer Aufnahme oder einem Vorsprung, walzenförmige Definitionsflächen oder dergleichen zur Einrichtung korrespondierender Stützoberflächen zweckmäßig sind.
25 Um die so ausgestalteten Vorgabeeinrichtungen zu kalibrieren, müsste man jeweils eine Kalibriereinrichtung mit geeigneter Geometrie verwenden. Andererseits ist es sehr vorteilhaft, eine kugel- oder würfelförmige Kalibriereinrichtung zu verwenden, wie beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 196 18 283.2 beschrieben. Dort ist an Stelle einer
30 Kalibrierungskugel ein Kalibrierungspolyeder vorgesehen. Mit Hilfe dieser Kalibrierungseinrichtung könnte man beispiels-

weise eine Vorgabeeinrichtung mit einer ebenen Definitionsfläche auswählen. Die Auswahl möglicher Definitionsflächen bzw. Vorgabeeinrichtungen ist allerdings sehr eingeschränkt.

Mit der Kalibrier-Messeinrichtung gemäß dem weiteren Aspekt
5 der Erfindung kann die Vorgabeeinrichtung, insbesondere deren
Definitionsfläche, abgetastet werden, um die Vorgabeeinrichtung
im am Messarm montierten Zustand zu kalibrieren. Somit kann die
Position und Geometrie der Definitionsfläche relativ zu einem
10 Bezugspunkt der Messvorrichtung auf einfache Weise ermittelt
werden. Die Kalibrier-Messeinrichtung kann beispielsweise ein
Messkopf bzw. eine Messeinrichtung einer Bauart sein, die
alternativ auch als Messarm-Messeinrichtung zur Abtastung
des Messobjekts nutzbar ist. Prinzipiell möglich ist es daher,
15 dass man die ansonsten am Messarm zu befestigende Messarm-
Messeinrichtung als eine ortsfeste Kalibrier-Messeinrichtung
zur Abtastung der Definitionsfläche bzw. zur Kalibrierung der
Vorgabeeinrichtung nutzt, und nachdem die Stützstellen bzw.
Stützvorrichtungen eingerichtet sind, an Stelle der Vorgabeeinrichtung
20 die Kalibrier-Messeinrichtung am Messarm montiert, um das
Messobjekt zu vermessen. Dabei ist es wichtig, dass die
Messeinrichtung am Messarm mit möglichst geringen Toleranzen
montierbar ist, sodass ein weiteres Kalibrieren der Messeinrichtung,
wenn sie am Messarm montiert ist, nicht erforderlich
25 ist.

Besonders bevorzugt ist aber eine separate, ausschließlich
für Kalibrierzwecke zu verwendende Kalibrier-Messeinrichtung.
Zweckmäßigerweise ist die Kalibrier-Messeinrichtung ortsfest
angeordnet, sodass der Messarm die Vorgabeeinrichtung relativ
30 zu der Kalibrier-Messeinrichtung positionieren und die
Kalibrier-Messeinrichtung die Definitionsfläche abtasten kann. Die

Kalibrier-Messeinrichtung steht beispielsweise auf einer Basisfläche oder Bodenfläche der Messvorrichtung.

Prinzipiell möglich ist auch, dass die Kalibrier-Messeinrichtung an einem beweglichen zweiten Arm, ähnlich wie
5 der Messarm, beweglich angeordnet ist, sodass die Kalibrier-Messeinrichtung relativ zu der am Messarm befestigten Vorgabeeinrichtung durch diesen zweiten Arm positioniert werden kann.

Es ist zweckmäßig, dass die Kalibrier-Messeinrichtung mehrere,
10 re, d.h. vorzugsweise mindestens zwei Messsensoren aufweist, die in unterschiedliche Richtungen orientiert sind. Beispielsweise sind die Messsensoren winkelig zueinander, z.B. rechtwinkelig, und stehen vor ein Basisteil der Kalibrier-Messeinrichtung vor. Die Messsensoren können beispielsweise
15 in der Art von Strahlen eines Sternes von dem Basisteil weg stehen. Somit kann die Definitionsfläche der Vorgabeeinrichtung von mehreren unterschiedlichen Seiten durch die Kalibrier-Messeinrichtung abgetastet werden. Dies ermöglicht höhere Freiheitsgrade bei der geometrischen Ausgestaltung der
20 Definitionsfläche.

Die mehreren Messsensoren sind zweckmäßigerweise jeweils gleich weit von dem Basisteil bzw. von einem Bezugspunkt des Basisteils entfernt. Beispielsweise sind die Messsensoren an der Oberfläche und/oder den Kanten eines virtuellen, umhüllenden geometrischen Körpers angeordnet, beispielsweise einer
25 Kugel, eines Polyeders oder dergleichen.

Die Vorgabeeinrichtung ist zweckmäßigerweise lösbar an dem Messarm montierbar. Es versteht sich, dass auch fest an dem Messarm befestigte Vorgabeeinrichtungen prinzipiell möglich
30 sind. An dem Messarm sind zweckmäßigerweise Befestigungsmit-

tel vorhanden, an denen wahlweise die Vorgabeeinrichtung oder die Messarm-Messeinrichtung zur Messung des Messobjekts befestigbar sind. Mit der Kalibrier-Messeinrichtung sind sowohl die Messarm-Messeinrichtung als auch die Vorgabeeinrichtung
5 kalibrierbar.

Die Stützvorrichtung weist zweckmäßigerweise einen verstellbaren Ständer zur Positionierung an der Stützstelle auf. Der Ständer hat zweckmäßigerweise einen oder mehrere Gelenkfüße, die jeweils mindestens zwei gelenkig miteinander verbundene
10 Schenkel haben. Die Schenkel sind beispielsweise mittels Dreh- oder Kugelgelenken verbunden. Zur Bildung mehrerer Freiheitsgrade können auch mehrere Drehgelenke zwischen den jeweiligen Schenkeln mit zueinander winkelligen Drehachsen vorgesehen sein.

15 Zur möglichst optimalen Anpassung an eine erforderliche Geometrie der Stützstelle ist die Stützoberfläche der Stützvorrichtung zweckmäßigerweise dreidimensional verformbar. Dies kann man beispielsweise durch ein chemisch aushärtbares Material bei der Stützvorrichtung erzielen. Besonders zweckmäßig,
20 weil leicht rekonfigurierbar, ist jedoch eine einstellbare Stützstiftanordnung, die beispielsweise in der DE 10 2004 021 004 beschrieben ist.

Es versteht sich, dass auch eine geometrisch feste, für den Bedarf aber optimal ausgewählte Stützoberfläche vorteilhaft
25 ist, beispielsweise eine kugelförmige oder walzenförmige Stützoberfläche, eine Stützoberfläche mit einer Ausnehmung oder einem Vorsprung, die mit einem Vorsprung bzw. einer Ausnehmung am Messobjekt korrespondieren.

Die Definitionsfläche der Vorgabeeinrichtung korreliert mit
30 einer Oberflächengestalt der vorzugebenden Stützstelle. Bei

einer kugelförmigen einzurichtenden Stützoberfläche ist die Definitionsfläche beispielsweise konkav bzw. hohlkugelförmig, bei einer konkaven Stützoberfläche z.B. konvex.

Bei den nachfolgend anhand der Zeichnung vorgestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung sind jeweils Gelenkfüße eingesetzt. Es versteht sich, dass beispielsweise auch lediglich frei auf der Basisfläche der Messvorrichtung positionierbare, in einer Längsrichtung, z.B. in Vertikalrichtung, verstellbare Stützfüße, die oben mit einem festen oder lösbar angeordneten Koppelteil verbunden sind, oder einzelne linear und/oder gelenkig verstellbare Stützen, z.B. in der Art von Figur 2, denkbar sind. Es zeigen:

Figur 1 eine Messvorrichtung zur Ausführung des Messverfahrens mit mehreren Stützvorrichtungen, die jeweils drei Stützfüße aufweisen,

Figur 2 einen einzelnen Stützfuß einer Stützvorrichtung gemäß Figur 1,

Fig. 3a, 3b eine Stützvorrichtung mit drei Stützfüßen zur Verwendung mit der Messvorrichtung gemäß Figur 1,

Figuren 4a, 4b ein Koppelteil der Stützvorrichtung gemäß Figuren 3a, 3b von schräg unten und schräg oben,

Figur 5 eine Stützvorrichtung mit einem Stützteil mit einer räumlich verstellbaren bzw. verformbaren Stützoberfläche,

Figur 6 eine erfindungsgemäße Stützvorrichtung mit drei Gelenkfüßen zur Verwendung mit einer Messvorrichtung in der Art der Messvorrichtung gemäß Figur 1,

Figuren 7a, 7b ein Stützteil einer Stützvorrichtung mit einer räumlich verstellbaren bzw. verformbaren Stützoberfläche zum Auflegen eines Messobjekts,

5 Figur 8 eine erfindungsgemäße Messvorrichtung, die teilweise der Messvorrichtung gemäß Figur 1 entspricht, zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Kalibrierverfahrens mit einer Kalibrier-Messeinrichtung und mit einem schematisch gezeichneten Messarm,

10 Figur 9 eine erste, an dem Messarm montierte Vorgabeeinrichtung während eines Kalibrierens mit der Kalibrier-Messeinrichtung gemäß Figur 8,

Figur 10 eine zweite Vorgabeeinrichtung während eines Kalibrierens mit der Kalibrier-Messeinrichtung gemäß Figur 8.

15 Bei den Figuren sind im wesentlichen gleiche oder gleichwirkende Komponenten mit denselben Bezugszeichen versehen und werden nur einmal beschrieben.

Eine Messvorrichtung 10 enthält Stützvorrichtungen 11, 12, 13, 14, auf die ein körperliches Messobjekt 15, beispielsweise die Frontscheibe eines Kraftfahrzeuges, aufgelegt ist. Die 20 Stützvorrichtungen 11-14 stützen das Messobjekt 15 während eines Messvorgangs mittels eines Messarms 16 der Messvorrichtung 10. Der Messarm 16 bildet beispielsweise den Bestandteil einer Ständermessmaschine oder einer Portalmessmaschine. Am 25 vorderen, freien Ende 27 des Messarms 16 ist eine Messeinrichtung 17 mit einem in der Zeichnung nicht sichtbaren Tastkopf 18 angeordnet. Der Messarm 16 ist mittels nicht dargestellten Antrieben dreidimensional, d.h. räumlich, verstellbar und tastet das Messobjekt 15 ab, das ebene und/oder ge-

krümmte Oberflächen aufweist. Eine Druckmesseinrichtung im
Tastkopf 18 misst den jeweiligen Anpressdruck und löst bei
einem geeigneten Anpressdruck ein Mess-Signal aus, wobei eine
Auswerteeinrichtung 19 die jeweilige Messposition anhand der
5 Position des Messarms 16 bzw. des Tastkopfs 18 ermittelt.

Die Auswerteeinrichtung 19 bildet einen Bestandteil einer
schematisch dargestellten Steuereinrichtung 20 der Messvor-
richtung 10 und enthält beispielsweise einen Prozessor 21 so-
wie Speicher 22. Mit dem Prozessor 21 ist Programmcode von
10 Programmmodulen ausführbar, beispielsweise von einem Auswer-
temodul 23 der Auswerteeinrichtung 19 zur Ermittlung einer
Messposition des Tastkopfs 18 sowie von einem Positioniermo-
dul 24, das Bestandteil von Positioniermitteln 25 zur Positi-
onierung des Messarms 16 bildet.

15 Die Stützvorrichtungen 11-14 sind frei konfigurierbar, so
dass außer dem Messobjekt 15 auch andere Messobjekte mit an-
derer Gestalt aufgelegt werden können. Wenn z.B. eine andere
Art von Fahrzeugscheibe, ein Karosserieteil oder ein sonsti-
ges Messobjekt auf die Stützvorrichtungen 11-14 aufgelegt
20 werden sollen, werden diese neu eingerichtet bzw. konfigu-
riert.

Zur Einrichtung der Stützvorrichtungen 11-14 wird zunächst an
Stelle der Messeinrichtung 17 eine Vorgabeeinrichtung 26, die
im Detail in Figur 2 dargestellt ist, am freien Ende 27 des
25 Messarms 16 montiert. Ein Vorgabekopf 29 am vorderen, freien
Ende 60 der Vorgabeeinrichtung 26 hat eine beispielsweise ka-
lottenförmige bzw. hohlkugelförmige Definitionsfläche 28.

Variante I zur Einrichtung erfindungsgemäßer Stützvorrichtun-
gen:

Die Definitionsfläche 28 korreliert beispielsweise mit Kopfenden 90 von Stützfüßen 37 der Stützvorrichtungen 11, 12, 13 oder 14. Die Definitionsfläche 28 ist sozusagen ein Negativ der Kopfenden 90. Die Stützfüße 37 sind vorteilhaft Gelenkfüße.

Zur Positionierung und Einrichtung der Stützvorrichtungen 11-14 an Stützstellen 32 bis 35 steuert das Positioniermodul 24 und somit die Messvorrichtung 10 den Messarm 16 in Positionen, wo die Kopfenden 90 der Stützfüße 37 der Stützvorrichtungen 11, 12, 13 oder 14 positioniert sein sollen. Sodann werden Koppelteile 38, die jeweils 3 Stützfüße 37 oder 200 einer Stützvorrichtung 11, 12, 13 oder 14 an ihren oberen Endbereichen 39 miteinander koppeln, an den Kopfenden 90 montiert. Beispielsweise haben die Koppelteile 38 magnetische und/oder mechanisch klemmende Koppelungseinrichtungen 91 zur Befestigung an den Kopfenden 90.

Die Koppelteile 38 der Stützvorrichtungen 11-14 stellen Stützstellen 32 bis 35 bereit, auf denen später das Messobjekt 15 zur Vermessung aufgelegt wird. Beispielsweise kugelförmige Auflage- oder Stützoberflächen 30 von Stützteilen 31 der Stützvorrichtungen 11-14 stellen z.B. die Stützstellen 32-35 bereit.

Die Stützvorrichtungen 11-14 sowie Stützvorrichtungen, 300, 400, 500 und 700 und 500 gemäß der nachfolgenden Beschreibung weisen teilweise ähnliche Komponenten auf, die mit denselben Bezugszeichen versehen und nicht im Einzelnen wiederholt beschrieben sind.

An ihren unteren Endbereichen 40 haben die Stützfüße 37 Fußteile 41, mit denen sie auf der Basisfläche 36 positionierbar sind. Die Fußteile 41 sind z.B. mittels Schraubeinrichtungen

59 vorteilhaft an eine Ständerplatte 42 bzw. ein gemeinsames Fußteil 42 angeschraubt, das eine Basis für mindestens zwei Stützfüße 37 bildet. Es versteht sich, dass die Fußteile 41 auch unmittelbar an die Basisfläche 36 angeschraubt werden können, sofern dort korrespondierende Schraubmittel, beispielsweise Schraubaufnahmen, Nuten mit Schraubaufnahmen aufweisenden Nutsteinen oder dergleichen, vorhanden sind.

Die Ständerplatte 42 besteht beispielsweise aus schwerem Metallmaterial, enthält einen Sandkern oder dergleichen, sodass die Ständerplatte 42 auf der Basisfläche 36 frei positionierbar ist und am Positionierort zuverlässig verbleibt und nicht verrutscht, wenn das Messobjekt 15 auf die jeweilige Stützvorrichtung 11-14, 700, 500 aufgelegt wird. Die Ständerplatte 42 hat vorteilhaft eine plane Unterseite, die flächig auf dem Untergrund bzw. der Basisfläche 36 aufliegt. An der Unterseite können Haftmittel, beispielsweise Gummierungen oder dergleichen vorgesehen sein. Die Ständerplatte 42 könnte auch mit einer Saugvorrichtung zum Ansaugen auf der Basisfläche 36 ausgestattet sein.

Die Stützfüße 37 können statt mittels eines gemeinsamen Fußteils auch einzeln auf der Basisfläche 36 positioniert werden. Ein Fußteil 241 ist z.B. mit einem unteren Gelenk 246, im Ausführungsbeispiel ein Kugelgelenk, am unteren Ende 40 eines in Figur 2 einzeln dargestellten Stützfußes 200 gelenkig befestigt. Das Fußteil 241 enthält eine Saugeinrichtung 206 zum Ansaugen auf einem Untergrund 236, beispielsweise der Basisfläche 36. Ein flexibler Saugkopf kann sich an den Untergrund 236 ansaugen. Mit Hilfe eines Bedienteils in Gestalt eines Bedienhebels 208 kann ein Unterdruck an dem Saugkopf 207 zum Ansaugen an den Untergrund 236 erzeugt und zum Lösen vom Untergrund 236 aufgehoben werden. Die Ständerplatte

42 bzw. die Saugereinrichtung 206 sind erfindungsgemäße Fixiermittel 57.

Die Stützvorrichtung 11 wird an der Stützstelle 32 unterhalb des Vorgabekopfes 29 positioniert. Dann werden die Stützfüße 5 37 jeweils einzeln so positioniert bzw. konfiguriert, dass deren Kopfsenden 90 an der Definitionsfläche 28 des Vorgabekopfes 29 anliegen. Dies ist bei den erfindungsgemäßen Stützvorrichtungen 11-14 einfach zu bewerkstelligen, da die gelenkigen Stützfüße 37 ein sehr freies Positionieren ihrer Kopfenden 90 relativ zum Vorgabekopf 29 in X-, Y- und Z-Richtung 10 ermöglichen.

Die Stützfüße 37 haben einen unteren und einen oberen Schenkel 43, 44, die mittels eines Dreh-Gelenks 45 gelenkig miteinander verbunden sind. Anstelle des Dreh-Gelenks 45, das 15 eine Drehung um eine einzige Drehachse ermöglicht, könnte auch ein Kugelgelenk oder eine Gelenkanordnung mit zwei Axial-Dreh-Gelenken vorgesehen sein, deren Drehachsen winkelig, insbesondere rechtwinkelig zueinander stehen. Eine derartige Axial-Dreh-Gelenkanordnung könnte auch an Stelle von Kugel- 20 Gelenken 46 vorgesehen sein, die zwischen den unteren Schenkeln 43 und den Fußteilen 41 die Gelenkigkeit der Stützfüße 37 verbessern. Die oberen Schenkel 44 sind gelenkig mit dem Koppelteil 38 verbunden, beispielsweise verbunden, beispielsweise durch Kugel-Gelenke 47. An Stelle der Gelenke 46, 25 47 könnten auch Axial-Dreh-Gelenke in der Art der Dreh-Gelenke 45 vorgesehen sein.

Die Gelenke 45, 46, 47 sind mittels einer einzigen Betätigungshandhabe 48 fixierbar. Die Betätigungshandhabe 48, beispielsweise eine Griffmutter, ein Kipphebel oder dergleichen, 30 fixiert bzw. arretiert die Gelenke 45, 46. 47 synchron oder zweckmäßigerweise sequentiell, d.h. dass zunächst ein erstes

der Gelenke 45, 46, 47 fixiert ist und die beiden anderen Gelenke, beispielsweise die Gelenke 46, 47 noch beweglich sind. Dadurch kann der jeweilige Stützfuß 37 zwar einerseits bequem räumlich verstellt werden, wobei seine Schenkel 43, 44 beliebige Schrägstellungen zu dem Untergrund 36 einnehmen können, und andererseits auf einfache Weise fixiert werden, weil nicht mehrere Betätigungshandhaben zu bedienen sind und die Gelenkigkeit bzw. die Verstellbarkeit des Stützfußes 37 stufenförmig abnimmt. Es versteht sich, dass auch eine stufenlose Feststellbarkeit bzw. Fixierbarkeit mit den Stützfüßen 37 zweckmäßig sein kann.

Die Stützfüße 37 sind beweglich, so dass ihre Kopffenden 90, 90' leicht von unten und in beliebigen Schrägstellungen an die Definitionsfläche 28 angenähert werden können. Zur Veranschaulichung hat der Stützfuß 200 (Figur 2) z.B. ein vergrößertes oder vergrößert dargestelltes kugelförmiges Kopffende 90'. Das Kopffende 90' ist gelenkig mit einem Kugelgelenk 247 am oberen Ende des Stützfußes 37 befestigt.

Sodann fahren die Positioniermittel 25 den Messarm 16 an die für Einrichtung der Stützstelle 33 erforderlichen Positionen, sodass dort die Kopffenden 90 der Stützfüße 37 der Stützvorrichtung 12 in der vorgenannten Weise eingerichtet und positioniert werden können. Die Stützvorrichtungen 13, 14 werden später entsprechend positioniert und eingerichtet. Sodann wird die Vorgabeeinrichtung 26 demontiert und die Messeinrichtung 17 am Messarm 16 montiert und das Messobjekt 15 auf die Stützvorrichtungen 11-14 an den nunmehr eingerichteten Stützstellen 32-35 aufgelegt. Die Messvorrichtung 10 tastet dann mit Hilfe des Tastkopfes 18 das Messobjekt 15 ab und vermisst es.

Eine Stützvorrichtung 700 gemäß Figuren 3a, 3b entspricht im Wesentlichen den Stützvorrichtungen 11-14 und hat z.B. drei Gelenkfüße bzw. Stützfüße 37 oder 200, die an einer gemeinsamen Ständerplatte 42 angeordnet sind. Zusätzlich ist an der Ständerplatte 42 ein Bereitstellungsfuß 701 vorhanden, der gleichartig aufgebaut ist wie die Stützfüße 37. Der Bereitstellungsfuß 701 ist z.B. ein biegeflexibler Fuß oder ein Gelenkfuß. Der Bereitstellungsfuß 701 stellt ein Koppelteil 738 bereit, an dem ein Stützteil 731 angeordnet ist. Das Koppelteil 738 ist lösbar an den Kopffenden 90 der Gelenkfüße 37 befestigbar, wenn die Kopffenden 90 durch die Vorgabeeinrichtung 26 an die gewünschte Position positioniert sind. Das Koppelteil 738 ist an ein Gelenkteil 702 eines Kugelgelenkes 703 des Bereitstellungsfußes 701 angeschraubt.

In Figur 3a ist das Koppelteil 738 in seinem von den Kopffenden 90 entfernten Zustand gezeigt. Die Stützfüße 37 sind bereits in der oben beschriebenen Weise mit Hilfe des Messarms 16 positioniert und anschließend fixiert. In Figur 3b ist das Koppelteil 738 an den Kopffenden 90 montiert, so dass das Messobjekt 15 auf das Stützteil 731 abgelegt werden kann.

Das Koppelteil 738 enthält beispielsweise eine Platte 739 mit Koppelungseinrichtungen 791 für die Kopffenden 90 an seiner Unterseite 740. Die Koppelungseinrichtungen 791 sind vorteilhaft an Eckpunkten eines Dreieckes angeordnet, z.B. eines gleichschenkligen Dreieckes. Die Platte 739 hat dementsprechend ebenfalls eine im Wesentlichen dreieckige Außenkontur. Die Koppelungseinrichtungen 791 sind an Eckbereichen 742 der Platte 739 angeordnet.

Aufnahmen 743 der Koppelungseinrichtungen 791 haben eine mit den Kopffenden 90 korrelierende Innenkontur und sind beispielsweise kalottenförmig. Zum Fixieren der Kopffenden 90 an

den Koppelungseinrichtungen 791 sind Pratzten 744 vorgesehen, die mit Schrauben 745 an der Platte 739 verstellbar sind. Seitliche Schenkel 746 werden von den Schrauben 745 durchdrungen, die in Seitenflächen 747 an den Eckbereichen 742 eingeschraubt sind. Zweckmäßigerweise sind an den Seitenflächen 747 Aufnahmen 748 zur Aufnahme der Schenkel 746 vorgesehen.

Die Pratzten 744 greifen mit ihren unteren Schenkeln 749 unter die Unterseite 740 bis zu den Aufnahmen 743 für die Kopffenden 90. Beim Einschrauben der Schrauben 745 werden die Pratzten 744 nach vorn in Richtung der Aufnahmen 748 verlagert, um die Kopffenden 90 in den Aufnahmen 748 zu fixieren.

Vorteilhafterweise sind an vorderen Enden 750 der Pratzten 744 bzw. der Schenkel 749 Haltekonturen 751 vorgesehen, die mit den Konturen der Kopffenden 90 korrelieren. Beispielsweise sind die Kopffenden 90 kugelig und die Haltekonturen 751 hohlkugelförmig.

Es versteht sich, dass auch eine Ausnehmung (nicht dargestellt) an einem vorderen Ende 750 vorhanden sein kann, die beispielsweise mit einem stabförmigen oder zylindrischen Halteabschnitt 752 der Kopffenden 90 korreliert.

An den Eckbereichen 742 sind zweckmäßigerweise Magnete 753 vorhanden, die die Pratzten 744 in eine die Kopffenden 90 haltende Position ziehen. Kragen 754 an den Aufnahmen 748 stützen die Kopffenden 90. Die Kragen 754 sind zweckmäßigerweise an einer den vorderen Enden 750 gegenüberliegenden Seite der Aufnahmen 748 angeordnet und erstrecken sich nur über einen Teilumfang der Aufnahmen 748. Die Kragen 754 bilden Widerlager für die Pratzten 744. Die Kragen 754 sind zweckmäßigerweise an eine Außenkontur der Kopffenden 90 angepasst.

Das Stützteil 731 ist an dem Koppelteil 738 auswechselbar. Beispielsweise ist das Stützteil 731 mittels Schrauben 732 an das Koppelteil 738 angeschraubt. Eine Stütze 733 des Stütz-
5 teils 731 steht beispielsweise schräg auf einem Halteblock 734 des Stützteils 731. Ein vorderes Ende 735 der Stütze 733 ist beispielsweise walzenförmig und bildet eine Stützstelle 736 zum Auflegen des Messobjekts 15. Wenn beispielsweise eine kugelförmige Stützstelle gewünscht ist, kann das Stützteil
10 731 von dem Koppelteil 738 entfernt werden und ein anderes, die gewünschte Stützstellenkontur bereitstellendes Stützteil an dem Koppelteil 738 montiert werden.

An den Koppelungseinrichtungen 791 und/oder den Kopffenden 90 können Magnete vorhanden sein, die als Positionierhilfen zum Befestigen des Koppelteils 738 an den Kopffenden 90 dienen.
15 Beispielsweise üben die Magnete 753 eine Doppelfunktion aus. Die Magnete 753 ziehen die Pratzten 744 in die Fixierstellung und die Kopffenden 90 in die Aufnahmen 743.

Die Positioniermittel ermitteln anhand der gewünschten räumlichen Positionen der Stützstellen 32-35 die jeweils erforderlichen Positionen der Kopffenden 90. Anhand von Distanzen
20 D1, D2 und D3 zwischen einer Stützoberfläche 791 des Stütz- teils 731 an den Positionen der Stützstellen 32-35 und den Aufnahmen 743 ermitteln die Positioniermittel 25 die Positionen der Kopffenden 90 der Stützfüße 37, so dass das Koppelteil
25 738 die Stützstellen 32-35 an den jeweils gewünschten Positionen bereitstellt, wenn das Koppelteil 738 an den Kopffenden 90 montiert ist. In Figur 4b sind die Distanzen D1, D2 und D3 als Linien dargestellt. Es versteht sich, dass die Distanzen D1, D2 und D3 als räumliche Relationen der Aufnahmen 743 be-
30 züglich der Stützoberfläche 791 von den Positioniermitteln 25 ermittelt werden.

Die Positioniermittel 25 umfassen z.B. eine Bibliothek mit gespeicherten Daten für unterschiedlich ausgestaltete Koppelteile bzw. Stützteile, um die oben erläuterte Koordinatenberechnung der Positionen der Kopfenden 90 durchführen zu können. Ferner ist es zweckmäßig, an einer beispielsweise grafischen Bedienoberfläche und/oder einer Parametrier-Schnittstelle der Messvorrichtung 10 eine Eingabemaske vorzusehen, an der bzw. über die Geometrien erfindungsgemäßer Koppelteile bzw. Stützteile definierbar sind.

Ein Stützteil 31 kann fest oder beweglich mit einem Koppelteil 38 verbunden sein oder durch ein einziges Bauteil gebildet werden. Bei den Stützvorrichtungen 11-14 sowie der Stützvorrichtung 500 sind die Stützteile 31, 531 z.B. an einer Linearführung 49 zur linearen Verstellung des Stützteils 31, 531 relativ zu dem Koppelteil 38 bzw. den Stützfüßen 37 angeordnet. Ein Schlitten 50, an dessen Oberseite das Stützteil 31, 531 angeordnet ist, ist an einem Führungsteil 51 linear geführt. Mit Hilfe einer Klemmmutter 53 oder einer sonstigen Betätigungshandhabe kann ein Klemmteil 52 relativ zu dem Führungsteil 51 so verstellt werden, dass es den Schlitten 50 an dem Führungsteil 51 festklemmt.

Ein am Schlitten 50 eines Koppelteils 538 der Stützvorrichtung 500 oben angeordnetes Stützteil 531 hat eine Stützstiftanordnung 534 mit Stützstiften 535, die durch nicht dargestellte Klemmmittel in einer gewünschten Position klemmbar sind. Im nichtgeklemmten Zustand sind die Stützstifte 535 aus einem Gehäuse 533 zweckmäßigerweise durch Federkraft herausfahrbar. Im nichtgeklemmten Zustand können die Stützstifte 535 mit Hilfe einer Vorgabeeinrichtung 526 zur Bildung einer Stützstelle verstellt werden.

Zunächst wird beispielsweise die Stützvorrichtung 500 mittels der Stützfüße 37 in der oben beschriebenen Weise unterhalb vorpositioniert, indem die Stützfüße 37 einzeln eingerichtet und dann das Koppelteil 538 an den Stützfüßen 37 befestigt wird. Koppelungseinrichtungen 591 des Koppelteils 538 enthalten z.B. Schraubenden oder Schraubaufnahmen. Sodann wird die Vorgabeeinrichtung 526 in Richtung der Stützstiftnordnung 534 verstellt, beispielsweise nach unten, um die gewünschte Stützoberfläche zu bilden, sozusagen einzuprägen bzw. einzustempeln. Dann wird die Stützstiftnordnung 534 in der durch die Vorgabeeinrichtung 526 definierten Längspositionen bezüglich des Gehäuses 533 geklemmt bzw. fixiert.

Mit Hilfe der Stützstiftnordnungen 534 sind weitgehend beliebige Stützoberflächen definierbar, z.B. eine kugelförmige Oberfläche mit einer vorteilhaft punktförmigen Stützstelle mit Hilfe einer kalottenförmigen Vorgabeeinrichtung. Es ist auch möglich, dass beispielsweise einige der Stützstifte 535 vor die übrigen Stützstifte 534 vorstehen, dass sie in eine korrelierende Aufnahmeöffnung an einem aufzulegenden Messobjekt eindringen und dieses so stützen.

Variante II zur Einrichtung erfindungsgemäßer Stützvorrichtungen:

Die Definitionsfläche 28 der Vorgabeeinrichtung 26 korreliert z.B. mit einer kugelförmigen Auflagefläche bzw. Stützoberfläche 30 eines Stützteils 31 einer jeweiligen Stützvorrichtung 11, 12, 13 oder 14. Die Definitionsfläche 28 ist sozusagen ein Negativ der Stützoberfläche 30. Zur Positionierung und Einrichtung der Stützvorrichtungen 11-14 steuert das Positioniermodul 24 und somit die Messvorrichtung 10 den Messarm 16 in die Position der von Stützstellen 32 bis 35. Die Stützstellen 32 bis 35 sollen durch die Stützvorrichtungen 11-14

gebildet werden, die zunächst noch nicht auf einem Untergrund bzw. einer Basisfläche 36 der Messvorrichtung 10 positioniert sind. An den durch die Stützvorrichtungen 11-14 gebildeten Stützstellen 32 bis 35 soll später das Messobjekt 15 zur Ver-
5 messung aufgelegt werden.

Die Stützvorrichtungen 11-14 weisen jeweils 3 Gelenkfüße 37 auf, die bei der Variante II durch ein Koppelteil 38 an ihren oberen Endbereichen 39 miteinander fest gekoppelt sind.

Wenn der Vorgabekopf 29 an der jeweiligen Stützstelle 32, 33, 10 34 oder 35 positioniert ist, wird die jeweils einzurichtende Stützvorrichtung 11, 12, 13 oder 14 an dieser Position in X-Richtung bzw. Y-Richtung, d.h. vertikal grob positioniert. Dabei ist das Stützteil 31 noch von dem Vorgabekopf 29 entfernt.

15 Nachdem der Messarm 16 bzw. der Vorgabekopf 29 an der Stützstelle 32 positioniert ist, kann beispielsweise die Stützvorrichtung 11 so positioniert und konfiguriert werden, dass sie die Stützstelle 32 bildet.

Die Stützvorrichtung 11 wird an der Stützstelle 32 unterhalb 20 des Vorgabekopfes 29 positioniert. Dann werden die Gelenkfüße 37 so positioniert bzw. konfiguriert, dass die Auflagefläche bzw. Stützoberfläche 30 des Stützteils 31 an der Definitionsfläche 28 des Vorgabekopfes 29 anliegt. Dies ist bei den erfindungsgemäßen Stützvorrichtungen 11-14 einfach zu bewerk-
25 stelligen, da die Gelenkfüße 37 ein sehr freies Positionieren des Stützteils 31 relativ zum Vorgabekopf 29 in X-, Y- und Z-Richtung ermöglichen.

Jedenfalls sind die Gelenkfüße 37 derart beweglich, dass das Stützteil 31 auf einfache Weise an die Definitionsfläche 28

angenähert werden kann und zwar nicht nur exakt von unten, sondern auch in beliebigen Schrägstellungen, sodass die Stützoberfläche 30 bezüglich der Definitionsfläche 28 beispielsweise im Wesentlichen zentrierbar ist.

5 Das Stützteil 31 kann fest oder beweglich mit dem Koppelteil 38 verbunden sein oder durch ein einziges Bauteil gebildet werden. Bei den Stützvorrichtungen 11-14 sowie der Stützvorrichtung 500 sind die Stützteile 31, 531 an einer Linearführung 49 zur linearen Verstellung des Stützteils 31, 531
10 relativ zu dem Koppelteil 38 bzw. den Gelenkfüßen 37 angeordnet. Ein Schlitten 50, an dessen Oberseite das Stützteil 31, 531 angeordnet ist, ist an einem Führungsteil 51 linear geführt. Mit Hilfe einer Klemmmutter 53 oder einer sonstigen
15 Betätigungshandhabe kann ein Klemmteil 52 relativ zu dem Führungsteil 51 so verstellt werden, dass es den Schlitten 50 an dem Führungsteil 51 festklemmt.

Nachdem alle Gelenkfüße 37 mit Hilfe der Betätigungshandhaben 48 fixiert sind, gegebenenfalls die Linearführung 49 eingestellt ist, ist das Stützteil 31 an der Stützstelle 32 positioniert. Sodann entfernen die Positioniermittel 25 den
20 Messarm 16 von der Stützstelle 32 und fahren die Stützstelle 33 an, sodass die dortige Stützvorrichtung 12 in der vorgenannten Weise eingerichtet und positioniert werden kann. Die Stützvorrichtungen 13, 14 werden später entsprechend positioniert und eingerichtet. Sodann wird die Vorgabeeinrichtung 26
25 demontiert und die Messeinrichtung 17 am Messarm 16 montiert und das Messobjekt 15 auf die Stützvorrichtungen 11-14 an den nunmehr eingerichteten Stützstellen 32-35 aufgelegt. Die Messvorrichtung 10 tastet dann mit Hilfe des Tastkopfes 18
30 das Messobjekt 15 ab und vermisst es.

Durch die drei Gelenkfüße 37 haben die Stützvorrichtungen 11-14 im fixierten Zustand eine hohe Stabilität bzw. können eine verhältnismäßig große Traglast aufnehmen. Sofern geringere oder höhere Traglasten gefordert sind, können auch beispielsweise nur zwei oder mehr als drei Gelenkfüße vorhanden sein. Für verhältnismäßig kleine Traglasten ist die in Figur 2 dargestellte Stützvorrichtung 200 vorgesehen.

Die Stützvorrichtung 200 hat einen einzigen Gelenkfuß 37, an dessen oberem Ende 39 ein Stützteil 231 mit einer kugelförmigen Oberfläche bzw. Auflagefläche 30 angeordnet ist. Das Stützteil 231 ist gelenkig mit einem Kugelgelenk 247 am oberen Ende des Gelenkfußes 37 befestigt. Ein unteres Gelenk 246, im Ausführungsbeispiel ein Kugelgelenk, am unteren Ende 40 des Gelenkfußes 37 verbindet den Gelenkfuß 37 gelenkig mit einem Fußteil 241. Das Fußteil 241 enthält eine Saugeinrichtung 206 zum Ansaugen auf einem Untergrund 236, beispielsweise der Basisfläche 36. Ein flexibler Saugkopf kann sich an den Untergrund 236 ansaugen. Mit Hilfe eines Bedienteils in Gestalt eines Bedienhebels 208 kann ein Unterdruck an dem Saugkopf 207 zum Ansaugen an den Untergrund 236 erzeugt werden, bzw. zum Lösen vom Untergrund 236 aufgehoben werden. Die Ständerplatte 42 bzw. die Saugeinrichtung 206 sind erfindungsgemäße Fixiermittel 57.

Magnetische Mittel bzw. ein Magnet 58 erleichtern das Positionieren des Stützteils 31 und/oder relativ der Kopffenden 90, 90' zu der Vorgabeeinrichtung 26. Der Magnet 58 ist beispielsweise in die Vorgabeeinrichtung 26 integriert. Der Magnet 58 ist beispielsweise ein Dauermagnet oder ein Elektromagnet.

Zur Einrichtung der Kopffenden 90, 90' wird der Magnet 58 mit elektrischem Strom beaufschlagt und somit aktiviert. Der Mag-

net 58 zieht die ferromagnetischen Kopfen 90, 90' an, sofern sie sich in einem vorbestimmten Abstand zu der Vorgabeeinrichtung 26 bereits befinden, so dass sie an der Definitionsfläche 28 anliegen. Es ist somit einfach, die Stützfüße 37 und somit insgesamt die Stützvorrichtungen 11-14 mit Hilfe der Betätigungshandhaben 48 zu fixieren.

Zur Positionierung der Stützteile 31, 231 wird der Magnet 58 mit elektrischem Strom beaufschlagt und somit aktiviert. Der Magnet 58 zieht die ferromagnetischen Stützteile 31, 231 an, sofern sie sich in einem vorbestimmten Abstand zu der Vorgabeeinrichtung 26 bereits befinden, sodass die Stützoberfläche 30 an der Definitionsfläche 28 anliegt. Es ist dann besonders einfach, die Gelenkfüße 37, d.h. insgesamt die Stützvorrichtungen 11-14, 200 mit Hilfe der Betätigungshandhaben 48 zu fixieren.

Ein alternatives Befestigungskonzept ist bei Fixiermitteln 57 der Stützvorrichtung 300 realisiert. Prinzipiell ist der Aufbau der Stützvorrichtung 300 ähnlich wie der der Stützvorrichtungen 11-14. Im Unterschied zu den vorgenannten Stützvorrichtungen sind jedoch Fußteile 341 an den unteren Enden der Gelenkfüße 37 der Stützvorrichtung 300 individuell und separat voneinander auf dem Untergrund platzierbar. Beispielsweise haben die Fußteile 341 die Gestalt von Nutensteinen, die in entsprechende Nuten am Untergrund 36 einbringbar und dort klemmbar sind. Ferner sind als Fixiermittel 57 an den Fußteilen 341 Magnete 301 angeordnet. Mittels der Magnete 301 können die Fußteile 341 magnetisch am Untergrund 36 fixiert werden.

Wie die Stützvorrichtungen 11-14, 500 hat auch die Stützvorrichtung 300 ein die Gelenkfüße 37 koppelndes Koppelteil 38 sowie eine Linearführung 49 an dessen Oberseite. Das Koppel-

teil 38 ist für die Variante I zweckmäßigerweise von den Gelenkfüßen 37 lösbar. An dem Schlitten 50 ist ein Stützteil 331 angeordnet. Ein walzenförmiges Stützelement 332 ist auf einem nach oben vor den Schlitten 50 vorstehendes Ständerteil 5 333 angeordnet. Das Stützelement 332 hat eine zylindrische Auflagefläche 334. Ein auf dem Stützteil 331 aufliegendes flächiges Messobjekt wird somit nicht nur punktförmig, sondern etwa entlang einer Linie auf der Oberseite des Stütz- teils 331 abgestützt. Es ist auch möglich, dass das Stützteil 10 331 in eine am jeweiligen Messobjekt vorgesehene Aufnahmeöffnung eindringt und somit eine Art Stift zum Eindringen in diese Aufnahmeöffnung bildet.

Das Stützteil 331 ist lösbar, beispielsweise mit einer Schraubverbindung, an der Linearführung bzw. an dem Schlit- 15 ten 50 befestigt. An Stelle des Stützteils 331 könnte auch beispielsweise das in den Figuren 7a, 7b dargestellte Stütz- teil 431 am Schlitten 50 befestigt werden. Das Stützteil 431 ist eine Art 3D-Stützteil mit einer dreidimensional verform- baren Stützoberfläche 432. Die Stützoberfläche 432 wird durch 20 eine aus einem Gehäuse nach oben ausfahrbaren Stützstiften- ordnung 434 mit Stützstiften 435 gebildet. Die Stützstif- te 435 bilden eine Art Stützstiftpaket. Jeder Stützstift 435 ist einzeln in Längsrichtung des Stützteils 431 aus dem Ge- häuse 433 ausfahrbar. Zweckmäßigerweise sind die Stützstif- 25 te 435 mittel Federn in dem Gehäuse 433 gelagert bzw. stützen sich auf Federn ab. Die Stützstiftenordnung 434 ist somit fe- dernd in dem Gehäuse 433 gelagert. Beim Entspannen der in der Figur nicht sichtbaren Federanordnung fahren die Stützstifte 435 aus dem Gehäuse 433 heraus, vorliegend nach oben, bis sie 30 an einer Definitionsfläche 428 einer Vorgabeeinrichtung 426 anliegen. Die Vorgabeeinrichtung 426 ist an dem in Fig. 7a, 7b nicht sichtbaren Messarm 16 montiert und wird durch diesen

an einer vorgegebenen Stützstelle in der oben beschriebenen Weise positioniert. Die Definitionsfläche 428 ist zweckmäßigerweise kugelförmig, d.h. sie hat die Gestalt der Innenfläche einer Kugel. Wenn die Stützstiftnordnung an der Definitionsfläche 428 anliegt, wird sie mittels einer Klemmeinrichtung, z.B. mittels eines Spannrings oder einer Klemmschraube 436, fixiert bzw. in der gewünschten Position geklemmt.

Auch das am Schlitten 50 der Stützvorrichtung 500 oben angeordnete Stützteil 531 hat eine Stützstiftnordnung in der Art des Stützteils 331, nämlich eine Stützstiftnordnung 534 mit Stützstiften 535, die durch nicht dargestellte Klemmmittel in einer gewünschten Position klemmbar sind. Im nichtgeklemmten Zustand sind die Stützstifte 535 aus einem Gehäuse 533 zweckmäßigerweise durch Federkraft herausfahrbar. Im nichtgeklemmten Zustand können die Stützstifte 535 mit Hilfe einer Vorgabeeinrichtung 526 zur Bildung einer Stützstelle verstellt werden.

Dabei hat sich folgende Vorgehensweise als zweckmäßig herausgestellt. Die an dem Messarm 16 vorn befestigte Vorgabeeinrichtung 526 wird an einer gewünschten Stützstelle positioniert. Sodann wird die Stützvorrichtung 500 relativ zu einem Stempелеlement 536 am vorderen, freien Ende der Vorgabeeinrichtung 526 verstellt, sodass die Vorgabeeinrichtung bzw. das Stempелеlement 536 die Stützstifte 535 in das Gehäuse 533 partiell hineinverstellen. Das Stempелеlement 536 formt durch entsprechendes Verstellen der Stützstifte 535 eine resultierende, dreidimensionale Stützoberfläche an der Oberseite der Stützstiftnordnung 534. Nachdem die Stützvorrichtung 500 fixiert ist, d.h. die Gelenkfüße 37 festgeklemmt sind und die Stützstiftnordnung 534 festgeklemmt ist, kann die Vorgabeeinrichtung 526 wieder entfernt werden, was in Figur 5 dargestellt ist.

Es versteht sich, dass auch eine andere Vorgehensweise möglich ist: Zunächst wird die Vorgabeeinrichtung 526 in etwa in die gewünschte Position verfahren, ist jedoch von der gewünschten Stützstellenposition entfernt. Sodann wird die Stützvorrichtung 500 mittels der Gelenkfüße 37 sozusagen grob unterhalb bzw. im Bereich der Vorgabeeinrichtung 526 positioniert und fixiert. Sodann wird die Vorgabeeinrichtung 526 in Richtung der Stützstiftnanordnung 534 verstellt, beispielsweise nach unten, um die gewünschte Stützoberfläche zu bilden, sozusagen einzuprägen bzw. einzustempeln. Dann wird die Stützstiftnanordnung 534 in der durch die Vorgabeeinrichtung 526 definierten Längspositionen bezüglich des Gehäuses 533 geklemmt bzw. fixiert.

Es versteht sich, dass mit Hilfe der Stützstiftnanordnungen 434, 534 weitgehend beliebige Stützoberflächen definierbar sind. Beispielsweise ist eine kugelförmige Oberfläche mit einer vorteilhaft punktförmigen Stützstelle mit Hilfe der Klotte bzw. Vorgabeeinrichtung 426 definierbar. Es ist auch möglich, dass beispielsweise einige der Stützstifte 435 oder 535 so vor die übrigen Stützstifte 434 bzw. 534 vorstehen, dass sie in eine korrelierende Aufnahmeöffnung an einem aufzulegenden Messobjekt eindringen und dieses so stützen.

Es ist vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich, die Messvorrichtung mit Hilfe einer Kalibriereinrichtung 54 zu kalibrieren. Eine beispielsweise auf einem Ständer 56 angeordnete Kalibrierungskugel 55 wird mit der jeweils am Messarm 16 montierten Messeinrichtung 17 oder Vorgabeeinrichtung 26 an mehreren Punkten des Außenumfangs der Kalibrierungskugel 55 abgetastet, um den Mittelpunkt der Kalibrierungskugel 55 bzw. den Abstand eines Mittelpunkts dieser Kugel 55 zu einem Bezugspunkt der Messeinrichtung 17 oder der Vorgabeeinrichtung 26 zu ermitteln. Es ist beispielsweise

vorteilhaft, vor der Einrichtung der Stützstellen 32-35 zunächst die Vorgabeeinrichtung 26 mittels der Kalibriereinrichtung zu kalibrieren und später, d.h. nach dem Einrichten der Stützvorrichtungen 11-14 und vor dem Auflegen des Messobjekts 15 auf die Stützvorrichtungen 11-14, die Messeinrichtung 17 mittels der Kalibriereinrichtung zu kalibrieren.

Nachfolgend wird anhand der Figuren 8, 9 und 10 ein erfindungsgemäßes Kalibrierverfahren erläutert:

Bei dem Kalibrierverfahren sind die obengenannten Stützvorrichtungen zweckmäßig - aber nicht notwendig - verwendbar sind. Die Stützvorrichtungen oder auch einfachere Stützen werden vorteilhaft auf die oben beschriebene Art eingerichtet, können aber auch auf andere Art an den gewünschten Stützstellen positioniert werden.

Eine Messvorrichtung 10' gemäß Figur 8 entspricht vorteilhaft im wesentlichen der Messvorrichtung 10 gemäß Figur 1. Ihre Auswerteeinrichtung 19' umfasst jedoch ferner eine Kalibriertabelle 112.

Die Stützvorrichtungen 11-14 oder andere Stützen, z.B. die Stützvorrichtungen 200, 500 (Figuren 2, 5), sind frei konfigurierbar, sodass anstelle des Messobjekts 15 auch Messobjekte anderer Gestalt, beispielsweise anders geartete Fahrzeugscheiben, Karosserieteile oder sonstige Messobjekte auf die Stützvorrichtungen 11-14, 200, 500 aufgelegt werden können. die Stützvorrichtungen 11-14, 200, 500 werden dann - vorteilhaft, aber nicht notwendigerweise mittels der Messvorrichtung 10' - jeweils neu eingerichtet und konfiguriert, d.h. an den erforderlichen Stützstellen, wo das Messobjekt 15 auf die Stützvorrichtungen 11-14, 200, 500 aufgelegt werden soll, so verstellt, dass sie Stützoberflächen 30, 413, 513 der Stütz-

vorrichtungen 11-14, 200, 500 die Stützstellen zum Auflegen des Messobjekts 15 bereitstellen oder bilden.

Zur Positionierung und Einrichtung der Stützvorrichtungen 11-14, 200, 500 dienen Vorgabeeinrichtungen 26, 226, 326, 426, 526, die an Stelle der Messarm-Messeinrichtung 17 am Messarm 16 befestigbar sind, der in der Zeichnung teilweise schematisch dargestellt ist. Die Vorgabeeinrichtungen 26, 226, 326, 426, 526 weisen jeweils unterschiedliche Definitionsflächen 28, 228, 328, 428, 528 auf, nämlich beispielsweise eine rinnenartige Definitionsfläche 28, stempelartige oder zumindest teilweise ebene Definitionsflächen 328, 428 sowie konkave bzw. hohlkugelförmige Definitionsflächen 28, 528. Die Definitionsflächen 28, 228, 328, 428, 528 korrelieren mit der jeweils einzustellenden Auflagefläche bzw. Stützoberfläche 13 bis 513, bilden sozusagen ein Negativ der jeweiligen Stützoberfläche 13 bis 513.

Die Stützvorrichtungen 11-14 werden beispielsweise mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung 26 eingerichtet. Dazu wird zunächst die Vorgabeeinrichtung 26 an einem Gelenkkopf 130 am freien Ende 27 des Messarms 16 befestigt, beispielsweise eingeschraubt, angesteckt oder dergleichen. Der Gelenkkopf 130 bildet insoweit ein Befestigungsmittel zur Befestigung der Vorgabeeinrichtung 26 bzw. alternativ der Messarm-Messeinrichtung 17, die ebenfalls am Gelenkkopf 130 befestigbar ist.

Der Gelenkkopf 130 dient wie der Messarm 16 zur Positionierung der Messarm-Messeinrichtung 17 bzw. der Vorgabeeinrichtung 26 und hat beispielsweise ein drehbares, am Messarm 16 vorzugsweise lösbar befestigtes Basisteil 62, an dem ein Schwenkteil 63 schwenkbar angeordnet ist. Das Basisteil 62 ist beispielsweise an der Unterseite eines Montagekopfes 64

befestigt, der Nuten, Schrauböffnungen oder dergleichen zur lösbaren Befestigung des Basisteils 130 aufweist. Die Drehachsen des Basisteils 62 relativ zum Messarm 16 und des Schwenkteils 63 relativ zum Basisteil 62 sind winkelig zueinander, beispielsweise rechtwinkelig.

Die Vorgabeeinrichtungen 26, 226, 336, 426, 526 enthalten beispielsweise einen Stab 61 mit einem Vorgabekopf 29 an seinem vorderen Ende 60, an dem die Definitionsfläche 28 ausgebildet ist. Der Stab 61 ist beispielsweise in das Schwenkteil 63 eingesteckt, eingeschraubt oder in sonstiger Weise an diesem befestigt.

Bevor die Stützstellen 32 bis 35 eingerichtet werden, wird die Vorgabeeinrichtung 26 kalibriert. Bei einer konventionellen Messvorrichtung würde man hierzu beispielsweise eine Kalibriereinrichtung 54 mit einer Kalibrierungskugel 55 auf einem Ständer 56 verwenden. Die Kalibriereinrichtung 54 eignet sich beispielsweise zur Kalibrierung der kugelförmigen Definitionsfläche 28. Die geometrisch anders gestalteten Definitionsflächen 228, 328, 428 lassen sich allerdings mit Hilfe der Kalibriereinrichtung 54 nicht kalibrieren.

Zu deren Kalibrierung eignet sich vielmehr eine erfindungsgemäße Kalibrier-Messeinrichtung 70 mit einem Basisteil, z.B. einem Ständer 71, an dem mehrere Sensoren 72, z.B. Tastköpfe, angeordnet sind. Die Sensoren 72 stehen von dem Ständer 71 strahlenförmig ab. Beispielsweise ist ein Sensor 72 vertikal nach oben orientiert, während andere Sensoren 72 im Wesentlichen horizontal orientiert sind. Die Kalibrier-Messeinrichtung 17 enthält beispielsweise vier horizontal orientierte, zueinander rechtwinkelig vom Ständer 71 abstehende Sensoren 72 und einen nach oben gerichteten Sensor 72.

Der Messarm 16 positioniert z.B. die Vorgabeeinrichtung 26 von verschiedenen Seiten her zur Kalibrier-Messeinrichtung 70, wobei jeweils ein Sensor 72 die Definitionsfläche 28 abtastet. Bei dieser Abtastung ermittelt die Kalibrier-

5 Messeinrichtung 70 Messwerte 73, die sie über eine Leitung 74 und/oder drahtlos an die Steuereinrichtung 20 übermittelt. Die Steuereinrichtung 20, d.h. beispielsweise das Auswertemodul 23, speichert die Messwerte 73 in einer Kalibriertabelle 112 und ermittelt anhand der Messwerte 73 die Koordinaten der

10 Definitionsfläche 28 auf einen Bezugspunkt 75 bezogen, der beispielsweise im oder am Messarm 16, einem nicht dargestellten Basisteil des Messarms 16 oder in einem Ursprung eines Koordinatensystems 76 der Messvorrichtung definiert ist. Mit der kalibrierten Vorgabeeinrichtung 26 richtet die Messvor-

15 richtung 10' sodann die Stützvorrichtungen 11-14 ein.

Der Messarm 16 positioniert die Vorgabeeinrichtung 26 an den Stützstellen 32 bis 35, wo die jeweilige Stützvorrichtung 11 positioniert wird. Der Aufbau der Stützvorrichtungen 11-14 ist sehr ähnlich wie der Aufbau der Stützvorrichtung 500, mit

20 dem Unterschied, dass die Stützvorrichtungen 11-14 ein Stützteil 31 mit einer festen kugelförmigen Stützoberfläche 13 haben, wohingegen die Stützoberfläche 513 dreidimensional verformbar ist.

Die Stützvorrichtungen 11-14 werden auf einer Basisfläche

25 bzw. auf einem Untergrund 36 der Messvorrichtung 10' zunächst etwa in den Bereich der an der jeweiligen Stützstelle 32 bis 35 positionierten Vorgabeeinrichtung 26 gestellt, dort sozusagen grob-positioniert. Gelenkfüße 37 der Stützvorrichtungen 11-14 sind dabei noch frei beweglich. Die Gelenkfüße 37 sind

30 an einem gemeinsamen Fußteil bzw. einer Ständerplatte 42 an ihren unteren Enden 40 mit Fußteilen 41, die beispielsweise Schraubeinrichtungen 59 enthalten, befestigt. Die Ständer-

platten 42 werden auf der Basisfläche 36 positioniert und sind ausreichend schwer, sodass sie am Positionierort verbleiben. Die Fußteile 41 sind mittels Gelenken, zweckmäßigerweise Kugelgelenken 46, an den unteren Schenkeln 43 angelenkt. Die Schenkel 43 sind gelenkig, beispielsweise mit Hilfe des eines Kugelgelenks oder eines Axial-Drehgelenks 45 mit oberen Gelenkfußschenkeln 44 verbunden. An ihren oberen Endbereichen 39 sind die Gelenkfüße 37 mittels eines Koppelteils 38 miteinander gekoppelt, d.h. die Gelenkfüße 37 stützen insgesamt das Koppelteil 38. Zweckmäßigerweise sind die Gelenkfüße 37 gelenkig mit dem Koppelteil 38 verbunden, beispielsweise mit Hilfe von Axial-Drehgelenken oder Kugelgelenken 47. Die Gelenkfüße 37 sind bei den Stützvorrichtungen 11-14, 500 daher sowohl an ihren oberen als auch an ihren unteren Endbereichen 39, 40 miteinander gekoppelt.

Die Gelenkfüße 37 ermöglichen eine räumlich weitgehend flexible Positionierung des Stützteils 31 an der Stützstelle 32 bis 35, auch wenn die Ständerplatte 42 bereits an einer der jeweiligen Stützstelle 32 bis 35 zugeordneten Position sozusagen grob-positioniert ist. Das Stützteil 31 kann mittels der Gelenkfüße 37 nicht nur in Z-Richtung, sondern auch in X- und Y-Richtung positioniert werden.

Die Gelenke 45 bis 47 sind mittels einer einzigen Betätigungshandhabe 48 fixierbar, nachdem das Stützteil 31 an der jeweiligen Stützstelle 32 bis 35 positioniert bzw. an der dort positionierten Definitionsfläche 28 zumindest teilweise anliegt. Die Betätigungshandhabe 48, z.B. eine Klemmmutter, ein Kipphebel oder dergleichen, dient zum zweckmäßigerweise sequentiellen, alternativ aber auch simultanen oder gruppenweisen Fixieren der Gelenke 45 bis 47.

Es könnten statt der einzigen Betätigungshandhabe 48 auch mehrere Betätigungshandhaben vorgesehen sein, die jeweils einem oder mehreren Gelenken 45 bis 47 zugeordnet sind.

Am Koppelteil 38 ist vorteilhaft eine Linearführung 49 mit einem Schlitten 50 zur Feinpositionierung des Stützteils 31 an der jeweiligen Stützstelle 32 bis 35 vorgesehen. Das Stützteil 31 könnte auch drehbar am Koppelteil 38 angeordnet sein (nicht dargestellt). Der Schlitten 50 ist an einem am Koppelteil 38 angeordneten Führungsteil 51 geführt und mittels eines Klemmteils 52 klemm- bzw. fixierbar, das mittels einer Betätigungshandhabe in Gestalt einer Klemmmutter 53 betätigbar ist.

Wenn die Stützvorrichtungen 11-14 an den Stützstellen 32 bis 35 positioniert bzw. eingerichtet sind, wird die Vorgabeeinrichtung 26 vom Messarm 16 entfernt und an ihrer Stelle die Messarm-Messeinrichtung 17 am Messarm 16, insbesondere am Schwenkteil 63 des Gelenkkopfes 130, montiert. Sodann wird zweckmäßigerweise auch die Messarm-Messeinrichtung 17 mit Hilfe der Kalibrier-Messeinrichtung 70 kalibriert. Dann wird das Messobjekt 15 auf die Stützvorrichtungen 11-14 aufgelegt und vermessen, wobei der Tastkopf 18 das Messobjekt 15 an vorbestimmten Messpositionen abtastet.

Die Kalibrier-Messeinrichtung 70 ermöglicht eine freizügige Auswahl unterschiedlich ausgestalteter Vorgabeeinrichtungen, die insbesondere im Zusammenhang mit dreidimensional verformbaren Stützoberflächen einer jeweiligen Stützvorrichtung oder sonstigen messobjekt-spezifischen Stützoberflächen vorteilhaft sind. Beispielsweise haben Stützteile 431, 531 dreidimensional verformbare Stützoberflächen 413, 513, sodass man insofern auch von einem 3D-Stützteil sprechen kann. Die Stützoberflächen 413, 513 werden durch Stützstiftanordnungen

434, 534 gebildet, die aus einem Gehäuse 533, 433 in Längsrichtung ausfahrbare Stützstifte 435, 535 haben. Die Stützstifte 435, 535 bilden eine Art Stützstiftpaket, wobei aber jeder Stützstift 435, 535 einzeln in Längsrichtung des Stütz-

5 teils 531, 431 aus dem Gehäuse 533, 433 ausfahrbar ist. Die Stützstifte 435, 535 sind zweckmäßigerweise mittels Federn in den Gehäusen 533, 433 gelagert bzw. stützen sich auf Federn ab. Beim Entspannen der in der Zeichnung nicht sichtbaren Federanordnungen fahren die Stützstifte 435, 535 sozusagen aus

10 den Gehäusen 533, 433 heraus, vorliegend z.B. nach oben (wobei auch ein seitliches Ausfahren möglich ist) bis sie an den Definitionsflächen 528, 428 der Vorgabeeinrichtung 526, 426 anliegen. Die Stützstifte 535 bilden dabei beispielsweise eine Stützoberfläche 513, die ein Negativ zu der stempelartigen

15 Definitionsfläche 528 der Vorgabeeinrichtung 526 bilden. Die Stützstifte 435 hingegen bilden eine kugelförmige Stützoberfläche 413, sodass das Messobjekt 15 später zweckmäßigerweise punktförmig oder zumindest im Wesentlichen punktförmig auf den Stützstiften 435 aufliegt. Noch während die Stütz-

20 stifte 435, 535 an den Definitionsflächen 528, 428 anliegen, werden sie mittels einer Fixiereinrichtung fixiert, z.B. mittels eines Spannrings und/oder einer Klemmschraube 536, 436. Sodann kann die Vorgabeeinrichtung 526, 426 entfernt werden.

Es versteht sich, dass mit Hilfe der Stützstiftnanordnungen

25 434, 534 weitgehend beliebige Stützoberflächen definierbar sind. Es ist z.B. auch möglich, dass beispielsweise einige der Stützstifte 435 oder 535 so vor die übrigen Stützstifte 434 bzw. 534 vorstehen, dass sie in eine korrelierende Aufnahmeöffnung an einem aufzulegenden Messobjekt eindringen und

30 dieses so stützen.

Die Stützvorrichtung 200 hat einen einzigen Gelenkfuß 37, an dessen oberem Ende 39 ein Stützteil 231 mit einer kugelförmi-

gen Stützoberfläche bzw. Auflagefläche 13 angeordnet ist. Das Stützteil 231 ist gelenkig mit einem Kugelgelenk 247 am oberen Ende des Gelenkfußes 37 befestigt. Ein unteres Gelenk 246, im Ausführungsbeispiel ein Kugelgelenk, am unteren Ende 40 des Gelenkfußes 37 verbindet den Gelenkfuß 37 gelenkig mit einem Fußteil 241. Eine Saugeinrichtung 206 an dem Fußteil 241, z.B. ein flexibler Saugkopf mit einem Bedienteil 208, dient zum Ansaugen auf einem Untergrund 236, beispielsweise der Basisfläche 36.

10 Die Saugeinrichtung 206 dient als Fixiermittel 57 zum Befestigen der Stützvorrichtung 200 an einem Untergrund 36.

Ein alternatives Konzept ist beispielsweise bei dem Fußteil 41 mit der Schraubeinrichtung 59 verwirklicht, die auch direkt am Untergrund 36 befestigbar ist. Die Basisfläche 36 der Messvorrichtung 10' könnte beispielsweise Schraubaufnahmen, Nuten oder dergleichen aufweisen, an denen die Stützvorrichtungen 11-14, 500 befestigbar sind.

Ferner ist es denkbar, die Stützvorrichtungen mittels Magneten oder dergleichen am Untergrund zu befestigen.

20 Es versteht sich, dass die Stützvorrichtungen, die in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Messvorrichtung 10' verwendet werden, räumlich auch eine geringere Verstellbarkeit aufweisen können. So können beispielsweise die Stützteile 431 oder 531 auch auf Ständern befestigt werden, die beispielsweise nur in Z-Richtung verstellbar sind und ansonsten in X- bzw. Y-Richtung nur durch entsprechendes Verstellen auf dem Untergrund 36 der Messvorrichtung 10' positionierbar sind.

Ferner eignet sich eine Messvorrichtung in der Art der Messvorrichtung 10' auch zur Kalibrierung einer Vorgabeeinrich-

tung, mit der z.B. die Kopfenden von Stützfüßen eingerichtet werden, die anschließend durch ein Koppelteil miteinander verbunden werden.

Ansprüche

1. Stützvorrichtung für eine Messvorrichtung (10) mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts (15), wobei die Stützvorrichtung (11-
5 14; 500; 700) mittels einer an dem Messarm (16) angeordneten Vorgabeeinrichtung (26) zur Bereitstellung mindestens einer Stützstelle (32-35; 736) positionierbar ist, an der oder auf der das Messobjekt (15) während einer Vermessung anordenbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens zwei Stütz-
10 füße (37; 200) mit jeweils einem mit der Vorgabeeinrichtung (26) korrespondierenden Kopfende (90; 90') aufweist, so dass die Stützfüße (37; 200) mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung (26) auf einer Basisfläche (36) der Messvorrichtung (10) positionierbar sind, dass sie ein Koppelteil (38; 538; 738) mit Kopp-
15 pelungseinrichtungen (61; 561, 761) für die Kopfenden (90; 90') der Stützfüße (37; 200) aufweist, so dass das Koppelteil (38; 538; 738) nach der Positionierung der Stützfüße (37; 200) an den Stützfüßen (37; 200) montierbar ist, und dass das Koppelteil (38; 538; 738) die mindestens eine Stützstelle
20 (32-35; 736) bereitstellt.

2. Stützvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kopfende (90; 90') kugelförmig oder walzenförmig ist oder als ein Schraubende oder Rastende ausgestaltet ist, zu denen die Koppelungseinrichtungen (61; 561,
25 761) an dem Koppelteil (38; 538; 738) korrespondierende Gegenstücke bilden.

3. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Koppelungseinrichtung (61; 561, 761) eine Pratze (744) zum Spannen des mindestens einen Kopfes (90; 90') in eine Aufnahme (743) der Koppelungseinrichtung (61; 561, 761) aufweist.

4. Stützvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pratze (744) durch eine Federanordnung und/oder einen Magneten in eine das Kopfende (90; 90') fixierende Stellung vorgespannt ist.

5. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Positionierhilfe mindestens ein Kopfende (90; 90') und/oder mindestens eine Koppelungseinrichtung (61; 561, 761) des Koppelteils (38; 538; 738) einen Magneten (753) aufweist.

6. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zum Bereitstellen des Koppelteils (38; 538; 738) einen beweglichen Bereitstellungsfuß (701) aufweist, an dem das Koppelteil (38; 538; 738) befestigbar oder befestigt ist und mit dem das Koppelteil (38; 538; 738) relativ zu den mindestens zwei mit Hilfe der Vorgabeeinrichtung (26) vorpositionierten Stützfüßen (37; 200) verstellbar ist, so dass das Koppelteil (38; 538; 738) an den mindestens zwei Stützfüßen (37; 200) montiert werden kann.

7. Stützvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppelteil (38; 538; 738) dreh- oder kugelgelenkig an dem Bereitstellungsfuß (701) angelenkt ist.

8. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Stützfüße

(37; 200) und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 mindestens zwei Verstell-Freiheitsgrade aufweist.

9. Stützvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Verstell-Freiheitsgrade durch eine freie Positionierbarkeit des jeweiligen Fußes auf einem Untergrund und/oder einen längenverstellbaren Abschnitt eines Fußes und/oder mindestens ein Dreh- oder Kugelgelenk eines Fußes bereitgestellt werden.

10. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Stützfuß und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 ein Gelenkfuß mit mindestens zwei dreh- oder kugelgelenkig miteinander verbundenen Schenkeln (43, 44) ist.

11. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Stützfüße (37; 200) ein mittels eines Dreh-Gelenks oder eines Kugelgelenks bewegliches, fixierbares Kopfteil aufweist, das das Kopfbende (90; 90') bildet.

12. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Stützfüße (37; 200) und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 mittels eines Dreh-Gelenks oder eines Kugelgelenks (46) an einem Fußteil (42) angelenkt ist.

13. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Stützfüße (37; 200) und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 eine Schraubeinrichtung (59) zum Anschrauben an die Basisfläche (36) und/oder eine Magnetanordnung zum magnetischen Halten an der Basisfläche (36) und/oder eine Saugein-

richtung (206) zum Ansaugen an der Basisfläche (36) mittels Unterdruck und/oder eine Ständerplatte und/oder eine Klemmeinrichtung zum Festklemmen am der Basisfläche (36) der Messvorrichtung (10) aufweist.

5 14. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei der Stützfüße (37; 200) und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 und mindestens ein Stützfuß durch ein gemeinsames Fußteil (42), insbesondere eine Ständerplatte, gekoppelt
10 sind.

15 15. Stützvorrichtung mindestens ein Stützfuß und/oder der Bereitstellungsfuß (701) nach Anspruch 6 mittels einer einzigen Betätigunghandhabe fixierbar sind.

16. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Stützstelle (32-35; 736) durch das Koppelteil (38; 538; 738) oder ein an dem Koppelteil (38; 538; 738) angeordnetes Stützteil (31; 531; 731) gebildet ist.

17. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Bildung der Stützstelle (32-35; 736) eine dreidimensional verformbare Stützoberfläche und/oder eine Stützstiftnordnung (534) zur Bildung einer resultierenden dreidimensionalen Stützoberfläche aufweist.

20 18. Stützvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Koppelteil (38; 538; 738) eine Linearführung (49) zur linearen Positionierung der mindestens einen Stützstelle (32-35; 736) aufweist.

19. Messvorrichtung (10) mit mindestens einer Stützvorrichtung (11-14; 500; 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (10) Positioniermittel (25) zum Positionieren der Vorgabeeinrichtung (26) an den Positionen der Kopfenden (90; 90') aufweist, und wobei die Messvorrichtung (10) eine mit den Kopfenden (90; 90') der Stützfüße (37; 200) korrespondierende Vorgabeeinrichtung (26) aufweist.

20. Messvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniermittel (25) zum Umrechnen einer Position der mindestens einen Stützstelle (32-35; 736) auf Positionen der Kopfenden (90; 90') ausgestaltet ist.

21. Messverfahren zur Messung eines körperlichen Messobjekts (15), bei dem eine Messvorrichtung (10) mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) ein Messobjekt (15) vermisst, das während der Vermessung an mehreren Auflagepunkten auf Stützstellen (32-35; 736) einer Stützvorrichtung (11-14; 500; 700) auf- oder anliegt, mit dem Schritt:

- Positionieren der Stützvorrichtung (11-14; 500; 700) mit einer an dem Messarm (16) angeordneten Vorgabeeinrichtung (26) zur Bereitstellung mindestens einer Stützstelle (32-35; 736), gekennzeichnet durch die Schritte,
- Positionieren der Vorgabeeinrichtung an Orten, an denen Kopfenden (90; 90') von mindestens zwei Stützfüßen (37; 200) der Stützvorrichtung jeweils zu positionieren sind,
- Positionieren der Stützfüße (37; 200) auf einer Basisfläche (36) der Messvorrichtung (10), so dass deren jeweiliges Kopfende (90; 90') mit der Vorgabeeinrichtung (26) in Kontakt ist,
- Montieren eines Koppelteils (38; 538; 738) zur Bereitstellung der mindestens einen Stützstelle (32-35; 736) an den Kopfenden (90; 90') der Stützfüße (37; 200), und

- Auflegen des Messobjekts (15) auf die mindestens eine Stützstelle (32-35; 736).

22. Messverfahren nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch zum Umrechnen einer Position der mindestens einen Stützstelle
5 (32-35; 736) auf Positionen der Kopffenden (90; 90').

23. Messverfahren nach Anspruch 21 oder 22, gekennzeichnet durch Fixieren der Stützfüße (37; 200).

24. Stützvorrichtung zur Verwendung mit einer Messvorrichtung (10) mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) zum
10 Vermessen eines körperlichen Messobjekts (15) mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, wobei mit einer an dem Messarm (16) angeordneten Vorgabeeinrichtung (26; 426;
526) mit einer Definitionsfläche mindestens eine Stützstelle
(32-35) vorgebar ist, an der oder auf der das Messobjekt
15 (15) während einer Vermessung liegt, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens einen Gelenkfuß (37) mit mindestens zwei drehgelenkig oder kugelgelenkig miteinander verbundenen Schenkeln (43, 44) aufweist, dass der mindestens eine Gelenkfuß mit einem Fußteil (41; 241; 341) an seinem unteren Endbereich auf einer Basisfläche der Messvorrichtung (10) positionierbar ist, dass ein Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) zum
20 Auflegen des Messobjekts (15) an einem oberen Endbereich der Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) mittels des mindestens einen Gelenkfußes räumlich im Wesentlichen frei zu der an der mindestens einen Stützstelle (32-35) positionierten
25 Vorgabeeinrichtung (26; 426; 526) hin verstellbar ist, so dass das Stützteil die mindestens eine Stützstelle bilden kann, und dass die Stützvorrichtung fixierbar ist.

25. Stützvorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass ein unterer Schenkel (43) des mindestens einen Gelenkfußes (37) mittels eines Drehgelenks oder eines Kugelgelenks (46) an das Fußteil (41; 241; 341) angelenkt ist.
- 5 26. Stützvorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) an einem oberen Schenkel (44) des mindestens einen Gelenkfußes (37) mittels eines Drehgelenks oder eines Kugelgelenks (47) angelenkt ist.
- 10 27. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Schenkel (43, 44) des Gelenk-Fußes jeweils schräg bezüglich der Basisfläche positionierbar sind.
- 15 28. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Schenkel (43, 44), das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) und das Fußteil (41; 241; 341) mittels mindestens drei Gelenken (45, 46, 47) gelenkig miteinander verbunden sind.
- 20 29. Stützvorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der mindestens drei Gelenke Kugelgelenke (46, 47) und ein Gelenk ein Drehgelenk (45) oder ein Kugelgelenk ist.
- 25 30. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 29 das Fußteil (41; 241; 341) Fixiermittel (57) zum Fixieren auf der Basisfläche der Messvorrichtung (10) aufweist.
31. Stützvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiermittel (57) eine Schraubeinrichtung (59) zum Anschrauben auf einem Untergrund und/oder eine Magnetan-

ordnung (301) zum magnetischen Halten auf dem Untergrund und/oder eine Saugereinrichtung (206) zum Halten auf dem Untergrund mittels Unterdruck und/oder eine Ständerplatte (42) und/oder eine Klemmeinrichtung zum Festklemmen am dem Untergrund enthalten.

32. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Fußteil (41; 241; 341) austauschbar ist.

33. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrere, insbesondere mindestens zwei oder drei Gelenkfüße (37) in der Art des mindestens einen Gelenkfußes aufweist, die an ihrem oberen Ende durch ein insbesondere lösbar befestigtes Koppelteil (38) gekoppelt sind, und dass das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) das Koppelteil (38) bildet oder an dem Koppelteil (38) angeordnet ist.

34. Stützvorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Gelenkfuß (37) ein Fußteil (41; 241; 341) aufweist, das separat von dem oder den Fußteilen (41; 241; 341) der anderen Gelenkfüße auf der Basisfläche positionierbar ist.

35. Stützvorrichtung nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei der Gelenkfüße (37) durch ein gemeinsames Fußteil (42), insbesondere eine Ständerplatte, gekoppelt sind.

36. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Gelenkfuß (37) mittels einer einzigen Betätigungshandhabe (48) fixierbar ist.

37. Stützvorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenke des Gelenkfußes (37) mit der Betätigungshandhabe (48) sequentiell oder gruppenweise fixierbar, insbesondere klemmbar, sind.
- 5 38. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) zur Bildung der Stützstelle (32-35) eine dreidimensional verformbare Stützoberfläche und/oder eine Stützstiftnordnung zur Bildung einer resultierenden dreidimensionalen Stützoberfläche aufweist.
- 10 39. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) eine kugelförmige oder eine ebene Auflagefläche aufweist und/oder eine Aufnahmeöffnung zur Aufnahme des Messobjekts (15) oder einen Vorsprung, insbesondere einen Stift, zum Einbringen in eine Aufnahmeöffnung des Messobjekts (15) aufweist.
- 15 40. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass sie an ihrem oberen Ende eine Linearführung (49) zur linearen Verstellung des Stützteils (31; 231; 331; 431; 531) aufweist.
- 20 41. Stützvorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützteil (31; 231; 331; 431; 531) und/oder die Vorgabeeinrichtung (26; 426; 526) als eine Platzierhilfe Ansaugmittel und/oder magnetische Mittel (58) aufweisen, um die Positionierung des Stützteils (31; 231; 331; 431; 531) relativ zu der Vorgabeeinrichtung hin zu erleichtern.
- 25

42. Messvorrichtung mit mindestens einer Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) nach einem der Ansprüche 24 bis 41.

43. Messverfahren zur Messung eines körperlichen Messobjekts (15) mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, bei dem eine Messvorrichtung (10) mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) ein Messobjekt (15) vermisst, das während der Vermessung an mehreren Auflagepunkten auf Stützstellen (32-35) auf- oder anliegt, wobei mindestens eine Stützstelle durch eine Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) bereitgestellt wird, mit den Schritten:

- Vorgeben mindestens einer Stützstelle mit einer an dem Messarm (16) angeordneten Vorgabeeinrichtung (26; 426; 526),
- Positionieren der Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) auf einer Basisfläche der Messvorrichtung (10) in den Bereich der Stützstelle (32-35),
- Verstellen der Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) zur Vorgabeeinrichtung (26; 426; 526) hin, bis ein Stützteil zum Auflegen des Messobjekts (15) an einer Definitionsfläche der Vorgabeeinrichtung zur Definition der mindestens einen Stützstelle zumindest teilweise anliegt, um mindestens eine Stützstelle zu bilden, wobei mindestens ein Gelenkfuß (37) der Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) mit mindestens zwei drehgelenkig oder kugelgelenkig miteinander verbundenen Schenkeln (43, 44) räumlich verstellt wird,
- Fixieren der Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500),
- Freigeben der mindestens einen Stützstelle durch den Messarm (16), so dass das Messobjekt (15) zur Vermessung durch die Messvorrichtung (10) mit einem zugeordneten Auflagepunkt an der mindestens einen Stützstelle auf oder an die

Stützvorrichtung (11-14; 200; 300; 500) auf- bzw. angelegt werden kann.

44. Messvorrichtung mit einem räumlich verstellbaren Messarm (16) zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts (15) mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, mit einer Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) zur Bildung einer Stützstelle (32-35), an der oder auf der das Messobjekt (15) während einer Vermessung auf einer Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) der Messvorrichtung (10) liegt, mit einer an dem Messarm (16) angeordneten und mit dem Messarm (16) positionierbaren Vorgabeeinrichtung (26; 226; 326; 426; 526) mit einer Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) zum Vorgeben der Stützstelle, so dass die Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) zu der Definitionsfläche hin verstellbar ist, bis eine Stützoberfläche (13; 413; 513) der Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) an der Definitionsfläche zur Bildung der Stützstelle zumindest teilweise anliegt, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Kalibrier-Messeinrichtung (70) aufweist, die mit einer Steuereinrichtung (20) der Messvorrichtung (10) verbunden ist und die bei Abtastung der Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) der an dem Messarm (16) montierten Vorgabeeinrichtung Messwerte (73) zur Kalibrierung der Messvorrichtung (10) an die Steuereinrichtung (20) sendet.

45. Messvorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrier-Messeinrichtung (70) ortsfest angeordnet ist, so dass die Kalibrier-Messeinrichtung (70) bei einem Positionieren des Messarms (16) relativ zu der Kalibrier-Messeinrichtung (70) die Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) abtasten kann.

46. Messvorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrier-Messeinrichtung (70) zur Abtastung

der Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) an einem beweglichen zweiten Arm der Messvorrichtung (10') angeordnet ist.

47. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrier-Messeinrichtung (70) mindestens zwei in unterschiedliche Richtungen orientierte Messsensoren (72) aufweist.

48. Messvorrichtung nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Messsensoren (72) winkelig, insbesondere rechtwinkelig, zueinander sind und vor ein Bauteil (71) der Kalibrier-Messeinrichtung (70) vorstehen.

49. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorgabeeinrichtung (26; 226; 326; 426; 526) lösbar an dem Messarm (16) montierbar ist.

50. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass der Messarm (16) Befestigungsmittel aufweist, mit denen wahlweise die Vorgabeeinrichtung (26; 226; 326; 426; 526) oder eine Messarm-Messeinrichtung (17) zur Messung des Messobjekts (15) lösbar an dem Messarm (16) befestigbar sind, und dass die Kalibrier-Messeinrichtung (70) zur Kalibrierung der Messarm-Messeinrichtung (17) ausgestaltet ist.

51. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 50, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) mindestens einen Gelenkfuß (73) mit mindestens zwei dreh- oder kugelgelenkig miteinander verbundenen Schenkeln (43, 44) zur Positionierung und zum Halten eines Stützteils zum Auf- oder Anlegen des Messobjekts (15) an der Stützstelle (32-35) aufweist.

52. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützoberfläche (413; 513) der Stützvorrichtung (400) dreidimensional verformbar ist.

53. Messvorrichtung nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) eine verstellbare Stützstifтанordnung (434, 534) aufweist, mit der eine resultierende dreidimensionale Stützoberfläche (13; 413; 513) zum Auf- oder Anlegen des Messobjekts (15) gebildet werden kann.

54. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Stützvorrichtung (600) eine kugelförmige Stützoberfläche (13) und/oder eine walzenförmige Stützoberfläche und/oder eine Ausnehmung und/oder einen Vorsprung zum Auf- oder Anlegen des Messobjekts (15) aufweist.

55. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) der Vorgabeeinrichtung mit einer Oberflächengestalt der vorzugebenden Stützstelle (32-35) korreliert.

56. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 44 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Definitionsfläche konkav, insbesondere hohl-kugelförmig, ist.

57. Kalibrierverfahren zur Kalibrierung einer Messvorrichtung (10) mit einem räumlich verstellbaren Messarm zum Vermessen eines körperlichen Messobjekts (15) mit insbesondere mindestens einer gekrümmten Oberfläche, mit mindestens einer Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) zur Bildung einer Stützstelle (32-35), an der oder auf der das Messobjekt (15) während einer Vermessung liegt, mit einer an dem Messarm (16)

angeordneten und mit dem Messarm positionierbaren Vorgabeeinrichtung (26; 226; 326; 426; 526) mit einer Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) zum Vorgeben der Stützstelle (32-35), so dass die Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) zu der
5 Definitionsfläche hin verstellbar ist, bis eine Stützoberfläche (13; 413; 513) der Stützvorrichtung (11-14, 200, 500) an der Definitionsfläche zur Bildung der Stützstelle (32-35) zumindest teilweise anliegt, gekennzeichnet durch:

- 10 - Positionieren des Messarms und einer Kalibrier-Messeinrichtung (70) relativ zueinander,
- Abtastung der Definitionsfläche (28; 228; 328; 428; 528) der an dem Messarm (16) montierten Vorgabeeinrichtung durch die Kalibrier-Messeinrichtung (70) zum Senden von Messwerten (73) zur Kalibrierung der Messvorrichtung (10) an eine
15 Steuereinrichtung (20) der Messvorrichtung, und
- Kalibrierung der Messvorrichtung anhand der Messwerte (73).

58. Kalibrierverfahren nach Anspruch 57, gekennzeichnet durch

- 20 - Abtastung einer Messarm-Messeinrichtung (17) zur Messung des Messobjekts (15) durch die Kalibrier-Messeinrichtung (70),
- Senden von Messwerten (73) zur Kalibrierung der Messvorrichtung (10) an die Steuereinrichtung (20) in Abhängigkeit der Abtastung, und
- 25 - Kalibrierung der Messvorrichtung anhand der Messwerte (73).

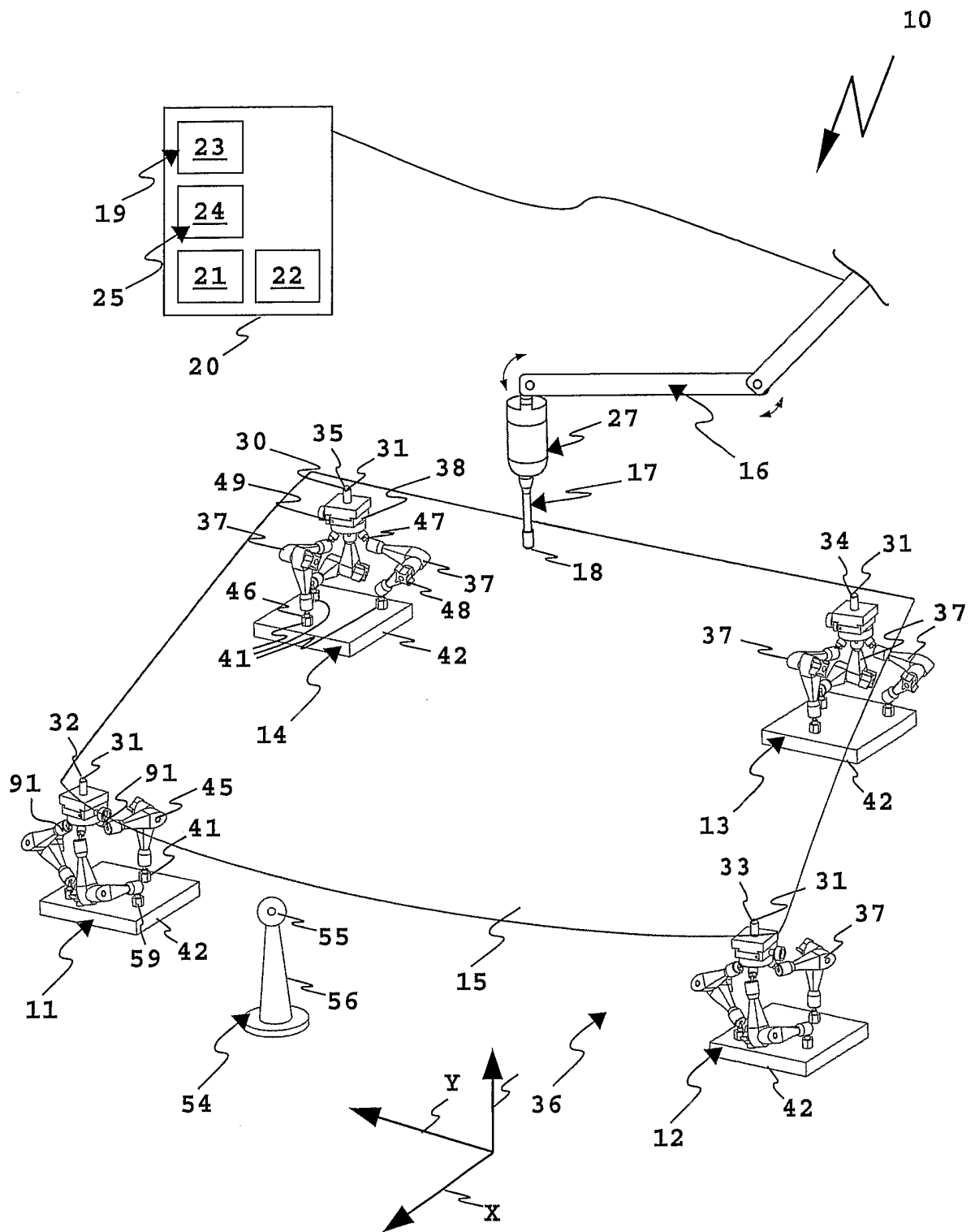


Fig. 1

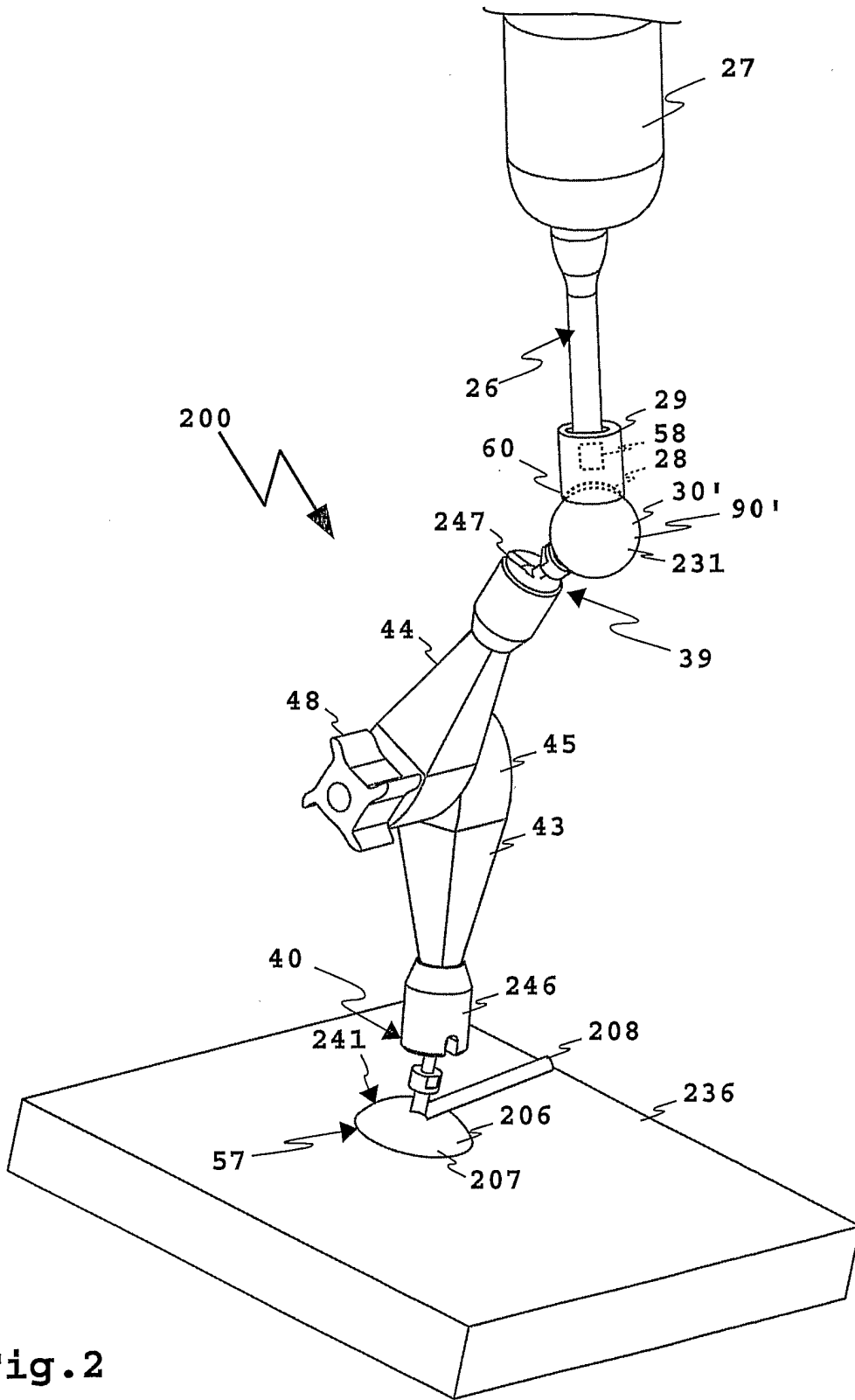


Fig.2

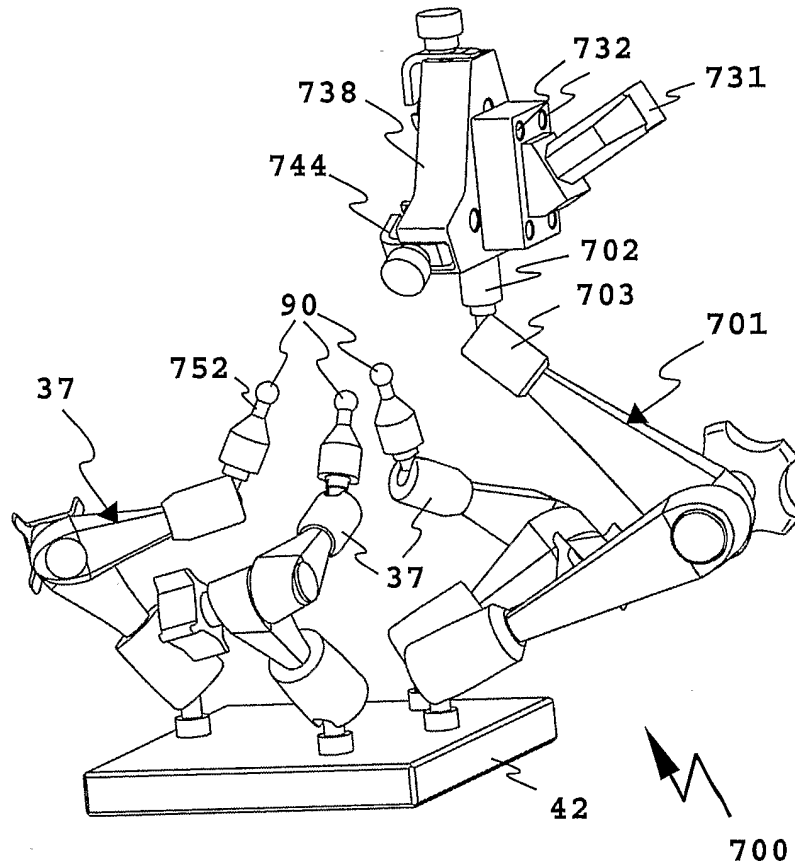


Fig. 3a

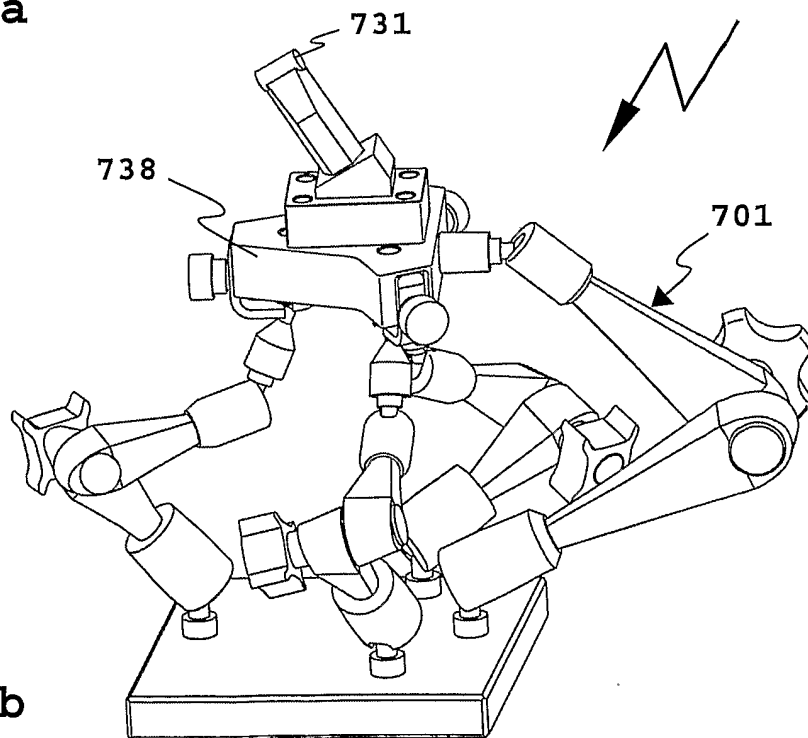


Fig. 3b

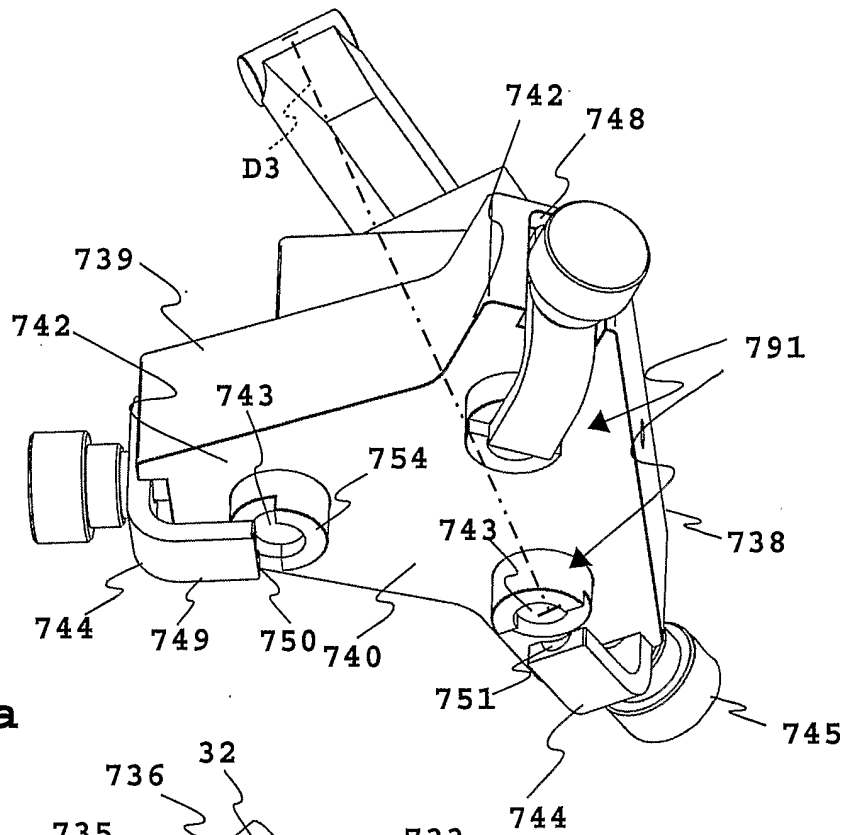


Fig. 4a

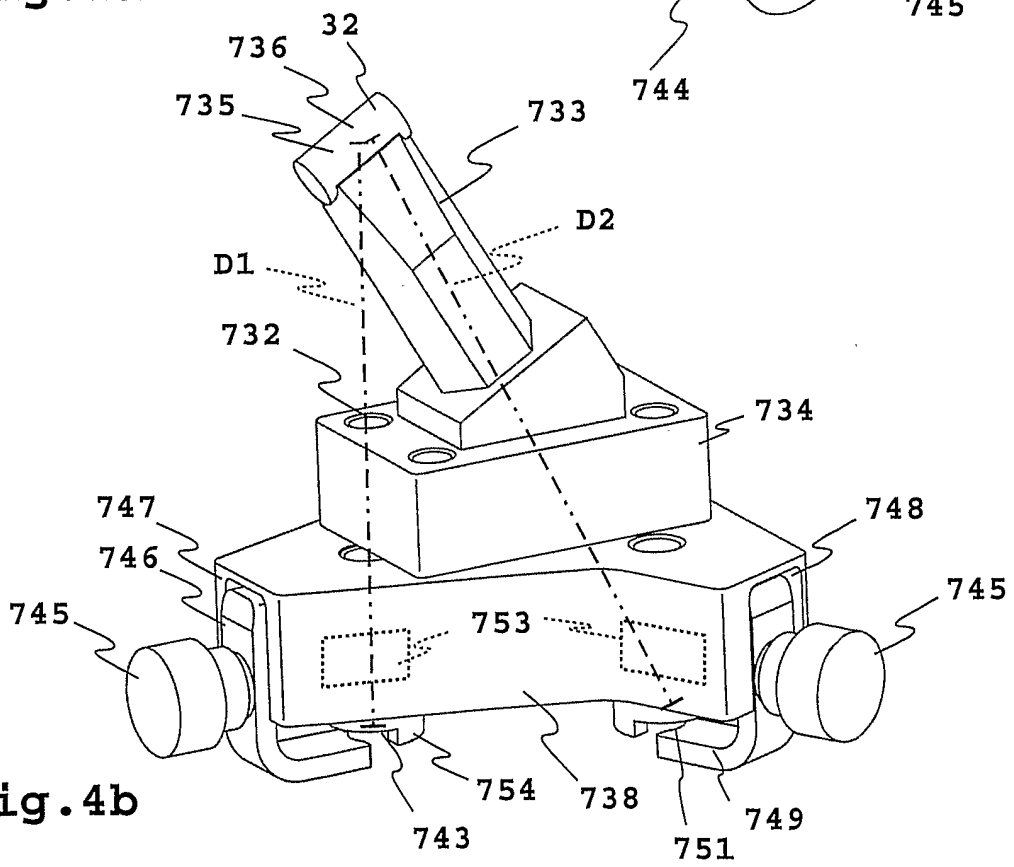


Fig. 4b

5/9

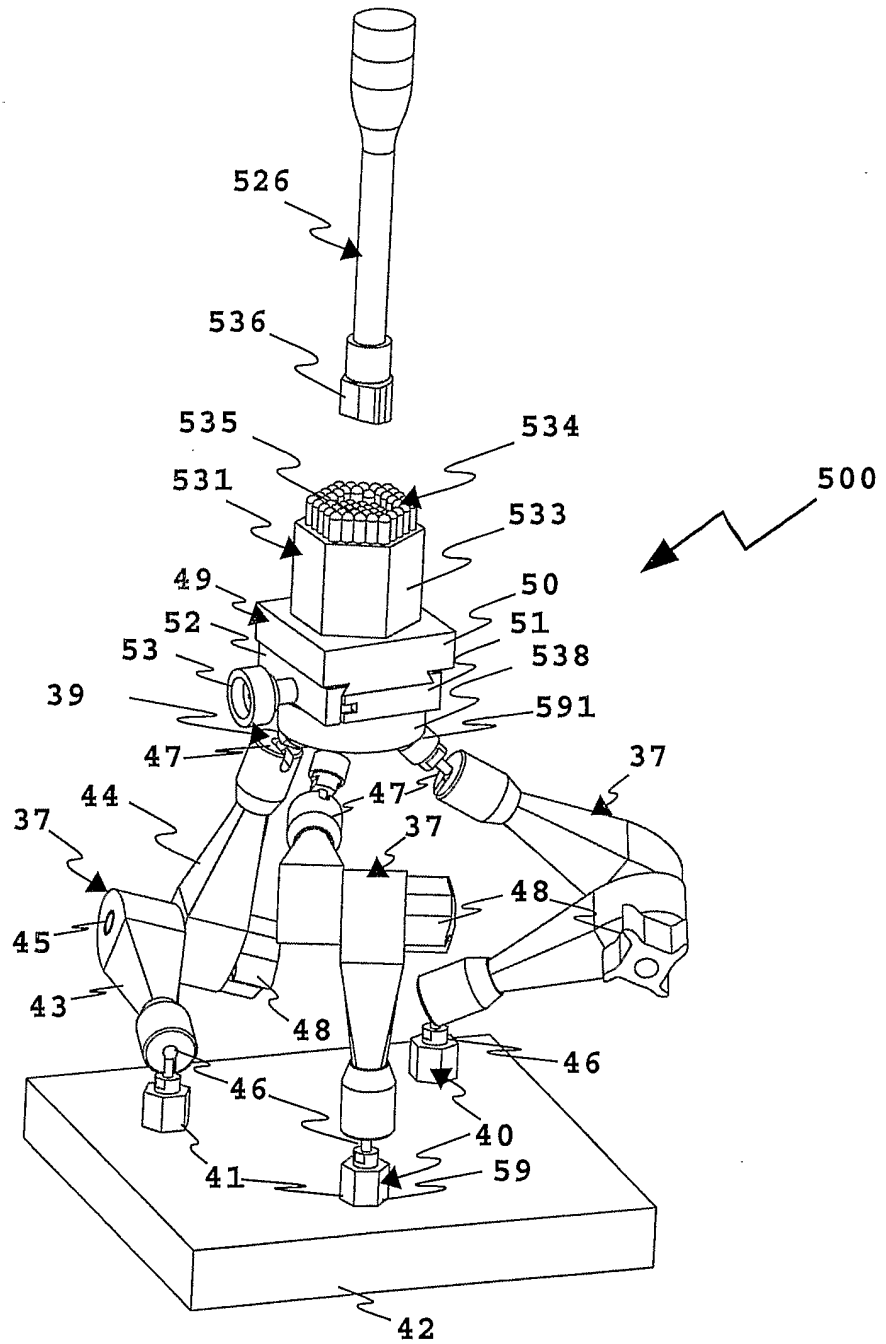


Fig. 5

6/9

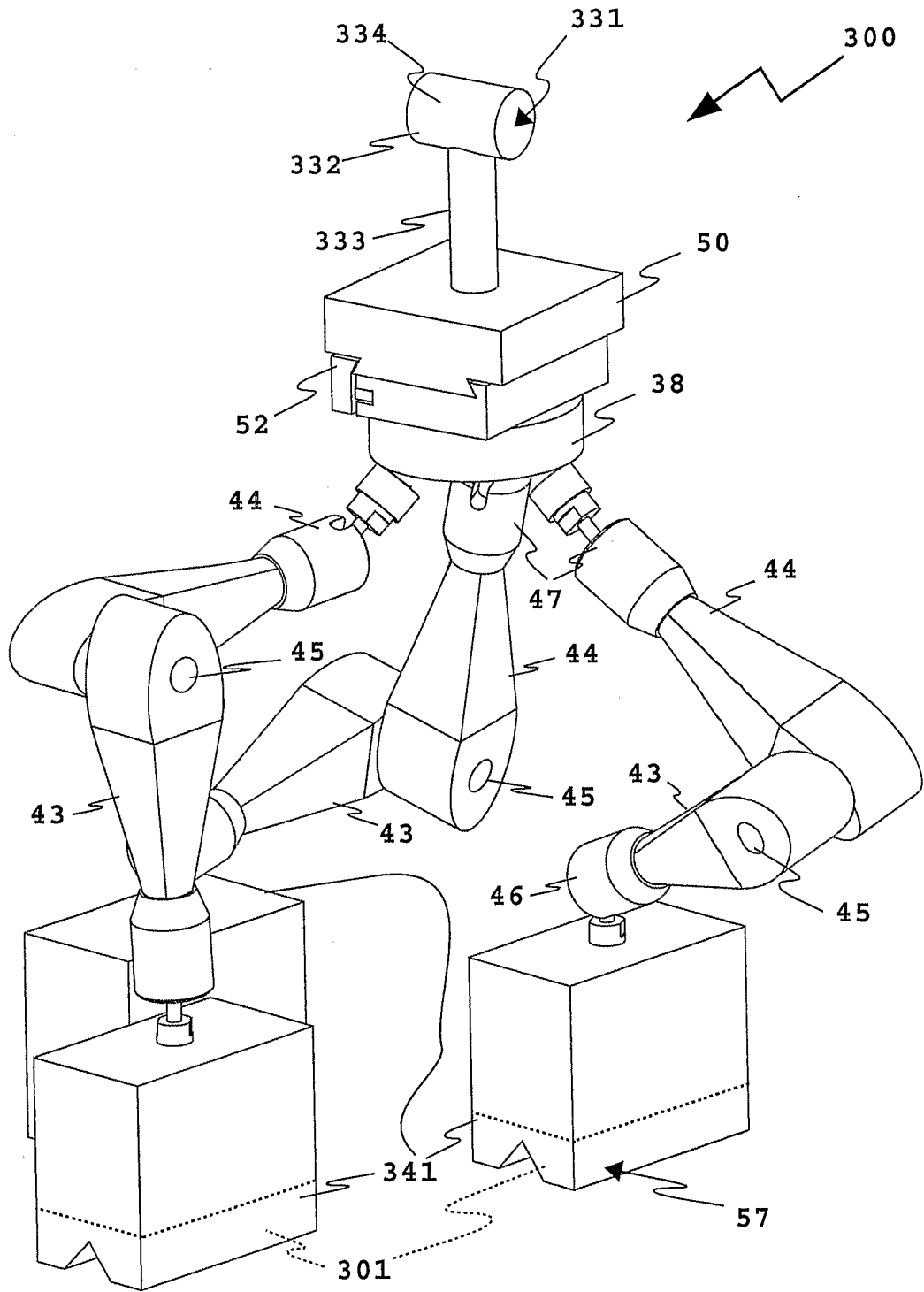


Fig. 6

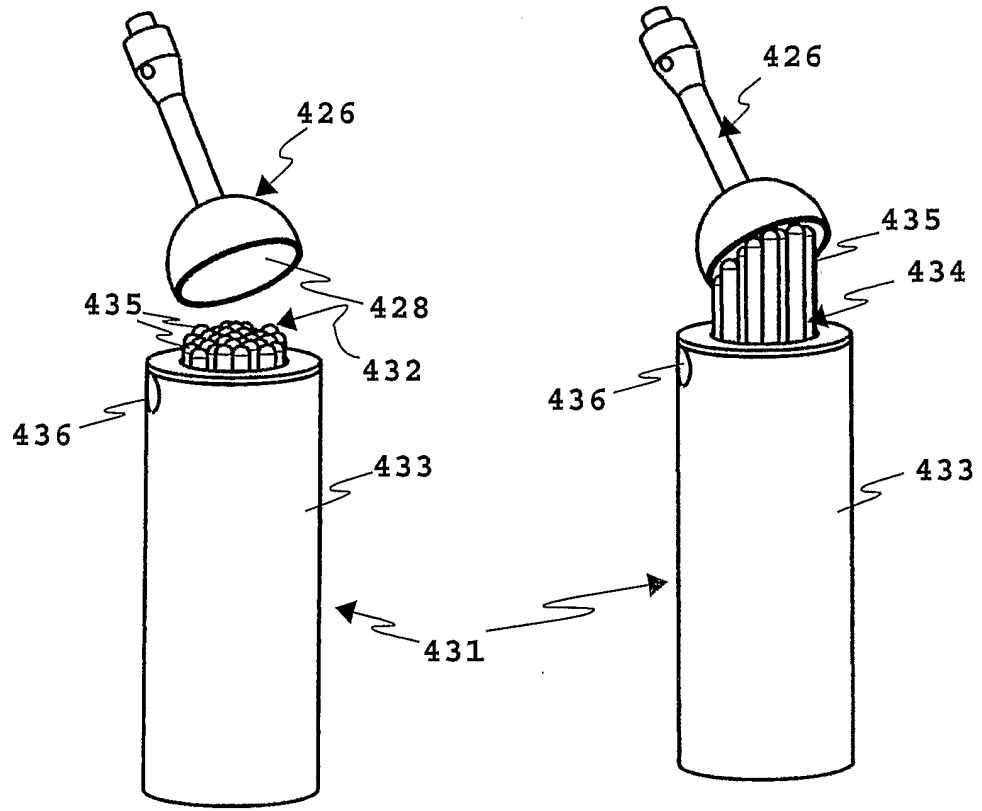


Fig.7a

Fig.7b

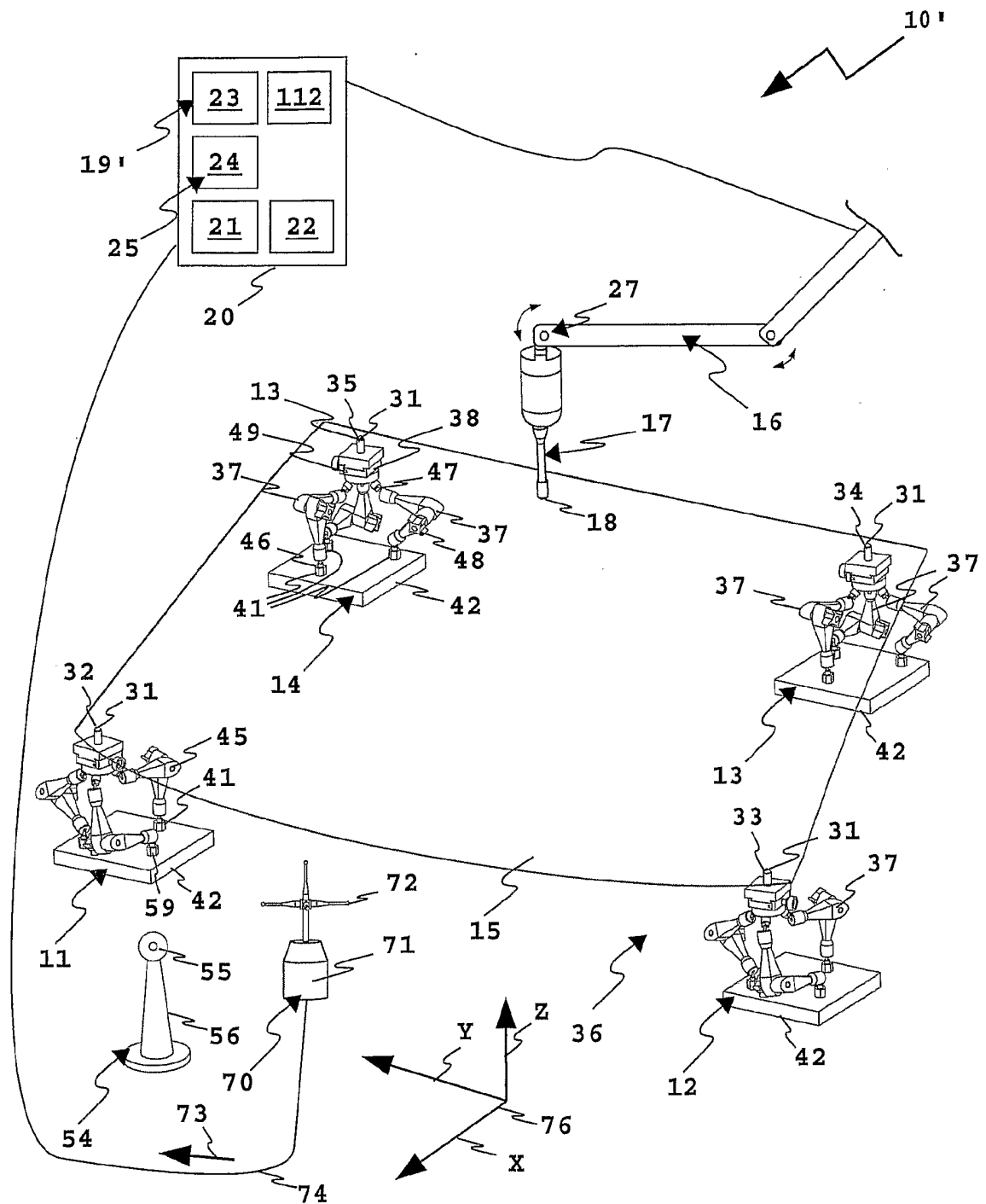


Fig. 8

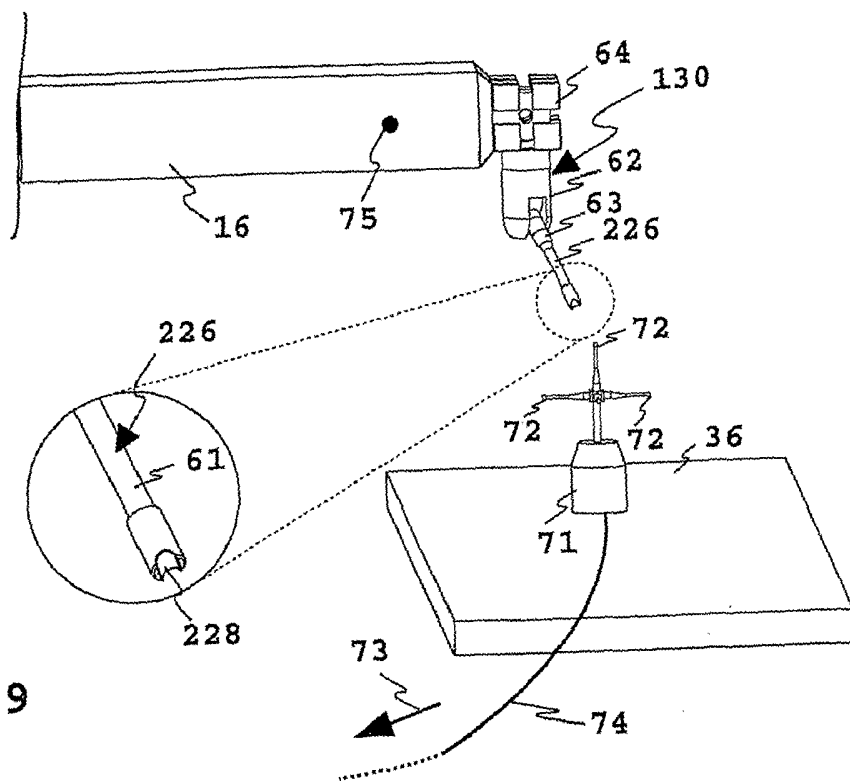


Fig. 9

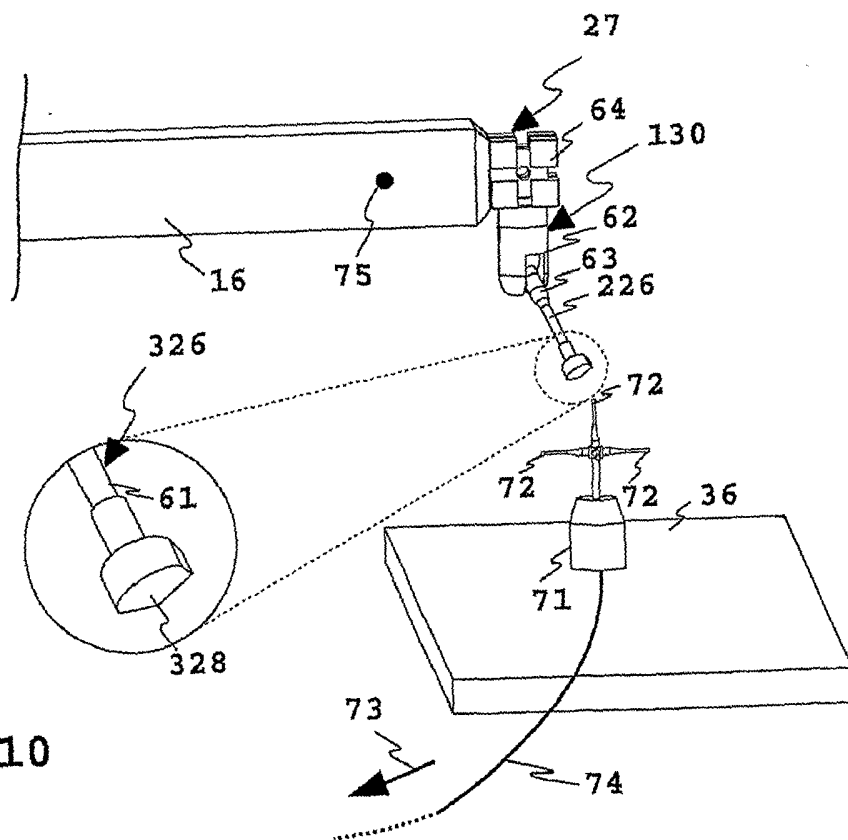


Fig. 10