



(10) **DE 10 2011 007 678 A1** 2012.10.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 007 678.6**

(22) Anmeldetag: **19.04.2011**

(43) Offenlegungstag: **25.10.2012**

(51) Int Cl.: **A61B 5/107** (2006.01)

**G01B 11/02** (2006.01)

**G01B 11/24** (2006.01)

**A43D 1/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Fachhochschule Stralsund, 18435, Stralsund, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Seemann & Partner, 20095,  
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Ehricke, Hans-Heino, Prof. Dr., 18435, Stralsund,  
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	199 22 544	C2
DE	102 38 322	A1
DE	20 2006 014 657	U1
DE	697 09 001	T2
DE	11 2008 002 640	T5
DD	2 39 858	A1
EP	1 511 419	B1

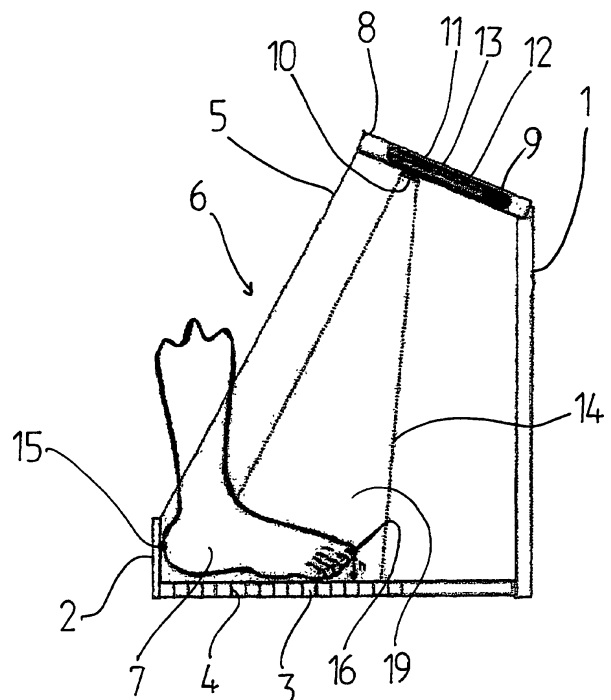
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vermessungssystem und Vermessungsverfahren zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Vermessungssystem und ein Vermessungsverfahren zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere zur Bestimmung biometrischer Daten des menschlichen Fußes (7), wobei das Vermessungssystem ein einen Untersuchungsraum (19, 39) eingrenzendes Gehäuse (1, 21), wenigstens eine optische Aufnahmevorrichtung (10), eine Bedieneinrichtung (12), eine Auswertevorrichtung (11), die ausgebildet ist, aus Aufnahmen der Aufnahmevorrichtung (10) Vermessungsdaten oder biometrische Daten wenigstens eines zu vermessenden Körpers zu bestimmen, und eine Ausgabevorrichtung (13) zur Ausgabe eines Messergebnisses der Vermessung umfasst, wobei das Gehäuse (1, 21) wenigstens eine Öffnung (6, 26) zum Einbringen wenigstens eines zu vermessenden Körpers in den Untersuchungsraum (19, 39) aufweist.

Das erfindungsgemäße Vermessungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens eine Aufnahmevorrichtung (10) von oberhalb oder schräg oberhalb auf einen oder mehrere in den Untersuchungsraum (19, 39) eingebrachte oder einbringbare Körper blickend ausgerichtet ist und im oder am Gehäuse (1, 21) fest oder lösbar fixierbar angeordnet ist und wenigstens eine Begrenzungsfläche (2) vorgesehen ist, an der ein zu vermessender Körper zur Ausrichtung des wenigstens einen zu vermessenden Körpers in Bezug auf wenigstens ein Messkoordinatensystem ausrichtbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Vermessungssystem und ein Vermessungsverfahren zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere des menschlichen Fußes.

**[0002]** Die Auswahl von Schuhen der richtigen Größe und Passform setzt die Bestimmung biometrischer Eigenschaften des Fußes voraus. Es ist bekannt, dass Fußschäden bei Kindern auf in der Form und Funktion nicht passende Schuhe zurückgehen und ursprünglich gesunde Füße aus diesem Grund erkranken können. Passende Schuhe bieten dem Fuß genügend Platz, sich unter Belastung auszudehnen, ohne am Schuh anzustoßen. Außerdem muss der Schuh in seiner Weite dem Fuß angepasst sein, da sonst der Fuß im Schuh keinen Halt hat und herumrutscht oder zu stark eingeschnürt wird.

**[0003]** Aus diesem Grunde haben viele Schuhhersteller Mehrweizensysteme entwickelt, bei denen für dieselbe Schuhlänge unterschiedliche Passformen angeboten werden, die sich vor allem auf die Weite beziehen.

**[0004]** Die Bestimmung einer fußangepassten Schuhgröße und Passform stellt damit eine wichtige Aufgabe dar, die mit technischen Hilfsmitteln zu lösen ist. Da insbesondere Kinder bei der Fußvermessung nicht lange stillhalten können, werden Verfahren und Vorrichtungen mit einem kurzen Messvorgang benötigt. Derartige Messsysteme kommen in vielen Filialen des Schuhhandels zum Einsatz und müssen daher kostengünstig, praktikabel und zuverlässig sein. Darüber hinaus spielt die Wartbarkeit eine wichtige Rolle. Da von dem Personal in Verkaufsfilialen ein weitgehendes technisches Verständnis nicht erwartet werden kann, müssen die Systeme wartungsarm und leicht zu bedienen sein.

**[0005]** Daher ist ein Messsystem erforderlich, das es erlaubt, in kurzer Zeit biometrische Daten des menschlichen Fußes zu bestimmen, so dass damit die Schuhgröße und der Passformtyp festgelegt werden können.

**[0006]** Es sind mechanische Verfahren bekannt, bei denen der auf einer Grundplatte stehende Fuß durch manuelles Heranführen von Schiebern von vorn und von seitlich an einen Fuß Längen- und Breitenmaße bestimmt werden können. Mit diesen Verfahren sind wichtige biometrische Maße nicht erfassbar. Auch ist eine unmittelbare elektronische Erfassung und Speicherung der Daten nicht möglich.

**[0007]** In einer Erweiterung dieser Verfahren werden die Schieber auf elektrischem und elektronischem Wege an die Fußgrenzen herangeführt, wodurch sich ein erhöhter Zeitaufwand für den Messvorgang er-

gibt. Auch dieses Verfahren erlaubt lediglich die Messung der Breite des Fußes an dessen breitester Stelle sowie die Messung der absoluten Länge, nicht aber weiterer biometrischer Daten, die für eine gute Passform wichtig sind.

**[0008]** Weiterhin sind Messsysteme bekannt, bei denen das Messobjekt mit Hilfe von CCD-Kameras aufgenommen wird, wobei entweder mehrere stationäre Kameras eingesetzt werden oder eine einzelne Kamera, die sich relativ zum Messobjekt bewegt, so dass mehrere Aufnahmen aus unterschiedlichen Richtungen erzeugt und an eine Computer-Auswerteeinheit übertragen werden können. Derartige Messanordnungen erfordern einen hohen gerätetechnischen Aufwand, der hohe Kosten hinsichtlich Investition und Wartung nach sich zieht.

**[0009]** In einer Erweiterung dieser Messverfahren, die mit mehreren Aufnahmen aus ein oder mehreren CCD-Kameras arbeiten, wird der Fuß mit einem Strumpf überzogen, auf den ein regelmäßiges Farbmuster aufgebracht ist. Aus den Aufnahmen kann dann der Oberflächenverlauf des Messobjekts bestimmt und ein dreidimensionales Oberflächenmodell gewonnen werden. Neben dem hohen gerätetechnischen Aufwand vermindert die Notwendigkeit, für die Messung einen gemusterten Strumpf überzuziehen, die Akzeptanz solcher Messsysteme.

**[0010]** Aus DE 199 22 544 C2 sind ein Verfahren und eine Messeinrichtung zum Ausmessen unregelmäßig geformter Messobjekte, insbesondere des menschlichen Fußes für die individuelle Anfertigung von Schuhen bekannt. Dabei wird mittels eines Flachbettscanners die Fußunterseite sowie durch Einsatz eines Leuchtschirms und eines geneigten Spiegels das Seitenprofil abgetastet und aus dem Abtastbild biometrische Fußeigenschaften bestimmt. Die Verwendung eines Flachbettscanners bedingt in diesem Fall eine lange Messzeit.

**[0011]** Des Weiteren ist aus DE 20 2006 014 657 U1 ein Messsystem bekannt, das mit einer Kamera, einer transparenten Aufnahmeplatte, einer Beleuchtungseinheit und einem Spiegelsystem von unterhalb des Fußes ein Abbild der Fußsohle sowie seitlicher Projektionen des Fußes aufnimmt und an einen Computer überträgt, der Aufgaben der Auswertung, Steuerung und Bedienung übernimmt. Die räumliche Trennung zwischen der Bildaufnahmeeinheit mit einer unterhalb der Fußsohle platzierten Kamera und der Bedieneinheit, die Teil eines Computersystems ist, behindert eine kompakte Bauform des Messsystems.

**[0012]** Angesichts dieses Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und wartungsfreundliches Messsystem für die Vermessung von unregelmäßigen Körpern, insbesondere für die Bestimmung biometrischer Daten mensch-

licher Füße, bereitzustellen, das es insbesondere erlaubt, in kurzer Zeit mit geringem apparativen Aufwand Füße mit hinreichender Genauigkeit zu vermessen, so dass eine fußgerechte Schuhgröße und der Typus der Passform ausgewählt werden können.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch ein Vermessungssystem zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere zur Bestimmung biometrischer Daten des menschlichen Fußes, mit einem einen Untersuchungsraum eingrenzenden Gehäuse, wenigstens einer optischen Aufnahmevorrichtung, einer Bedienvorrichtung, einer Auswertevorrichtung, die ausgebildet ist, aus Aufnahmen der Aufnahmevorrichtung Vermessungsdaten oder biometrische Daten wenigstens eines zu vermessenden Körpers zu bestimmen, und einer Ausgabevorrichtung zur Ausgabe eines Messergebnisses der Vermessung, wobei das Gehäuse wenigstens eine Öffnung zum Einbringen wenigstens eines zu vermessenden Körpers in den Untersuchungsraum aufweist, gelöst, das dadurch weitergebildet ist, dass die wenigstens eine Aufnahmevorrichtung von oberhalb oder schräg oberhalb auf einen oder mehrere in den Untersuchungsraum eingebrachte oder einbringbare Körper blickend ausgerichtet ist und im oder am Gehäuse fest oder lösbar fixierbar angeordnet ist und wenigstens eine Begrenzungsfläche vorgesehen ist, an der ein zu vermessender Körper zur Ausrichtung des wenigstens einen zu vermessenden Körpers in Bezug auf wenigstens ein Messkoordinatensystem ausrichtbar ist.

**[0014]** Der Grundgedanke der Erfindung besteht dabei in der Verwendung einer optischen Aufnahmevorrichtung, etwa einer Kamera, auch einer Stereo-Kamera, die mit einem Gehäuse verbunden oder verbindbar ist, das in einem Verkaufsraum in der Art eines Kiosks aufstellbar ist. Die Aufnahmevorrichtung ist vorzugsweise in eine Bedieneinheit integriert. Das Gehäuse oder Standsystem umschließt einen Untersuchungsraum, der im Sichtbereich der darüber angebrachten Aufnahmevorrichtung liegt, so dass das im Untersuchungsraum befindliche Messobjekt von der Aufnahmevorrichtung von oben oder schräg von oben erfasst und abgebildet wird.

**[0015]** Mit der Aufnahmevorrichtung wird ein zweidimensionales Projektionsbild des zu vermessenden Körpers aufgenommen und mit einer computergetriebenen Auswertevorrichtung verarbeitet.

**[0016]** Durch die feste Anordnung des Gehäuses wird ein Messkoordinatensystem definiert. Der zu vermessende Körper wird in Übereinstimmung mit mindestens einer definierten Achse des Messkoordinatensystems gebracht, indem das Messobjekt an wenigstens eine mit dem Gehäuse fest verbundene Begrenzungsfläche herangeführt wird, bis es diese in ein oder mehreren Oberflächenpunkten gerade berührt. Die Begrenzungsfläche kann auch eine Wand

des Gehäuses sein. Dadurch wird es möglich, wichtige Maße des Messobjektes, wie z. B. Länge und Breite in einem einzelnen durch die Kamera aufgenommenen Projektionsbild durch Bildverarbeitung zu bestimmen, auch dann, wenn das Messobjekt in dem Projektionsbild nicht vollständig erfasst ist, sondern nur ein Teil des Messobjektes abgebildet ist.

**[0017]** Unter einem Gehäuse wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch ein Standsystem, ein Gestell oder ein Ständer verstanden, der einen nicht oder teilweise abgeschlossenen Untersuchungsraum zwischen der Aufnahmevorrichtung und wenigstens einer Begrenzungsfläche definiert.

**[0018]** Durch diese Anordnung ist es mit einfachen Mitteln beispielsweise möglich, einen in den Untersuchungsraum eingebrachten Fuß relativ zum Messkoordinatensystem auszurichten und aus dem mit der Kamera aufgenommenen Projektionsbild wichtige biometrische Daten zu ermitteln, die es erlauben, Schuhgröße und Typus der Passform exakt zu bestimmen

**[0019]** Zur weiteren Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Ausrichtung ist vorteilhafterweise eine Referenzfläche, insbesondere mit Markierungen, zur Ausrichtung eines zu vermessenden Körpers in einem unteren Bereich des Gehäuses angeordnet.

**[0020]** Vorzugsweise sind die Bedienvorrichtung mit der Auswertevorrichtung, der Ausgabevorrichtung und/oder der wenigstens einen optischen Aufnahmevorrichtung in eine bauliche Einheit integriert, die insbesondere als Ganzes im oder am Gehäuse fest oder lösbar fixierbar angeordnet ist. Diese Integration unter anderem der Aufnahmevorrichtung in ein Bediensystem wird durch die Anordnung der Aufnahmevorrichtung oberhalb oder schräg oberhalb der Referenzfläche ermöglicht. So wird der Einsatz integrierter Bildaufnahme- und Bedieneinheiten, etwa in Form mobiler Endgeräte mit integrierter CCD-Kamera ermöglicht. Damit ergibt sich eine kompakte, wartungsfreundliche Bauform. Beispiele entsprechender mobiler Endgeräte mit eingebauter Kamera sind Smartphones oder Tablet-Computer.

**[0021]** Weiter umfasst die Bedienvorrichtung eine Anzeigevorrichtung, insbesondere einen Bildschirm und/oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm. Dies erleichtert die Bedienbarkeit. Eine selbsterklärende Programmführung lässt sich so auf einfache Weise erstellen und der Schulungsaufwand für Verkaufspersonal verringert sich.

**[0022]** Eine vorteilhafte erhöhte Genauigkeit ergibt sich, wenn das Gehäuse zwei oder mehr Begrenzungsflächen zur Ausrichtung eines zu vermessenden Körpers aufweist, die im Blickfeld der wenigstens einen Aufnahmevorrichtung seitlich und/oder hinter

dem wenigstens einen Körper angeordnet sind. Diese können bei der Bestimmung der biometrischen Daten verwendet werden.

**[0023]** Vorzugsweise ist wenigstens ein, insbesondere fest mit dem Gehäuse verbundener, Spiegel so angeordnet und ausgerichtet, dass sich wenigstens eine Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht eines Körpers im Blickfeld der Aufnahmevorrichtung befindet. Wenn somit in den durch das Gehäuse definierten Untersuchungsraum ein System von einem Spiegel oder mehreren Spiegeln eingebracht und fixiert ist, können die Spiegel bzgl. des Winkels zur Bodenfläche des Untersuchungsraums so ausgerichtet werden, dass in dem durch die Aufnahmevorrichtung erfassten zweidimensionalen Bild der bzw. die Spiegel ganz oder teilweise sichtbar sind. Im Bereich des Abbildes des bzw. der Spiegel wird dann die Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht des Untersuchungsobjekts sichtbar und kann für die Vermessung des Messobjekts herangezogen werden.

**[0024]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Vermessungsverfahren zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere zur Bestimmung biometrischer Daten des menschlichen Fußes, insbesondere zur Ausführung in einem zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vermessungssystem, mit den folgenden Verfahrensschritten gelöst:

- Positionieren und Ausrichten wenigstens eines zu vermessenden Körpers gegen eine Begrenzungsfläche, insbesondere auf einer Referenzfläche,
- Aufnehmen wenigstens eines zweidimensionalen optischen Bildes des wenigstens einen Körpers mittels einer Aufnahmevorrichtung von oben oder schräg oben,
- Ermitteln von Vermessungsdaten in dem wenigstens einen aufgenommenen Bild mittels eines Bildanalyseverfahrens und Rückprojektion der Vermessungsdaten in ein räumliches Messkoordinatensystem zur Ermittlung von räumlichen Vermessungsdaten des Körpers in einer Auswertevorrichtung,
- Ausgeben der räumlichen Vermessungsdaten oder von von diesen abgeleiteter Maßdaten auf einer Ausgabevorrichtung.

**[0025]** Dieses erfindungsgemäße Verfahren liefert aus einer zweidimensionalen Aufnahme dreidimensionale Vermessungsdaten zurück. Die durch Bildverarbeitung im zweidimensionalen Projektionsbild gefundenen Messpunkte werden in das räumliche Messkoordinatensystem, welches durch das Standsystem bzw. Gehäuse des Vermessungssystems definiert wird, rückprojiziert. Dabei spielen intrinsische und extrinsische Parameter der verwendeten Kamera und des verwendeten Objektivs der Aufnahmevor-

richtung eine Rolle. Diese können durch eine einmalige Kalibrierung bestimmt werden, wobei ein definiertes Kalibrierobjekt mit dem Messsystem aufgenommen wird und das erzeugte Projektionsbild ausgewertet wird.

**[0026]** Die Rückprojektion eines in einem einzelnen Projektionsbild detektierten Messpunktes in einen Raumpunkt des räumlichen Messkoordinatensystem ist nicht eindeutig. So kann ein Punkt eindeutig bestimmt werden, wenn zwei Projektionsbilder vorliegen, die beispielsweise mit zwei unterschiedlichen Kamerapositionen aufgenommen wurden. Die Erfindung erfasst jedoch auch den Fall, dass eine einzelne Kamera verwendet wird, wobei sich die Position und Orientierung der Kamera in Bezug zum Messobjekt nicht ändert.

**[0027]** Eine erfindungsgemäße Lösung besteht in der Verwendung eines Spiegelsystems, wobei vorzugsweise bei der Bildaufnahme mittels wenigstens eines Spiegels eine zweite Projektion des Körpers erzeugt wird, wobei ein Teil des aufgenommenen Bildes die durch den Spiegel erzeugte zweite Projektion zeigt, wobei ein Spiegel so angeordnet und ausgerichtet ist, dass die zweite Projektion den Körper in einer Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht zeigt. So sind in dem einen aufgenommenen Bild sowohl Bilddaten für die Draufsicht als auch für eine Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht vorhanden. Damit lassen sich aus einer Bildaufnahme dreidimensionale Vermessungsdaten ermitteln.

**[0028]** Dabei wird die Projektionsgeometrie für das Spiegelbild vorteilhafterweise durch eine Kalibrierung mit einem definierten Kalibrierkörper ermittelt, wobei extrinsische und intrinsische Kameraparameter bestimmt werden. Bei bekannter Projektionsgeometrie wird eine Rückprojektion eines Bildpunktes im Projektionsbild in das Koordinatensystem des Messraums möglich. Aus einem einzelnen Projektionsbild kann in der Regel lediglich der Projektionsstrahl, auf dem sich der projizierte und der rückprojizierte Punkt befinden, bestimmt werden. Da das von der Kamera aufgenommene Bild neben der Draufsicht im Bereich des Spiegelabbildes eine weitere Projektion des Messobjekts beinhaltet, stehen zwei verschiedene Projektionen mit unterschiedlichen Projektionsgeometrien zur Verfügung. Ein Objektpunkt, der in beiden Projektionen identifiziert werden kann, kann durch Berechnung des Schnittpunktes der bei der Rückprojektion ermittelten Projektionsstrahlen eindeutig im Messraum mit seinen Raumkoordinaten lokalisiert werden.

**[0029]** Eine weitere erfindungsgemäße Lösung betrifft die Verwendung von geometrischen Annahmen über den zu bestimmenden Raumpunkt. So können beispielsweise Annahmen über die Höhe  $h$  des Fuß-

spitzpunktes als Referenzpunkt über der Grundfläche des Messsystems gemacht werden, die beispielsweise durch die Oberfläche einer Trittplatte als Referenzfläche definiert wird. Vorteilhafterweise wird mittels einer fußgrößen-abhängigen Höhen-Tabelle eine für verschiedene Fußlängen zu erwartende Höhe  $h$  einer Fußspitze über einer unteren Fläche ermittelt. So kann die fußgrößen-abhängige Höhen-Tabelle verwendet werden, um für verschiedene Fußlängen die jeweils anatomisch zu erwartende Höhe  $h$  anzugeben. Bei der Bestimmung des Raumpunktes für die Fußspitze wird zunächst die Rückprojektion unter Annahme eines Standardwerts für die Höhe  $h$  durchgeführt und damit die Fußlänge grob vorbestimmt. Mit der grob vorbestimmten Fußlänge wird dann aus der Tabelle die tatsächlich zu erwartende Höhe bestimmt und mit dieser Annahme erneut die Rückprojektion durchgeführt.

**[0030]** Eine derartige Höhen-Tabelle für markante Punkte, die bei der Fußvermessung verwendet werden, kann vorteilhafterweise durch eine Probandenstudie ermittelt werden. Dabei wird für jede Schuh- bzw. Fußgröße eine ausreichende Anzahl von Probanden untersucht, wobei die Punkte am linken und am rechten Fuß vermessen werden. Teilweise kann auf bereits vorliegende Meßdaten aus Studien zur Fußvermessung zurückgegriffen werden. Neben der Höhe der Zehenspitze sind die Höhe des am weitesten medial liegenden Punktes im Vorderfuß und des am weitesten lateral liegenden Punktes des Ballens wichtige Messdaten.

**[0031]** Somit ist vorzugsweise vorgesehen, dass bei der Ermittlung von Vermessungsdaten für eine Rückprojektion von in dem Bildanalyseverfahren identifizierten Vermessungspunkten in einem aufgenommenen Bild eines zu vermessenden Körpers in das räumliche Messkoordinatensystem geometrische Annahmen über die Anatomie des menschlichen Fußes gemacht werden, insbesondere über die Höhe von Vermessungsdaten über der Grundfläche des Messsystems. Ferner vorzugsweise wird somit bei der Bestimmung eines Raumpunktes für eine Fußspitze zunächst eine Rückprojektion unter Annahme eines Standardwerts für die Höhe  $h$  durchgeführt und damit eine Fußlänge grob vorbestimmt und wird mit der grob vorbestimmten Fußlänge aus der Höhen-Tabelle die tatsächlich zu erwartende Höhe bestimmt und mit dieser Annahme erneut die Rückprojektion durchgeführt. Bei bekannter Fußlänge können aus der Höhen-Tabelle Werte für die Rückprojektion weiterer Messpunkte, insbesondere solcher, die für die Breitenvermessung benötigt werden, entnommen werden.

**[0032]** Die zu den Erfindungsgegenständen, also dem erfindungsgemäßen Vermessungssystem und dem erfindungsgemäßen Vermessungsverfahren, genannten Vorteile, Eigenschaften und Merkma-

le gelten ohne Einschränkung auch für den jeweils anderen Erfindungsgegenstand.

**[0033]** Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen, aus denen sich weitere Merkmale, zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

**[0034]** [Fig. 1](#) eine schematische Querschnittsdarstellung durch ein erfindungsgemäßes Vermessungssystem und

**[0035]** [Fig. 2](#) eine schematische Querschnittsdarstellung durch ein weiteres erfindungsgemäßes Vermessungssystem.

**[0036]** In den folgenden Figuren sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente bzw. entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer entsprechenden erneuten Vorstellung abgesehen wird.

**[0037]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Vermessungssystems. Das Vermessungssystem umfasst ein Gehäuse **1** mit einer daran fixierten Begrenzungsfläche **2** und einer Deckplatte **8**, in die eine elektronische Multifunktionseinheit **9** mit einer optischen Aufnahmevorrichtung **10** mit einem Blickfeld **14**, einer Auswertevorrichtung **11**, einer Bedienvorrichtung **12** und einer Ausgabevorrichtung **13** lösbar fixierbar eingelassen ist. Das Standsystem bzw. Gehäuse **1** ist zum Ausschluss externer Beleuchtungseinflüsse teilweise geschlossen ausgeführt, wobei der Untersuchungsraum **19** durch eine Abschrägung der Seitenfläche **5** und eine Höhenbegrenzung der Rückfläche bzw. Begrenzungsfläche **2** von oben-hinten betreten werden kann. Hierbei dient die Gehäuserückwand als Begrenzungsfläche **2**, an der der Fuß durch Berührung mit dem äußersten Fersenpunkt als Referenzpunkt **15** ausgerichtet wird.

**[0038]** Der Boden wird durch eine Trittplatte als Referenzfläche **3** gebildet, auf der Markierungen **4** zur einfacheren Längsausrichtung des Fußes **7** angebracht sein können. Die Trittplatte kann aber auch ganz fehlen, so dass das Messobjekt direkt auf den Fußboden aufgesetzt wird.

**[0039]** Das Gehäuseinnere bildet den Untersuchungsraum **19**, der zum Zwecke der Kontrastierung und Freistellung ganz oder teilweise mit einer nicht-reflektierenden Flächenfarbe für eine Blue-screen-Technik, beispielsweise Blau oder Grün, ver-

sehen ist. Der Untersuchungsraum wird zweckmäßigerweise durch eine Beleuchtungseinheit beleuchtet, wobei diese integraler Bestandteil der Multifunktionseinheit **9** sein kann.

**[0040]** In die Deckplatte **8** ist die Multifunktionseinheit **9** eingelassen. Zur Fixierung kann beispielsweise eine Aussparung in der Deckplatte **8** verwendet werden, in die die Multifunktionseinheit **9** gerade hineinpasst und die nach unten Halterungen aufweist, die wenige Millimeter über den Gehäuserand der Multifunktionseinheit **9** hinausragen. Nach oben kann die Fixierung z. B. durch ein System von zwei Platten erfolgen, die wenige Millimeter über den oberen und unteren Gehäuserand der Multifunktionseinheit **9** hinausragen und mittels Schrauben an der Deckplatte **8** des Gehäuses **1** befestigt werden können. Durch Lösen der Schrauben kann die Multifunktionseinheit **9** im Reparaturfalle herausgenommen und beispielsweise durch eine neue Multifunktionseinheit **9** ersetzt werden. Dadurch werden Reparatur und Wartung des Messsystems erleichtert.

**[0041]** Mit der optischen Aufnahmevorrichtung **10** wird vorzugsweise ein einzelnes Bild aufgenommen, das mindestens den Bereich des Vorderfußes abbildet. Es können auch mehrere Bilder hintereinander aufgenommen und zur Auswertung herangezogen werden. Die optische Aufnahmevorrichtung **10** kann auch als Stereokamera ausgebildet sein. Alternativ können auch mittels eines Spiegelsystems mehrere Ansichten des Körpers erzeugt werden, die sich im Blickfeld **14** der Aufnahmevorrichtung **10** befinden.

**[0042]** Kennzeichnend für die Erfindung ist, dass sich die Position und Orientierung der Aufnahmevorrichtung **10** in Bezug zum Messobjekt, also dem Fuß **7**, nicht ändern. Die Bilder werden vorzugsweise in der in das Bediensystem integrierten Auswertevorrichtung **11** durch Anwendung von Verfahren der digitalen Bildverarbeitung ausgewertet und die Messergebnisse auf dem Display der Bedienvorrichtung **12** angezeigt. Alternativ dazu können die Bilder auch an eine externe Auswerteeinheit, z. B. über ein Computernetzwerk übertragen und dort ausgewertet werden. Die Messergebnisse können dann rückübertragen und auf dem Display des Bediensystems angezeigt werden.

**[0043]** Bei der Vermessung kann der Umriss des Fußes **7** im Projektionsbild bestimmt werden. Ebenso können markante Punkte auf der Fußoberfläche, wie z. B. Fußspitze als Referenzpunkt **16**, äußerster medialer Punkt des Vorderfußes, äußerster lateraler Punkt des Vorderfußes bestimmt werden. Die für die Fußlängenberechnung notwendige Lokalisation des hinteren Fersenpunktes als Referenzpunkt **15** ergibt sich unmittelbar, da dieser Punkt bei der Ausrichtung des Fußes **7** in Übereinstimmung mit einer Achse des Messkoordinatensystems gebracht wurde.

**[0044]** In einer Erweiterung des geschilderten Ausführungsbeispiels kann der Untersuchungsraum **19** so gestaltet werden, dass beide Füße **7** einer Untersuchungsperson eingebracht und durch die Aufnahmevorrichtung **10** aufgenommen werden können, so dass im Projektionsbild beide Füße **7** erkennbar sind und vermessen werden können. Wird ein Spiegelsystem zur Erfassung des Seitenprofils verwendet, so kommen mindestens zwei mit dem Standsystem bzw. Gehäuse fest verbundene Spiegel zum Einsatz.

**[0045]** In einer weiteren Erweiterung des Ausführungsbeispiels kommt eine Stereo-Kamera zum Einsatz, bei der in einer Aufnahme zwei Projektionsbilder aus leicht unterschiedlichen Positionen erzeugt werden, wodurch die Rückprojektion von in den Bildern detektierten Messpunkten in den Raum des Messkoordinatensystems erleichtert wird.

**[0046]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#) existiert eine Fußplatte als Referenzfläche **23** mit Markierungen **24** und einer hinteren Begrenzungsfläche **22** zur Aufnahme und Ausrichtung des zu vermessenden Fußes **7**. Die eine Bedien-, Kamera- und Auswerteeinheit umfassende Multifunktionseinheit **9** ist fest mit der Deckplatte **28** des Standsystems bzw. Gehäuses **21** verbunden, wobei die Deckplatte **28** so ausgerichtet ist, dass die vordere, der Untersuchungsperson zugewandte Kante abgesenkt ist.

**[0047]** Somit kann die Untersuchungsperson im Sinne eines Selbstbedienungsterminals ihren Fuß **7** in den Untersuchungsraum **39** auf die Referenzfläche **23** und gegen die Begrenzungsfläche **22** stellen und ausrichten und den Vorgang der Bildaufnahme sowie weitere Bedienschritte selbst durchführen.

**[0048]** Um die Bedienung zu erleichtern, ist auch die Referenzfläche **24** mit der Begrenzungsfläche **22** abgeschrägt und liegt auf einer Stützplatte **37**, die mit der Bodenplatte **36** des Gehäuses **21** verbunden ist, auf. Weitere Elemente des Gehäuses **21**, die Elementen des Gehäuses **1** aus [Fig. 1](#) entsprechen, sind mit Bezugsziffern gekennzeichnet, die um 20 gegenüber dem Ausführungsbeispiel in [Fig. 1](#) erhöht sind.

**[0049]** Wie in dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) wird auch in [Fig. 2](#) mit der Kamera der Aufnahmevorrichtung **10** vorzugsweise ein einzelnes Bild aufgenommen, das mindestens den Bereich des Vorderfußes in seinem Blickfeld **34** abbildet. Auch in diesem Ausführungsbeispiel können ein oder mehrere Spiegel verwendet werden, die in Bezug zur Kamera und zum Untersuchungsobjekt so ausgerichtet sind, dass vorzugsweise das Seitenprofil des Fußes **7** in dem mit der Aufnahmevorrichtung **10** aufgenommenen Bild mit dargestellt wird.

**[0050]** Soll bei diesem Ausführungsbeispiel die der Untersuchungsperson zugewandte Deckplatte **28** des Gehäuses **8** weiter abgeschrägt werden, so kann es notwendig werden, dass die Bildaufnahme der Fußoberseite durch die Kamera der Aufnahmevorrichtung **10** nicht unmittelbar erfolgt, sondern über den Umweg eines beispielsweise an der Rückwand des Standsystems befestigten Spiegels.

**[0051]** Die Erfindung ist nicht auf die zuvor geschilderten Ausführungsbeispiele beschränkt. Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Gehäuse
<b>2</b>	Begrenzungsfläche
<b>3</b>	Referenzfläche
<b>4</b>	Markierungen
<b>5</b>	Seitenfläche
<b>6</b>	Öffnung
<b>7</b>	Fuß
<b>8</b>	Deckplatte
<b>9</b>	Multifunktionseinheit
<b>10</b>	optische Aufnahmevorrichtung
<b>11</b>	Auswertevorrichtung
<b>12</b>	Bedienvorrichtung
<b>13</b>	Ausgabevorrichtung
<b>14</b>	Blickfeld
<b>15, 16</b>	Referenzpunkt
<b>19</b>	Untersuchungsraum
<b>21</b>	Gehäuse
<b>22</b>	Begrenzungsfläche
<b>23</b>	Referenzfläche
<b>24</b>	Markierungen
<b>25</b>	Seitenfläche
<b>26</b>	Öffnung
<b>28</b>	Deckplatte
<b>34</b>	Blickfeld
<b>35</b>	Referenzpunkt
<b>36</b>	Bodenplatte
<b>37</b>	Stützplatte
<b>39</b>	Untersuchungsraum

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19922544 C2 [[0010](#)]
- DE 202006014657 U1 [[0011](#)]



## Patentansprüche

1. Vermessungssystem zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere zur Bestimmung biometrischer Daten des menschlichen Fußes (7), mit einem einen Untersuchungsraum (19, 39) eingrenzenden Gehäuse (1, 21), wenigstens einer optischen Aufnahmevorrichtung (10), einer Bedieneinrichtung (12), einer Auswertevorrichtung (11), die ausgebildet ist, aus Aufnahmen der Aufnahmevorrichtung (10) Vermessungsdaten oder biometrische Daten wenigstens eines zu vermessenden Körpers zu bestimmen, und einer Ausgabevorrichtung (13) zur Ausgabe eines Messergebnisses der Vermessung, wobei das Gehäuse (1, 21) wenigstens eine Öffnung (6, 26) zum Einbringen wenigstens eines zu vermessenden Körpers in den Untersuchungsraum (19, 39) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Aufnahmevorrichtung (10) von oberhalb oder schräg oberhalb auf einen oder mehrere in den Untersuchungsraum (19, 39) eingebrachte oder einbringbare Körper blickend ausgerichtet ist und im oder am Gehäuse (1, 21) fest oder lösbar fixierbar angeordnet ist und wenigstens eine Begrenzungsfläche (2) vorgesehen ist, an der ein zu vermessender Körper zur Ausrichtung des wenigstens einen zu vermessenden Körpers in Bezug auf wenigstens ein Messkoordinatensystem ausrichtbar ist.

2. Vermessungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Referenzfläche (3, 23), insbesondere mit Markierungen (4, 24), zur Ausrichtung eines zu vermessenden Körpers in einem unteren Bereich des Gehäuses (1, 21) angeordnet ist.

3. Vermessungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bedieneinrichtung (12) mit der Auswertevorrichtung (11), der Ausgabevorrichtung (13) und/oder der wenigstens einen optischen Aufnahmevorrichtung (10) in eine bauliche Einheit (9) integriert sind, die insbesondere als Ganzes im oder am Gehäuse (1, 21) fest oder lösbar fixierbar angeordnet ist.

4. Vermessungssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bedieneinrichtung (12) eine Anzeigevorrichtung, insbesondere einen Bildschirm und/oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm, umfasst.

5. Vermessungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1, 21) zwei oder mehr Begrenzungsflächen (2, 22) zur Ausrichtung eines zu vermessenden Körpers aufweist, die im Blickfeld (14, 34) der wenigstens einen Aufnahmevorrichtung (10) seitlich und/oder hinter dem wenigstens einen Körper angeordnet sind.

6. Vermessungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens

ein, insbesondere fest mit dem Gehäuse (1, 21) verbundener, Spiegel so angeordnet und ausgerichtet ist, dass sich wenigstens eine Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht eines Körpers im Blickfeld (14, 34) der Aufnahmevorrichtung (10) befindet.

7. Vermessungsverfahren zur Vermessung unregelmäßig geformter Körper, insbesondere zur Bestimmung biometrischer Daten des menschlichen Fußes (7), insbesondere zur Ausführung in einem Vermessungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit den folgenden Verfahrensschritten:

- Positionieren und Ausrichten wenigstens eines zu vermessenden Körpers gegen eine Begrenzungsfläche (2, 22), insbesondere auf einer Referenzfläche (3, 23),
- Aufnehmen wenigstens eines zweidimensionalen optischen Bildes des wenigstens einen Körpers mittels einer Aufnahmevorrichtung (10) von oben oder schräg oben,
- Ermitteln von Vermessungsdaten in dem wenigstens einen aufgenommenen Bild mittels eines Bildanalyseverfahrens und Rückprojektion der Vermessungsdaten in ein räumliches Messkoordinatensystem zur Ermittlung von räumlichen Vermessungsdaten des Körpers in einer Auswertevorrichtung,
- Ausgeben der räumlichen Vermessungsdaten oder von von diesen abgeleiteter Maßdaten auf einer Ausgabevorrichtung (13).

8. Vermessungsverfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bildaufnahme mittels wenigstens eines Spiegels eine zweite Projektion des Körpers erzeugt wird, wobei ein Teil des aufgenommenen Bildes die durch den Spiegel erzeugte zweite Projektion zeigt, wobei ein Spiegel so angeordnet und ausgerichtet ist, dass die zweite Projektion den Körper in einer Seitenansicht, Frontansicht und/oder Rückansicht zeigt.

9. Vermessungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Ermittlung von Vermessungsdaten für eine Rückprojektion von in dem Bildanalyseverfahren identifizierten Vermessungspunkten in einem aufgenommenen Bild eines zu vermessenden Körpers in das räumliche Messkoordinatensystem geometrische Annahmen über die Anatomie des menschlichen Fußes gemacht werden, insbesondere über die Höhe von Vermessungsdaten über der Grundfläche des Messsystems.

10. Vermessungsverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer fußgrößen-abhängigen Höhen-Tabelle eine für verschiedene Fußlängen zu erwartende Höhe  $h$  einer Fußspitze über einer unteren Fläche ermittelt wird.

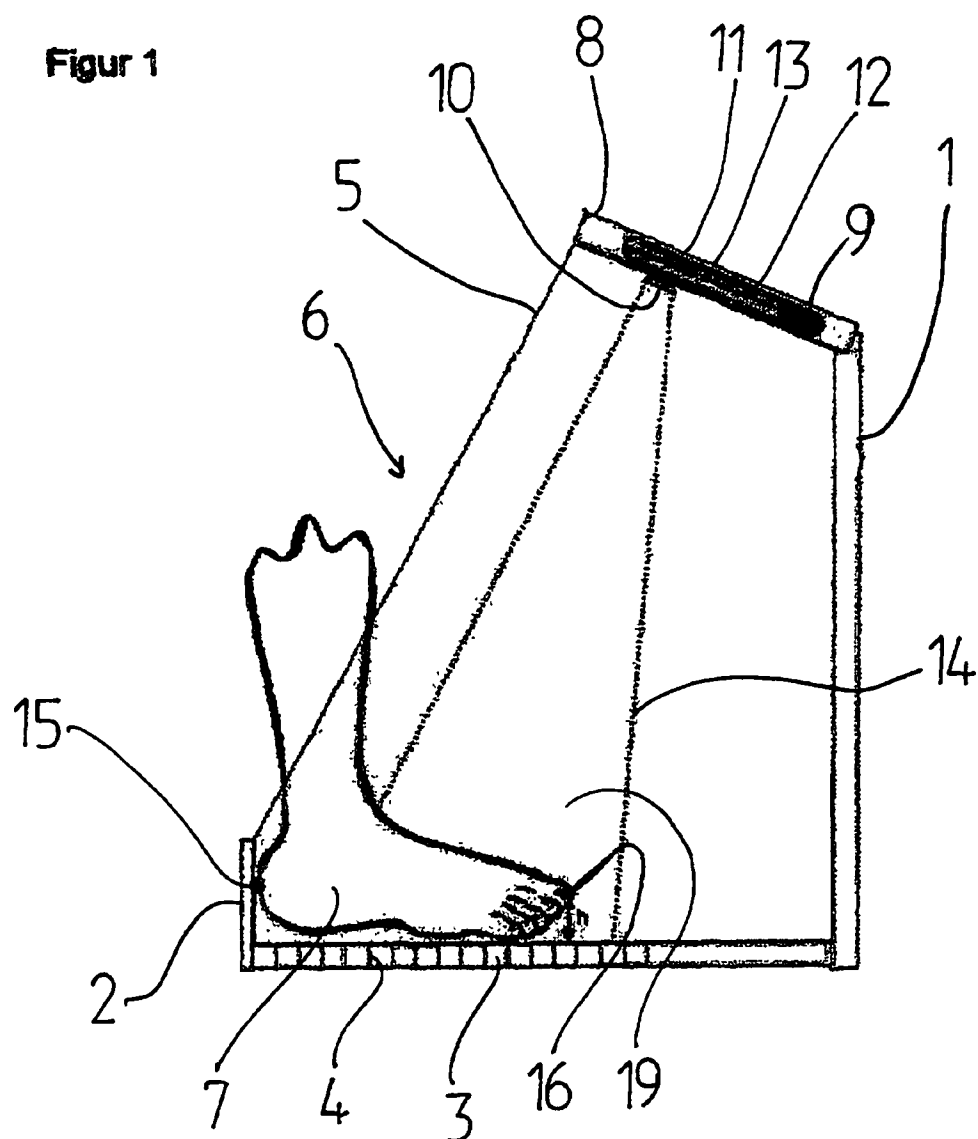
11. Vermessungsverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung eines Raumpunktes für eine Fußspitze zunächst eine

Rückprojektion unter Annahme eines Standardwerts für die Höhe  $h$  durchgeführt und damit eine Fußlänge grob vorbestimmt wird und mit der grob vorbestimmten Fußlänge aus der Höhen-Tabelle die tatsächlich zu erwartende Höhe bestimmt und mit dieser Annahme erneut die Rückprojektion durchgeführt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1



**Figur 2**

