



(10) **DE 10 2019 117 117 A1** 2020.12.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 117 117.2**

(22) Anmeldetag: **25.06.2019**

(43) Offenlegungstag: **31.12.2020**

(51) Int Cl.: **B25J 11/00 (2006.01)**

G01D 5/26 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Fresenius Medical Care Deutschland GmbH,
61352 Bad Homburg, DE**

(74) Vertreter:

**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538
München, DE**

(72) Erfinder:

**Kort, Axel, 97422 Schweinfurt, DE; Sünkel,
Jürgen, 97464 Niederwerrn, DE; Heger, Johannes,
97228 Rottendorf, DE; Thore, Maren, 97421
Schweinfurt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

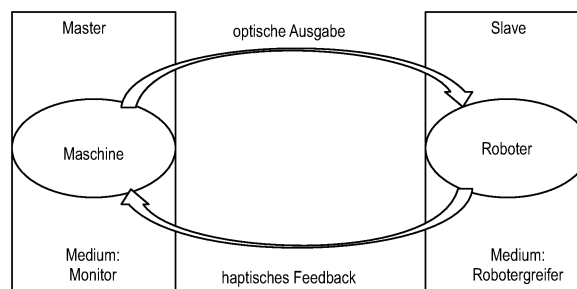
US	2011 / 0 005 342	A1
US	2014 / 0 214 208	A1
US	2015 / 0 197 009	A1
US	2015 / 0 371 099	A1
US	2019 / 0 361 672	A1
US	2020 / 0 147 803	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum automatisierten Prüfen eines Medizingeräts sowie automatisiertes Testsystem für ein Medizingerät**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen eines Medizingeräts mittels mindestens eines Roboters, wobei das Verfahren vorzugsweise voll-automatisch ausgeführt wird und die Kommunikation zwischen dem Medizingerät und dem Roboter optisch erfolgt und die Kommunikation zwischen dem Roboter und dem Medizingerät optisch oder haptisch erfolgt. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Testsystem für ein Medizingerät.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum vorzugsweise vollautomatisierten, zumindest aber teil-automatisierten Prüfen eines Medizingeräts sowie ein vorzugsweise voll-automatisiertes, zumindest aber teil-automatisiertes Testsystem für ein Medizingerät.

[0002] Herkömmlicherweise werden Medizingeräte bei der Fertigung mittels manueller Tests auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft. Bei dieser manuellen Überprüfung bekommt der Prüfer über den Bildschirm des zu prüfenden Medizingeräts (der Maschine) oder mittels des Prüfprotokolls einen auszuführenden Prüfungsschritt mitgeteilt. Dabei wird mittels Bildern und Texten erläutert, welche Arbeitsschritte bzw. Komponenten der Prüfer zu prüfen hat.

[0003] Nachdem ein Schritt durchgeführt wurde, gibt die Maschine über eine graphische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface (GUI)) Rückmeldung, ob die Prüfung erfolgreich war oder nicht. Bei einer fehlgeschlagenen Prüfung wird diese anschließend wiederholt. Bei wiederholter Erfolgslosigkeit wird die Maschine in den Reparaturprozess übergeben.

[0004] Diese herkömmliche manuelle Vorgehensweise ist arbeitsintensiv, zeitraubend und fehleranfällig.

[0005] Ein Haupthindernis bei der Automatisierung dieser manuellen Prüfabläufe besteht darin, dass eine direkte Kommunikation zwischen den eingesetzten Prüfgeräten sowie den zu prüfenden Maschinen bereits deshalb nicht möglich ist, weil die meisten Maschinen über keine geeignete Schnittstelle verfügen, über welche eine derartige Kommunikation erfolgen könnte.

[0006] Ein weiteres Problem besteht darin, dass insbesondere im Medizinbereich zusätzliche Datenverbindungen, welche die Funktion der Maschinen beeinflussen könnten, zu vermeiden sind, um so die Patientensicherheit zu gewährleisten.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Stands der Technik abzuschwächen oder ganz zu beheben. Konkret hat die vorliegende Erfindung die Aufgabe, ein verbessertes und effizienteres Prüfungsverfahren für Medizingeräte bereitzustellen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Prüfen eines Medizingeräts mittels mindestens eines Roboters wird vorzugsweise automatisch oder voll-automatisch ausgeführt, wobei die Kommunikation zwischen dem Medizingerät und dem Roboter optisch erfolgt und die Kommunikation zwischen dem Roboter und dem Medizingerät optisch und / oder haptisch erfolgt. Grundsätzlich kann ein erfindungsgemäßes Verfahren auch teil-automatisch ausgeführt werden, wobei einzelne Schritte manuell ausgeführt werden.

[0010] In anderen Worten soll der Prüfprozess mittels eines Roboters automatisiert werden. Dabei muss der Roboter mit dem Medizingerät (nachstehend auch als Maschine bezeichnet) kommunizieren, um zu erfahren, welche Prüfschritte er ausführen soll und ob die Prüfung erfolgreich oder fehlgeschlagen ist.

[0011] Bei einem Fehlschlag braucht der Roboter anschließend entsprechende Instruktionen von der Maschine, wie er weiter verfahren soll, z. B. Service-Schalter-Position umstellen, Prüfschritt wiederholen, Prüfung abbrechen - Maschine aussortieren.

[0012] Diese Kommunikation mit der Maschine wird vorzugsweise über eine serielle Schnittstelle durchgeführt. Auf Basis dieser Kommunikationsschnittstelle könnten weitere Kommunikationsmodule für z. B. WLAN, NFC), Bluetooth, etc. über entsprechende Adapter angebracht werden. Dabei sind gewisse Risiken vorhanden, da nicht gewährleistet werden kann, dass der Roboter fehlerfrei mit hinreichender Positioniergenauigkeit und hinreichender Wiederholgenauigkeit an der Hauptplatine des Monitors arbeitet. Entstandene Schäden an der Platine nach erfolgreicher Prüfung z. B. beim Abziehen des Adapters werden nicht mehr detektiert und können im Feldeinsatz zu erheblichen Problemen führen.

[0013] Erfindungsgemäß ist es daher vorgesehen, die Kommunikation zwischen der Maschine und dem Roboter optisch zu realisieren. Damit wird ausgeschlossen, dass der Roboter während der Prüfung Schäden an der Maschine verursachen kann. Erfindungsgemäß kann daher eine Kabelverbindung zwischen dem Roboter und der zu prüfenden Maschine weitestgehend vermieden bzw. weggelassen werden. Somit kann auch die Menge an pro Maschine benötigten Kabeln reduziert werden, da weniger Datenkabel und lediglich Kabel zur Stromzufuhr (wenn keine Akkumulatoren verbaut sind) vonnöten sind.

[0014] Vorzugsweise gibt das Medizingerät dem Roboter mittels einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes, QR-Codes oder einer anderen graphischen Darstellung, die über ein neuronales Netz angelernt eine maschinelle Bildererkennung ermöglicht vor, welcher Prüfschritt zu einem bestimmten Zeitpunkt durchzuführen

ren ist, wobei das Medizingerät vorzugsweise auf ein Programm einer Mehrzahl von in dem Roboter hinterlegten Programmen zur Durchführung verschiedener Prüfschritte zurückgreift und / oder dieses aktiviert. Das Medizingerät operiert somit als Master, welcher dem Roboter als Slave bestimmte Handlungen vorgibt und den Roboter durch das Prüfungsprozedere führt. Ein derartiger Master-Slave-Betrieb bedeutet eine hierarchische Organisation und Verteilung von Aufgaben zwischen übergeordneten Stationen, den sogenannten Master-Stationen, und einer oder mehreren untergeordneten Recheneinheiten, den sogenannten Slaves. In anderen Worten fungiert der Master als übergeordneter Hauptrechner, während die Slaves als abhängige Satellitenrechner die Anweisungen des Masters ausführen.

[0015] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Medizingerät dem Roboter mittels einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes, QR-Codes oder einer anderen graphischen Darstellung Rückmeldung gibt, ob ein Prüfschritt zu einem positiven oder negativen Ergebnis geführt hat. Beispielshaft bietet es sich für eine andere graphische Darstellung an, ein Schachbrettmuster zu verwenden, über welches sich eine Verzerrung und Winkel des Bildschirms in Bezug auf die Kamera berechnen lassen. Beispielsweise kann ein grüner Haken als Rückmeldung bei einer bestandenen Prüfung und ein rotes Kreuz als Rückmeldung bei einer durchgefallenen Prüfung ausgegeben werden. Für eine genauere Fehlerdiagnose können dann die Codes, z.B. Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes oder QR-Codes, verwendet werden. Das Kamerasystem des Roboters analysiert die optische Rückmeldung des Medizingeräts dahingehend, ob das Signal der optischen Rückmeldung des Medizingeräts einem Kreuz oder Haken ähnelt und überprüft zusätzlich die Farbe des Signals. Somit kann sichergestellt werden, dass das richtige Symbol erkannt wurde. Bei wiederholtem negativen Ergebnis (Prüfung nicht bestanden) kann das Medizingerät der Reparatur zugeführt oder ausgesondert werden.

[0016] Vorzugsweise erfolgt auch eine Relativpositionierung des Medizingeräts und des Roboters zueinander mittels eines optischen Signals bzw. einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes oder QR-Codes, welches eine bestimmte Relativpositionierung anzeigt und / oder vorgibt. Vorzugsweise wird das optische Signal mittels einer Ausgabereinheit für optische / visuelle Signale, welche beispielsweise Teil des Medizingeräts ist, ausgegeben.

[0017] Beispielsweise erfasst der Roboter mittels einer Erfassungseinheit (Kamera bzw. Kamerasystem) die Position eines auf der Ausgabereinheit angezeigten Signals, wie z.B. eines Barcodes, und errechnet daraus die genaue Position der Maschine. Daraus

kann der Roboter daraufhin die Position bestimmter Komponenten / Elemente der Maschine ableiten, wie z.B. die Position der Blutpumpentür oder der Ansaugstäbe u.s.w.

[0018] Weiterhin kann eine korrekte Positionierung des Roboters relativ zu einer Ausgabereinheit des Medizingeräts, vorzugsweise einer Ausgabereinheit für optische / visuelle Signale, mittels eines von der Ausgabereinheit ausgegebenen Signals, beispielsweise einer Signalampel (LED-Ampel), und / oder eines Feinjustierungsprogramms erfolgen, bei dem das Medizingerät dem Roboter mindestens eine vordefinierte Position auf der Ausgabereinheit vorgibt, welche der Roboter optisch detektiert und / oder haptisch abtastet, wobei vorzugsweise mittels eines Verifikationsschritts überprüft wird, ob die Ausrichtung des Roboters relativ zu dem Medizingerät und / oder der Ausgabereinheit des Medizingeräts innerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs fällt.

[0019] Der Roboter kann zur Erfassung der von dem Medizingerät ausgegebenen optischen Signale mindestens einen Farbsensor und / oder mindestens ein Kamerasystem aufweisen.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Roboter mittels eines fahrerlosen Verfahrnsystems im Raum und relativ zu dem Medizingerät positioniert wird und / oder das Medizingerät mittels eines fahrerlosen Verfahrnsystems relativ zu dem Roboter positioniert wird.

[0021] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren bei der Fertigung des Medizingeräts und / oder bei einer Funktionsüberprüfung im Rahmen einer Inbetriebnahme des Medizingeräts eingesetzt.

[0022] Weiterhin vorzugsweise umfasst das Verfahren einen Prüfschritt zur Schutzleiterwiderstandsmessung.

[0023] Ein anderer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein System zum Prüfen eines Medizingeräts mit mindestens einem Roboter, welcher dazu ausgelegt ist, mit einer optischen Ausgabereinheit des Medizingeräts zu kommunizieren, wobei in dem Roboter eine Mehrzahl an Programmen zur Durchführung verschiedener Prüfschritte hinterlegt sind, welche mittels der optischen Ausgabereinheit des Medizingeräts aktivierbar sind.

[0024] Vorzugsweise ist der Roboter dazu ausgelegt, von der optischen Ausgabereinheit des Medizingeräts optische Befehle, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes, QR-Codes oder anderen graphischen Darstellung zu empfangen, welche vorgeben, welcher Prüfschritt durch den Roboter an dem Medizingerät durchzuführen ist, und der Roboter weiterhin dazu ausgelegt ist, mittels hap-

tischer und oder / optischer Signale mit dem Medizingerät zu kommunizieren oder diesem Rückmeldung über ausgeführte Prüfschritte zu geben. Vorzugsweise weist der Roboter mindestens ein optisches Erfassungssystem, wie z.B. ein Kamerasystem bzw. eine Kamera und / oder einen Farbsensor auf. Weiterhin kann der Roboter mindestens ein fahrerloses Verfahrenssystem aufweisen, mittels dessen der Roboter relativ zu dem Medizingerät positionierbar ist. Auch das Medizingerät kann mindestens ein derartiges fahrerloses Verfahrenssystem aufweisen.

[0025] Vorzugsweise ist der Roboter dazu ausgelegt, mit dem Medizingerät optisch mittels QR-Stream zu kommunizieren. Unter einem QR-Stream ist hierbei eine kontinuierliche Abfolge von QR-Codes zu verstehen, mittels der ein kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden kann.

[0026] Vorzugsweise ist die Anzeigeeinheit des Medizingeräts ein berührungsempfindlicher Monitor bzw. ein Touch-Screen.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und technische Effekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung.

[0028] Nachstehend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. In dieser Ausführungsform wird die Erfindung auf eine Blutbehandlungsmaschine, insbesondere eine Dialysemaschine und besonders eine Hämodialyse-Maschine (HD- Maschine) als Medizingerät angewandt. Die Erfindung kann jedoch auf Medizingeräte jeglicher Art, insbesondere auch auf Maschinen zur Hämodiafiltration (HDF) oder zur Hämofiltration (HF) angewandt werden.

[0029] Erfindungsgemäß besteht eine optische Kommunikation / Kommunikationsschnittstelle zwischen Roboter und Maschine. Die Maschine ist / bleibt der Master und gibt über eine optische Ausgabe am Monitor mittels eines 2D-Codes oder ähnlichen, z. B. Farbcodes, QR-Codes oder anderen graphischen Darstellung dem Roboter vor, welche Prüfschritte auszuführen sind.

[0030] Der Roboter führt anschließend die entsprechenden Prüfschritte / Aufgaben durch und gibt Rückmeldung mithilfe eines definierten Drückens (haptische Rückmeldung) am Touchscreen, siehe **Fig. 1**. Hierbei kann der Roboter der Maschine bzw. dem Master mitteilen, ob er die Aufgaben erfolgreich durchführen konnte oder z. B. wegen seines begrenzten Arbeitsbereiches eine Position nicht anfahren konnte und daher die Aufgabe nicht ausgeführt hat. Anschließend gibt die Maschine wieder vor, wie weiter verfahren werden soll. Somit führt die Maschine den Roboter durch die Prüfung.

[0031] Das Roboterprogramm umfasst somit eine Kette von in sich geschlossenen Unterprogrammen für die einzelnen Prüfschritte. Dadurch können je nach Vorgabe vom Master die entsprechenden Prüfschritte aufgerufen und ausgeführt werden.

[0032] In der **Fig. 2** ist der Kommunikationskreislauf zwischen der HD-Maschine und dem Roboter grafisch dargestellt. Dieser Kreislauf ist unabhängig von der optischen Ausgabe des Medizingeräts sowie dem entsprechenden Empfangsmodul des Roboters, wie z. B. Farbsensor, QR-Code-Reader, Kamerasystem.

[0033] Nachstehend wird dieser Kommunikationskreislauf anhand eines Kamerasystems als optischer Detektor erläutert. Anschließend folgt eine Erläuterung dieses optischen Kommunikationskreislaufes unter Verwendung eines Farbsensors.

[0034] Neben neuen Steuerungsbefehlen für den Roboter soll die Kommunikationsschnittstelle zwischen dem Roboter und der Maschine auch für die Feinjustierung im Bezug der absoluten Position der Maschine zum Ursprungskordinatensystem des Roboters verwendet werden.

[0035] Bei der nachfolgend beschriebenen Ausführungsform wird für die Detektion, Analyse und Interpretation der optischen Signale / Ausgabebilddateien von der Dialysemaschine roboterseitig eine Kamera bzw. ein Kamerasystem verwendet. Das Kamerasystem wird neben der visuellen Kommunikation auch für die Objekterkennung verwendet, um z. B. die Maschine im Raum zu lokalisieren und deren Position an die Roboter-Steuerung zu übergeben.

[0036] Bei dieser Anwendung soll der Roboter über ein fahrerloses Transportsystem zu der Maschine gebracht werden, diese dann an das Stromnetz anschließen, starten und die Befehle der Maschine ausführen. Der Roboter soll in anderen Worten die Test-Prozedur sowie die Schutzleiterwiderstandsmessung durcharbeiten. Anschließend wird die Maschine wieder ausgeschaltet und der Roboter fährt mit Hilfe des fahrerlosen Transportsystems zu der nächsten Maschine. Das Hauptprogramm gliedert sich in die folgenden drei Arbeitspakete (AP): Lokalisierung und Einschalten der HD-Maschine, Test-Prozedur und Schutzleiterwiderstandsmessung.

[0037] Das Gesamtsystem weist dabei vorzugsweise die folgenden Hauptkomponenten auf (welche in **Fig. 3** mit den folgenden Bezugszeichen versehen sind):

- > MiR-Roboter (fahrerloses Transportsystem) **1**
- > UR-Roboter (Universal Roboter; kinematische Gelenkeinheit) **2**
- > Robotiq-Greifer (el. Zweibackengreifer) **3**

- Robotiq-Kraftmessdose (haptisches Feedback für die Anzeigeeinheit / den Monitor) **4**
- J+K-Adaptersystem (Profilgestell für den Übergang MiR-UR) **5**
- Kamera (4k Standardkamarasystem) **6**
- Computer (Verarbeitungseinheit; Ausführen des optischen Bildverarbeitungsprogramms für die -Kamera) **7**
- Maschine **8** mit einem Monitor **10** und einer weiteren Ausgabeeinheit **11** für optische Signale
- Switch (Kommunikation zwischen MiR, UR & Kamerasystem) **9**

[0038] Das System kann weiterhin ein Prüfgerät, wie beispielsweise ein zur Schutzleiterwiderstandsmessung eingesetztes Prüfgerät, aufweisen. Auch eine Mehrzahl an Prüfgeräten kann vorgesehen sein.

[0039] Bei dem Arbeitspaket „Lokalisierung und Einschalten der Maschine“ wird die Kamera des Roboters zu Beginn lediglich für die Objekterkennung verwendet, um die Position der Maschine im Raum in Bezug auf das Ursprungskordinatensystem des Roboters zu bestimmen, wie dies in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist. In **Fig. 4** ist der Abstand zwischen dem Roboter und der Maschine **8** noch recht groß, in **Fig. 5** befindet sich der Roboter schon recht nahe bei der Maschine **8**. In der **Fig. 8** sind diese beiden Kameraaufgaben bei den ersten beiden Verzweigungsrauten im Programmablaufplan (PAP) zu sehen.

[0040] Die folgenden beiden Verzweigungsrauten im Programmablaufplan sind bereits erste Bestandteile der optischen Kommunikation zwischen der Maschine und dem Roboter, denn während des Bootvorganges wird von der Maschine bereits angezeigt, dass diese sich nun im Bootvorgang befindet, beispielsweise mit einer Anzeige wie in **Fig. 6** gezeigt. Sollte während dieses Bootvorgangs ein Fehler auftreten, so wird eine entsprechende Fehlermeldung mittels eines optischen Signals ausgegeben, wie in **Fig. 7** gezeigt. In Abhängigkeit der Fehlermeldung kann der Roboter dann entsprechende Änderungen an der Maschinenkonfiguration durchführen.

[0041] Nach dem Bootvorgang der Maschine wird die interne Geräteseriennummer mit der aufgeklebten Seriennummer am Typenschild überprüft. Dadurch kann der Prüfpunkt „Assembly“ abgeschlossen werden, bevor der neue Prüfpunkt „Test-Prozedur“ ausgewählt werden kann, siehe **Fig. 9** und **Fig. 11**. Für diese Seriennummerüberprüfung wird das Kamerasystem verwendet. Dazu fährt der Roboter eine geeignete Position an, um den Barcode am Typenschild der Maschine auszulesen.

[0042] Anschließend wird die Seriennummer am Typenschild mit der Seriennummer am Monitor der Ma-

schine verglichen. Dazu richtet der Roboter das Objektiv der Kamera parallel zur Monitorebene in einem Abstand von ca. 15 cm aus. Die Kamerasoftware kann dann die Seriennummer aus dem abgebildeten Zahlen-/Buchstabencode erkennen. Alternativ könnte hierfür ein einfacher QR-Code verwendet werden. Stimmen diese beiden Seriennummern nicht überein, kann der Roboter über eine Darstellung / ein Bedienfeld auf dem berührungsempfindlichen Monitor des Medizingeräts, beispielsweise über einen angezeigten Menüpunkt „Serial Number Entry“, die Seriennummer korrigieren, wie in **Fig. 10** gezeigt. Der gesamte Vorgang ist in der **Fig. 17** als Programmablaufplan dargestellt, sowie die einzelnen Schritte für die erste Einzelprüfung beim Prüfpunkt „Test-Prozedur“.

[0043] Drückt der Roboter das Bedienfeld „Serial Number Entry“, öffnet sich eine Ansicht/Eingabemaske zur Eingabe von Daten, siehe **Fig. 10**. Daraufhin erscheint ein Ziffernblock auf dem Monitor, bei welchen lediglich die Seriennummerzahlen fehlen. Diese werden als haptisches Feedback / haptische Rückmeldung über den Roboter eingegeben. Beispielsweise drückt der Roboter auf auf dem berührungsempfindlichen Monitor angezeigte Ziffern. Für Buchstaben könnte der Roboter auch die äquivalente ASCII-Zahl mit entsprechender Kennung eingeben. Die Prüfsoftware kann diese automatisch anschließend in die jeweiligen Buchstaben umwandeln.

[0044] Nachdem die Seriennummern vom Typenschild und internen Speicher übereinstimmen, ist der Prüfpunkt „Assembly“ abgeschlossen. Über den Menüpunkt „Change Process“ wird der Prüfpunkt „Testing procedures“ (Test- Prozeduren) ausgewählt, siehe **Fig. 11**. Anschließend erfolgt eine Auflistung aller zu diesem Prüfpunkt gehörenden Einzelprüfungen (Test 1, Test 2 etc.), siehe **Fig. 12**.

[0045] Diese können in einer beliebigen Reihenfolge durchgeführt werden, da sie unabhängig voneinander sind. In der Regel werden aber die Prüfschritte zum Prüfpunkt Test-Prozedur einzeln von oben nach unten durchgeführt. Bei bestandener Prüfung wird eine visuelle Rückmeldung ausgegeben. Bei nicht bestandener Prüfung wird eine visuelle Rückmeldung ausgegeben, die sich von der Rückmeldung bei bestandener Prüfung unterscheidet. Bei nicht bestandener Prüfung kann diese später einzeln wiederholt werden. Wenn alle Einzelprüfungen bestanden sind, wird entsprechend eine visuelle Rückmeldung ausgegeben, vorzugsweise leuchtet der Menüpunkt „Testing Procedures“ grün auf und es kann mit der Schutzleiterwiderstandsmessung begonnen werden.

[0046] Der erste Test bei der Test-Prozedur ist die Überprüfung des Kontaktsensors für eine Tür der Maschine, insbesondere eine Blutpumpentür einer Dialysemaschine. Dieser soll automatisch feststellen, ob

die Blutpumpentür geöffnet oder geschlossen ist. Die Blutpumpentür hat dabei einen Schwellenwert. Ist die Tür bis zu diesem Schwellenwert / Grenzwert geöffnet, so soll der Kontakt diese noch als geschlossen registrieren. Dieser Schwellenwert wird in der händischen Prüfung mit einem Normfinger getestet.

[0047] Bei der automatisierten Lösung wählt der Roboter den Punkt „Blood pump door“ aus, siehe **Fig. 12**. Anschließend folgt eine Anleitung, welche Aufgaben / Prüfschritte auszuführen sind. In diesem Fall wird angezeigt, wie weit die Blutpumpentür geöffnet werden soll, um die Schwellenwertgrenze zu testen. Die dazu benötigten Informationen erfährt der Roboter über das Kamerasystem von der Maschine, siehe **Fig. 13**. Das Kamerasystem des Roboters erkennt die in **Fig. 13** gezeigte verpixelte Abbildung der Blutpumpentür und kann daraus die auszuführenden Arbeitsschritte für den Roboter ableiten. Anschließend führt der Roboter die Befehle aus und die Maschine registriert mit dem Kontaktsensor und dem entsprechenden haptischen Feedback des Roboters, ob der Kontaktsensor korrekt arbeitet.

[0048] Nach einer erfolgreichen Prüfung wird dies von der Maschine durch visuelle Rückmeldung über die Ausgabereinheit, beispielsweise mit einem grünen Hacken am Monitor, dem Roboter mitgeteilt, siehe **Fig. 14**.

[0049] Sollte während der Prüfung ein Fehler auftreten, wenn z. B. der Kontaktsensor nicht passend zum Schwellenwert ausgelöst hat, kommt es zu einer Fehlermeldung. Auch ein derartiger Fall einer nicht erfolgreichen Prüfung wird von der Maschine durch visuelle Rückmeldung über die Ausgabereinheit kommuniziert. Dazu wird beispielsweise ein rotes X am Bildschirm der Maschine zusammen mit einem QR-Code, der die Fehlermeldung beschreibt, abgebildet, siehe **Fig. 15**. Der QR-Code wird vom Kamerasystem des Roboters ausgelesen und entsprechende Gegenmaßnahmen können vom Roboter unternommen werden. Bei einer Fehlermeldung, die nicht vom Roboter behoben werden kann, wird die Maschine vorzugsweise für die Reparatur aussortiert. Deshalb wird die Fehlermeldung vorzugsweise auch als Zahlencode für den Anwender mit abgebildet.

[0050] Der Prüfpunkt „Test-Prozedur“ ist damit fehlgeschlagen und es ergeht eine entsprechende optische Rückmeldung, beispielsweise leuchtet eine Anzeige neben diesem Prüfpunkt ebenfalls rot, siehe **Fig. 16**. In **Fig. 16** ist ein rot leuchtendes Anzeigefeld mit einem „R“ und ein grün leuchtendes Anzeigefeld mit einem „G“ gekennzeichnet. Beispielsweise nach einem Austausch des Sensors erkennt das Kamerasystem, dass bei der Test-Prozedur eine Prüfung fehlgeschlagen ist, und kann diese gezielt wiederholen. Es müssen daher nicht alle bereits bestandenen Prüfungen wiederholt werden.

[0051] Die gesamte bis hierhin beschriebene Schritt-kette ist in der **Fig. 17** in Form eines Programmablaufplans dargestellt.

[0052] In **Fig. 17** wird lediglich der erste Test der Prüfung „Test-Prozedur“ beschrieben. Die folgenden Tests werden in einem ähnlichen Ablauf durchgeführt. Beim letzten Test „Traffic Light“ („Signalampel“) muss herkömmlicherweise ein Benutzer / Anwender bzw. Prüfer die Signalfarben der LED-Ampel bei der Maschine bestätigen. Die LED-Ampel kann der Anzeigeeinheit **11** in **Fig. 3** und **Fig. 4** entsprechen.

[0053] Diese Aufgabe übernimmt erfindungsgemäß ebenfalls das Kamerasystem. Dazu wird ein QR-Code vom Monitor ausgelesen, welcher eine Ampelfarbe vorgibt, siehe **Fig. 18**. In **Fig. 18** ist die Ampelfarbe bei dem Anzeigefeld **12** rot. Anschließend bewegt der Roboter die Kamera zu einer geeigneten Position und das Kamerasystem überprüft, ob die richtige Farbe ausgegeben wird. Danach kann der Roboter dies bestätigen oder einen Fehler der Maschine melden. Als Detektor kann ein optischer Sensor, vorzugsweise ein Farbsensor, verwendet werden.

[0054] Die Schutzleiterwiderstandsmessung wird an der ausgeschalteten Maschine durchgeführt. Deshalb kann der Roboter von der Maschine hierbei keine Befehle mehr entgegennehmen. Die Kamera wird lediglich für die Einstellung des Schutzleiterprüfgeräts und der genauen Positionsfindung der Messpunkte verwendet. Die Messpunkte sind alle berührbaren elektrisch leitfähigen Teile, die am Schutzleiter angeschlossen sind und somit bei der Messung zu berücksichtigen sind. An der Maschine gibt es eine Vielzahl an Messpunkten, die angefahren werden sollen und in **Fig. 19** mit den Buchstaben a-j gekennzeichnet sind. Um all diese Messpunkte erreichen zu können, kann es unter Umständen notwendig sein, dass vom Roboter der Bildschirm ca. 5 cm aus dem Maschinengehäuse geschoben werden muss. Hierfür erfolgt mit der Kamera des Roboters eine genaue Positionsbestimmung des herausgezogenen Bildschirms, um die entsprechenden Messpunkte gezielt anfahren zu können.

[0055] Bei den Messpunkten wird vorzugsweise immer mit einer definierten Kraft gedrückt, beispielsweise 15 Newton. Die Messwerte werden vom Schutzleiterprüfgerät kabelgebunden, vorzugsweise über LAN oder weiterhin vorzugsweise über eine serielle Schnittstelle, z.B. eine RS-232-Leitung, an den Roboter gesandt, so dass dieser überprüfen kann, ob diese im zulässigen Toleranzbereich liegen. Nach Abschluss wird die Maschine wieder in den Ausgangszustand gebracht. Sollte während der Prüfung ein Fehler bei den Messwerten aufgetreten sein, so wird die Maschine entsprechend für die Reparatur gekennzeichnet. Der gesamte Programmablauf ist im

Programmablaufplan in **Fig. 20** grafisch dargestellt. Danach ist der Prüfpunkt „Test-Prozedur“ vollständig abgearbeitet.

[0056] Alternativ oder zusätzlich zu der Kommunikation mittels Kamera kann die Kommunikation mit der Maschine auch mit einem vorzugsweise roboterseitigen Farbsensor bzw. Farbsensorsystem durchgeführt werden. In diesem Fall lässt sich keine Positionserkennung durchführen. Die Maschine muss immer genau in derselben Position über z. B. eine Justierungsvorrichtung im Bezug zum Roboter positioniert werden. Das Roboterprogramm fährt damit immer dieselbe Folge an Anfahrpunkten in Form einer Schrittkette ab. Es wird zwar erkannt, wenn die Maschine nicht mehr richtig positioniert ist. Dieser Sachverhalt kann aber ohne Fremdeinwirkung nicht behoben werden.

[0057] Bei dieser Anwendung soll die Maschine über ein Fördersystem zum Roboter gebracht werden. Dabei muss über Sensorik (z. B. Lichtschranken) sichergestellt werden, dass die Maschinen immer in exakt derselben Position angeliefert werden. Anschließend fährt der Roboter sein Programm mit Absolut-Koordinaten ab. In anderen Worten orientiert sich der Roboter bei der Positionierung an Absolut-Koordinaten.

[0058] Die Rückmeldung von der Maschine bekommt der Roboter über den Farbsensor durch Signalfarben, siehe z.B. **Fig. 16**. In **Fig. 16** sind die mit „G“ gekennzeichneten Felder beispielsweise grün und die mit „R“ gekennzeichneten Felder sind rot. Ebenfalls kann mit dem Farbsensor die optische Rückmeldung der Maschine, z.B. der grüne Hacken aus **Fig. 14** bei einer erfolgreichen Prüfung sowie das rote Kreuz aus **Fig. 15** bei einem Fehlschlag, erkannt werden. In anderen Worten weist der Roboter somit die entsprechende Sensorik zur Erfassung der von dem Medizingerät bzw. der Maschine ausgegebene Rückmeldung in Form eines visuellen / optischen Signals auf und erfasst diese Rückmeldung entsprechend. Das Auslesen eines QR-Codes, um die Fehlermeldung genauer interpretieren zu können, lässt sich nicht mit dem Farbsensor durchführen. Dafür kann ein modifizierter QR-Farbcodes zum Einsatz kommen.

[0059] Eine Lokalisierung der Maschine entfällt bei dieser Ausgestaltung aufgrund des Fördersystems. Die Test-Prozedur in Verbindung mit einem Farbsensor wird nachstehend genauer erläutert. Die Schutzleiterwiderstandsmessung ist identisch zu der vorstehend beschriebenen Messung, lediglich wird diese hier ohne Kamera durchgeführt. Daher ist es besonders wichtig, dass die Maschine exakt positioniert ist, sodass der Roboter ohne weitere optische Führung / Orientierung mittels der Kamera die Messpunkte anfahren kann sowie das Schutzleiterprüfgerät konfigurieren

kan kann. Der Farbsensor kann bei der Schutzleiterwiderstandsmessung nicht verwendet werden.

[0060] Bei der Test-Prozedur kann der Farbsensor für alle Schritte oder auch nur für die nötigsten Schritte verwendet werden. Schritte, die den Farbsensor erfordern, sind die Signalampel / Ampelsignalfarbenprüfung sowie die Abschlussüberprüfung, ob alle Prüfungen fehlerfrei durchgelaufen sind. Dazu fährt der Roboter mit dem Farbsensor alle Anzeigefelder der einzelnen Prüfpunkte zu der Prüfung „Test-Prozedur“ aus **Fig. 12** am Ende der Prüfung ab. Mit dem Farbsensor könnte aber bereits während des Bootvorgangs eine Fehlermeldung erkannt und verarbeitet werden. Dazu müsste die Test-Prozedur-Prüfsoftware an diversen Stellen mit mehrfarbigen Bildern, z.B. in rotgrün-schwarz, modifiziert werden.

[0061] Für das Überprüfen der Seriennummer beim Typenschild wird ein Barcodescanner verwendet. Dieser könnte auch für den Bildschirm verwendet werden, um die beiden Seriennummer vergleichen zu können. Anschließend kann der Robotergreifer diese korrigieren oder gleich quittieren.

[0062] Nachstehend wird etwas genauer auf eine mögliche Kommunikationsschnittstelle zwischen Maschine und Roboter über den Farbsensor eingegangen.

Damit bei einer Fehlermeldung oder Aufgabenbeschreibung dem Roboter von der Maschine mitgeteilt werden kann, was er zu tun hat, muss die Information für den Farbsensor lesbar übermittelt werden. Der Farbsensor kann stabil acht Farben bei konstanter Lichtquelle auseinanderhalten. Dazu zeichnet er die RGB-Farben der Quelle auf. Diese werden dann in einem Intervall für diese Farbe festgelegt und immer, wenn die RGB-Farben innerhalb dieses Intervalls liegen, wird die entsprechende Farbe erfasst bzw. zurückgemeldet.

[0063] Bei einer realen Applikation ist aber nicht immer eine konstante Lichtquelle vorhanden. Um die Farbintervalle daher größer zu halten, werden lediglich die Farben: Grün, Rot, Schwarz und Blau verwendet. Damit lassen sich alleine mit einem Farbkästchen bereits vier Zustände mitteilen. Wenn diese z.B. mit vier gleichgroßen Farbfeldern in einer Linie angeordnet werden, ergeben sich damit 256 Zustände. Die Anzahl der Felder kann beliebig eingestellt werden. Mit einer entsprechenden Decodiertabelle in der Farbsensorsoftware könnten damit alle ASCII-Zeichen ausgelesen werden. Diese vier Farbfelder lassen sich auch in mehreren Zeilen in Form einer Matrix anordnen. Damit könnten Fehlerinformationen oder Bedienbefehle an die Robotersteuerung über den Farbsensor übertragen werden, siehe **Fig. 21**. In **Fig. 21** sind grüne Felder mit einem „G“, rote Felder mit einem „R“ und blaue Felder mit einem „B“ gekennzeichnet.

[0064] Um die Übertragung sicherer zu gestalten, wird vorzugsweise neben dem QR-Farbcodes ein Ziffernblock mit eingeblendet. In diesem Ziffernblock kann der Roboter die ausgelesene Eingabe als Zahlenfeedback zurückschicken. Damit wird sichergestellt, dass das Farbsensorsystem den QR-Farbcodes richtig ausgelesen hat.

[0065] Alternativ kann es ausreichen, wenn nur die Anzahl der erfassten Farbfelder in ihrer jeweiligen Farbe als Zahl an die Maschine zurückgegeben werden. Bei dem QR-Farbcodes aus **Fig. 21** wären das: 03030802 für 3 grüne, 3 rote, 8 schwarze und 2 blaue Felder.

[0066] Die Positionsfindung der Maschine über die Signal-Ampel mit der Kamera kann nur bis zu einer Toleranz von +/- 5 mm realisiert werden. Um eine höhere Positionsgenauigkeit zu erreichen, sind zu viele toleranzbehaftete Komponenten im Wirkungskreislauf mit eingebunden.

[0067] Daher soll für eine Feinjustierung die Anzeigeeinheit bzw. der Monitor der Maschine genutzt werden. Dazu drückt der Roboter vorzugsweise mit einer Greiferspitze an vier definierten Punkten mit einer voreingestellten Kraft auf den Bildschirm, siehe schwarze Ellipsen in der **Fig. 22**. Diese gedrückten Punkte werden vom Bildschirm erkannt und als Koordinatenfeedback zurückgegeben. Die Anzahl der gedrückten Punkte kann beliebig eingestellt werden. In der **Fig. 22** sind die definierten Punkte, die der Roboter berührt, mit dem Bezugszeichen 12 gekennzeichnet. Die Anzahl an definierten Punkten kann beliebig eingestellt werden.

[0068] Die Rückmeldung erfolgt einmal in Form eines QR-Codes für das Kamerasystem und eines lesbaren Codes für einen Anwender. Mit drei der rückgemeldeten Koordinaten und den Z-Werten für das definierte Drücken auf den Bildschirm kann die genaue Ebene bestimmt werden, in welcher sich der Bildschirm der Maschine befindet. Der vierte Punkt dient lediglich zur Sicherheit und fließt in die Berechnung der Ebene mit ein, um eine höhere Genauigkeit zu erreichen. Aus dieser Ebene lässt sich auf die genaue Orientierung und den Abstand zum globalen Koordinatensystem des Roboters schließen.

[0069] Ob die Feinjustierung erfolgreich war, kann wahlweise mit einem Verifikationsschritt überprüft werden. Bei der Verifikation gibt der Bildschirm einen bestimmten Koordinatenpunkt in Form eines QR-Codes vor. Das Kamerasystem des Roboters liest diesen aus und der Roboter versucht diesen optisch und / oder haptisch abzutasten, z.B. mit seinem Greifarm möglichst genau zu treffen. Liegt der mit dem Roboter greifer angekippte Punkt innerhalb eines Toleranzbereichs für den vorgegebenen Koordinatenpunkt, ist die Verifikation erfolgreich und das Haupt-

menü „Select Process“, wie in **Fig. 11** gezeigt, wird aufgerufen.

[0070] Ansonsten wird der Feinjustierungsprozess wiederholt. In der **Fig. 23** ist der Feinjustierungsprozess noch einmal in Form eines Programmablaufplans dargestellt.

[0071] Bei der händischen Test-Prozedur-Prüfung wird ein Result-XML-File (Extensible Markup Language) von der Maschine mit den Prüfergebnissen mitgeschrieben. Diese Datei wird beim Anschluss der Maschine an einen Server übertragen. Es wäre aber auch möglich, das Result-XML-File in Form eines QR-Streams an das Kamerasystem zu übertragen. Dieses ermittelt daraus die ursprüngliche Datei wieder und schickt diese mit den Prüfergebnissen aus der Schutzleiterwiderstandsmessung über das Roboter Netzwerk an den Server. Damit lassen sich relativ schnell recht viele Daten übertragen. In anderen Worten kann die Maschine zur Kommunikation mittels QR-Stream ausgelegt sein.

[0072] Es wäre daher auch möglich, zwischen der Maschine und dem Roboter eine rein bzw. vollständig optische Kommunikationsschnittstelle zu realisieren, siehe **Fig. 24**. Der Roboter benötigt dafür lediglich einen kleinen Monitor beispielsweise am Kameragehäuse, um die QR-Codes streamen zu können. Die Maschine bräuchte zudem noch eine Kamera.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen eines Medizingeräts mittels mindestens eines Roboters, wobei das Verfahren vorzugsweise voll-automatisch ausgeführt wird und die Kommunikation zwischen dem Medizingerät und dem Roboter optisch erfolgt und die Kommunikation zwischen dem Roboter und dem Medizingerät optisch und / oder haptisch erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Medizingerät dem Roboter mittels einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes oder QR-Codes vorgibt, welcher Prüfschritt durchzuführen ist, wobei das Medizingerät vorzugsweise auf ein Programm einer Mehrzahl von in dem Roboter hinterlegten Programmen zur Durchführung verschiedener Prüfschritte zurückgreift und / oder dieses aktiviert.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Medizingerät dem Roboter mittels einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farbcodes, QR-Codes oder einer anderen graphischen Darstellung, die über ein neuronales Netz angelernt eine maschinelle Bilderkennung ermöglicht Rückmeldung gibt, ob ein Prüfschritt zu einem positiven oder negativen Ergebnis geführt hat.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Relativpositionierung des Medizingeräts und des Roboters zueinander mittels einer optischen Anzeige, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farb-codes oder QR-Codes, welche eine bestimmte Relativpositionierung anzeigt und / oder vorgibt, erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine korrekte Positionierung des Roboters relativ zu einer Ausgabeeinheit des Medizingeräts, vorzugsweise einer Ausgabeeinheit für visuelle Signale, mittels eines von der Ausgabeeinheit ausgehenden optischen Signals, vorzugsweise einer Signalampel, und / oder eines Feinjustierungsprogramms erfolgt, bei dem das Medizingerät dem Roboter mindestens eine vordefinierte Position auf der Ausgabeeinheit vorgibt, welche der Roboter optisch detektiert und / oder haptisch abtastet, wobei vorzugsweise mittels eines Verifikationsschritts überprüft wird, ob die Ausrichtung des Roboters relativ zu dem Medizingerät und / oder der Ausgabeeinheit des Medizingeräts innerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs fällt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Roboter mittels eines fahrerlosen Verfahrssystems relativ zu dem Medizingerät positioniert wird und / oder das Medizingerät mittels eines fahrerlosen Verfahrssystems relativ zu dem Roboter positioniert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren bei der Fertigung des Medizingeräts und / oder bei einer Funktionsüberprüfung im Rahmen einer Inbetriebnahme des Medizingeräts eingesetzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren einen Prüfschritt zur Schutzleiterwiderstandsmessung umfasst.

9. System zum Prüfen eines Medizingeräts, mit mindestens einem Roboter, welcher dazu ausgelegt ist, mit einer optischen Ausgabeeinheit des Medizingeräts zu kommunizieren, wobei in dem Roboter eine Mehrzahl an Programmen zur Durchführung verschiedener Prüfschritte hinterlegt sind, welche mittels der optischen Ausgabeeinheit des Medizingeräts aktivierbar sind.

10. System nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Roboter dazu ausgelegt ist, von der optischen Ausgabeeinheit des Medizingeräts optische Befehle, insbesondere in Form eines Barcodes, 2D-Codes, Farb-codes oder QR-Codes zu empfangen, welche vorgeben, welcher Prüfschritt durch den Roboter an dem Medizingerät durchzuführen ist, und der Roboter weiterhin dazu ausge-

legt ist, mittels haptischer und oder/ optischer Signale mit dem Medizingerät zu kommunizieren oder diesem Rückmeldung über ausgeführte Prüfschritte zu geben.

11. System nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Roboter mindestens ein fahrerloses Verfahrssystem aufweist, mittels dessen der Roboter relativ zu dem Medizingerät positionierbar ist oder umgekehrt.

12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Roboter dazu ausgelegt ist, mit dem Medizingerät mittels QR-Stream zu kommunizieren.

13. System nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Roboter eine optische Erfassungseinheit vorzugsweise in Form mindestens eines Kamerasystems und / oder eines Farbsensors aufweist.

14. System nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Ausgabeeinheit des Medizingeräts ein Monitor, insbesondere ein berührungsempfindlicher Monitor, ist.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

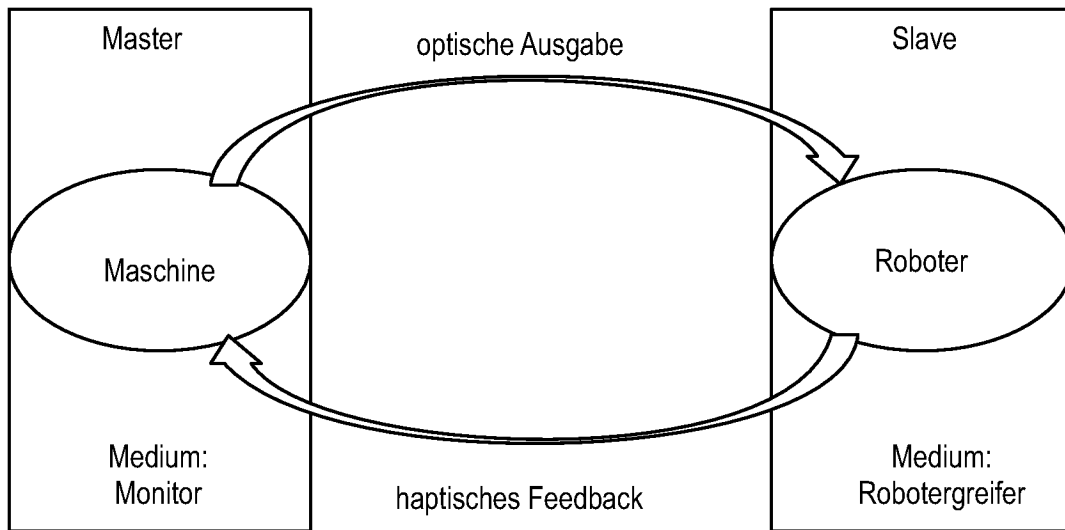


Fig. 1

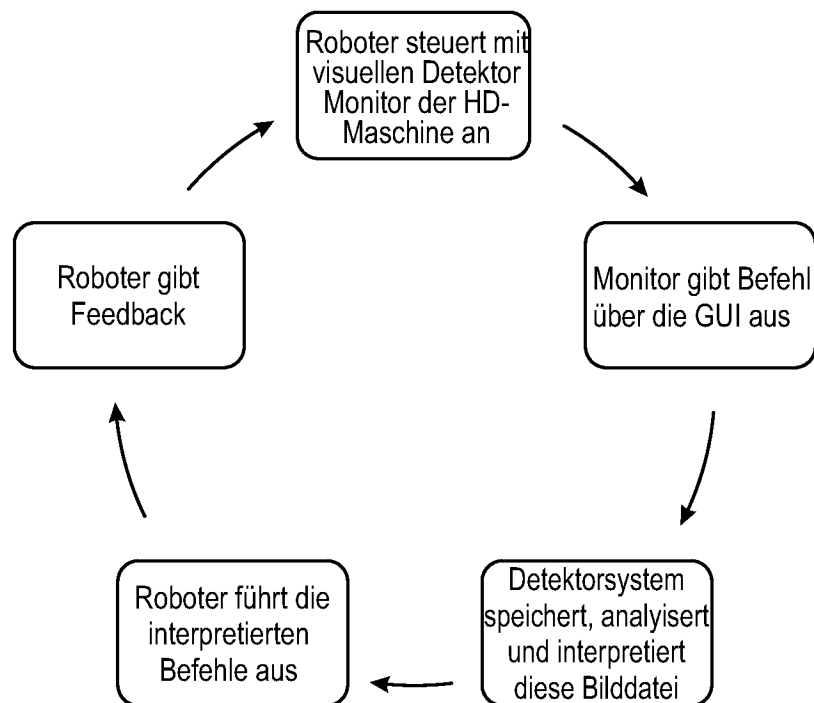


Fig. 2

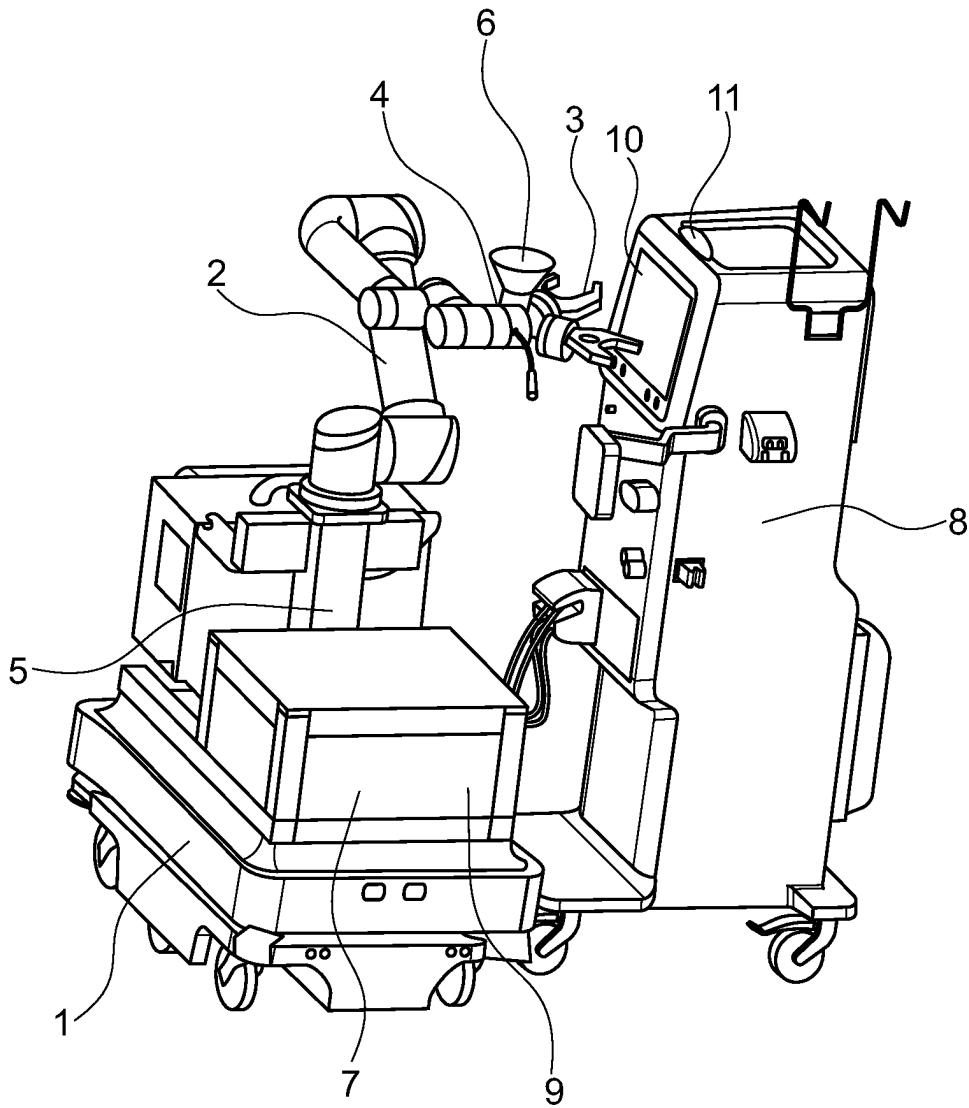


Fig. 3

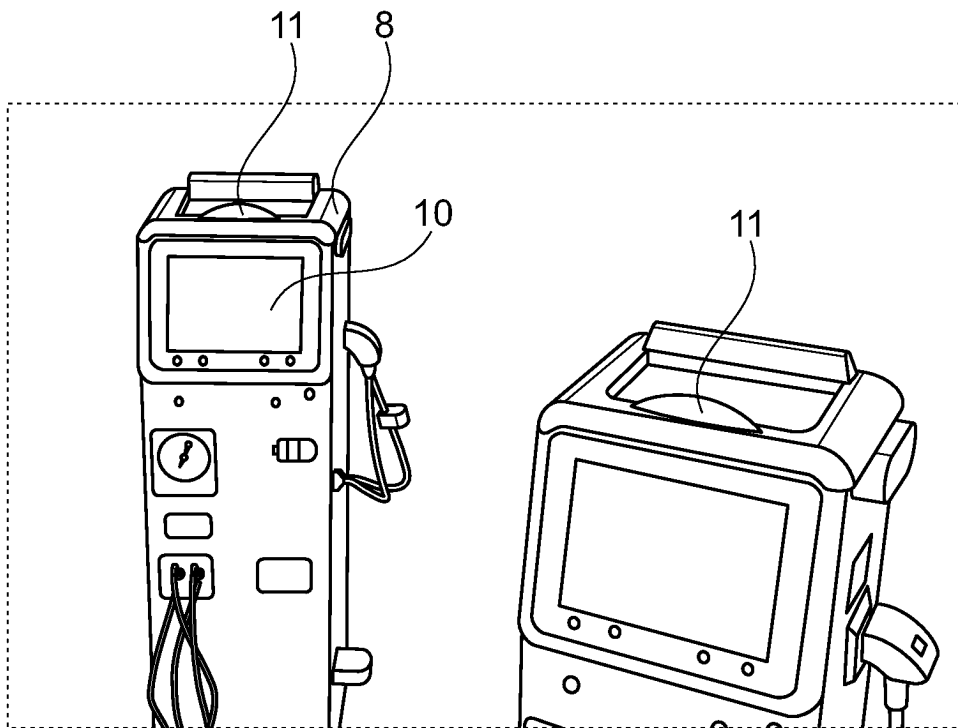


Fig. 4

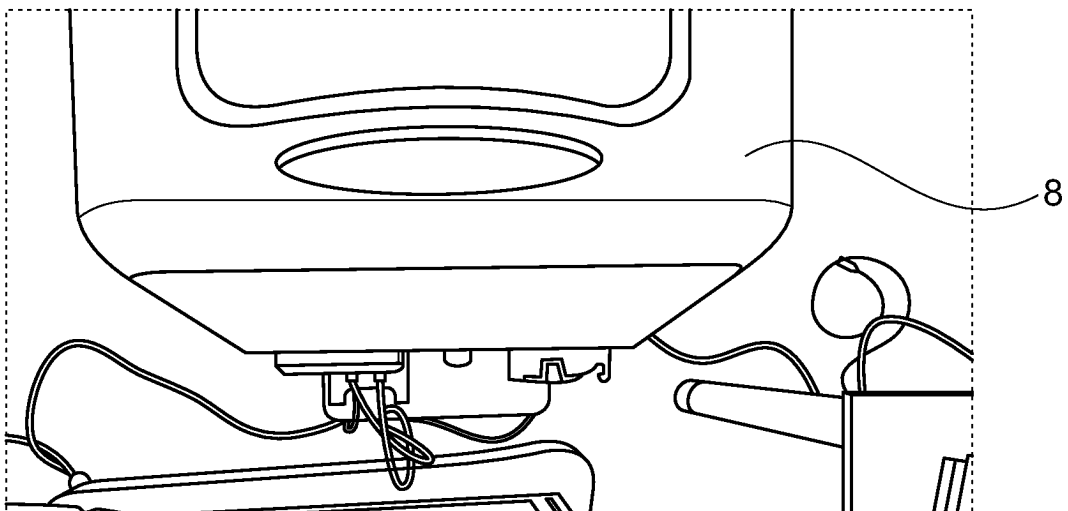


Fig. 5

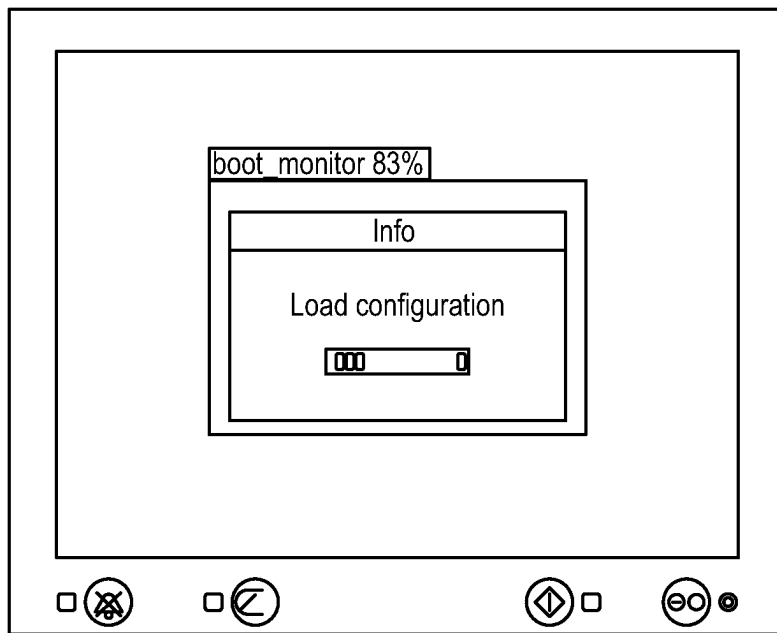


Fig. 6

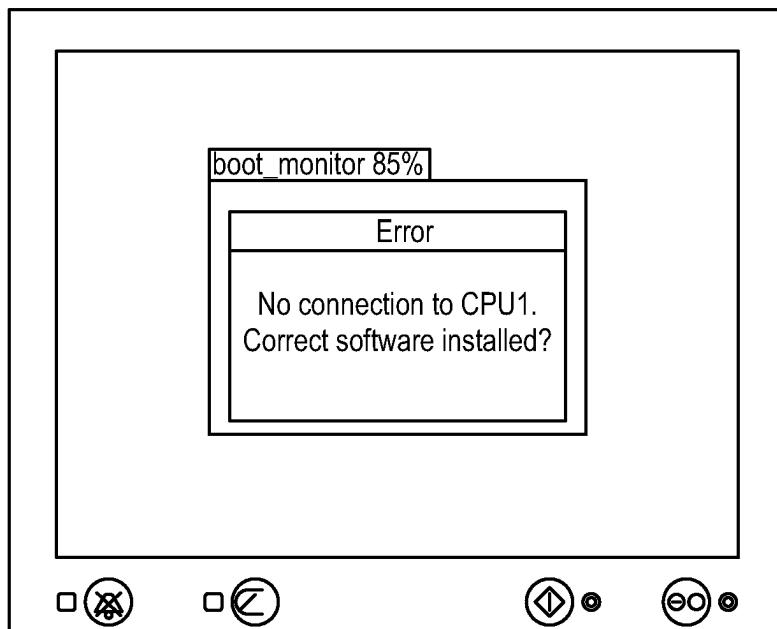


Fig. 7

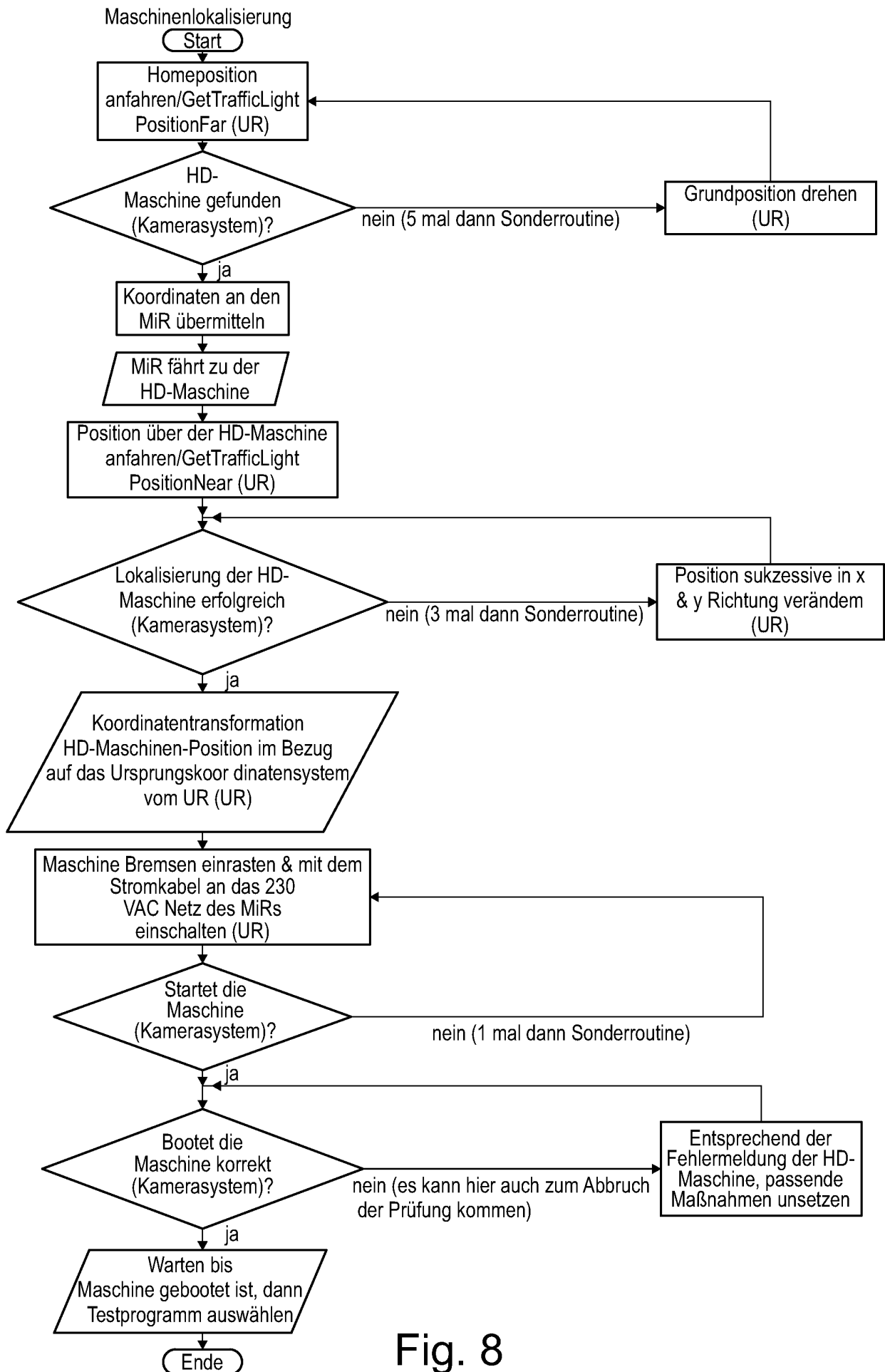


Fig. 8

Assembly							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Info:</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Serial number: 8QAX0001 Options: XM1 software version: 02.00.02 CPU1 software version: 02.00.02 </td> </tr> </table>	Info:	Serial number: 8QAX0001 Options: XM1 software version: 02.00.02 CPU1 software version: 02.00.02	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Select test:</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Serial number entry</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Select test:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Serial number entry</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>	Serial number entry	
Info:							
Serial number: 8QAX0001 Options: XM1 software version: 02.00.02 CPU1 software version: 02.00.02							
Select test:							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Serial number entry</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>	Serial number entry						
Serial number entry							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Settings</td> <td style="padding: 2px;">Change process</td> </tr> </table>	Settings	Change process	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> <td style="padding: 2px;">1/1</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>		1/1		
Settings	Change process						
	1/1						

Fig. 9

Serial number entry																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Instruction</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;"> Enter the serial number </td> </tr> </table>	Instruction	Enter the serial number	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">SNM:</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> <td style="padding: 5px;">QAX</td> <td style="width: 30px; border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">DEL</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;"><</td> <td></td> </tr> </table>	SNM:		QAX		1	2	3		4	5	6		7	8	9		DEL	0	<	
Instruction																							
Enter the serial number																							
SNM:		QAX																					
1	2	3																					
4	5	6																					
7	8	9																					
DEL	0	<																					
1/2																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Error</td> <td style="padding: 2px;">Back</td> <td style="padding: 2px;">Continue</td> </tr> </table>	Error	Back	Continue	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Cancel test</td> <td style="padding: 2px;">Next test</td> <td style="padding: 2px;">Switch test</td> </tr> </table>	Cancel test	Next test	Switch test																
Error	Back	Continue																					
Cancel test	Next test	Switch test																					

Fig. 10

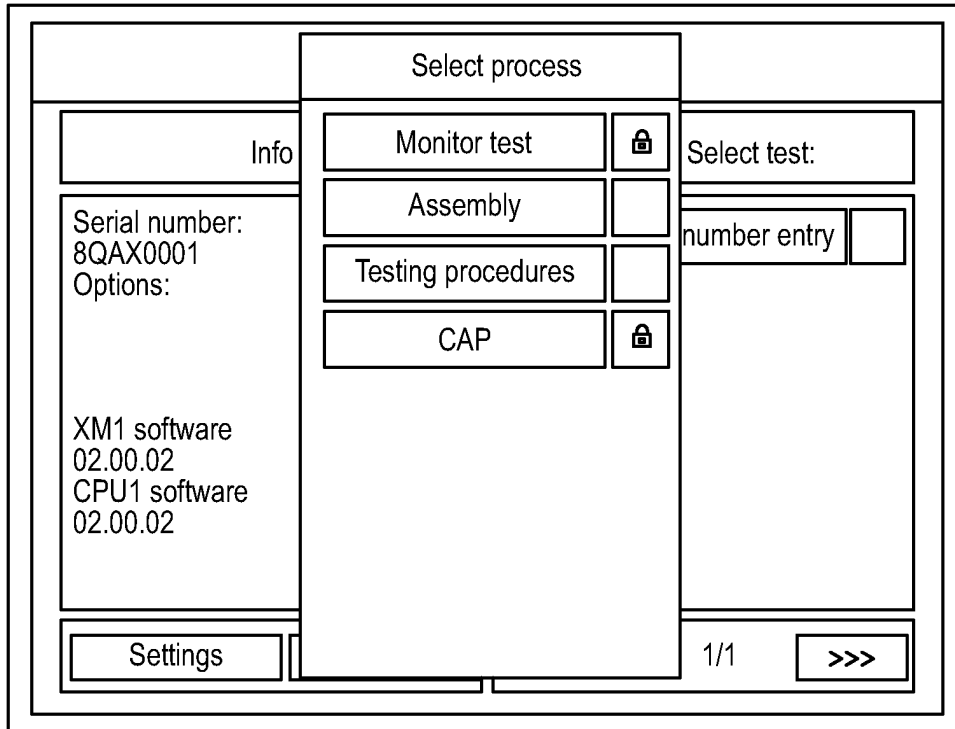


Fig. 11

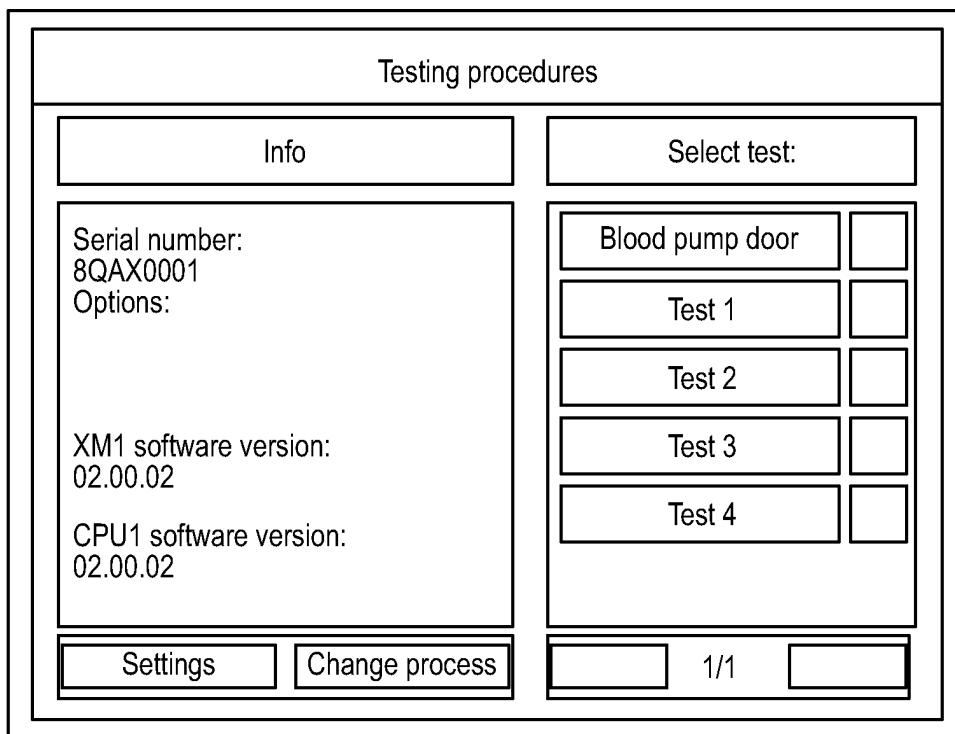


Fig. 12

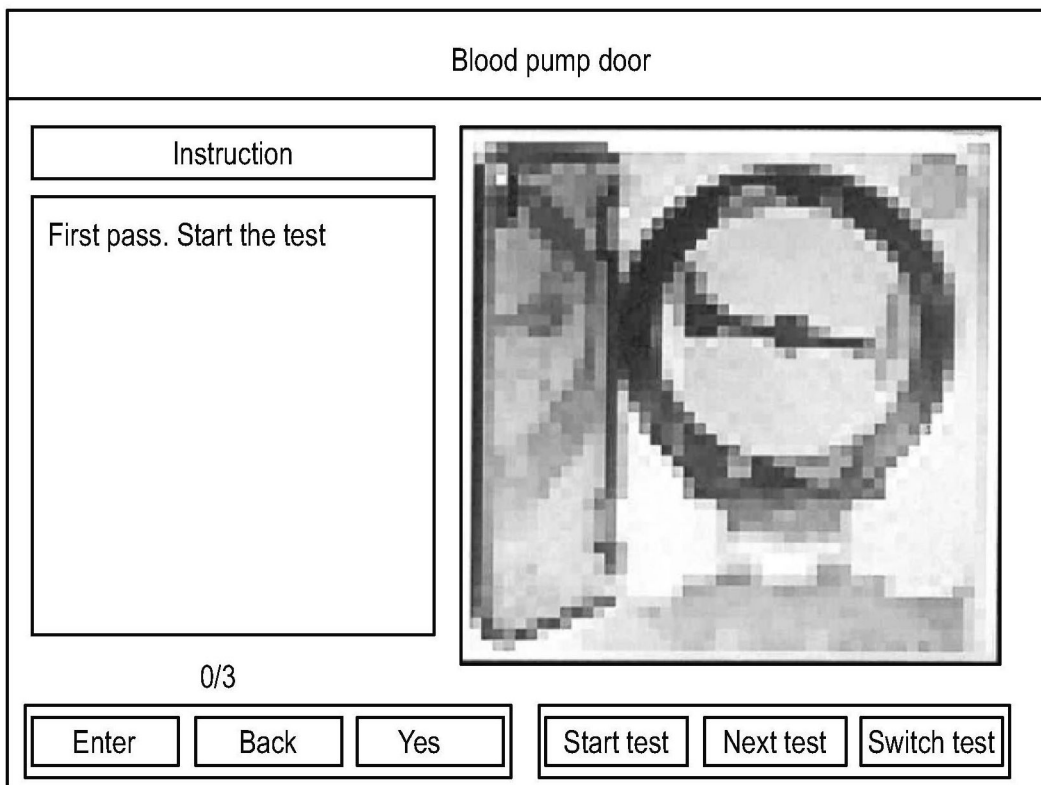


Fig. 13

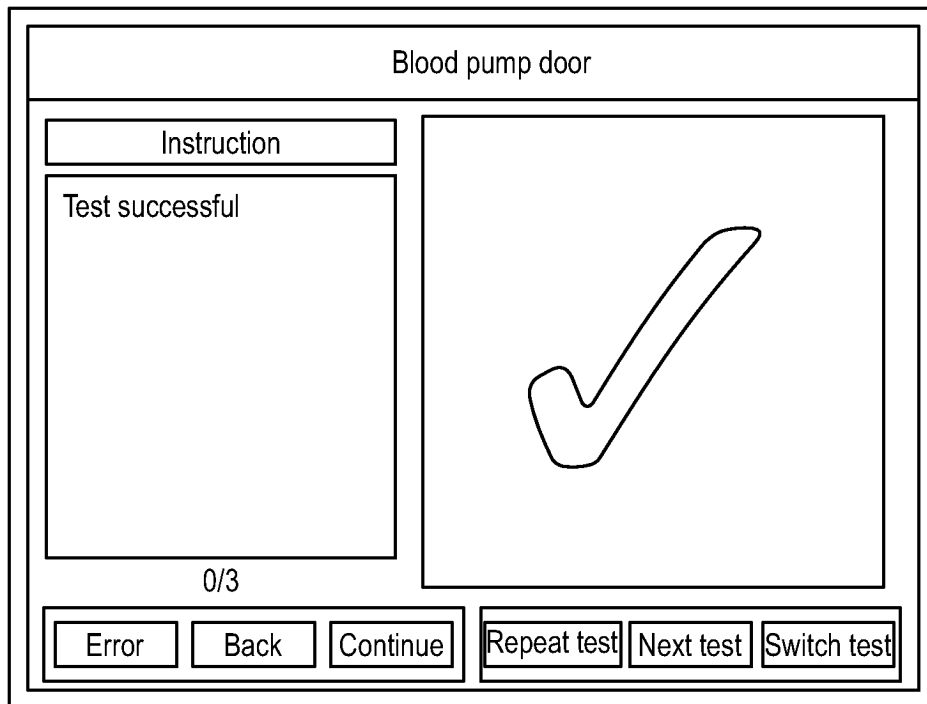


Fig. 14

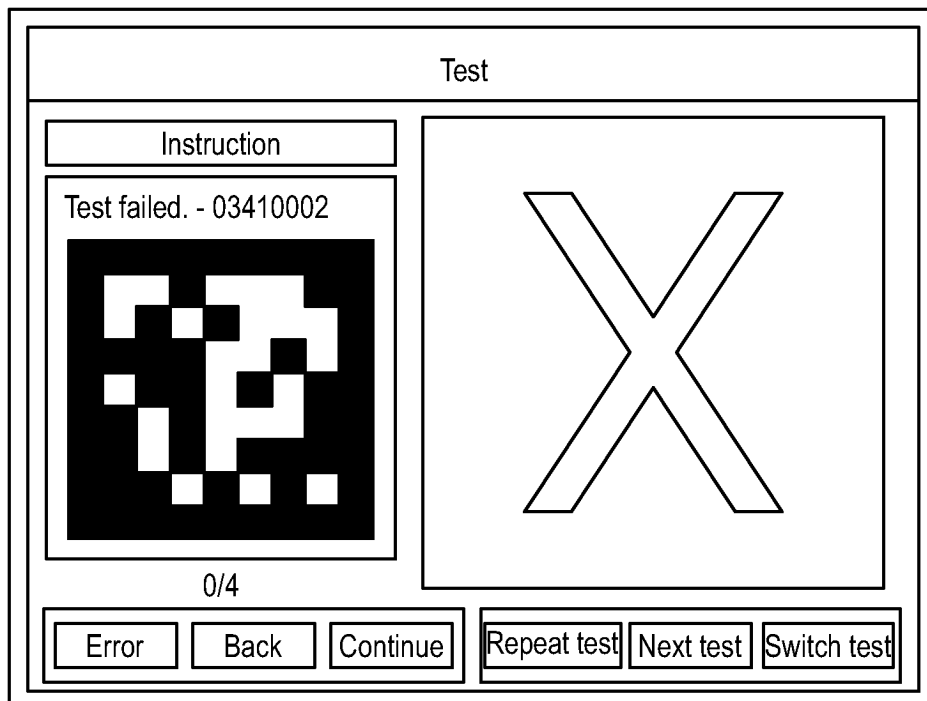


Fig. 15

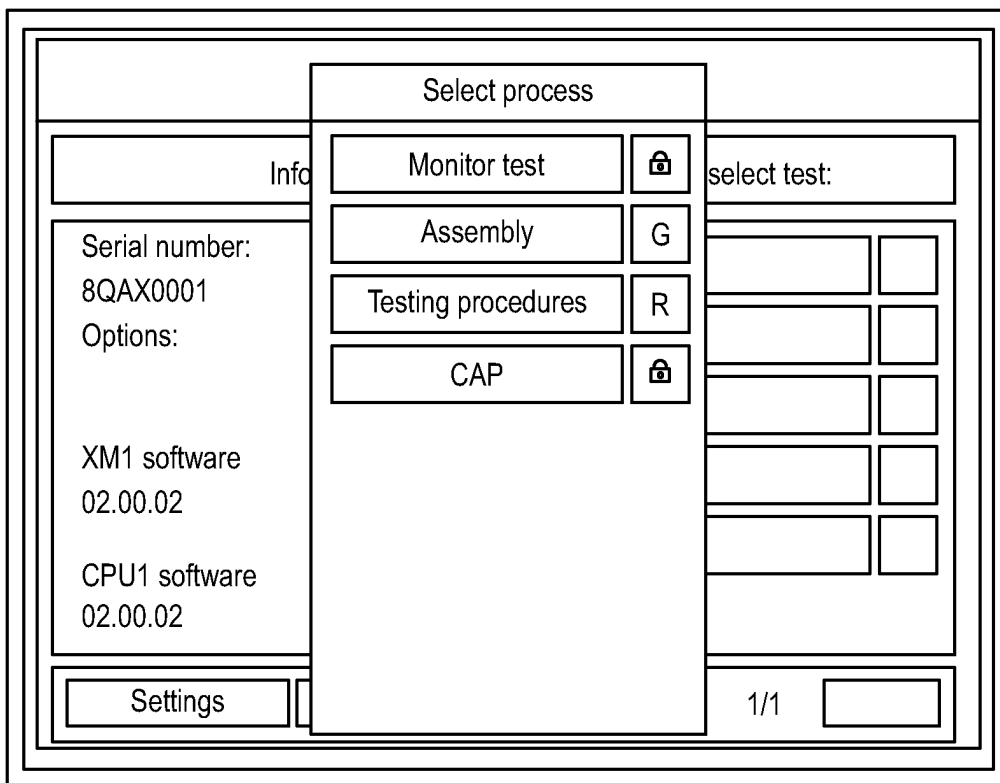


Fig. 16

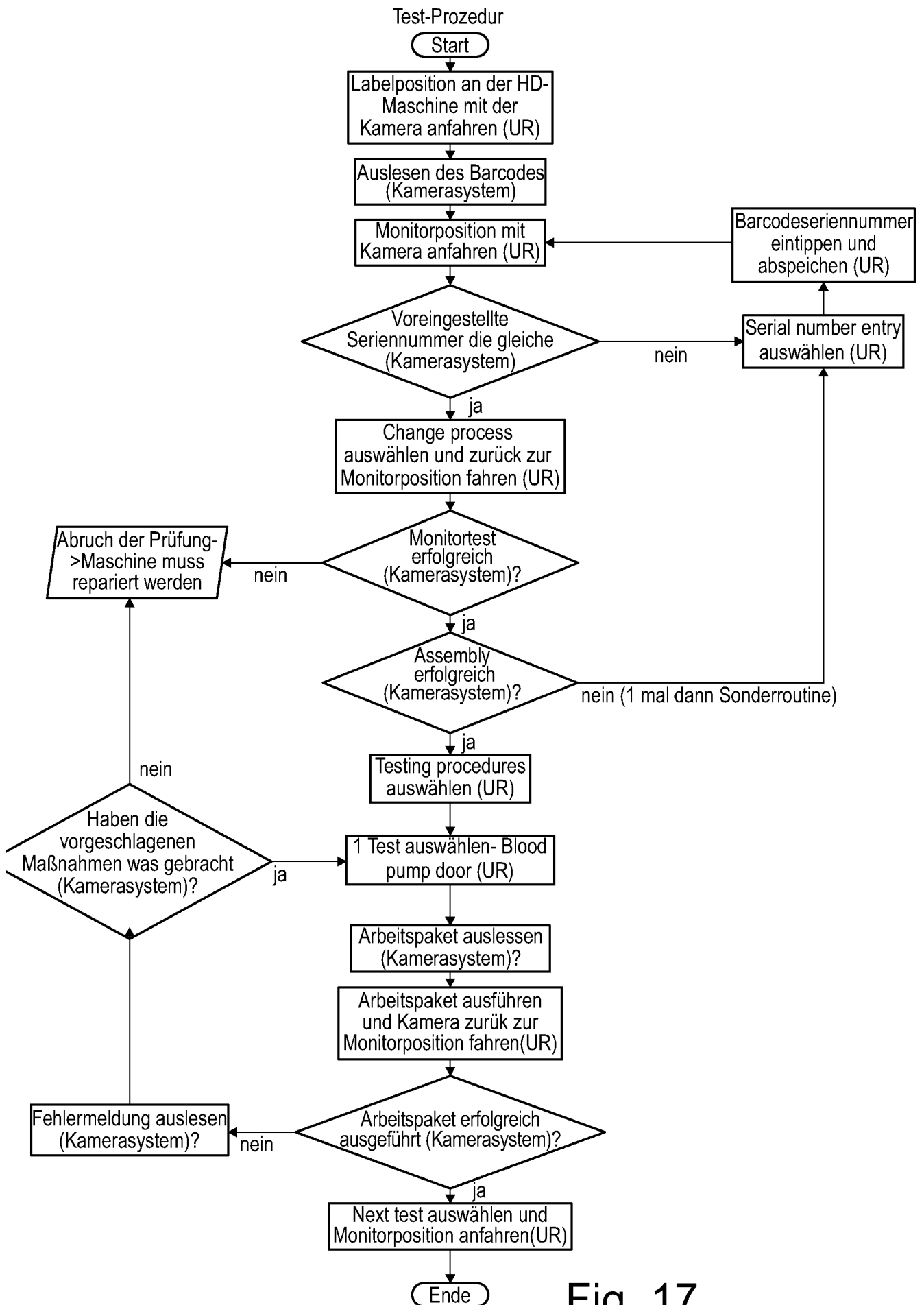


Fig. 17

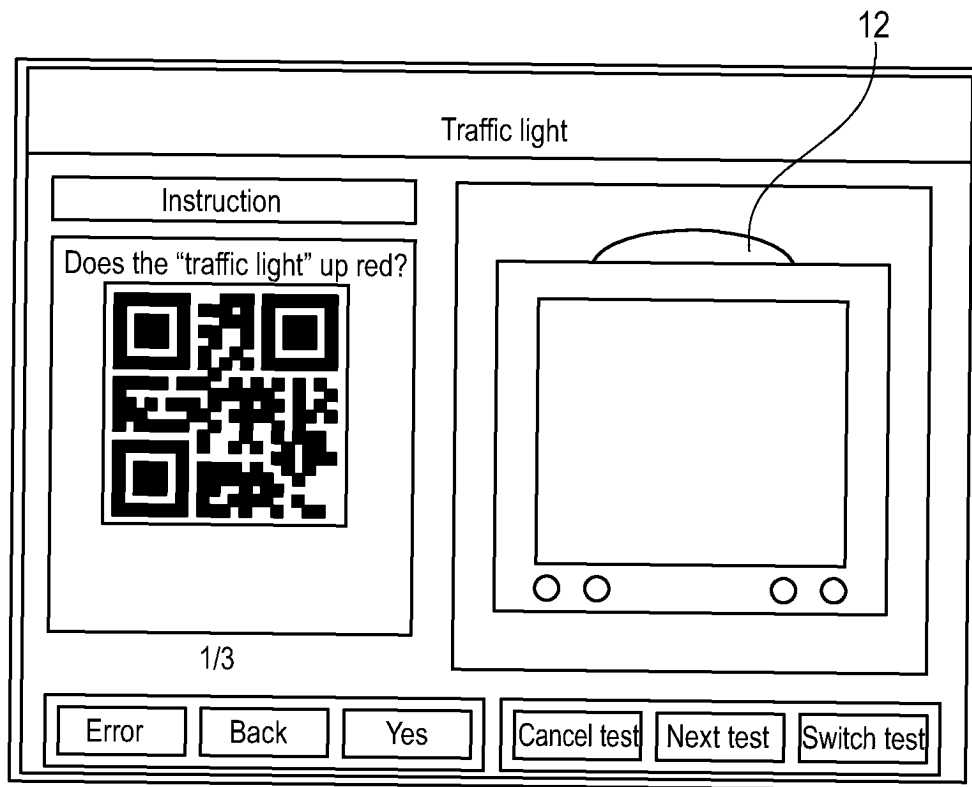


Fig. 18

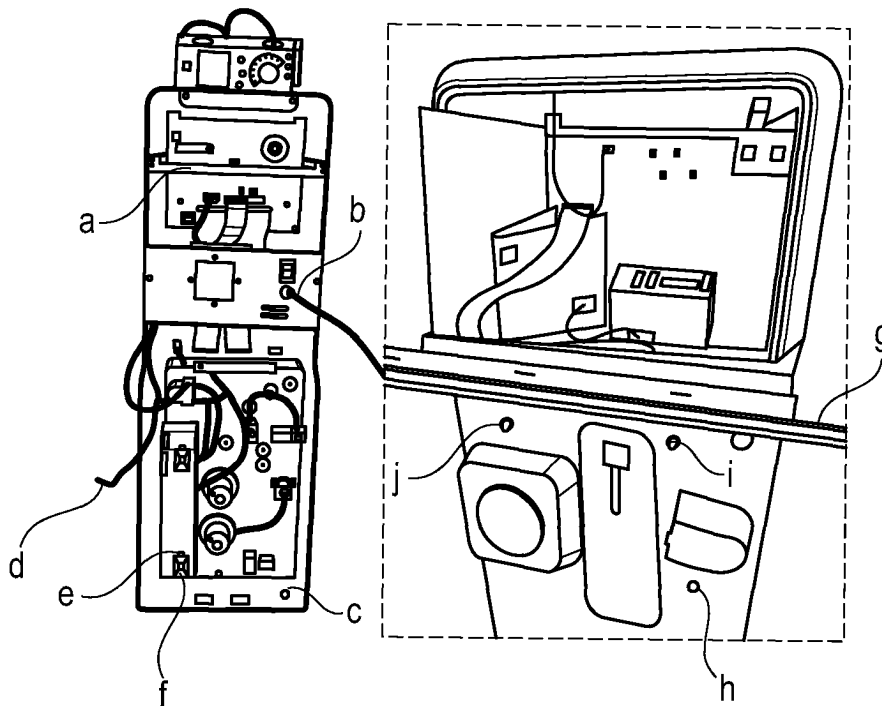


Fig. 19

Schutzleiterwiderstandmessung

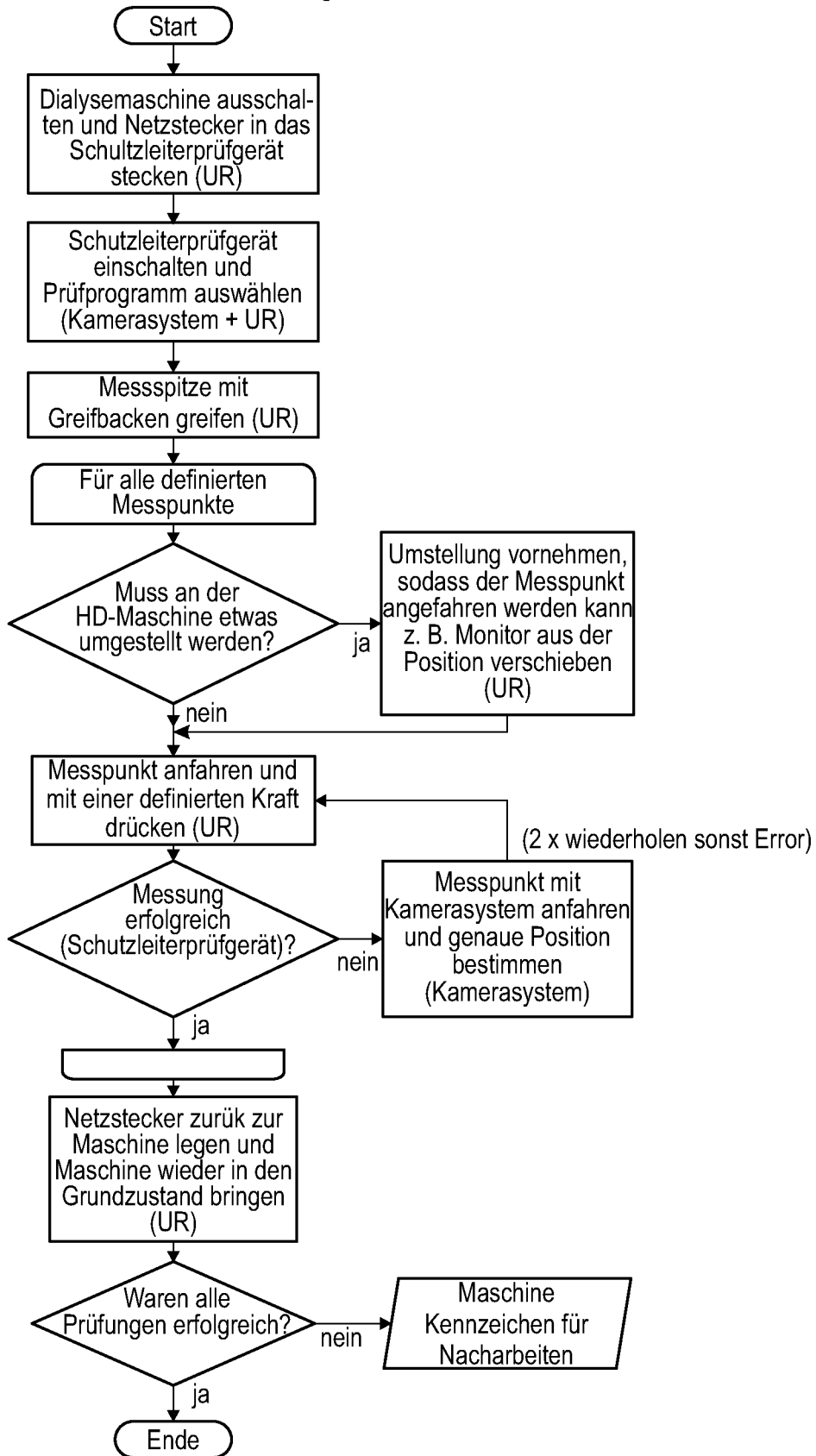


Fig. 20

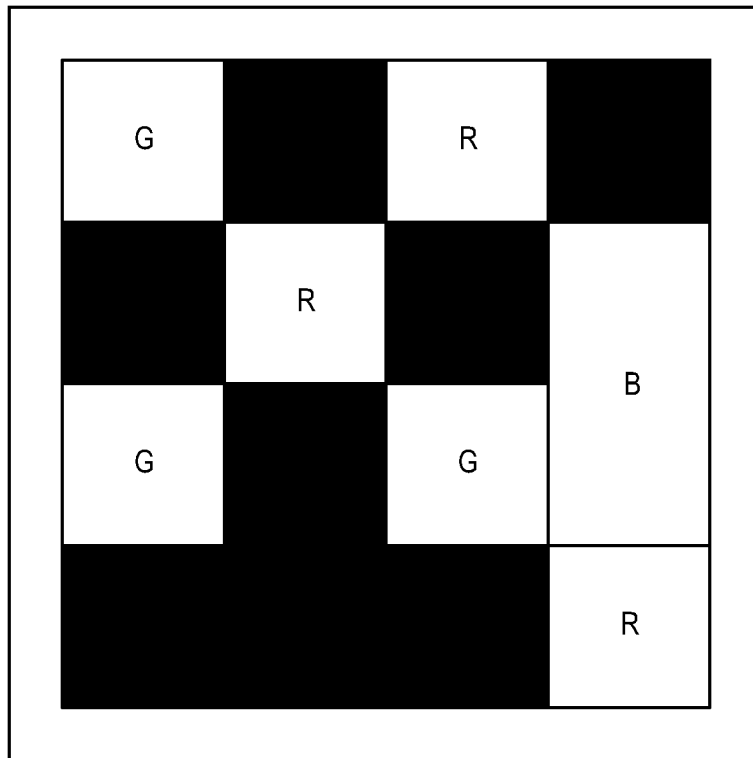


Fig. 21

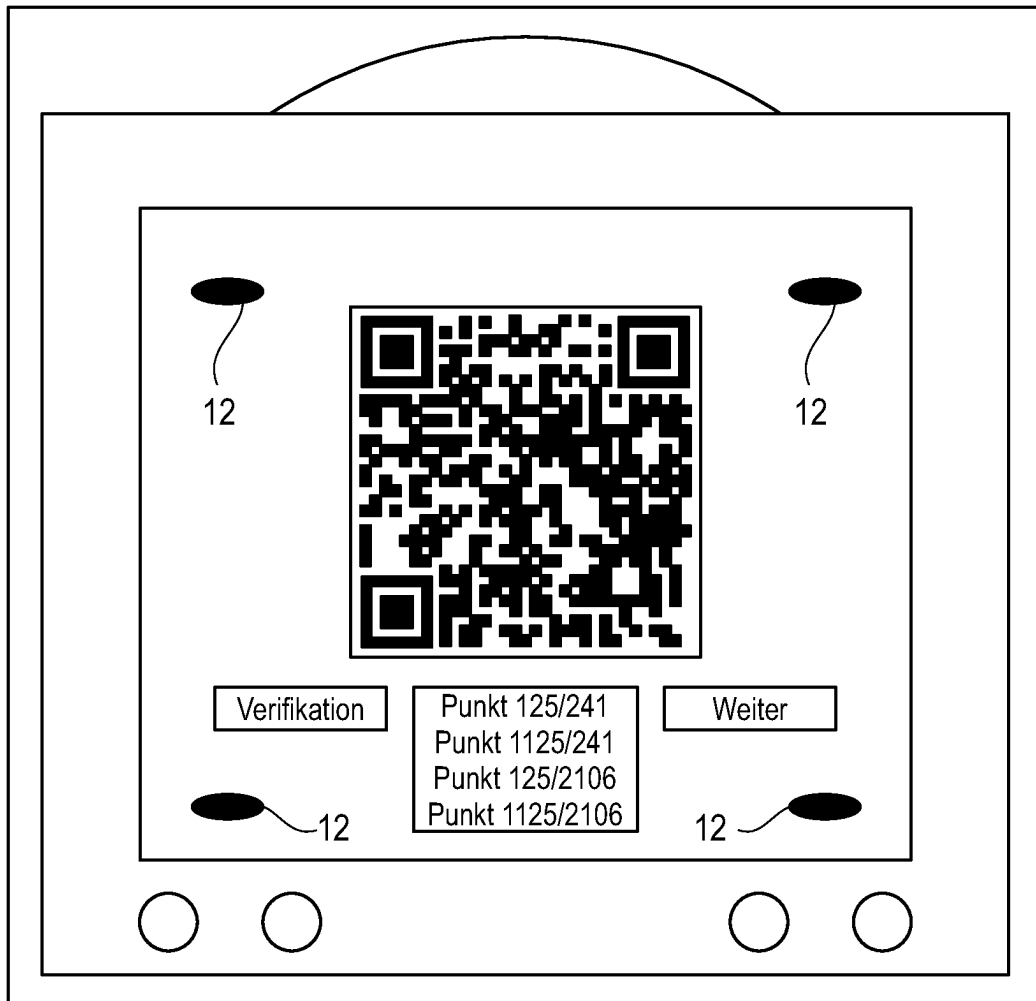


Fig. 22

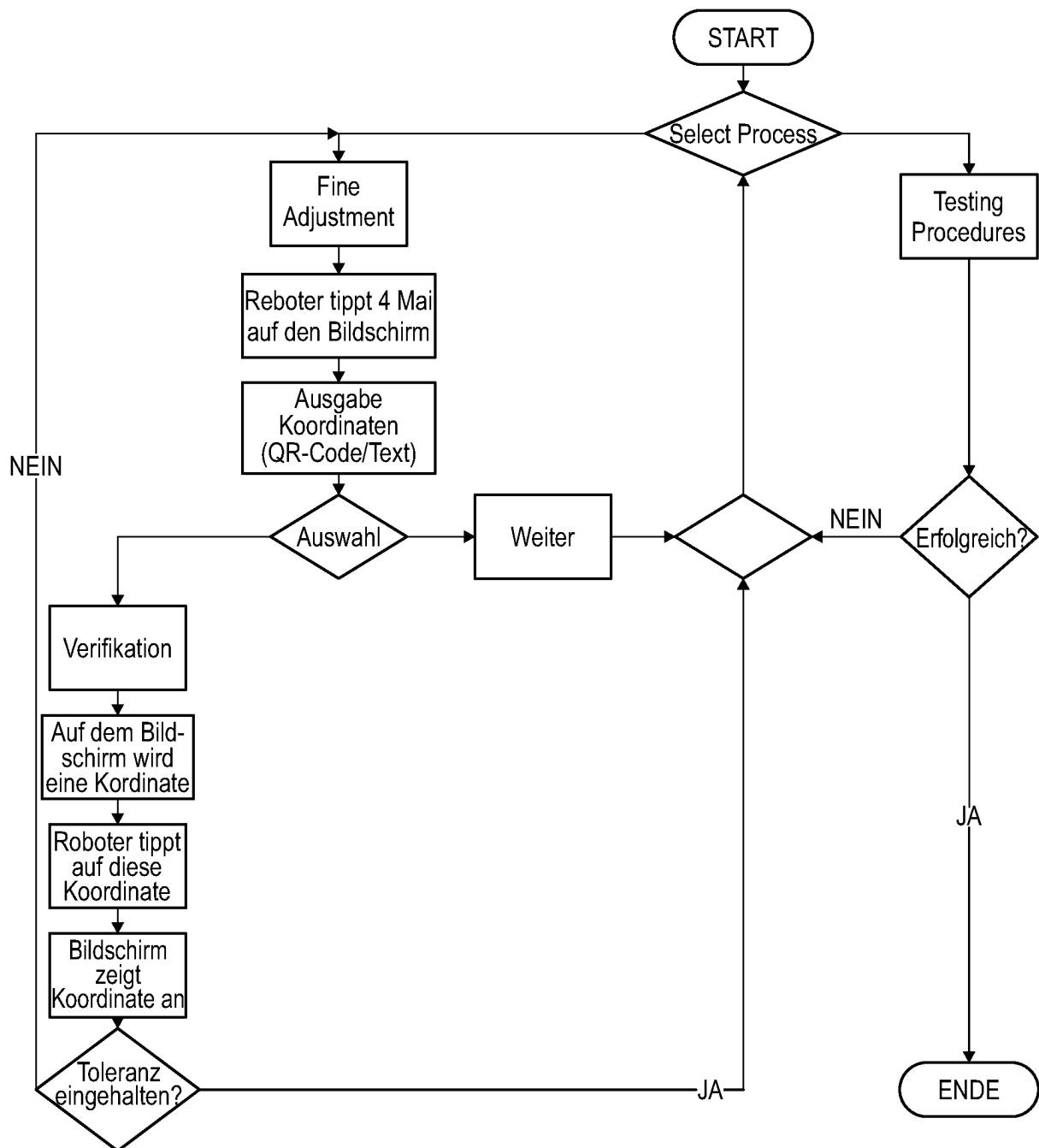


Fig. 23

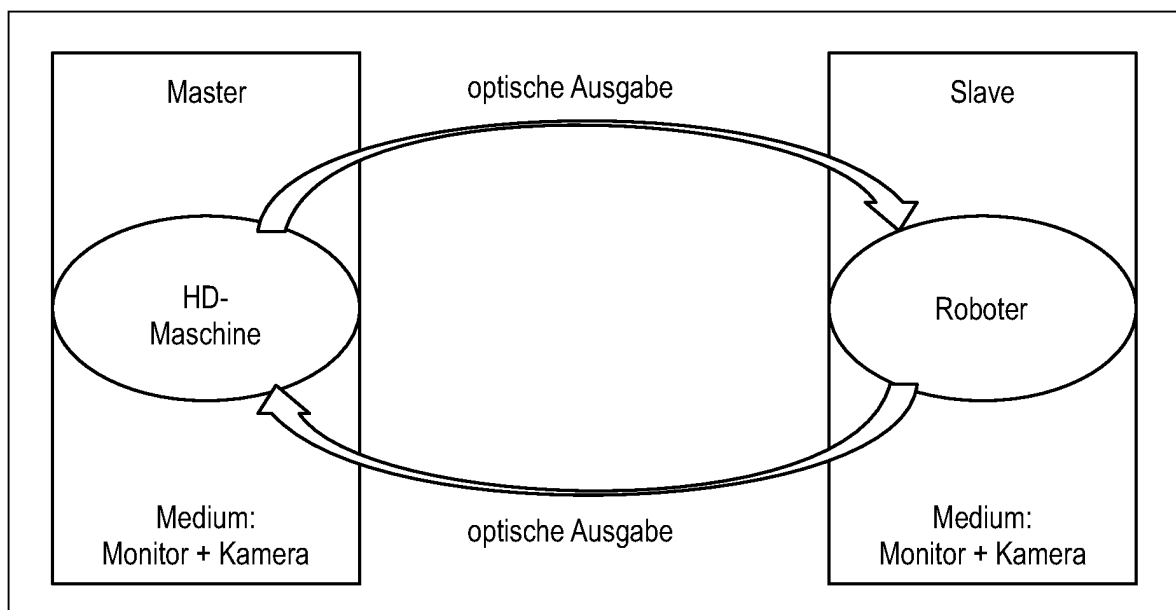


Fig. 24