



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **707 046 A2**

(51) Int. Cl.: **A61B** **8/04** (2006.01)
G01L **7/08** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01725/12

(71) Anmelder:
VeinPress GmbH, Stierenmatte 36
3110 Münsingen (CH)

(22) Anmeldedatum: 24.09.2012

(72) Erfinder:
Ulrich Baumann, 3110 Münsingen (CH)

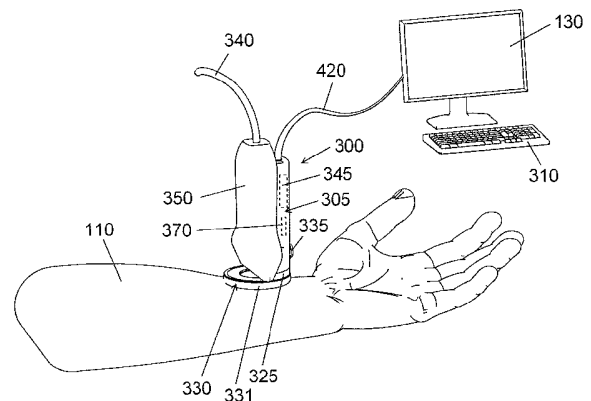
(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2014

(74) Vertreter:
Patentbuero Paul Rosenich AG BGZ,
Rotenbodenstrasse 12
9497 Triesenberg (LI)

(54) **Druckmessvorrichtung zur Kombination mit einer Ultraschallmesseinheit, sowie System und Verfahren zur Venendruckmessung.**

(57) Die Erfindung umfasst eine Druckmessvorrichtung (300), die mit einer Ultraschallmesseinheit (350) kombinierbar oder mit dieser kombiniert ist und die mit ultraschalldurchlässigen Fenstern ausgestattet ist, wobei eines dieser Fenster nachgiebig ist, um Druck weitergeben zu können, der von einem Gewebe ausgeht. Dieser Druck wird an eine Messflüssigkeit weitergegeben. An das Volumen der Messflüssigkeit ist ein Drucksensor (325) angekoppelt, welcher Drucksignale misst, wobei die Signale mittels Verbindungskabel oder Funkverbindung an eine Anzeigeeinheit oder Auswertevorrichtung (130) weitergegeben werden. Der zugrunde liegende für die Druckmessvorrichtung ermittelte Druck wird dann als Venendruck bestimmt.

Die Erfindung umfasst auch ein Druckmesssystem sowie ein Verfahren zur Blutdruckmessung einer Vene oder eines Organs.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Druckmessvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein System zur Druckmessung von Venen oder Organen gemäss Anspruch 7 und ein Verfahren zur Venendruckmessung gemäss Anspruch 8. Hierbei soll der Druck im Gewebe, vorzugsweise an einer Extremität eines Lebewesens, gemessen werden, wobei gleichzeitig das Gewebe mittels Ultraschall und dessen Reflexion am Gewebe auswertenden Verfahren beobachtet wird.

[0002] Generell sind Ultraschalluntersuchungen mit Hilfe kommerziell erhältlicher in Ultraschallmesseinheiten, insbesondere Schallköpfen und bildgebenden Verfahren aus dem medizinischen Untersuchungsalltag bekannt. Dabei wird vom Schallkopf Ultraschall in das Gewebe eingestrahlt, dort reflektiert und die Laufzeitunterschiede werden durch bildgebende Verfahren zu einem Bild vom Inneren des zu untersuchenden Gewebes verarbeitet. Hierbei ist die Anwendung eines Druckes auf den Schallkopf zur Charakterisierung von druckbedingten Gewebe- und Gefässveränderungen gut etabliert. Insbesondere wird dies bei der Venenkompression zur Thrombosedagnostik angewendet. Im Falle dieser Untersuchungsverfahren hängt jedoch der ausgeübte Druck von der Erfahrung des Bedieners ab und ist von Untersucher zu Untersucher unterschiedlich. Im Zusammenhang mit der Darstellung von Gefässstrukturen und sich darin bewegenden Körperflüssigkeiten werden zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit insbesondere Dopplerverfahren eingesetzt, die eine Zusatzausrüstung zu kommerziellen Ultraschallgeräten bedingen. Aus dem Stand der Technik ist aus US 6,086,533 A bekannt, einem Ultraschallmesskopf ein Behältnis in Form einer Blase gefüllt mit einer ultraschalldurchlässigen Flüssigkeit vorzuordnen, um den durch den Ultraschallmesskopf aufgebrachten Druck auf ein Gewebe messen zu können. Dazu wird mittels des Ultraschallmesskopfes Druck auf die vorangeordnete Blase ausgeübt, welche diesen Druck an das darunterliegende Gewebe weitergibt. Somit lässt sich die Kraft bestimmen, die ein Bediener auf eine darunterliegende Gewebeoberfläche ausübt. Ferner wird mittels eines Dopplerverfahrens die Geschwindigkeit der im Gefäss strömenden Körperflüssigkeit gemessen. Im Anschluss lässt sich aus der von aussen aufgebrachten Kraft und mittels der Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeitsdruck im Gefäss bestimmen. Praktische Versuche mit derartigen Anordnungen haben jedoch gezeigt, dass die räumliche Auflösung von den in der Medizin üblichen Ultraschallmessköpfen durch das Vorschalten einer derartigen Druckmesseinrichtung regelmässig stark beeinträchtigt bis unbrauchbar wird. Diese Druckschrift lehrt ferner, dass der Druck in der Blase mittels eines Druckregulators (23; in Fig. 2) regelbar ist. Demgemäss kann der Druck, der durch die Kontaktoberfläche der Blase aufgebracht wird, gesteuert werden oder ein automatisiertes oder vorgeschriebenes Protokoll von anzuwendenden Drücken kann abgearbeitet werden.

[0003] Ferner ist aus der Veröffentlichung EP 1415 596 A1 eine Druckmessvorrichtung für Ultraschallmessvorrichtungen bekannt. Die dort beschriebene Druckmessvorrichtung, von welcher der Anmeldungsgegenstand ausgeht, besteht im Wesentlichen aus einem starren Behältnis, zum Beispiel in Form eines flachen Hohlzylinders. An einer Flachseite ist eine steife Membran eingelassen, die der Ankopplung an den Ultraschallmesskopf dient. An der gegenüberliegenden Flachseite ist eine flexible Auflagemembran angebracht, welche den vom Gehäuse gebildeten Hohlraum abschliesst. Der Innenraum der Druckmesseinrichtung ist mit einer ultraschalldurchlässigen Flüssigkeit möglichst vollständig und blasenfrei gefüllt. Wie aus Fig. 2 der EP 1415 596 A1 erkennbar ist, befindet sich ein Ansatzstutzen am Gehäuse, über welchen dieses mit einem Flüssigkeitsreservoir in Verbindung gebracht werden kann. Erkennbar ist eine Leitung in Fig. 1, mit welcher der in der Druckmesskapsel vorhandene Druck mittels einer externen Apparatur bestimmt werden kann.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, eine Druckmessvorrichtung und ein System sowie ein Verfahren zur Druckmessung von Venen und Organen zu schaffen, welche weniger störanfällig und einfacher zu bedienen sind als bisherige Lösungen.

[0005] Die Aufgabe wird für eine Druckmessvorrichtung gemäss den Merkmalen des Patentanspruches 1 und für ein System zur Venendruckmessung gemäss den Merkmalen des Patentanspruches 7 gelöst, während der Patentanspruch 8 eine Lösung für ein Verfahren zur Venen-/Organdruckmessung angibt.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Figuren und in den von den vorgenannten Ansprüchen abhängigen Patentansprüchen dargelegt.

[0007] Gemäss der Erfindung nach Anspruch 1 ist bei einer Weiterbildung der Druckmessvorrichtung ein Drucksensor zur Messung des Druckes in der Flüssigkeit vorgesehen und das Behältnis umschliesst ein abgeschlossenes Messflüssigkeitsvolumen.

[0008] Auf diese Weise ist bzw. wird vorteilhaft vermieden, dass die Lage einer Messapparatur – wie im Stand der Technik – nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren den Druck in dem Behältnis (Druckmesskapsel) beeinflusst. Auf besonders vorteilhafte Weise kann in diesem Zusammenhang daher auf dem Messvorgang vorangehende Kalibrierungsschritte (Nullleichtung) verzichtet werden.

[0009] Der Drucksensor ist vorteilhaft im Gehäuse angeordnet und besonders vorteilhaft direkt in diesem integriert. Auf diese Weise ist die Druckmessvorrichtung leicht transportabel und kann eigenhändig von einer Person bedient werden.

[0010] Besonders vorteilhaft können Ausgangsmesswerte des Drucksensors bei einer Weiterbildung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung über Verbindungskabel oder Funk weitergegeben werden. Dadurch ist die erfindungsgemässe Druckmessvorrichtung flexibler einsetzbar, bzw. eine nachgeordnete Auswerteeinrichtung kann weniger komplex ausgeführt werden, da eine Vorverarbeitung der Signale bereits im Bereich des Sensors stattfinden kann.

[0011] Auf besonders vorteilhafte Weise ist bei einer Weiterbildung der Druckmessvorrichtung eine Weiterverarbeitungseinheit zur Verarbeitung der vom Drucksensor ermittelten Werte vorgesehen. Auf diese Weise können komplexere Messwerte, insbesondere Messreihen, in einen Zusammenhang gebracht werden und systematische Messfehler eliminiert werden.

[0012] Die Weiterverarbeitungseinheit ist vorteilhaft im Gehäuse angeordnet und besonders vorteilhaft direkt in diesem integriert. Auf diese Weise ist die Druckmessvorrichtung leicht transportabel und kann eigenhändig von einer Person bedient werden.

[0013] Auf besonders vorteilhafte Weise ist bei einer Weiterbildung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung eine Anzeigeeinheit vorgesehen, um die ermittelten bzw. weiterverarbeiteten Messwerte übersichtlich darzustellen. Mittels dieser Anzeigeeinheit können vorteilhaft auch die eigentlichen Ultraschallbilder und weiter vorteilhaft auch Daten der Bildauswertung (z. B. Qualitätsdaten, Statusdaten, Statistikdaten, Alarmwerte, etc.) dargestellt werden.

[0014] Besonders vorteilhaft kann, insbesondere sofern die Weiterverarbeitungseinrichtung im Bereich des Sensors vorgesehen ist und in der Lage ist, komplexe Verarbeitungsaufgaben zu erledigen, die Weiterverarbeitungseinheit im Wesentlichen lediglich aus der Anzeigeeinheit bestehen.

[0015] Vorteilhafterweise kann je nach Ausführungsform die Anzeigeeinheit an der Druckmessvorrichtung oder in einer separaten Gehäuseeinheit angeordnet sein. Dies erlaubt eine grösstmögliche Flexibilität bei der Ausgestaltung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung und eine genaue Anpassung an den jeweiligen Anwendungsfall.

[0016] Besonders vorteilhaft kann bei einer Weiterbildung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung mittels Funktionstasten die Messung ferngesteuert eingeleitet werden, bzw. können mittels Funktionstasten spezielle Auswertungsalgorithmen oder Darstellungsarten auf der Anzeigeeinheit eingestellt werden. Insbesondere kann beispielsweise mittels der Funktionstasten ein automatischer Messvorgang eingeleitet werden, bzw. eine manuelle Druckmessung mit Unterstützung der Anzeige durchgeführt werden.

[0017] Besonders vorteilhaft ist bei einer Weiterbildung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung eine Halterung für die Ultraschallmesseinheit bzw. zumindest für einen Ultraschallmesskopf vorgesehen. Auf diese Weise kann schnell und zuverlässig eine Messeinheit aus Ultraschallmesskopf und Druckmessvorrichtung gebildet werden.

[0018] In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist die Ultraschallmesseinheit bzw. zumindest der Ultraschallmesskopf integrierter Bestandteil der Druckmessvorrichtung, womit die Druckmessvorrichtung leicht transportabel ist und kompakt ausgebildet werden kann.

[0019] Auf besonders vorteilhafte Weise ist bei einer Weiterbildung der Druckmessvorrichtung eine Druckerzeugungseinrichtung zur Druckbeaufschlagung zumindest der ultraschalltransparenten Messflüssigkeit in dem Behältnis vorgesehen, so dass ein entsprechender Druck im Behältnis erzeugbar ist, damit sich das wenigstens eine flexible Fenster an die Oberfläche des Gewebes anpasst und dadurch eine zuverlässige Messung ermöglicht. Vorteilhaft wird mit der Druckerzeugungseinrichtung ein bestimmter Referenzdruck in dem Behältnis erzeugt, welcher als Ausgangswert für die nachfolgenden Messungen bzw. Auswertungen dient.

[0020] Die Druckerzeugungseinrichtung ist vorteilhaft im Gehäuse angeordnet und besonders vorteilhaft direkt in diesem integriert. Auf diese Weise ist die Druckmessvorrichtung leicht transportabel und kann eigenhändig von einer Person bedient werden.

[0021] Auf besonders vorteilhafter Weise kann bei einem Druckmesssystem zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs eine Druckmessvorrichtung mit einer Ultraschallmesseinheit kombiniert zu einer Messeinheit gekoppelt oder mit dieser verbunden werden. Dabei kann durch Druckausübung der kombinierten Vorrichtung auf ein darunterliegendes Gewebe bei gleichzeitiger Messung und Ultraschallbildgebung der geeignete Zeitpunkt zur Venendruckmessung bestimmt werden, indem die Veränderung des Gewebes zeitnah beobachtet wird.

[0022] Auf besonders vorteilhafte Weise lässt sich bei einer Weiterbildung des erfindungsgemässen Systems so der Druck der kollabierenden Vene bzw. der Verformungsgrad des Organs bestimmen. Ein Organ muss für die Druckmessung nicht vollständig im Ultraschall abgebildet werden, da die Druckmessung mit Gewährleistung von wiederholbaren und zuverlässigen Messergebnissen auch nur an einem Organteil erfolgen kann. Dadurch sind auch grosse Organe, wie z. B. eine Leber, messbar.

[0023] Besonders vorteilhaft lässt sich bei einer Weiterbildung des erfindungsgemässen Systems der Zeitpunkt des Kollabierens der Vene automatisch, beispielsweise durch Computerauswertung der Ultraschallmesswerte, in Verbindung mit den Druckmesswerten bestimmen.

[0024] Besonders vorteilhaft lässt sich bei einer Weiterbildung des erfindungsgemässen Systems der Zeitpunkt des Venenkollabierens durch bildverarbeitende und/oder bildauswertende Verfahren bestimmen, welche Ultraschallbilder analysieren.

[0025] Besonders vorteilhaft lässt sich bei einem Verfahren zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs gemäss der Erfindung ein Venendruck mit einer Druckmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bestimmen, indem teilautomatisiert die kombinierte Ultraschallmesseinheit- und Druckmessvorrichtung auf ein Gewebe aufgedrückt wird, bis

über eine Signalauswertung erkannt wird, dass eine Vene kollabiert oder ein bestimmter Verformungsgrad eines Organs erreicht ist und dabei der entsprechende Druck in der Druckmesskapsel gemessen wird.

[0026] In vorteilhafter Weise können je nach Komplexität der Druckmessvorrichtung in der vorgenannten Verfahrensvariante bereits vorverarbeitete Signale an eine Anzeige- und/oder Auswerteeinheit per Funk oder Verbindungskabel weitergeleitet werden. Auf diese Weise lässt sich je nach Anwendung vorhandener Infrastruktur das Verfahren zur Venendruckmessung optimal ausbilden.

[0027] Vorzugsweise wird eine Software zur Durchführung des bildverarbeitenden Verfahrens zur Verfügung gestellt. Eine solche Software stellt für sich eine eigenständige Erfindung dar. Der kollabierte Zustand einer Vene wird dabei durch die Umrechnung von Rohdaten (Pixeln) in eine durchströmte Querschnittsfläche der Vene erkannt. Als Kriterium für das Kollabieren kann eine gegenüber dem Querschnitt der unbelasteten Vene beliebige Querschnittsreduktion definiert werden. Bei Organen wird dementsprechend durch die Verschiebung von gewebebedingten Pixelanormalitäten (z. B. Blutgefässe, Dichteunterschiede, etc.) der Verformungsgrad des Organs oder des Organteils bestimmt. Wie bereits ausgeführt wurde, muss für eine Druckmessung mit der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung eines Organs dieses nicht vollständig im Ultraschall abgebildet werden.

[0028] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Software ist das automatische Erkennen des Beginns des Messzyklus durch den Beginn des Deformierens der Vene bzw. durch den Beginn der Verringerung der durchströmten Querschnittsfläche definiert. Bei Organen oder Organteilen wird vorteilhaft der Zeitpunkt gewählt, bei dem sich Pixelanormalitäten zu verschieben beginnen.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Software ist das automatische Erkennen der Messqualität durch Bestimmen der Lage der beobachteten Vene bzw. des Organs oder des Organteils gegenüber der Messachse des Ultraschallmesskopfs bzw. Ultraschallwandlers und/oder des Behältnisses der Druckmessvorrichtung definiert. Vorteilhaft wird dabei auch die Lage der Vene bzw. des Organs gegenüber benachbarten und insbesondere darunterliegenden Strukturen, wie Knochen oder dergleichen berücksichtigt.

[0030] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Software erfolgt ein automatischer Entscheid über akzeptable oder nicht akzeptable Messung durch Berücksichtigung und Analyse aller vorgenannten Daten.

[0031] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

[0032] Die Bezugszeichenliste und die Ansprüche sind Bestandteil der Offenbarung. Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile, Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indices geben funktionsgleiche oder ähnliche Bauteile an.

[0033] Es zeigen dabei:

Fig. 1 schematisch einen Ultraschallmesskopf mit Druckmesseinrichtung in Seitenansicht gemäss dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung, die über Verbindungskabel mit einer separaten Gehäuseeinheit gekoppelt ist; und

Fig. 3 ein Beispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche über Funk mit einer separaten Gehäuseeinheit gekoppelt ist.

[0034] Wie im Einzelnen aus Fig. 1 hervorgeht, die ein Beispiel aus dem Stand der Technik darstellt, welches Grundlage der vorliegenden Erfindung bildet, ist dort schematisch ein Ultraschallmesskopf 2 (bzw. Ultraschallmesseinheit) mit Druckmesseinrichtung in Seitenansicht gezeigt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich einerseits auf die aus dem Stand der Technik bekannte Ausführungsform sowie auch auf die entsprechenden Elemente der erfindungsgemässen Ausführungen.

[0035] Die hier dargestellte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Auflagedruck durch eine Kraft 1 auf den Ultraschallmesskopf 2 an der Ultraschallmesseinheit 7 auf das Gewebe 4, wie zum Beispiel die Haut einer Person, beispielsweise an einem Arm, ausgeübt und aufgebracht wird. Der resultierende Druck kann während der Untersuchung quantitativ gemessen und dargestellt werden. Zu diesem Zweck ist ein Ausführungsbeispiel einer Druckmesseinrichtung als Behältnis 5 in Form einer Druckmesskapsel ausgebildet, an welcher eine kommerziell erhältliche Ultraschallmesseinheit 7 für Ultraschallmessungen angekoppelt werden kann. Für den Fachmann ist es vorstellbar, dass eine insgesamt integrierte Druckmesseinrichtung auch als Einheit mit einer Ultraschallmesseinheit ausgeführt sein kann.

[0036] Grösse und Form des Behältnisses 5 können je nach Anwendung und Aufgabe variiert werden. Neben der fixen Kopplung oder konstruktiven Integration an oder in den Schallkopf sind verschiedene Ankopplungen an bekannte Schallköpfe denkbar. Vorzugsweise wird zwischen der Druckmesseinrichtung und der Ultraschallmesseinheit ein Gel 8 zur An-

wendung kommen. Eine Druckmessung kann mittels kommerziell erhältlicher Druckwandler vorgenommen werden, indem der Druck in der zwischen der Ultraschallmesseinheit und der Auflagemembran befindlichen Flüssigkeit gemessen wird. Zu diesem Zweck kann das Flüssigkeitsvolumen über einen Schlauch mit einem kommerziell erhältlichen hier jedoch nicht gezeigten Druckmessgerät verbunden werden.

[0037] In diesem Ausführungsbeispiel ist die Flüssigkeit 11 im Inneren des Behältnisses 5 zur Druckmessung mit einer Leitung 12 mit einem nicht dargestellten Druckmessgerät verbunden. Es ist besonders wichtig, dass die Flüssigkeit den Ultraschalldurchtritt nicht behindert und idealerweise vollständig für Ultraschall transparent ist. In diesem Zusammenhang haben sich insbesondere Glycerin-Wasser-Mischungen oder eine ähnliche Flüssigkeit bewährt. Das dargestellte Behältnis 5 ist durch eine flexible ultraschalldurchlässige Auflagemembran 13, die auch als nachgiebiges Fenster ausgeführt sein kann, an jener Seite abgeschlossen, welche zur Auflage auf das Gewebe 4 dient. In praktischen Versuchen hat sich gezeigt, dass das Material und die Auslegung dieser Auflagemembran 13 einen grossen Einfluss auf die Qualität der Ultraschallmessung haben. In zahlreichen Versuchen wurde Silikonelastomer als geeignet ermittelt. Bevorzugt der Typ MVQ (internationales Kurzzeichen), das sich durch folgende Daten auszeichnet: Härte 50° Shore A; Dichte 1,15 g/cm³; Aussehen milchigtransparent. Die Dicke der Auflagemembran sollte möglichst gering sein, zum Beispiel 0,4–0,5 mm. Das Material MVQ konnte problemlos mit einer Dicke von 1 mm eingesetzt werden. Kleinere Dicken sind von Vorteil, haben jedoch den Nachteil, dass sie sich leichter beschädigen lassen und schneller abnutzen. Dickere Membranen in der Grössenordnung von 3 mm und mehr beeinträchtigen dagegen das Ultraschallmessergebnis beträchtlich. Zwischen der Auflagemembran/dem nachgiebigen Fenster 13 und der Gewebeoberfläche 15 wird vorzugsweise ein Gel 17 eingebracht, um die Ankopplung des Ultraschalls in das Gewebe 4 zu verbessern. In die Rückseite 19 des Behältnisses 5 ist ein Fenster 20 eingelassen. Das Fenster 20 besteht wie die Auflagemembran/das nachgiebige Fenster 13 ebenso aus einem ultraschalldurchlässigen Material, welches bevorzugt eine geringe Biegsamkeit aufweist.

[0038] Beim Aufsetzen der Ultraschallmesseinheit 7 auf die Rückseite 19 kann sich das Fenster 20 an die Form der Stirn 22 der Ultraschallmesseinheit anpassen, die oft leicht gekrümmt ist. Als Material für das Fenster hat sich Teflon® (Polyfluorethylen, Dupont) in einer Dicke von ca. 0,05–0,7 mm als geeignet erwiesen. Dicken in der Grössenordnung von 1 mm und mehr führen zu einer deutlichen Verschlechterung der Qualität der Ultraschallmessung. Ab einer Dicke von 3 mm dieses gekrümmten Fensters waren die Messungen praktisch unbrauchbar. Bevorzugt sind das gekrümmte Fenster 20 und das biegsame Fenster oder Auflagemembran 13 in einem Rahmen 24 aus Metall gehalten.

[0039] In der nachfolgenden Beschreibung sowie in den Patentansprüchen dieser Erfindung werden das gekrümmte Fenster 20 auch als erstes Fenster und das biegsame Fenster/Auflagemembran 13 auch als zweites Fenster bezeichnet. Es ist in diesem Zusammenhang bei einer solchen Ausführungsform besonders vorteilhaft, dass beispielsweise sämtliche Gehäusebestandteile des Behältnisses 5 ausser den Fenstern 13 und 20 so hart als möglich ausgeführt sind, um druckstarr ausgeführt zu sein, so dass möglichst die gesamte Kraft 1 in Druck auf die Gewebeoberfläche umgesetzt wird, welcher zur Messung gelangt und der gemessene Druck nicht durch nachgiebige Gehäusebestandteile verfälscht wird. Im Hinblick auf den Rahmen 24, der keine besonderen Eigenschaften hinsichtlich Ultraschall aufweisen muss, kann also auch an andere Materialien, wie zum Beispiel harte Kunststoffe, gegebenenfalls mit Einlagen, gedacht werden.

[0040] Beispielsweise sind an der Rückseite des Behältnisses 5 am Rahmen Halter 26 befestigt, zwischen welche die Ultraschallmesseinheit 7 einschiebbar ist. Die Halter 26 können zum Beispiel mit Federelementen ausgestattet sein, um den Messkopf 7 zu halten. Dargestellt ist eine Variante mit Klettverschlüssen 28, welche eine stabile, druckfreie Fixierung der Ultraschallmesseinheit 7 auf dem Behältnis 5 gestatten. Beispielsweise sind am Halter 26 schwenkbare Flügel 30 vorgesehen, welche um Stäbe 32 schwenkbar sind und zur Fixierung der Ultraschallmesseinheit 7 mit Klettband versehen sind. Für die Ausführung der Verbindung zwischen dem Behältnis 5 und der Ultraschallmesseinheit 7 sind technisch beliebige Varianten denkbar. Im extremsten Fall ist eine untrennbare Verbindung zwischen der Ultraschallmesseinheit und der Druckmesseinrichtung vorgesehen.

[0041] In Ausführungsformen der Erfindung können sowohl das erste Fenster 20 als auch das zweite Fenster/Auflagemembran 13 aus Polytetrafluorethylen ausgeführt sein, abgekürzt PTFE und als Markenname mit der Bezeichnung Teflon von Dupont registriert. Es spielt dabei keine Rolle, ob lediglich das erste Fenster 20, das zweite Fenster 13 oder beide Fenster aus diesem Material ausgeführt sind. Der Vorteil dieses Materials beim Einsatz in Ausführungsbeispielen der Erfindung liegt darin, dass weniger Verluste auftreten, keine Vorspannung auftritt und damit eine genauere Druckmessung möglich ist. Die Auflagemembran 13 kann beispielsweise aus Schrumpfteflon ausgeführt sein. Falls das erste Fenster 20 oder die gekrümmte Scheibe eine geringe Elastizität aufweist, hat dies den Vorteil, dass weniger Verluste auftreten und die Messung dadurch genauer wird.

[0042] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung. Dargestellt sind ein als Gewebe 4 dienender menschlicher Unterarm 110 sowie eine Druckmessvorrichtung 300, welche aus einer Ultraschallmesseinheit 350 mit einer Versorgungs- und Steuerungszuleitung 340 sowie einem Behältnis 330 (Druckmesskapsel) mit einem ringförmigen 331 besteht. Das Behältnis 330 ist mit einem Drucksensor 325 gekoppelt. Neben einer kreisringförmigen Ausgestaltung, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel gezeigt, könnte dieser Gehäuseabschnitt 331 auch eine polygonale ringförmige Ausgestaltung aufweisen. Des Weiteren ist es denkbar, dass der ringförmige Gehäuseabschnitt 331 eine polygonale Aussenkontur und eine kreisförmige Innenkontur oder eine kreisförmige Aussenkontur und eine polygonale Innenkontur aufweist.

[0043] Ferner ist ein Betätigungsknopf 335 zum Starten der Messung an der Druckmessvorrichtung 300 angebracht. In diesem Ausführungsbeispiel ist ferner eine Druckauswertelektronik 345 in Form einer Verarbeitungseinheit in einem Gehäuse 305 vorgesehen. Diese ist beispielsweise als Prozessor in Form eines Mikroprozessors oder Mikrocontrollers ausgeführt. In dieser Ausführungsform ist die Druckauswertelektronik 345 mittels eines Datenkabels 420 mit einer Anzeigeeinheit 130 mit Tastatur 310 verbunden. Die Anzeigeeinheit 130 mit der Tastatur 310 bildet eine separate Gehäuseeinheit 400.

[0044] Besonders vorteilhaft ist das Behältnis 330 für die ultraschalltransparente Messflüssigkeit abgeschlossen ausgeführt und der Drucksensor 325 ist direkt an das geschlossene Volumen angekoppelt. In Fällen in denen ein Einfüllstutzen an dem Behältnis 330 mit ringförmigem Gehäuseabschnitt 331 für notwendig befunden wird, ist dieser während des Druck-Messvorgangs dicht verschlossen. Aus der Komplexität der in der Druckauswertelektronik 345 durchgeführten Messdatenverarbeitung leitet sich die Art und Menge der Daten ab, welche an die Anzeigeeinheit 130 weitergeleitet wird. Im Extremfall können lediglich grafische Daten über die Datenleitung 420 zur Verfügung gestellt werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die Druckauswertelektronik 345 Messsignale vom Drucksensor 325 umformt und daraus Druckwerte bestimmt, welche dann der Anzeigeeinheit 130 zur Verfügung gestellt werden. Es ist ferner denkbar, dass in der Anzeigeeinheit 130 Daten gespeichert und weiterverarbeitet werden, so dass beispielsweise eine Mittelwertbildung von verschiedenen Messungen durchgeführt werden kann oder Messreihen bzw. -serien von unterschiedlichen Bedienern verglichen werden können. Weiterhin besteht die Möglichkeit damit systematische Fehler der Messung zu ermitteln und zu kompensieren. Eine Kompensation kann entweder im Rahmen einer Anzeigeaufbereitung durchgeführt werden oder durch Einstellung geänderter Messparameter in der Druckauswertelektronik beim Messvorgang direkt berücksichtigt werden.

[0045] Auf der Anzeigeeinheit 130 können bspw. Druckmesswerte angezeigt werden. Ferner besteht die Möglichkeit, parallel dazu auch ein Abbild der Vene 6 darzustellen und diesem Abbild die aktuell im Gewebe 4 gemessenen Druckwerte gegenüberzustellen.

[0046] Des Weiteren ist in dem Gehäuse 305 eine Druckerzeugungseinrichtung 370 vorgesehen, mittels derer der Druck der Messflüssigkeit 11 im Behältnis 330 erhöht werden kann. Beispielsweise wird der Druck durch einen mechanischen Kolben der Druckerzeugungseinrichtung 370 erhöht, der das geschlossene Volumen komprimiert. Die Druckerzeugungseinrichtung 370 ist bspw. elektrisch, pneumatisch und/oder hydraulisch betrieben und wird entsprechend des verwendeten Mediums ausgebildet. Der in dem Gehäuse 305 vorgesehene Drucksensor 325 misst bei der Druckbeaufschlagung durch die Druckerzeugungseinrichtung 370 den Druck in der Messflüssigkeit 11 bevorzugt periodisch oder kontinuierlich.

[0047] In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu verstehen, dass beim Stand der Technik die Druckmessung nicht in einem geschlossenen Gehäuse erfolgt. Dies hat zur Folge, dass nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren die Lage einer Druckmessvorrichtung oder einer Druckregelungseinrichtung, wie sie in US 6,086,533 A beschrieben ist, bei einer ungenügenden vorgängigen Nulleichung zu Verfälschungen des Messergebnisses führen kann. Ferner ist zu festzustellen, dass die angekoppelten Flüssigkeit führenden Bauelemente, wie zum Beispiel die Leitung 12 zum Druckmessgerät und dort befindliche weitere Flüssigkeit führende Bauelemente, durch ihre elastischen Eigenschaften und den Sachverhalt, dass der Flüssigkeit eine grössere Fläche zur Verfügung steht, das Messergebnis erheblich beeinträchtigen können. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, dass das Flüssigkeitsvolumen in dem Behältnis für einen verbesserten Ultraschall Durchlass relativ gering ausfällt und ein entsprechendes grösseres Flüssigkeitsvolumen, welches durch die Leitung zum Druckmessgerät und die flüssigkeitsführenden Bauteile im Druckmessgerät hinzukommen, eine gewisse Messträgheit bedingen und daher die Messung verfälschen können. Insbesondere entfällt bei einer derartigen erfindungsgemässen Vorrichtung ein Kalibrierungsvorgang (Nulleichung), um den Einfluss von unterschiedlichen Flüssigkeitsniveaus zwischen Druckmesskapsel und Druckmessvorrichtung zu kompensieren.

[0048] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung dargestellt. Gegenüber Fig. 2 weist Fig. 3 den Unterschied auf, dass die Datenleitung 420 durch eine Funkverbindung, welche aus einem Sender 315 und aus einem Empfänger 320 besteht, ersetzt ist. Die Ausführung der Funkstrecke kann auf eine aus dem Stand der Technik bekannte Weise erfolgen. Sie kann unidirektional oder bidirektional sein. Gegebenenfalls bieten sich der Bluetooth® oder Zigbee® Standard als Grundlage der Funkverbindung an. Gegenüber der Ausführungsform in Fig. 2 weist die Ausführungsform in Fig. 3 ferner den Vorteil auf, dass lediglich ein Verbindungskabel 340 zur Versorgung der Ultraschallmesseinheit 350 benötigt wird und somit eine einfachere Handhabbarkeit der Druckmessvorrichtung 360 beim Druckmessvorgang gegeben ist.

[0049] Weiterhin besteht die Möglichkeit, die vom Sender 315 abgegebenen Daten mehrfach mittels mehrerer Empfangsgeräte zu empfangen und in geeigneterweise weiterzuverarbeiten. Beispielsweise können Druckmessreihen gespeichert werden, um systematische Messfehler zu ermitteln. Ferner können zu Schulungszwecken unterschiedliche Messdatensätze miteinander verglichen werden.

[0050] Bei den Ausführungsbeispielen gemäss den Fig. 2 und 3 bilden die Ultraschallmesseinheit 350 mit der Druckmessvorrichtung 300 bzw. 360 jeweils ein Druckmesssystem. Die Ultraschallmesseinheit 350 ist vorteilhaft mit der Druckmessvorrichtung 300 bzw. 360 und besonders vorteilhaft mit dieser mechanisch gekoppelt. Dazu kommen beispielsweise die Mittel zur Anwendung, welche für die im Zusammenhang mit der Kopplung gemäss der in Fig. 1 gezeigten Ausführung beschrieben wurden.

[0051] Bevorzugt können Bestandteile der Gehäuseabschnitte des Behältnisses und insbesondere dessen ringförmiger Gehäuseabschnitt 331 aus dem Kunststoff PEEK ausgeführt sein (Polyetheretherketon). Dieser Werkstoff hat den Vorteil, dass er eine grosse Härte (ISO 668, ISO 2039-2) von M99 aufweist und damit zur Anwendung in Druckmessvorrichtungen besonders geeignet ist. Ferner lässt sich dieser Werkstoff leicht spritzgussverarbeiten und ist damit Grundlage einer kostengünstigen Herstellung der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung.

[0052] Insbesondere lassen sich mit den erfindungsgemässen Druckmessvorrichtungen 300 bzw. 360 Venendrucke und Organdrücke bestimmen. Dies erlaubt bspw. eine schnelle und kostengünstige Messung des peripheren und zentralen Venendruckes (ZVD). Die bisherige konventionelle Messung erfolgt invasiv durch Einführen eines Katheters ins Herz. Eine solche Messung hat eine Komplikationsrate von ungefähr 20% und ist mit teilweise gravierenden Risiken für Patienten verbunden. Zudem dauert die Einlage des Katheters ca. 23 Minuten und muss von zwei Personen, von denen zwingend eine ein Arzt muss, vorgenommen werden. Der Eingriff ist relativ kostspielig. Demgegenüber stellt das erfindungsgemässe Druckmesssystem 100, 300, 360 bzw. 500 eine nichtinvasive schnellere, einfachere, günstigere und komplikationsfreie Messmethode zur Venendruckmessung zur Verfügung. Die Druckmessung kann hierbei durch geschultes Personal bzw. angelernte Untersucher durchgeführt werden.

[0053] Der Einsatz des erfindungsgemässen Druckmesssystems führt zur schnelleren Betriebsabläufen und erlaubt eine weitestgehend automatisierte Messung des zentralen Venendruckes, ähnlich dem von im Handel üblichen Blutdruckmessgeräten für den arteriellen Blutdruck. Hierzu wird eine Kombination aus einem Ultraschallmesskopf 350 und einer erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung 300 auf zu untersuchendes Patientengewebe beispielsweise am Arm 110 eines Patienten aufgesetzt und über eine Druckmessvorrichtung wird, wie in den obigen Ausführungsbeispielen dargestellt, der aus der Aufsetzkraft resultierende Druck im Gewebe 4 gemessen. Gleichzeitig wird mittels Ultraschall beobachtet, wie sich eine im Gewebe 4 befindliche Vene 6 verhält. Sobald beispielsweise die Vene 6 kollabiert, kann der zugehörige Druck im Gewebe 4 ermittelt werden, welcher dann dem Druck des Blutes in der Vene 6 entspricht.

[0054] Selbstverständlich ist die Messmethode nicht auf Venen beschränkt, sondern kann auch bei anderen Gewebestrukturen, insbesondere bei Organen oder Organteilen (z. B. der Leber oder der Milz) und andere Körperflüssigkeiten Anwendung finden.

[0055] Vorteilhaft kann der Messvorgang automatisch gestartet werden. Sobald ein Druckimpuls vom Drucksensor 325 gemessen wird, kann zum Beispiel die Anzeigevorrichtung 130 eingeschaltet werden, ferner kann ebenso über ein geeignetes Signal die Ultraschallmesseinheit 350 gestartet werden. Ein automatischer Startvorgang hat den Vorteil, dass das erfindungsgemässe Druckmesssystem 300 bzw. 360 energieeffizient eingesetzt werden kann. Es ist ferner denkbar, dass über geeignete Analysemethoden automatisch der Zeitpunkt festgestellt werden kann, an dem eine Vene 6 oder ein anderes Körperflüssigkeitsgefäss kollabiert. Beispielsweise ist es denkbar, dass über ein Körperschallmikrofon die Veränderung eines Blutströmungsgeräusches die Veränderung im Strömungsgeräusch als Indikator für das Kollabieren einer Vene 6 verwendet wird. Ebenfalls ist es denkbar, über bildverarbeitende Verfahren erzeugte Abbilder vom Inneren des Gewebes 4 in einer Extremität (z. B. Arm 110) automatisch zu analysieren, um die Lage einer Vene 6 aufzuspüren und deren Geometrieveränderung zu bestimmen. Auf diese Weise kann ebenfalls eine Detektion des Kollabierens der Vene 6 erfolgen, um den Zeitpunkt der korrekten Messung des Venendruckes festzulegen. Dieser Zeitpunkt wird dann im zeitlichen Verlauf der Druckmessung als Zeitpunkt festgelegt an dem der zentrale Venendruck ermittelt wurde.

[0056] Ferner kann vorteilhaft auf einer Anzeigeeinheit 130 gleichzeitig zum Druckverlauf ein Abbild der mittels Ultraschall beobachteten Vene 6 nebeneinander oder übereinander dargestellt werden. Eine derartige Ausführungsform bietet den Vorteil einer kompakten Darstellung und erlaubt es lediglich, eine Anzeigevorrichtung 130 für mehrere Anzeigefunktionen bereitstellen zu müssen.

[0057] Bei weiteren Ausführungsformen ist es beispielsweise denkbar, die von der erfindungsgemässen Druckmesseinrichtung gemessenen Messwerte zu sammeln und zur Qualitätskontrolle zu verwenden, um insbesondere die richtige Position der Druckermittlung, das heisst die korrekte Lage über einer Vene 6, nachvollziehen zu können und nachvollziehen zu können, ob die richtige und eine ausreichende Kraft für die Druckmessung auf das Gewebe 4 ausgeübt wurde.

[0058] Generell haben automatisierte Verfahren in Ausführungsformen der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung 300 bzw. 360 und des erfindungsgemässen Druckmesssystems den Vorteil, dass weniger Fehler auftreten. Ferner ist es auch denkbar, das Verfahren zur Messung der Lebersteifigkeit einzusetzen. Hierzu wird die Leber mittels des zunehmenden Drucks in der Messflüssigkeit bis zu einem bestimmten Verformungsgrad deformiert, wobei das Verhältnis von Verformungsgrad zum Druck das Mass für die Lebersteifigkeit darstellt. Alternativ kann die Lebersteifigkeit auch gemessen werden indem der Druck einer Lebervene ermittelt und im Umkehrschluss wird festgestellt, dass, je höher der Druck in der Lebervene ist, desto steifer das Lebergewebe ist.

[0059] Im Folgenden werden mögliche Benutzerfehler bei der Venendruckmessung und Massnahmen dagegen beschrieben.

- Die Anordnung der Druckmessvorrichtung ist zu weit von der Achse in Bezug auf die Zielvene entfernt und deswegen wird kein Spitzendruck auf die Vene ausgeübt. Daher sollte bevorzugt das erfindungsgemässe Verfahren zur Venendruckmessung eine Detektion der Mittelachse des Druckmesssystems und einen Vergleich derselben mit der Zielvene durchführen. Bevorzugt wird die Zielvene dabei farblich auf der Anzeigeeinheit markiert. Befindet sich die Druckmess-

- vorrichtung nicht in einer idealen Position für eine genaue Druckmessung, erfolgt vorzugsweise eine Warnung des Untersuchers mit Aufforderung zur Korrektur der Position der Druckmessvorrichtung und es erfolgt keine Freigabe der Druckmessung.
- Die Ausübung des Drucks durch die Druckmessvorrichtung auf die Vene erfolgt ungleichmässig und führt zur asymmetrischen Geweberschiebung zwischen der Druckmessvorrichtung, die das Gewebe 4 und die Vene 6 berührt. Daher werden erfindungsgemäss bevorzugt Oberflächen-Verschiebungs- und elastographische Verfahren angewendet werden, um solche Fälle aufzuspüren. Vorzugsweise erfolgt in einem solchen Fall eine Warnung des Untersuchers mit Aufforderung zur Korrektur mit Aufforderung zur gleichmässigen Druckaufbringung und es erfolgt keine Freigabe der Druckmessung.
 - Eine Anordnung der Druckmessvorrichtung erfolgt an einen ungeeigneten Ort. Als Abhilfe ist erfindungsgemäss eine Auswertung des Kontaktbereiches für die Druckmessvorrichtung vorgesehen. Beispielsweise wird ein geeigneter Ort zur Venendruckmessung durch Suchen nach innenliegendem Knochen 8 unterhalb der Zielvene 6 gefunden. Vorzugsweise erfolgt eine Warnung des Untersuchers mit Aufforderung zur Korrektur der Platzierung der Druckmessvorrichtung und es erfolgt keine Freigabe der Druckmessung.
 - Gegebenenfalls – bei den in den Fig. 2 und 3 beschriebenen Ausführungsformen normalerweise nicht – sollte der Systemdruck in der Messflüssigkeit 11 vor der Messung zu Null gesetzt werden (Nulleichung). Eine vorzugsweise vorgesehene automatische Kalibrierungsfunktion gestattet es dem Druckmesssystem, sich selbst vor der Messung zu kalibrieren. Dies sollte erfindungsgemäss bevorzugt durch die Detektion des gegenwärtigen Drucks zusammen mit dem dargestellten Ultraschallbild geschehen. Hierzu kann bspw. eine bestimmte Druckanstiegsrate, z. B. in Bezug auf einen durch den Untersuchenden oder das Druckmesssystem definierten Referenzdruck, in Verbindung mit einem Ultraschallbild, anhand dessen die Geweberschiebung bspw. anhand Anwendung elastographischer Verfahren detektiert wird, verwendet werden. Es entfällt hiermit eine Kalibrierung des Druckmesssystems zur Venendruckmessung durch den Untersucher vor Beginn der Messung und ein entsprechender Kalibrierungsfehler wird in vorteilhafter Weise vermieden.
 - Auch ist vorteilhaft eine sichtbare Darstellung des Messzyklus vorgesehen. Daran kann ein automatisches Aufspüren des Zeitpunktes, an dem die Messung begonnen wurde, durch Auswertung der Venengeometrie und ihrer Verformung erfolgen (Beispielsweise Beginn der Messung bei 5% Geometrieänderung von Venenhöhe zu Venenbreite). Ferner kann bevorzugt eine Benachrichtigung des Untersuchers über die Tatsache erfolgen, dass die Messung begonnen hat. Zum Beispiel kann dies durch Wechseln der Farben von bestimmten Bereichen des Bildschirms bzw. der Anzeigeeinheit geschehen. Vorteilhaft wird so sichergestellt, dass der Untersucher weiss, dass ein Messzyklus begonnen wurde, und ferner wird dem Untersucher ein weiteres Datum zur Auswertung in Form des Ausgangsdrucks bei der ersten Bewegung der Venengeometrie zur Verfügung gestellt.
 - Auch ist eine sichtbare Darstellung des Endes des Messzyklus vorgesehen. Dies gestattet ein automatisches Aufspüren des Zeitpunktes, an dem die Vene 6 kollabiert ist und die Messung vervollständigt wurde, durch Auswertung der Venengeometrie und ihrer Verformung. Zum Beispiel kann «Beenden» vorzugsweise definiert sein, wenn 95% der Geometrieänderung von Venenhöhe zu Venenbreite vorliegen, oder sobald kein hohler Bereich in der Vene 6 mehr detektiert werden kann. Bevorzugt erfolgt eine Benachrichtigung des Untersuchers über die Tatsache, dass die Messung abgeschlossen wurde. Dies geschieht zum Beispiel durch Wechseln der Farben von bestimmten Bereichen auf dem Bildschirm und durch Anzeige des Messergebnisses in, vorteilhaft grossen, Ziffern auf der Anzeigeeinheit (Bildschirm). Vorteilhaft wird so sichergestellt, dass der Untersucher weiss, dass ein Messzyklus beendet ist. Diese Daten können verwendet werden und ebenso kann eine neue Messung begonnen werden.
 - Vorzugsweise kann erfindungsgemäss sichergestellt werden, dass die Fortführung der Messung durch weitere Datensammlung an derselben Position erfolgt. Daher erfolgt bevorzugt eine automatische Detektion von weiteren Messungen, die es gestattet, dem Untersucher nach einer schlechten Messung eine weitere Messung unter Berücksichtigung der oben erwähnten Kriterien durchzuführen. Falls der Messzyklus abgeschlossen ist, wird die neue Messung ebenso angezeigt. Bevorzugt wird ein Mittelwert mit den vorangehenden Messungen am gleichen Ort ebenso angezeigt mit dem Wert der vorangehenden Messung. Ein fortwährendes Überwachen des Drucks und des analysierten Bildes resultieren vorteilhaft in einer automatischen Detektion des Messendes. Sobald zum Beispiel der Untersucher die Druckmessvorrichtung von der Haut des Patienten abhebt oder sie zu weit vom Ausgangsort der Messung entfernt bzw. verschiebt, kann vorteilhaft die Messung beendet werden. Fallweise kann danach vorteilhaft ein neuer Messzyklus angestossen werden, sobald der Untersucher den Betätigungsknopf an der Druckmessvorrichtung drückt oder die Druckmessvorrichtung mit der Haut in Berührung kommt und der Druck ansteigt, wobei vorteilhaft Gewebe 4 durch eine Auswertungssoftware detektiert werden kann. Eine solche Option kann beispielsweise von einem persönlichen Einstellmenü innerhalb der Software ausgewählt werden.
 - Um den Untersucher nicht zu verwirren und zum Zwecke einer übersichtliche Darstellung, werden vorteilhaft die gemessenen und ausgewerteten Daten in einem kombinierten Rahmen zusammen mit dem Ultraschallbild angezeigt, das durch die medizinische Ultraschallvorrichtung abgegeben wird.
 - Um einem Untersucher aktuelle Informationen über die Qualität des Messzyklus zu geben, sollten die detektierten Typologien von Haut, Oberfläche der Venendruckvorrichtung, Vene, Knochen; wie oben dargelegt, auf dem Bildschirm

angezeigt werden und farblich gemäss ihrem Status eingefärbt werden. Beispielsweise bedeutet Topologie grün «Kein Problem», rot «nicht akzeptabel» und orange «kritisch».

[0060] Das erfindungsgemässe Verfahren zur Venendruckmessung gibt eine einfache Vorgehensweise an, womit eine aus Druckmessvorrichtung und Ultraschallmesseinheit bestehende Druckmessvorrichtung zum automatisierten Messen von Venen- und oder Organdrücken eingesetzt werden kann.

[0061] Für den Fachmann sind angesichts der voranstehenden Beschreibung und Ausführungsbeispielen der erfindungsgemässen Druckmessvorrichtung des Systems zur Venendruckmessung und des Verfahrens zur Venendruckmessung Abwandlungen im Rahmen der technischen Möglichkeiten und der bekannten Vorrichtungen zur Druck- und Ultraschallmessungen denkbar.

Bezugszeichenliste

[0062]

- | | |
|-----|---------------------------|
| 1 | Kraft |
| 2 | Messkopf |
| 4 | Gewebe |
| 5 | Behältnis |
| 6 | Vene |
| 7 | Ultraschall-Applikator |
| 8 | Knochen |
| | |
| 11 | Messflüssigkeit |
| 12 | Leitung zur Druckmessung |
| 13 | Auflagemembran/2. Fenster |
| 15 | Gewebeoberfläche |
| 17 | Gel |
| | |
| 20 | 1. Fenster |
| | |
| 24 | Rahmen |
| 26 | Halter |
| 28 | Klettverschluss |
| 30 | Flügel |
| 32 | Stäbe |
| | |
| 100 | Druckmessvorrichtung |
| 105 | Gehäuse |
| 110 | Extremität |
| 115 | 1. Gehäuseteil |
| 120 | 2. Gehäuseteil |
| 125 | Scharnier |

130	Anzeigeeinheit
135	Verriegelungseinrichtung
140	Funktionstasten
150	Funktionstasten
160	Funktionstasten
170	Behältnis
171	1. Fenster v. 170
172	2. Fenster v. 170
175	Leitung zur Druckmessung
180	weiteres Behältnis
190	Ultraschallmesseinheit
195	Verbindungskabel
210	Gehäuseeinheit
220	Datenkabel
230	Funktionstasten
240	Funktionstasten
250	Steckverbinder
300	Druckmessvorrichtung
305	Gehäuse
310	Tastatur
315	Sender
320	Empfänger
325	Drucksensor
330	Behältnis
331	Ringförmiges Gehäuse
335	Betätigungsknopf
340	Verbindungskabel
345	Druckauswerteelektronik
350	Ultraschallmesseinheit
360	Drucksensor
370	Druckerzeugungseinrichtung
400	Gehäuseeinheit
420	Datenkabel

Patentansprüche

1. Druckmessvorrichtung (300) zur Kombination mit einer Ultraschallmesseinheit (350) aufweisend:
ein Behältnis (330), welches mit einer ultraschalltransparenten Messflüssigkeit (11) gefüllt ist, ein erstes ultraschall-durchlässiges Fenster (20) und ein zweites ultraschalldurchlässiges Fenster (13) aufweist, wobei wenigstens ein Fenster (13) flexibel ist, um sich der Oberfläche (15) eines Gewebes (4) anpassen zu können, wobei das Behältnis (330) so ausgestaltet ist, dass ein von der Ultraschallmesseinheit (350) ausgehender Ultraschall durch beide Fenster (13, 20) durchtritt und vom Gewebe (4) reflektierter Ultraschall ebenso durch beide Fenster (13, 20) durchtritt, gekennzeichnet durch
einen Drucksensor (325) zur Messung des Druckes in der Flüssigkeit (11) und dadurch, dass das Behältnis (330) ein abgeschlossenes Messflüssigkeitsvolumen (11) umschliesst.
2. Druckmessvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungskabel (420) zur Weitergabe der vom Drucksensor (325) ermittelten Werte vorgesehen ist oder dass ein Sender (315) zur Weitergabe der vom Drucksensor (325) ermittelten Werte vorgesehen ist.
3. Druckmessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Weiterverarbeitungseinheit (345), vorzugsweise in dem Gehäuse, zur Weiterverarbeitung von ermittelten Werten des Drucksensors (325) vorgesehen ist.
4. Druckmessvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzeigeeinheit (130) zur Anzeige von ermittelten Werten des Drucksensors (325) vorgesehen ist, wobei vorteilhaft die Anzeigeeinheit (130) in einer separaten Gehäuseeinheit (210) angeordnet ist, wobei die Gehäuseeinheit (210) zumindest eine Auswertevorrichtung und/oder Verarbeitungseinheit und/oder Funktionstasten (140, 150, 160, 230, 240) zur Steuerung der Vorrichtung aufweist.
5. Druckmessvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Halterung (26) für die Ultraschallmesseinheit (350) vorgesehen ist oder die Ultraschallmesseinheit (350) Bestandteil der Druckmessvorrichtung (300) ist.
6. Druckmessvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckerzeugungseinrichtung (370), vorzugsweise in dem Gehäuse (305), zur Druckbeaufschlagung zumindest der ultraschalltransparenten Messflüssigkeit (11) in dem Behältnis (330) vorgesehen ist.
7. Druckmesssystem zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs wenigstens aufweisend:
eine Druckmessvorrichtung (300) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit einer Ultraschallmesseinheit (350), wobei die Druckmessvorrichtung (300) und die Ultraschallmesseinheit (350) miteinander vorteilhaft mechanisch zu einer Messeinheit gekoppelt sind oder zu einer Messeinheit verbunden sind.
8. Verfahren zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs, bei dem eine mit einer Druckmessvorrichtung (300) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gekoppelte Ultraschallmesseinheit (350) oder bei dem ein Drucksystem nach Anspruch 7 auf ein Gewebe (4) unter dem sich die zu messende Vene (6) bzw. das zu messende Organ befindet, auf das Gewebe (4) aufgesetzt wird und solange der Druck auf das Gewebe (4) gesteigert wird, bis sich aus der Ultraschallmessung ergibt, dass die Vene (6) kollabiert bzw. das Organ einen vorbestimmten Verformungsgrad erreicht, wobei der zu diesem Zeitpunkt anliegende Druck von der Druckmessvorrichtung (300) als Venendruck bzw. Organdruck bestimmt wird, wobei die Auswertung von Messinformation vorzugsweise zumindest teilweise im Bereich eines Drucksensors (325) erfolgt und ausgewertete Messinformationen über Funk (315, 320) oder Verbindungskabel (420) an eine Anzeigeeinheit (130) und/oder Auswerteeinheit weitergeleitet werden.
9. Verfahren zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt der Druckmessung in einer Verarbeitungseinheit automatisch ermittelt wird.
10. Verfahren zur Druckmessung einer Vene oder eines Organs nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt des Kollabierens einer Vene (6) oder das Erreichen eines vorbestimmten Verformungsgrades eines Organs über ein bildverarbeitendes Verfahren bestimmt wird.

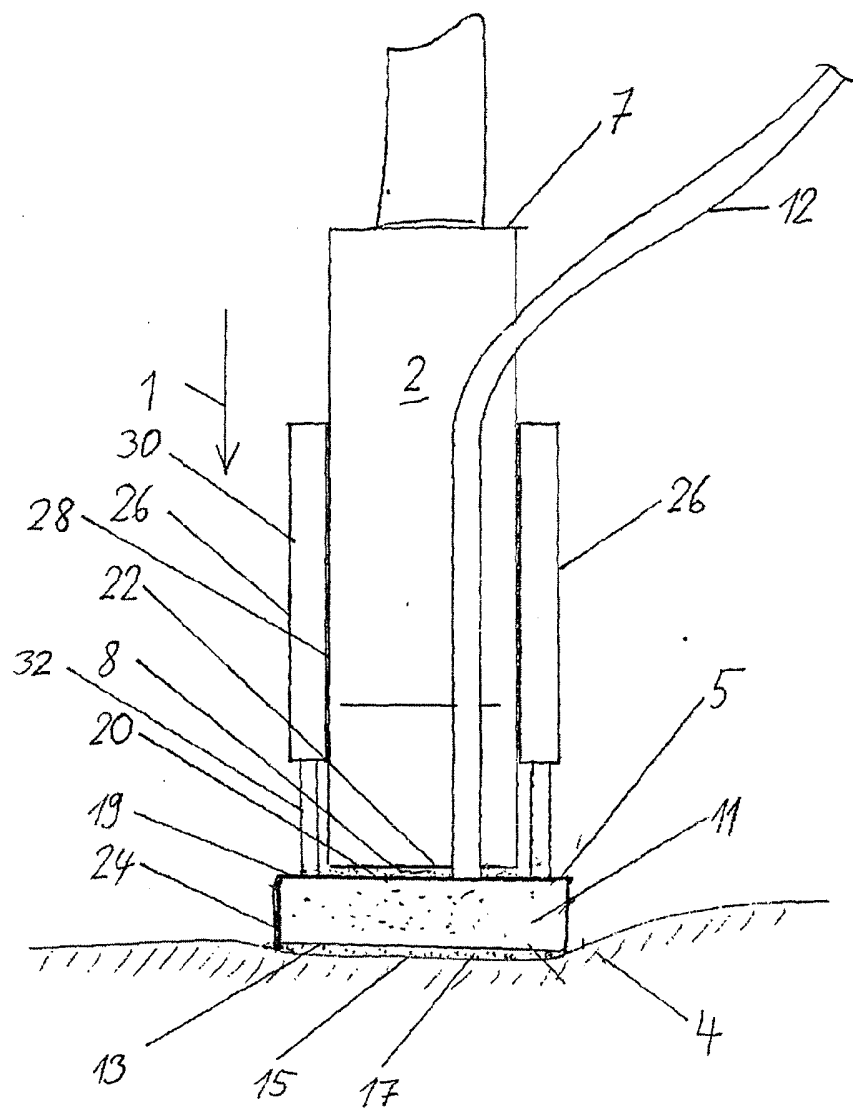
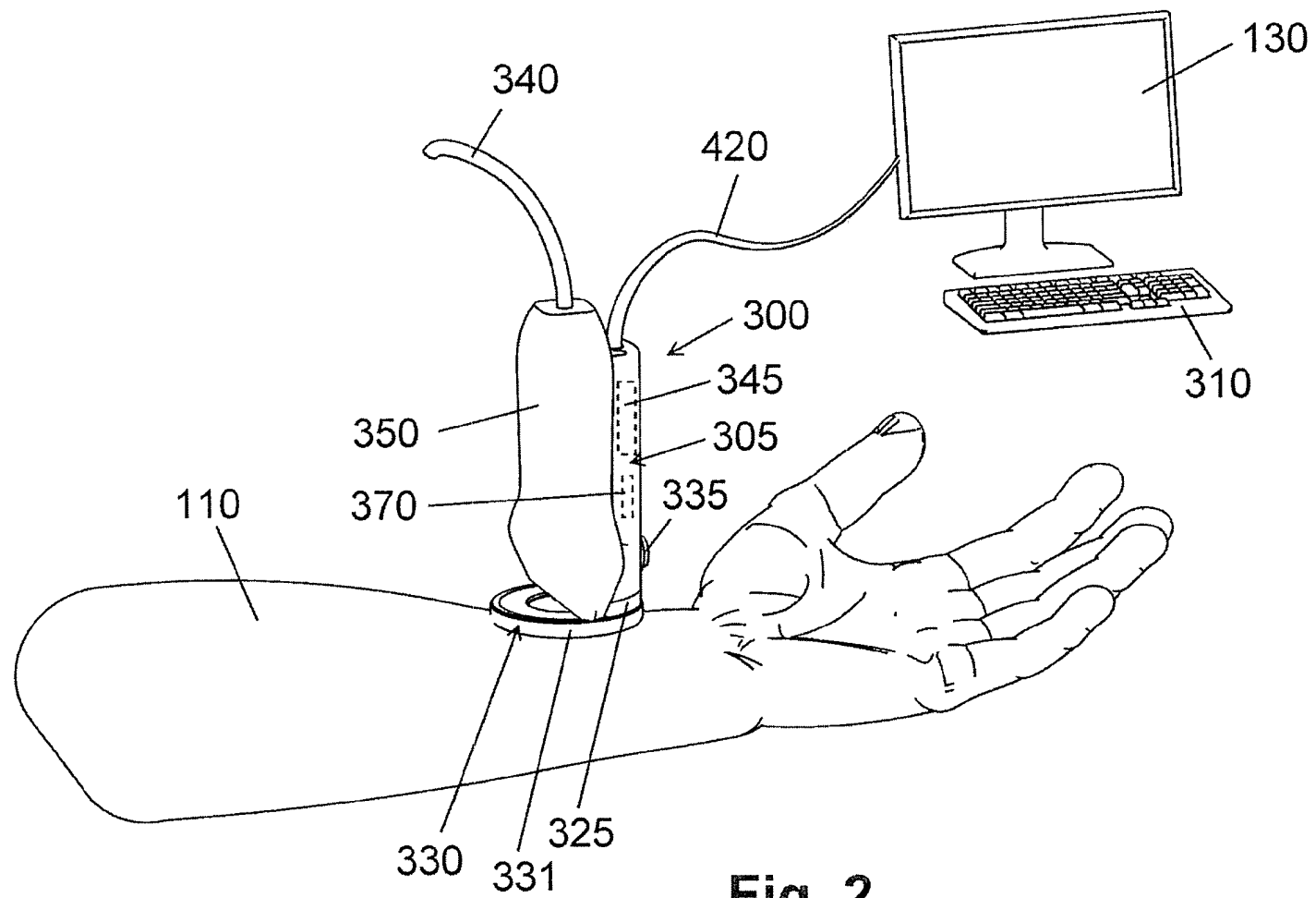


Fig. 1
Stand der Technik

**Fig. 2**

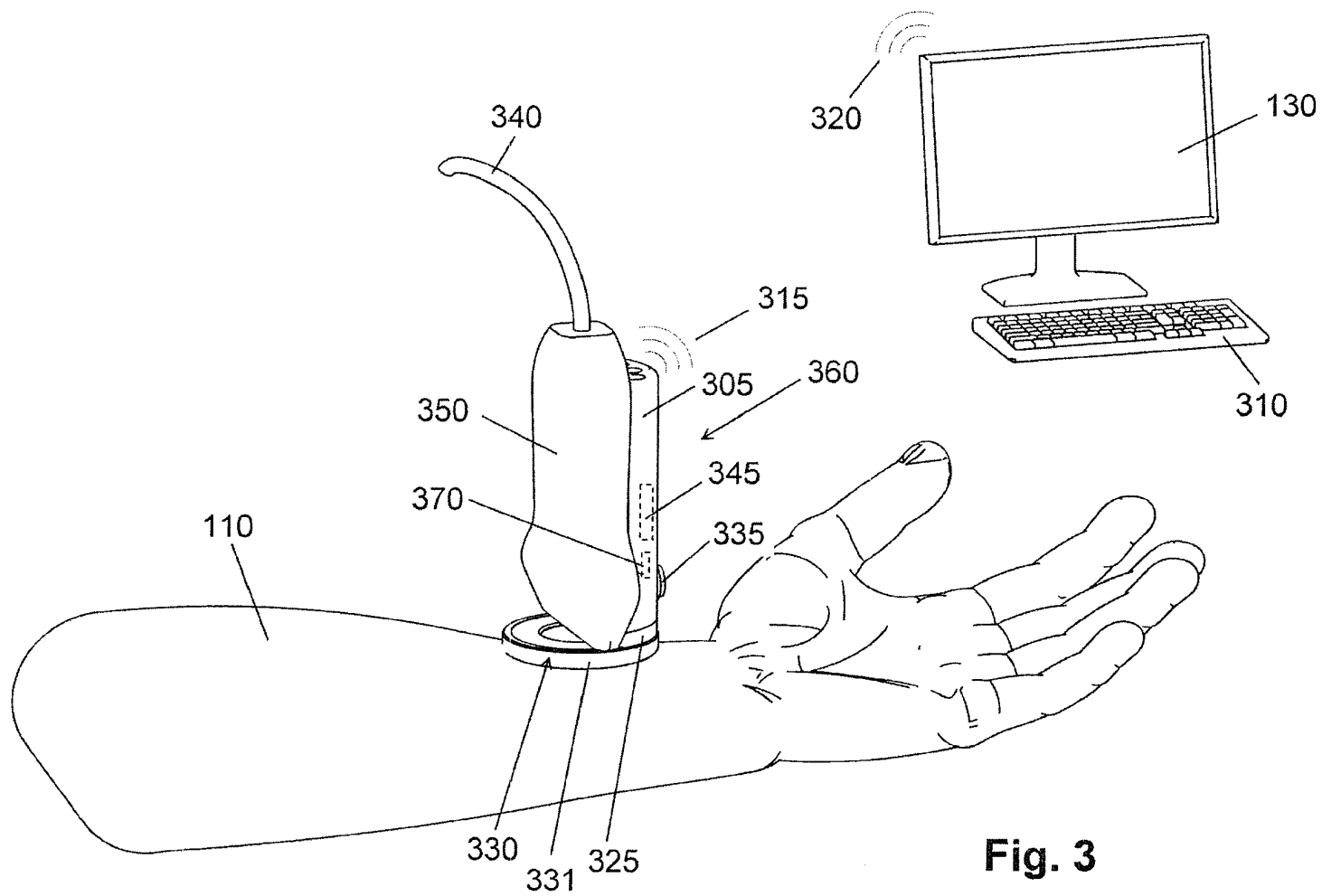


Fig. 3