

19



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU501093

12

**BREVET D'INVENTION****B1**

21

N° de dépôt: LU501093

51

Int. Cl.:

G01F 23/292, G01N 35/10

22

Date de dépôt: 27/12/2021

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

FÖLLING Jonas - Allemagne

43

Date de mise à disposition du public: 27/06/2023

74

Mandataire(s):

AAP PATENTANWALTSKANZLEI GRABOVAC -  
81243 München (Allemagne)

47

Date de délivrance: 27/06/2023

73

Titulaire(s):

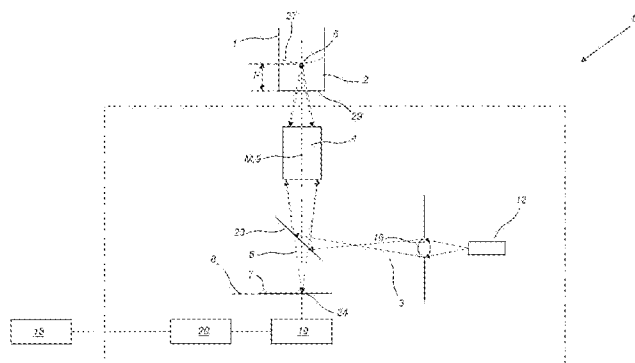
CYTENA GMBH - 79108 Freiburg (Allemagne)

54

**Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in einem Behältnis befindlichen Flüssigkeit.**

57

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in einem Behältnis befindlichen Flüssigkeit, bei dem Beleuchtungslicht emittiert wird, das von einem Objektiv in einem Fokuspunkt fokussiert wird, wobei ein im Fokuspunkt reflektiertes Messsignal von einer zweidimensionalen Detektionseinrichtung detektiert wird, die in einer Bildebene des Objektivs angeordnet ist, und wobei basierend auf dem detektierten Messsignal die untere Grenzfläche und/oder die obere Grenzfläche erfasst wird.



**Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in einem Behältnis befindlichen Flüssigkeit**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in einem Behältnis befindlichen Flüssigkeit. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Ermittlungsvorrichtung und eine Dispensiervorrichtung mit einer solchen Ermittlungsvorrichtung.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass Wirkstoffe, wie beispielsweise monoklonale Antikörper und andere Proteine mit Hilfe sogenannter monoklonaler Zelllinien hergestellt werden. Dies sind Populationen aus Zellen, die alle von einer einzelnen Mutterzelle abstammen. Das Herstellen von monoklonalen Zelllinien ist notwendig, da nur so sichergestellt werden kann, dass alle Zellen der Population ein annähernd gleiches Genom haben, um Wirkstoffe mit konstanter und reproduzierbarer Qualität zu erzeugen.

Um eine monoklonale Zelllinie zu erzeugen, werden Zellen einzeln in Behältnisse einer Mikrotiterplatte überführt. Die zu überführenden Zellen werden hergestellt, indem eine Host-Zelllinie genetisch verändert wird und diese veränderten Zellen vereinzelt werden. Das Ablegen einzelner Zellen in die Mikrotiterplatten geschieht durch Vorrichtungen, die auch als Dispensiervorrichtungen bezeichnet werden.

Es besteht der Bedarf, dass erfasst wird, ob die dispensierte Flüssigkeit mit enthaltener Zelle oder Partikel in das Behältnis gelangt ist. Aus EP 3 751 290 A1 ist eine Dispensiervorrichtung bekannt, die ein Scanvorrichtung aufweist, mittels der ein Teilvolumenbereich im Behältnis abgescannt wird, nachdem eine Flüssigkeit dispensiert wurde. Bei der Ausführung wird der Flüssigkeitsfüllstand in dem Behältnis durch den Benutzer eingegeben.

Das bekannte Verfahren weist den Nachteil auf, dass der Benutzer den Füllstand manuell eingeben muss und somit nicht ausgeschlossen werden kann, dass der eingegebene Füllstand falsch ist. Außerdem ist die Eingabe des Füllstands für den Benutzer zeitaufwändig, insbesondere wenn der Füllstand für jedes Behältnis einzeln eingeben muss. Außerdem kann sich der tatsächliche Füllstand von dem eingegebenen Füllstand unterscheiden. Dies ist dann der Fall, wenn beispielsweise ein Teil der Flüssigkeit verdunstet ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren anzugeben, mittels dem eine untere Grenzfläche und/oder eine obere Grenzfläche der im Behälter befindlichen Flüssigkeit auf einfache Weise ermittelt werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in einem Behältnis befindlichen Flüssigkeit, bei dem Beleuchtungslicht emittiert wird, das von einem Objektiv in einem Fokuspunkt fokussiert wird,

wobei

ein im Fokuspunkt reflektiertes Messsignal von einer zweidimensionalen Detektionseinrichtung detektiert wird, die in einer Bildebene des Objektivs angeordnet ist, und wobei

5 basierend auf dem detektierten Messsignal die untere Grenzfläche und/oder die obere Grenzfläche erfasst wird.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Dispensiervorrichtung bereitzustellen, bei der eine untere Grenzfläche und/oder eine obere Grenzfläche der im Behälter befindlichen Flüssigkeit auf einfache Weise ermittelt werden kann.

10

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche einer in dem Behältnis befindlichen Flüssigkeit, die

eine Lichtquelle zum Emittieren von Beleuchtungslicht,

ein Objektiv zum Fokussieren des Beleuchtungslichts in einem Fokuspunkt,

15 eine zweidimensionale Detektionseinrichtung aufweist, die in einer Bildebene des Objektivs angeordnet ist und ein am Fokuspunkt reflektiertes Messsignal detektiert, und

eine Auswertevorrichtung aufweist, die basierend auf dem Messsignal die untere Grenzfläche und/oder die obere Grenzfläche der im Behälter befindlichen Flüssigkeit ermittelt.

20 Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine nach dem fokalen Prinzip arbeitende Ermittlungsvorrichtung zum automatisierten Ermitteln des Flüssigkeitsstands in dem Behältnis herangezogen werden kann. Insofern besteht keine Notwendigkeit mehr, dass der Benutzer den Flüssigkeitsstand im Behältnis manuell eingeben muss. Es wurde jedoch erkannt, dass die bekannten Ermittlungsvorrichtungen nicht unverändert übernommen werden können. So kann das Behältnis im Rahmen eines Dispensiervorgangs

25 vibrieren und/oder bewegt werden. Dies führt dazu, dass das von dem Objektiv in einem Punkt der Bildebene fokussierte Messsignal in der Bildebene wandert. Insofern ist der Einsatz von bekannten konfokal arbeitenden Ermittlungsvorrichtungen, die beispielsweise eine eindimensionale Detektionseinrichtung und eine vor der Detektionseinrichtung angeordnete Lochblende aufweisen, nicht möglich, weil die Detektionseinrichtung kein oder nur ein schwaches Messsignal empfängt.

30

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass durch Anordnen der Detektionseinrichtung in der Bildebene und Verwenden einer zweidimensionalen Detektionseinrichtung die untere Grenzfläche und/oder die obere Grenzfläche der Flüssigkeit im Behältnis genau ermittelt werden kann. Insbesondere kann eine derartig ausgebildete Ermittlungsvorrichtung die obere Grenzfläche, insbesondere den Flüssigkeitsfüllstand, auch

35 ermitteln, wenn sich die Flüssigkeitsoberfläche aufgrund von Vibrationen oder eines Verschiebens des Behältnisses bewegt. Dies ist möglich, weil der in der Bildebene wandernde Punkt durch die Ermittlungsvorrichtung erfasst wird.

40

Die Ermittlungsvorrichtung arbeitet nach dem konfokalen Prinzip. Dies bedeutet, dass der Fokuspunkt und der Punkt in der Bildebene konfokal zueinander sind, das heißt, sie sind gleichzeitig im Fokus. Zum

Bestimmen der unteren Grenzfläche und/oder der oberen Grenzfläche kann, wie nachstehend noch näher beschrieben ist, der Fokuspunkt bewegt werden. Dabei kann der Fokuspunkt aus einem außerhalb des Behältnisses befindlichen Bereichs in einen Bereich innerhalb des Behältnisses bewegt wird.

5 Als zweidimensionale Detektionseinrichtung wird eine Detektionseinrichtung verstanden, bei dem sich die Detektionselemente in zwei Raumrichtungen erstrecken. Insbesondere erstrecken sich die Detektionselemente in der Bildebene. Dabei kann die Detektionseinrichtung als CCD-Detektor (Charge Coupled Devices), CMOS, SPAD-Array (Single Photon Avalanche Diode), als Faserbündel, bei dem jede Faser zu einem Detektorelement geführt wird, oder dergleichen ausgeführt sein.

10 Die dispensierte Flüssigkeit kann wenigstens ein biologisches Partikel enthalten. Das biologische Partikel können Mikroorganismen, wie Bakterien, Archaea, Hefen, Pilze, und Viren, oder Zellen, DNA, RNA oder Proteine sein. Die Flüssigkeit kann ein einziges oder mehrere der zuvor genannten biologischen Partikel enthalten. Dabei kann die Flüssigkeit eine Zellsuspension sein, die ein Wachstum der in der Flüssigkeit angeordneten Zellen fördern kann. Alternativ kann das Partikel ein Glas- oder Polymerkügelchen sein  
15 und im Wesentlichen das gleiche Volumen aufweisen wie eine Zelle. Die dispensierte Flüssigkeit kann die gleiche Flüssigkeit sein, die in dem Behältnis angeordnet ist.

Die Beleuchtungsquelle kann Beleuchtungslicht mit einer vorgegebenen Wellenlänge emittieren. So kann  
20 die Beleuchtungsquelle eine Glasfaser, in die Licht eingekoppelt wurde, oder eine Laserdiode sein. Auch andere punktförmige Lichtquellen, wie z.B. ein beleuchtetes Pinhole (Lochblende) sind möglich. Auch weitere Laser sind mögliche Lichtquellen.

Die obere Grenzfläche entspricht einer Flüssigkeitsoberfläche, insbesondere einer Phasengrenze  
25 zwischen der Flüssigkeit und Luft. Die untere Grenzfläche ist, insbesondere entlang einer Mittelachse des Behältnisses, versetzt zu der oberen Grenzfläche angeordnet. Dabei bildet die untere Grenzfläche einen Flüssigkeitsboden und/oder ist eine Phasengrenze zwischen der Flüssigkeit und einem Behältnisboden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann eine Dispensiervorrichtung vorhanden sein, die eine  
30 erfindungsgemäße Ermittlungsvorrichtung aufweist. Die Dispensiervorrichtung kann einen Dispenser zum Dispensieren von Flüssigkeit in das Behältnis aufweisen.

Die mittels der Dispensiervorrichtung ausgegebene Flüssigkeit kann ein, insbesondere frei fliegender,  
Tropfen sein. Der flüssige Tropfen kann ein Volumen in einem Bereich zwischen 1 pl (Pikoliter) bis 1 µL  
35 (Mikroliter) aufweisen. Dabei kann die Probenausgabe nach einer Drop-on-Demand Betriebsweise ausgeführt werden. Bei dieser erfolgen durch die Dispensiervorrichtung eine diskrete und keine kontinuierliche Probenausgabe. Zum Realisieren der Drop-on-Demand Betriebsweise kann die Dispensiervorrichtung ein Betätigungsmittel aufweisen, das beispielsweise ein piezoelektrisch betriebener Aktor sein kann. Alternativ kann die ausgegebene Flüssigkeit ein Flüssigkeitsstrahl sein, der nach  
40 Ausgeben aus einem Dispenser der Dispensiervorrichtung gegebenenfalls in einzelne Flüssigkeitstropfen

zerfällt.

Die Dispensiervorrichtung kann einen Abschnitt, insbesondere eine mechanische Membran, aufweisen, die durch ein Betätigungsmittel betätigbar ist. Bei einer Betätigung des Betätigungsmittels wird die Flüssigkeit, insbesondere ein Tropfen oder Flüssigkeitsstrahl, aus dem Dispenser der Dispensiervorrichtung ausgestoßen.

In der aus der Dispensiervorrichtung ausgegebenen Flüssigkeit kann kein Partikel enthalten sein. Alternativ kann in der ausgegebenen Flüssigkeit ein einziges Partikel enthalten sein. Darüber hinaus kann in der ausgegebenen Flüssigkeit mehr als ein einziges Partikel enthalten sein.

Bei einer besonderen Ausführung kann der Fokuspunkt entlang einer optischen Achse des Objektivs bewegt werden. Dadurch können mehrere Messsignale erzeugt werden. Jedes der Messsignale ist einer Stellung eines Fokuspunkts entlang der optischen Achse zugewiesen. Mit anderen Worten die Ermittlungsvorrichtung, insbesondere das Objektiv, wird entlang der optischen Achse bewegt, sodass die Fokuspunkte entlang der optischen Achse versetzt zueinander angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich können andere Komponenten der Ermittlungsvorrichtung bewegt werden, um den Fokuspunkt entlang der optischen Achse zu bewegen. So kann wahlweise eine Linse mit veränderlicher Brennweite, ein deformierbarer Spiegel ein SLM (Spatial Light Modulator) oder ein anderes geeignetes Element verwendet werden, um den Fokuspunkt zu bewegen. Insofern kann der Flüssigkeitsstand besonders schnell ermittelt werden, indem eine Halteeinrichtung zum Halten des Behältnisses und/oder die Ermittlungsvorrichtung oder Komponenten der Ermittlungsvorrichtung entlang einer optischen Achse des Objektivs bewegt wird. Im Ergebnis kann der Flüssigkeitsstand durch Bewegen des Fokuspunkts entlang der optischen Achse, also durch Bewegen ausschließlich entlang einer einzigen Achse, schnell ermittelt werden. Insbesondere ist es nicht notwendig, den Fokuspunkt entlang einer anderen Achse zu bewegen.

Die Dispensiervorrichtung kann eine Steuervorrichtung aufweisen. Die Steuervorrichtung kann ein Bewegen der Ermittlungsvorrichtung und der Halteeinrichtung relativ zueinander veranlassen. Insbesondere kann die Steuervorrichtung ein Bewegen der Ermittlungsvorrichtung relativ zu der Halteeinrichtung und/oder der Halteeinrichtung relativ zu der Ermittlungsvorrichtung veranlassen. Mit anderen Worten, die Steuervorrichtung kann ein Bewegen des Fokuspunkts veranlassen. Die Steuervorrichtung kann einen oder mehrere Prozessoren zum Verarbeiten von Daten aufweisen. Dabei kann die Steuervorrichtung eine Leiterplatte aufweisen. Alternativ kann die Steuervorrichtung ein Prozessor sein.

Die schnelle Ermittlung der unteren Grenzfläche und/oder der oberen Grenzfläche der Flüssigkeit kann auch dadurch erreicht werden, dass pro Objektebene nur eine Messung durchgeführt wird. Somit muss kein Abscannen des Behältnisses in der Objektebene erfolgen. Wie nachfolgend noch näher ausgeführt wird, ist es vorteilhaft, wenn die Halteeinrichtung und/oder die Ermittlungsvorrichtung so zueinander angeordnet sind, dass der Fokuspunkt auf einer Mittelachse des Behältnisses liegt.

Die Ermittlungsvorrichtung kann eine Abbildungsvorrichtung zum Abbilden des wenigstens einen Messsignals aufweisen. Die Abbildungsvorrichtung kann eine Kamera sein und/oder die Detektionseinrichtung aufweisen. Dabei kann die Abbildungsvorrichtung derart konfiguriert sein, dass sie basierend auf dem Messsignal eine Abbildung erzeugt. Mittels der Abbildungsvorrichtung können auf der Basis mehrerer Messsignale mehrere Abbildungen erzeugt werden. Die einzelnen Messsignale resultieren aus Reflektionen an Fokuspunkten, wobei sich die Fokuspunkte in ihrer Position entlang der optischen Achse des Objektivs voneinander unterscheiden.

Die Auswertevorrichtung kann wenigstens ein Messsignal auswerten und basierend auf dem Auswertergebnis den Flüssigkeitsstand im Behältnis ermittelt. Die Auswertung des Messsignals kann auch auf der Basis der Abbildungen erfolgen. Insbesondere kann wenigstens eine Abbildung ausgewertet und basierend auf dem Auswertergebnis der Flüssigkeitsstand erfasst werden. Die Auswertevorrichtung kann Bestandteil der Abbildungsvorrichtung sein. Alternativ kann die Auswertevorrichtung Bestandteil der Steuervorrichtung sein.

Als Flüssigkeitsfüllstand wird der Abstand zwischen der unteren Grenzfläche und der oberen Grenzfläche der Flüssigkeit verstanden. Der Flüssigkeitsfüllstand kann dadurch ermittelt werden, dass geprüft wird, ob der Fokuspunkt auf der oberen Grenzfläche liegt. Mit anderen Worten, es wird eine Stellung der Ermittlungsvorrichtung gesucht, bei der der Fokuspunkt auf der oberen Grenzfläche liegt. Wie oben beschrieben ist, wird dazu die Ermittlungsvorrichtung entlang der optischen Achse und/oder entlang oder parallel zur Mittelachse des Behältnisses bewegt.

Das Behältnis kann Bestandteil einer Mikrotiterplatte sein. Mikrotiterplatten können mit einer unterschiedlichen Anzahl an Behältnissen ausgebildet sein. So sind Mikrotiterplatten mit 6 bis 4096 Behältnissen bekannt, wobei üblicherweise Mikrotiterplatten mit 96, 384 oder 1536 Behältnissen verwendet werden.

Bei einer besonderen Ausführung kann die Auswertevorrichtung prüfen, ob eine optische Eigenschaft des Messsignals eine Schwellwertbedingung erfüllt. Insbesondere kann die Auswertevorrichtung prüfen, ob eine Messsignalintensität größer als ein vorgegebener Schwellwert ist. Die Prüfung kann auf der Basis der erzeugten Abbildungen erfolgen. Im Ergebnis können auf einfache Weise Abbildungen und/oder Messsignale von der weiteren Prüfung ausgeschlossen werden. So ist die Messsignalintensität umso geringer, je größer der Abstand vom Fokuspunkt zur unteren und/oder oberen Grenzfläche ist. Der Schwellwert kann von einem Benutzer vorgegeben oder in einem elektrischen Speicher hinterlegt sein.

Alternativ oder zusätzlich kann eine Messsignalfläche geprüft werden. So kann geprüft werden, ob die Messsignalfläche größer als eine vorgegebene Schwellwertfläche ist. Ist dies der Fall, sollte der Fokuspunkt verfahren werden, bis die Messsignalfläche kleiner als die vorgegebene Schwellwertfläche ist. In diesem Fall dürfte sich auch die Messsignalintensität vergrößern. Die Schwellwertfläche kann vom

Benutzer vorgegeben oder in einem elektrischen Speicher hinterlegt sein.

5 Darüber hinaus kann die Auswertevorrichtung prüfen, ob wenigstens ein Signalmuster wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist. Ein Signalmuster entsteht aufgrund der räumlichen Verteilung des Messsignals und wird in der Bildebene abgebildet. Das Messsignal kann kein Signalmuster oder ein einziges oder mehrere Signalmuster enthalten. Die Auswertevorrichtung kann die erzeugte Abbildung nach dem abgebildeten Signalmuster auswerten. Die Mustereigenschaft kann eine physikalische und/oder optische Eigenschaft des Signalmusters sein. So kann die Mustereigenschaft die Mustergröße und/oder Musterintensität und/oder die Musterkontur und/oder die Musterposition des Signalmusters sein.

10 Es wird die Tatsache ausgenutzt, dass ein einer unteren Grenzfläche und/oder einer oberen Grenzfläche zugeordnetes Signalmuster wenigstens eine bestimmte Mustereigenschaft hat. So weist das relevante Signalmuster vorzugsweise eine Runde Kontur oder eine im Wesentlichen runde Kontur auf. Darüber hinaus kann das relevante Signalmuster in der Mitte der Abbildung oder in der Mitte relativ zu den anderen Signalmustern angeordnet sein. Auch lässt eine Größe des Signalmusters und oder eine Signalintensität darauf schließen, ob das jeweilige Signalmuster relevant ist oder nicht.

20 Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass eine untere und/oder obere Grenzfläche einer Flüssigkeit auch bei einer sich bewegenden oder verändernden Grenzfläche erfasst werden kann. Dies ist möglich, weil in der Bildebene eine zweidimensionale Detektionseinrichtung angeordnet ist und daher auch ein bewegendes und/oder sich veränderndes Messsignal kontinuierlich erfasst werden kann. Im Gegensatz dazu, können die aus dem Stand der Technik bekannten eindimensionalen, punktförmigen Detektionseinrichtungen nicht eingesetzt werden, weil sie beim Bewegen der Grenzfläche kein Messsignal detektieren.

25 Die Auswertevorrichtung kann für das Signalmuster, das die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist, einen Messwert bestimmen. Insbesondere kann das Signalmuster dahingehend ausgewertet werden, ob es in einem vorgegebenen Bereich liegt. Dabei wird der Teil des Signalmusters, der in dem vorgegebenen Bereich liegt, oder das gesamte Signalmuster, wenn es in dem vorgegebenen Bereich liegt, verwendet, um einen Messwert zu bestimmen. Dabei können Signalwerte des in dem vorgegebenen Bereich liegenden Signals addiert werden. Das Vorsehen des vorgegebenen Bereichs bietet den Vorteil, das sichergestellt ist, dass eine Vielzahl von Messwerten miteinander verglichen werden können.

35 Es ist möglich, dass für mehrere Signalmuster, die jeweils die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweisen, jeweils ein Messwert bestimmt wird. Im Ergebnis liegen nach der Auswertung mehrerer Signalmuster mehrere Messwerte vor. Dabei kann die Anzahl der Messwerte der Anzahl der Signalmuster entsprechen. Auf der Basis der bestimmten Messwerte kann ein Wert bestimmt werden. Der Wert kann durch Interpolation bestimmt werden. Insbesondere kann der bestimmte Wert einem, 40 insbesondere lokalem, Maximum entsprechen. Dieses Vorgehen bietet den Vorteil, dass die untere

und/oder obere Grenzfläche genau und schnell bestimmt werden kann. So muss nur eine bestimmte Anzahl an Messwerten bestimmt werden, ausgehend von denen der Wert bestimmt werden kann. Insbesondere ist es nicht notwendig, dass eine Stellung angefahren wird, bei der der Fokuspunkt in der unteren und/oder oberen Grenzfläche liegt.

5

Anschließend kann geprüft werden, ob der Messwert und/oder der bestimmte Wert eine Wertbedingung erfüllt. Insbesondere kann festgelegt werden, dass sich der Fokuspunkt auf der unteren Grenzfläche und/oder der oberen Grenzfläche befindet, wenn der Messwert und/oder der bestimmte Wert die Wertbedingung erfüllt. Dabei kann geprüft werden, ob der Messwert und/oder der bestimmte Wert oberhalb eines vorgegebenen Werts liegt. Ist dies der Fall, ist die Wertbedingung erfüllt. Dieses Vorgehen bietet den Vorteil, dass durch Prüfen der Wertbedingung genau bestimmt werden kann, ob der Fokuspunkt in der unteren und/oder oberen Grenzfläche liegt, weil Signalmuster aussortiert werden können, die ansonsten als relevant angesehen würden.

10

15

Im Ergebnis ist die untere und/oder obere Grenzfläche bestimmt. Dabei kann die Stellung der Ermittlungsvorrichtung ermittelt und in einem elektrischen Speicher hinterlegt werden. Als Stellung der Ermittlungsvorrichtung wird auch die Stellung einzelner Komponenten der Ermittlungsvorrichtung, wie beispielsweise das Objektiv, angesehen.

20

Die Kenntnis der Stellung der Ermittlungsvorrichtung und somit der oberen Grenzfläche bzw. des Füllstands ist insbesondere bei einem Dispensiervorgang vorteilhaft. Wie oben beschrieben ist, wird nach einem Dispensieren von Flüssigkeit ein Teilbereich des Behältnisses gescannt, um bestimmen zu können, ob die dispensierte Flüssigkeit tatsächlich im Behältnis gelandet ist. Bei Kenntnis der oberen Grenzfläche kann der zu scannende Teilbereich genau bestimmt werden, sodass das Scannvorgang nicht lange dauert.

25

Bei einer besonderen Ausführung kann die Steuervorrichtung veranlassen, dass das Behältnis in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse des Objektivs bewegt wird, wenn kein Messsignal detektiert wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuervorrichtung veranlassen, dass die Ermittlungsvorrichtung in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse des Objektivs bewegt wird, wenn kein Messsignal detektiert wird. Dies kann notwendig sein, wenn sich der Fokuspunkt in einem Meniskusbereich der Flüssigkeit befindet. In diesem Fall gelangt das reflektierte Licht nicht mehr oder nur teilweise in das Objektiv, sodass die oben beschriebene Prüfung der Signalmuster nicht erfolgen kann. Als Meniskus wird eine Wölbung in der Oberfläche der Flüssigkeit verstanden. Die Wölbung kann konkav oder konvex sein.

30

35

Durch Bewegen der Halteeinrichtung für das Behältnis und/oder der Ermittlungsvorrichtung oder Komponenten der Ermittlungsvorrichtung relativ zueinander kann sichergestellt werden, dass das im Fokuspunkt reflektierte Messsignal zum großen Teil durch das Objektiv durchgeht. Dabei hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn eine weitere Beleuchtungsquelle vorhanden ist, die das Behältnis,

40

insbesondere flächig, beleuchtet. Die Detektionseinrichtung kann ein von dem beleuchteten Behältnis ausgehendes weiteres Messsignal detektieren.

Das Vorsehen der weiteren Beleuchtungsquelle weist den Vorteil auf, dass auf der Basis des weiteren Messsignals ein Behältnisrand bestimmt werden kann. Sofern die Stellung der Ermittlungsvorrichtung relativ zu dem Behältnis ungünstig ist, ist dies dadurch erkennbar, dass nur ein Behältnisrandabschnitt in der Bildebene abgebildet wird. Die Steuervorrichtung kann dann veranlassen, dass das Behältnis, insbesondere die Halteeinrichtung, relativ zu der Empfangsvorrichtung bewegt wird, wenn eine Auswertung des weiteren Messsignal ergibt, dass lediglich ein Behältnisrandabschnitt aufgenommen wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuervorrichtung veranlassen, dass die Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln der unteren und/oder oberen Grenzfläche relativ zu dem Behältnis bewegt wird, wenn eine Auswertung des weiteren Messsignal ergibt, dass lediglich ein Behältnisrandabschnitt aufgenommen wird.

Dabei kann die Steuervorrichtung veranlassen, dass das Behältnis und/oder die Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln des Flüssigkeitsstands derart relativ zueinander bewegt werden, dass eine Mittelachse des Behältnisses koaxial zu der optischen Achse des Objektivs ist. In diesem Fall wird der gesamte Behältnisrand in der Bildebene abgebildet. Dadurch wird erreicht, dass sich der Fokuspunkt nicht mehr in dem Meniskusbereich der Flüssigkeit befindet, sondern in einem horizontalen Bereich der Flüssigkeit. Insofern kann Bewegungen des Behältnisses und/oder der Ermittlungsvorrichtung relativ zueinander erreicht werden, dass der Meniskusbereich keinen negativen Einfluss auf die Bestimmung der oberen Grenzfläche hat.

Das optische System zwischen der Beleuchtungsquelle und dem Behältnis, sowie zwischen Behältnis und Detektor kann zusätzlich zu dem Objektiv noch eine oder mehrere weitere Linsen aufweisen. In diesem Fall wird die Abbildung durch das Objektiv und die eine oder mehrere Linsen durchgeführt.

In den Figuren ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt, wobei gleiche oder gleichwirkende Elemente zumeist mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung einer Ermittlungsvorrichtung und eines Behältnisses,

Fig. 2 eine Darstellung von in der Detektoreinrichtung abgebildeten Signalmustern,

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm zum Ermitteln des Füllstands in dem Behältnis,

Fig. 4 eine Vielzahl von Messwerten abhängig von der Stellung des Fokuspunkts,

Fig. 5 eine Darstellung der in Figur 1 gezeigten Ermittlungsvorrichtung, bei der die Beleuchtungsquelle Beleuchtungslicht emittiert,

Fig. 6 eine Darstellung der in Figur 1 gezeigten Ermittlungsvorrichtung, bei der die weitere Beleuchtungsquelle Beleuchtungslicht emittiert,

Fig. 7 eine Darstellung einer Dispensiervorrichtung mit der Ermittlungsvorrichtung.

5

Die in Figur 1 gezeigte Ermittlungsvorrichtung 11 dient zum Ermitteln einer oberen Grenzfläche 27, insbesondere einer Flüssigkeitsoberfläche, und/oder einer unteren Grenzfläche 29, insbesondere eines Flüssigkeitsbodens, einer Flüssigkeit 2 in einem Behältnis 1. Das Behältnis 1 ist mit einer Flüssigkeit 2 gefüllt. Der Flüssigkeitsstand F entspricht dem Abstand zwischen der unteren Grenzfläche 29 und der oberen Grenzfläche 27 entlang einer Mittelachse M des Behältnisses 1.

10

Die Ermittlungsvorrichtung 11 weist eine Beleuchtungsquelle 12 zum Emittieren von Beleuchtungslicht 3 auf. Darüber hinaus weist die Ermittlungsvorrichtung 11 ein Objektiv 4 zum Fokussieren des Beleuchtungslichts 3 in einem Fokuspunkt 5, der sich innerhalb des Behältnisses 1 befindet, auf. Dies bedeutet, dass die Ermittlungsvorrichtung 11, insbesondere das Objektiv 4, und das Behältnis 1 derart zueinander angeordnet sind, dass sich der Fokuspunkt 5 in dem Behältnis 1 befindet. Bei der in Figur 1 dargestellten Anordnungen ist die Mittelachse M des Behältnisses 1 und eine optische Achse 9 des Objektivs 4 coaxial zueinander angeordnet.

15

20

Die Ermittlungsvorrichtung 11 weist außerdem eine zweidimensionale Detektionseinrichtung 7 auf. Die zweidimensionale Detektionseinrichtung 7 kann ein CCD-Detektor sein. Darüber hinaus ist die zweidimensionale Detektionseinrichtung 7 in einer Bildebene 8 des Objektivs 4 angeordnet und detektiert ein am Fokuspunkt 5 reflektiertes Messsignal 6. In den Figuren ist das Beleuchtungslicht 3 mit durchgezogenen Linien und das Messsignal 6 mit gestrichelten Linien dargestellt.

25

Darüber hinaus weist die Ermittlungsvorrichtung 11 eine Abbildungsvorrichtung 19 und eine Auswertevorrichtung 20 auf. Die Auswertevorrichtung 20 ermittelt basierend auf dem detektierten Messsignal 6 den Flüssigkeitsstand der im Behälter 1 befindlichen Flüssigkeit 2. Die Abbildungsvorrichtung 19 ist mit der Detektionseinrichtung 7 elektrisch verbunden. Insbesondere erzeugt die Abbildungsvorrichtung 19 auf der Basis des detektierten Messsignals 6 eine Abbildung. Die Auswertevorrichtung 20 ist mit der Abbildungsvorrichtung 19 elektrisch verbunden und wertet die Abbildung und/oder das detektierte Messsignal 6 aus. Das Auswertergebnis der Auswertevorrichtung 20 kann einer Steuervorrichtung 18 einer in Figur 6 dargestellten Dispensiervorrichtung 14 übermittelt werden.

30

35

Die Beleuchtungsquelle 12 kann eine Faser- oder Laserdiode, sein, oder eine andere geeignete Lichtquelle. Insbesondere kann die Beleuchtungsquelle 12 Beleuchtungslicht einer vorgegebenen Wellenlänge emittieren. Das emittierte Beleuchtungslicht 3 wird durch eine Linse 16 in einen passenden Divergenzwinkel gebracht. Das Beleuchtungslicht 3 wird zu einem Strahlteiler 23 weitergeleitet. Das vom Strahlteiler 23 umgelenkte Licht geht durch das Objektiv 4 und wird in dem Fokuspunkt 5 fokussiert. Der

40

Strahlteiler 23 ist derart ausgebildet, dass er mindestens einen Teil des Beleuchtungslichts 3 in Richtung Objektiv 4 umlenkt. Zudem geht mindestens ein Teil des Messsignals 6 durch den Strahlteiler 23 durch.

5 Das vom Fokuspunkt 5 reflektierte Messsignal 6 wird durch das Objektiv 4 im Punkt 24 der Bildebene 8 fokussiert. Das Messsignal 6 geht durch den Strahlteiler 23 und wird von der in der Bildebene 8 angeordneten Detektionseinrichtung 7 detektiert. Da die Detektionseinrichtung 7 eine zweidimensionale Detektionseinrichtung 7 ist kann der Füllstand selbst dann detektiert werden, wenn die obere Grenzfläche 27 aufgrund einer Verschiebung des Behältnisses 1 und/oder Vibrationen in Bewegung ist. Dies bewirkt, dass der Punkt 24 in der Bildebene 8 senkrecht zur optischen Achse 9 verschoben wird. Aufgrund der  
10 zweidimensionalen Ausbildung der Detektionseinrichtung 7 kann der verschobene Punkt 24 ebenfalls detektiert werden.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Darstellung des in der Bildebene 8 abgebildeten Messsignals 6. Das Messsignal 6 wird von der Detektoreinrichtung 7 detektiert und weist mehrere Signalmustere auf, nämlich  
15 ein erstes Signalmuster 25a, ein zweites Signalmuster 25b, ein drittes Signalmuster 25c, ein viertes Signalmuster 25d und ein fünftes Signalmuster 25e. Die einzelnen Signalmustere 25a-25e unterscheiden sich in ihren Mustereigenschaften voneinander. Insbesondere unterscheiden sie sich in der Mustergröße, Musterposition und Musterkontur voneinander.

20 In Figur 2 ist außerdem im Bereich des dritten Signalmusters 25c ein vorgegebener Bereich 30 eingezeichnet. Ein Teil des dritten Signalmusters 25c liegt in dem vorgegebenen Bereich 30.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm zum Ermitteln der oberen Grenzfläche 27 der Flüssigkeit 2 in dem Behältnis 1. In einem ersten Schritt S1 wird die Beleuchtungsquelle 12 eingeschaltet, sodass das  
25 Behältnis 1, insbesondere der Fokuspunkt 5, mit Beleuchtungslicht 3 beaufschlagt wird. Insbesondere wird das Beleuchtungslicht 3 in dem Fokuspunkt 5 fokussiert und das vom Fokuspunkt 5 reflektierte Messsignal 6, das ein reflektiertes Messlicht ist, wird in der Detektionseinrichtung 7 detektiert. Die Abbildungsvorrichtung 19 erzeugt auf der Basis des detektierten Messsignals 6 eine Abbildung.

30 Anschließend wird die Ermittlungsvorrichtung 11 entlang der optischen Achse 9 bewegt, sodass der Fokuspunkt 5 entlang der optischen Achse 9 versetzt wird. Dabei wird bei jedem Verfahrensschritt eine neue Abbildung erzeugt. Im Ergebnis wird eine Vielzahl von detektierten Messsignalen 6 erhalten und/oder eine Vielzahl von Abbildungen erzeugt, die den Fokuspunkt 5 zu unterschiedlichen Positionen entlang der optischen Achse 8 zeigen. In Fig. 1 ist die Position der Ermittlungsvorrichtung 11 dargestellt, bei der  
35 Fokuspunkt 5 auf der oberen Grenzfläche 27 ist.

Die Auswertevorrichtung 20 wertet die Abbildungen und/oder die detektierten Messsignal 6 in einem zweiten Schritt S2 aus. Die Auswertung des Messsignals 6 in dem zweiten Schritt weist einige  
40 Subschritte auf.

So wird in einem ersten Subschritt S21 die Messsignalintensität ermittelt. In einem zweiten Subschritt S22 wird geprüft, ob die Messsignalintensität einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt. Ist dies nicht der Fall, wird in einem dritten Subschritt S23 die erzeugte Abbildung verworfen und/oder das Messsignal 6 nicht weiter verarbeitet.

5

Sollte die ermittelte Messsignalintensität über dem vorgegebenen Schwellwert liegen, wird in einem vierten Subschritt S24 geprüft, ob die in Figur 2 gezeigten Signalmuster 25a-25d wenigstens eine Mustereigenschaft aufweisen. Die Prüfung kann für jede Abbildung bzw. Messsignal erfolgen. Insbesondere werden in diesem Fall alle Signalmuster, wie nachfolgend beschrieben, ausgewertet und dann entschieden, welches der Signalmuster für die Bestimmung der oberen Grenzfläche 27, insbesondere der Phasengrenze zwischen der Flüssigkeit und Luft, relevant ist.

10

So wird im vierten Subschritt S24 geprüft, ob das jeweilige Signalmuster eine vorgegebene Musterkontur, eine bestimmte Musterposition und/oder eine Mustergröße aufweist. Im Ergebnis können beispielsweise Signalmuster ausgefiltert werden, die keine runde oder im wesentlichen runde Form aufweisen und/oder größer als eine vorgegebene Größe sind. Darüber hinaus werden Signalmuster verworfen, die an Rändern der Abbildung und somit nicht zentral angeordnet sind. Bei Anwendung dieser Prinzipien wird bei den in Figur 2 dargestellten Signalmustern bestimmt, dass das dritte Signalmuster 25c das Relevante Signalmuster ist. Für dieses Signalmuster wird das Signal addiert, dass sich in einem zentralen, in der Größe vorher festgelegten, vorgegebenen Bereich 30 befindet. Der vorgegebene Bereich 30 kann abhängig von der Detektionseinrichtung 7 sein und ist beispielhaft als Kreisbereich des dritten Signalmusters 25c dargestellt. Dieses addierte Signal ergibt einen Messwert M1-M6.

15

20

In einem dritten Schritt S3 wird die Stellung der Ermittlungsvorrichtung 11 in einem elektrischen Speicher hinterlegt, diesem zugeordnet wird auch das in Signalmuster 25c addierte Signal, der Messwert M1-M6, im elektrischen Speicher hinterlegt. Diese Prozedur wird für mehrere, mindestens jedoch eine Stellung der Ermittlungsvorrichtung wiederholt. Aus den hinterlegten Daten lässt sich die Stellung der Ermittlungsvorrichtung 11, bei der der Fokuspunkt 5 auf der Flüssigkeitsoberfläche 27 befindlich ist, ermitteln.

25

30

Dies wird unter Verwendung der Figur 4 erläutert. So zeigt Figur 4 den Verlauf von mehreren Messwerten M1-M6 über die Position des Fokuspunkts 5 und/oder die Stellung der Ermittlungsvorrichtung 11. Dabei zeigt Figur 4 den Verlauf von Messwerten, die sich in der Nähe von der oberen Grenzfläche 27 ergibt.

35

Dabei wird geprüft, ob eine Wertbedingung erfüllt ist. Insbesondere wird geprüft, ob die einzelnen Messwerte M1-M6 unterhalb oder oberhalb eines vorgegebenen Messwerts 31, insbesondere eine Wertlinie, liegen. Dabei befinden sich die Messwerte M1-M3 und M5 und M6 unterhalb des vorgegebenen Werts 31, insbesondere einer Wertlinie und werden als nicht relevant angesehen.

40

Der Fokuspunkt 5 liegt auf der oberen Grenzfläche 27, wenn der Messwert den bestimmten, vorher

festgelegten (instrumentabhängigen) Messwert 31 überschreitet, und/oder wenn der Messwert ein lokales Maximum erreicht, d.h. die Messwerte der darüber- und darunterliegenden Stellungen des Fokuspunkts 5 einen signifikant geringeren Wert aufweisen. Bei der Prüfung wird ausgenutzt, dass die reflektierende Oberfläche, insbesondere die obere Grenzfläche 27, ausreichend exakt erreicht ist, wenn der Messwert den vorgegebenen Messwert 31 überschreitet. Diese Voraussetzung ist bei dem Messwert M4 erfüllt.

Alternativ oder zusätzlich können die Daten mehrerer Messwerte M1-M6 interpoliert und eine Kurve 32 erzeugt werden. Auf der Basis der Messwerte M1-M6 kann dann ein Wert B1 bestimmt werden. Der Wert B1 entspricht einem Maximum der Kurve 32. Das Maximum der Kurve 32 bzw. der bestimmte Wert B1 befindet sich dann an der Stellung der Ermittlungsvorrichtung 11, die der oberen Grenzfläche 27 entspricht.

Bei einem Dispensiervorgang durch die in Figur 6 dargestellte Dispensiervorrichtung 14 kann die Ermittlungsvorrichtung 11 somit bei Kenntnis des Füllstands, insbesondere der oberen Grenzfläche 27, den zu scannenden Teilbereich des Behältnisses 1 genau ermitteln. Wie oben bereits beschrieben ist, wird ein Teilbereich abgescannt, um zu bestimmen, ob der dispensierte Tropfen im Behältnis gelandet ist.

Figur 3 beschreibt einen Ablauf, wie eine obere Grenzfläche 27 der Flüssigkeit 2 bestimmt werden. Die untere Grenzfläche 29 kann auf gleiche Weise wie die obere Grenzfläche 27 bestimmt werden.

Fig. 4 zeigt eine Darstellung der in Figur 1 gezeigten Ermittlungsvorrichtung 11, bei der die Beleuchtungsquelle 12 Beleuchtungslicht emittiert. Im Unterschied zu Figur 1 sind das Behältnis 1 und die Empfangsvorrichtung 11 derart zueinander angeordnet, dass die Mittelachse M des Behältnisses 1 und eine optische Achse 9 des Objektivs 4 nicht koaxial zueinander sind. Dies führt dazu, dass der Fokuspunkt 5 nicht auf der Mittelachse M des Behältnisses liegt. So liegt der Fokuspunkt 5 in einem Meniskusbereich 26 der Flüssigkeit 2. Wie aus Figur 4 ersichtlich ist, gelangt das vom Fokuspunkt 5 reflektierte Messsignal 6 nicht in das Objektiv 4 und kann somit nicht durch die Detektionseinrichtung 7 detektiert werden.

Fig. 5 zeigt eine Darstellung der in Figur 1 gezeigten Ermittlungsvorrichtung, bei der eine weitere Beleuchtungsquelle 21, die in Figur 1 nicht dargestellt ist, Beleuchtungslicht emittiert. Die weitere Beleuchtungsquelle 21 dient zum flächigen Beleuchten des Behältnisses 1. Die Detektionseinrichtung 7 empfängt ein von dem Behältnis 1 ausgehendes weiteres Messsignal 13. In dem vorliegenden Fall wird durch die Beleuchtungsquelle 12 kein Beleuchtungslicht emittiert. Die Beleuchtungsquelle 12 und die weitere Beleuchtungsquelle 21 sind bezüglich des Behältnisses 1 an gegenüberliegenden Seiten angeordnet.

Die Auswertevorrichtung 20 wertet das weitere Messsignal 13 aus dahingehend aus, ob ein Behälterrand, insbesondere der gesamte Behälterrand detektiert wird. Bei der in Figur 5 dargestellten Anordnung wird ermittelt, dass nur ein Teil des Behälterrands detektiert wird. Die Auswertevorrichtung 20 übermittelt das

Auswerteergebnis an die Steuervorrichtung 18. Diese bewirkt, dass die Ermittlungsvorrichtung 11 und/oder die Behälter 1 derart bewegt werden, die Mittelachse M des Behältnisses 1 koaxial zu der optischen Achse 9 ist. In diesem Fall liegt der in Figur 1 gezeigte Zustand vor und die Detektionseinrichtung 7 detektiert den gesamten Behälterrand.

5

Figur 6 zeigt eine Darstellung einer Dispensiervorrichtung 14 mit der Ermittlungsvorrichtung 11. Dabei ist die weitere Beleuchtungsquelle 21 in Figur 5 nicht dargestellt. Die Dispensiervorrichtung 13 weist einen Dispenser 15 zum Ausgeben einer Flüssigkeit 2 auf. Die ausgegebene Flüssigkeit kann keinen biologischen Partikel oder eine wenigstens ein Partikel enthalten. Bei dem Dispenser 15 kann es sich um einen Tropfengenerator handeln, der wie in Figur 5 dargestellt ist, die Flüssigkeit in Form eines Tropfens ausgibt.

10

In Figur 5 ist ein Zustand gezeigt, bei dem der Dispenser 15 einen Tropfen ausgegeben hat. Der Tropfen wird in ein Behältnis 1 zugeführt. In Figur 4 sind zwei Behältnisse 1 gezeigt, die von einer Halteeinrichtung 17 der Dispensiervorrichtung 14 gehalten sind. Der Dispenser 15 wird zum Ausgeben des Tropfens durch einen nicht dargestellten Aktor, insbesondere Piezoaktor, betätigt.

15

Die Auswertevorrichtung 20 ist mit der Steuervorrichtung 18 elektrisch verbunden. Die Steuervorrichtung 18 ist mit einer Verfahreinrichtung 10 elektrisch verbunden. Die Verfahreinrichtung 10 kann den Dispenser 15 und/oder die Halteeinrichtung 17 derart verfahren, dass der Tropfen in den gewünschten Ablageort abgegeben werden kann. Darüber hinaus kann die Verfahreinrichtung 10 die Halteeinrichtung 17 und/oder die Ermittlungsvorrichtung 11 verfahren, um, wie oben beschrieben ist, den Füllstand F im Behältnis 1 zu ermitteln.

20

Darüber hinaus kann die Steuervorrichtung 18 eine Ablenk- und/oder Abfangeinrichtung 28 der Dispensiervorrichtung 1 steuern. Dabei kann die Steuervorrichtung 18 die Ablenk- und/oder Abfangeinrichtung 28 derart steuern, dass der ausgegebene Tropfen abgelenkt und/oder abgefangen wird, bevor er in ein Behältnis gelangt, wenn beispielsweise eine Partikelbedingung nicht erfüllt ist.

25

30

**Bezugszeichenliste**

	1	Behältnis
	2	Flüssigkeit
5	3	Beleuchtungslicht
	4	Objektiv
	5	Fokuspunkt
	6	Messsignal
	7	Detektionseinrichtung
10	8	Bildebene
	9	optische Achse
	10	Verfahreinrichtung
	11	Ermittlungsvorrichtung
	12	Beleuchtungsquelle
15	13	weiteres Messsignal
	14	Dispensiervorrichtung
	15	Dispenser
	16	Linse
	17	Halteeinrichtung
20	18	Steuervorrichtung
	19	Abbildungsvorrichtung
	20	Auswertevorrichtung
	21	weitere Beleuchtungsquelle
	23	Strahlteiler
25	24	Punkt in der Bildebene
	25a	erstes Signalmuster
	25b	zweites Signalmuster
	25c	drittes Signalmuster
	25d	viertes Signalmuster
30	25e	fünftes Signalmuster
	26	Meniskusbereich
	27	obere Grenzfläche
	28	Ablenk- und/oder Abfangeinrichtung
	29	untere Grenzfläche
35	30	vorgegebener Bereich
	31	vorgegebener Messwert
	32	Kurve
	M	Mittelachse des Behältnisses
40	F	Flüssigkeitsstand
	M1-M6	Messwerte
	B1	bestimmter Wert

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche (29) und/oder einer oberen Grenzfläche (27) einer in einem Behältnis (1) befindlichen Flüssigkeit (2), bei dem  
5 Beleuchtungslicht (3) emittiert wird, das von einem Objektiv (4) in einem Fokuspunkt (5) fokussiert wird, wobei  
ein im Fokuspunkt (5) reflektiertes Messsignal (6) von einer zweidimensionalen Detektionseinrichtung (7) detektiert wird, die in einer Bildebene (8) des Objektivs (4) angeordnet ist, und wobei  
10 basierend auf dem detektierten Messsignal (6) die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) erfasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fokuspunkt (5) entlang einer optischen Achse (9) des Objektivs (4) bewegt wird.  
15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a. basierend auf dem Messsignal (6) eine Abbildung erzeugt wird und/oder dass
  - b. basierend auf den Messsignalen (6) mehrere Abbildungen erzeugt werden, wobei die Messsignale (6) von Fokuspunkten (5) stammen, die in Richtung der optischen Achse (9)  
20 des Objektivs (4) versetzt zueinander angeordnet sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a. wenigstens ein Messsignal (6) ausgewertet und basierend auf dem Auswertergebnis die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) erfasst wird und/oder dass  
25 b. wenigstens eine Abbildung ausgewertet und basierend auf dem Auswertergebnis die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) erfasst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a. im Rahmen der Auswertung geprüft wird, ob eine optische Eigenschaft des Messsignals (6) eine Schwellwertbedingung erfüllt und/oder dass  
30 b. im Rahmen der Auswertung geprüft wird, ob eine Messsignalintensität größer als ein Schwellwert ist und/oder dass
  - c. im Rahmen der Auswertung geprüft wird, ob eine, insbesondere auf der Detektionseinrichtung (7) abgebildete, Messsignalfäche größer ist als eine vorgegebene  
35 Schwellwertfläche.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a. im Rahmen der Auswertung Signalmuster (10) ausgewertet werden und/oder dass
  - b. im Rahmen der Auswertung Signalmuster (10) für das wenigstens eine Messsignal (6)  
40 ausgewertet wird, bei denen die Schwellwertbedingung erfüllt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass geprüft wird, ob die Signalmuster (10) wenigstens eine Mustereigenschaft, insbesondere Mustergröße und/oder Musterintensität und/oder Musterkontur und/oder Musterposition, aufweisen.
- 5
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. ein Messwert auf der Basis des Signalmusters (10), das die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist, bestimmt wird und/oder dass
- b. das Signalmuster (10), das die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist, dahingehend ausgewertet wird, ob es in einem vorgegebenen Bereich liegt, und ein Messwert (M1-M6) auf der Basis des in dem vorgegebenen Bereich liegenden Signalmusters (10) bestimmt wird.
- 10
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. geprüft wird, ob der Messwert eine Messwertbedingung erfüllt und/oder dass
- b. festgelegt wird, dass sich der Fokuspunkt (5) auf der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) befindet, wenn der Messwert (M1-M6) die Messwertbedingung erfüllt.
- 15
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. das Behältnis (1) in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse (9) des Objektivs (4) bewegt wird, wenn kein Messsignal (6) detektiert wird und/oder dass
- b. eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse (9) des Objektivs (4) bewegt wird, wenn kein Messsignal (6) detektiert wird.
- 20
- 25
11. Verfahren nach Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Beleuchtungsquelle (12) vorhanden ist, die das Behältnis (1), insbesondere flächig, beleuchtet, wobei die Detektionseinrichtung (7) ein von dem beleuchteten Behältnis (1) ausgehendes weiteres Messsignal (13) detektiert.
- 30
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. das Behältnis (1) bewegt wird, wenn eine Auswertung des weiteren Messsignal (13) ergibt, dass lediglich ein Behälterrandausschnitt aufgenommen wird, und/oder dass
- b. eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) bewegt wird, wenn eine Auswertung des weiteren Messsignal (13) ergibt, dass lediglich ein Behälterrandausschnitt aufgenommen wird.
- 35
- 40

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 a. das Behältnis (1) und/oder eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) derart bewegt werden, dass eine Mittelachse (M) des Behältnisses (1) koaxial zu einer optischen Achse (9) des Objektivs (4) ist und/oder dass
- b. das Behältnis (1) und/oder eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit derart bewegt werden, dass der Behälterrand aufgenommen wird.
- 10 14. Ermittlungsvorrichtung (11), insbesondere zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, zum Ermitteln einer unteren Grenzfläche (29) und/oder einer oberen Grenzfläche (27) einer in dem Behältnis (1) befindlichen Flüssigkeit (2), die
- 15 eine Lichtquelle (12) zum Emittieren von Beleuchtungslicht (3),  
ein Objektiv (4) zum Fokussieren des Beleuchtungslichts (3) in einem Fokuspunkt (5),  
eine zweidimensionale Detektionseinrichtung (7) aufweist, die in einer Bildebene (8) des Objektivs (4) angeordnet ist und ein am Fokuspunkt (5) reflektiertes Messsignal (6) detektiert, und
- 20 eine Auswertevorrichtung (20) aufweist, die basierend auf dem Messsignal (6) die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) der im Behälter (1) befindlichen Flüssigkeit (2) ermittelt.
15. Ermittlungsvorrichtung (11) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlungsvorrichtung (11) eine Abbildungsvorrichtung (19) zum Abbilden des wenigstens einen Messsignals (6) aufweist.
- 25 16. Ermittlungsvorrichtung (11) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. die Auswertevorrichtung (20) wenigstens ein Messsignal (6) auswertet und basierend auf dem Auswerteergebnis die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) im Behältnis (1) ermittelt und/oder dass
- 30 b. die Auswertevorrichtung (20) wenigstens eine Abbildung auswertet und basierend auf dem Auswerteergebnis die untere Grenzfläche (29) und/oder die obere Grenzfläche (27) der Flüssigkeit im Behältnis (1) ermittelt.
17. Ermittlungsvorrichtung (11) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass
- 35 a. die Auswertevorrichtung (20) prüft, insbesondere in der erzeugten Abbildung, ob eine optische Eigenschaft des Messsignals (6) eine Schwellwertbedingung erfüllt und/oder die
- b. Auswertevorrichtung (20) prüft, insbesondere in der erzeugten Abbildung, ob wenigstens ein Signalmuster (10) wenigstens eine Mustereigenschaft, insbesondere Mustergröße und/oder Musterkontur und/oder Musterposition, aufweisen.
- 40 18. Ermittlungsvorrichtung (11) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass

- 5
- a. die Auswertevorrichtung (20) einen Messwert auf der Basis des Signalmusters (10), das die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist, bestimmt und/oder dass
  - b. die Auswertevorrichtung (20) mehrere Messwerte (M1-M6) auf der Basis der Signalmuster (10), die die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweisen, bestimmt und auf der Basis der Messwerte (M1-M6) ein Wert (B1) bestimmt wird und/oder dass
  - b. die Auswertevorrichtung (20) das Signalmuster (10), das die wenigstens eine Mustereigenschaft aufweist, dahingehend auswertet, ob es in einem vorgegebenen Bereich liegt, und ein Messwert (M1-M6) auf der Basis des in dem vorgegebenen Bereich liegenden Signalmusters (10) bestimmt wird.
- 10
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. geprüft wird, ob der Messwert (M1-M6) und/oder der bestimmte Wert (B1) eine Wertbedingung erfüllt und/oder dass
  - b. festgelegt wird, dass sich der Fokuspunkt (5) auf der unteren Grenzfläche (29) und/oder der oberen Grenzfläche (27) befindet, wenn der Messwert (M1-M6) und/oder der bestimmte Wert (B1) die Wertbedingung erfüllt.
- 15
20. Dispensiervorrichtung (14) mit einem Dispenser (15) zum Dispensieren von Flüssigkeit (2) in ein Behältnis (1) und einer Ermittlungsvorrichtung (11) nach einem der Ansprüche 14 bis 19.
- 20
21. Dispensiervorrichtung (14) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Dispensiervorrichtung (14) eine Halteeinrichtung (17) zum Aufnehmen von wenigstens einem Behältnis (1) aufweist.
- 25
22. Dispensiervorrichtung (14) nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Dispensiervorrichtung (14)
- a. eine Steuervorrichtung (18) aufweist, die ein Bewegen der Ermittlungsvorrichtung (11) und der Halteeinrichtung (17) relativ zueinander veranlasst und/oder dass
  - b. eine Steuervorrichtung (18) aufweist, die ein Bewegen der Ermittlungsvorrichtung (11) relativ zu der Halteeinrichtung (17) und/oder der Halteeinrichtung (17) relativ zu der Ermittlungsvorrichtung (11) veranlasst.
- 30
23. Dispensiervorrichtung (14) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegung der Halteeinrichtung (17) und/oder der Ermittlungsvorrichtung (11) entlang einer optischen Achse (9) des Objektivs (4) gerichtet ist.
- 35
24. Dispensiervorrichtung (14) nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (18) veranlasst, dass
- a. das Behältnis (1) in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse (9) des Objektivs (4) bewegt wird, wenn kein Messsignal (6) detektiert wird und/oder dass
- 40

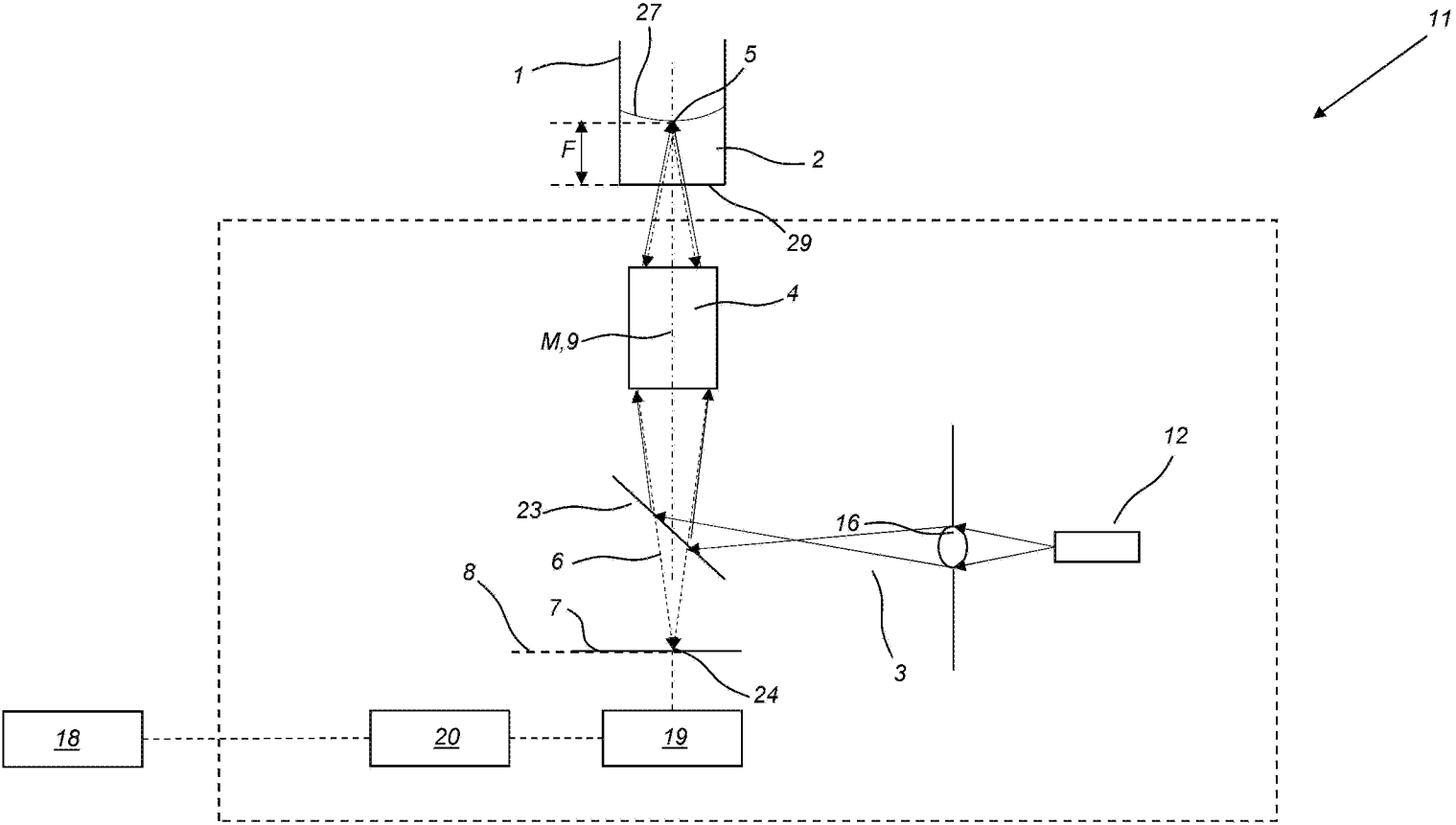
- b. die Ermittlungsvorrichtung (11) in eine Richtung quer oder senkrecht zur optischen Achse (9) des Objektivs (4) bewegt wird, wenn kein Messsignal (6) detektiert wird.

25. Dispensiervorrichtung (14) nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. die Dispensiervorrichtung (14) eine weitere Beleuchtungsquelle (21) zum, insbesondere flächigen, Beleuchten des Behältnisses (1) aufweist oder dass
  - b. die Dispensiervorrichtung (14) eine weitere Beleuchtungsquelle (21) zum, insbesondere flächigen, Beleuchten des Behältnisses (1) aufweist und die Detektionseinrichtung (7) ein von dem beleuchteten Behältnis (1) ausgehendes weiteres Messsignal (13) detektiert.

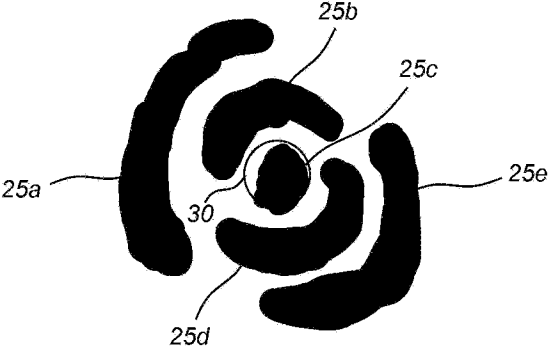
26. Dispensiervorrichtung (14) nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (18) veranlasst
- a. das Behältnis (1) bewegt wird, wenn die Auswertung des weiteren Messsignals (13) durch die Auswertevorrichtung (20) ergibt, dass lediglich ein Behälterrandausschnitt aufgenommen ist, und/oder dass
  - b. eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) bewegt wird, wenn die Auswertung des weiteren Messsignals (13) durch die Auswertevorrichtung (20) ergibt, dass lediglich ein Behälterrandausschnitt detektiert wird.

27. Dispensiervorrichtung (14) nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (18) veranlasst, dass
- a. das Behältnis (1) und/oder eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit (2) derart bewegt werden, dass eine Mittelachse (M) des Behältnisses (1) coaxial zu einer optischen Achse (9) des Objektivs (4) ist und/oder dass
  - b. das Behältnis (1) und/oder eine Ermittlungsvorrichtung (11) zum Ermitteln der unteren Grenzfläche (29) und/oder oberen Grenzfläche (27) der Flüssigkeit derart bewegt wird, dass der Behälterrandausschnitt aufgenommen wird.

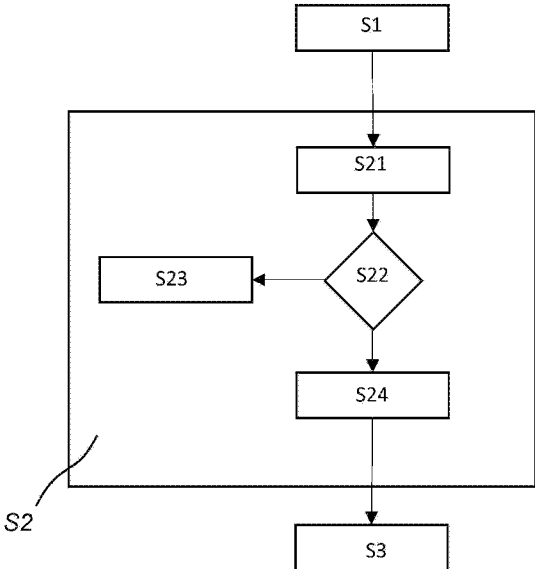
Figur 1



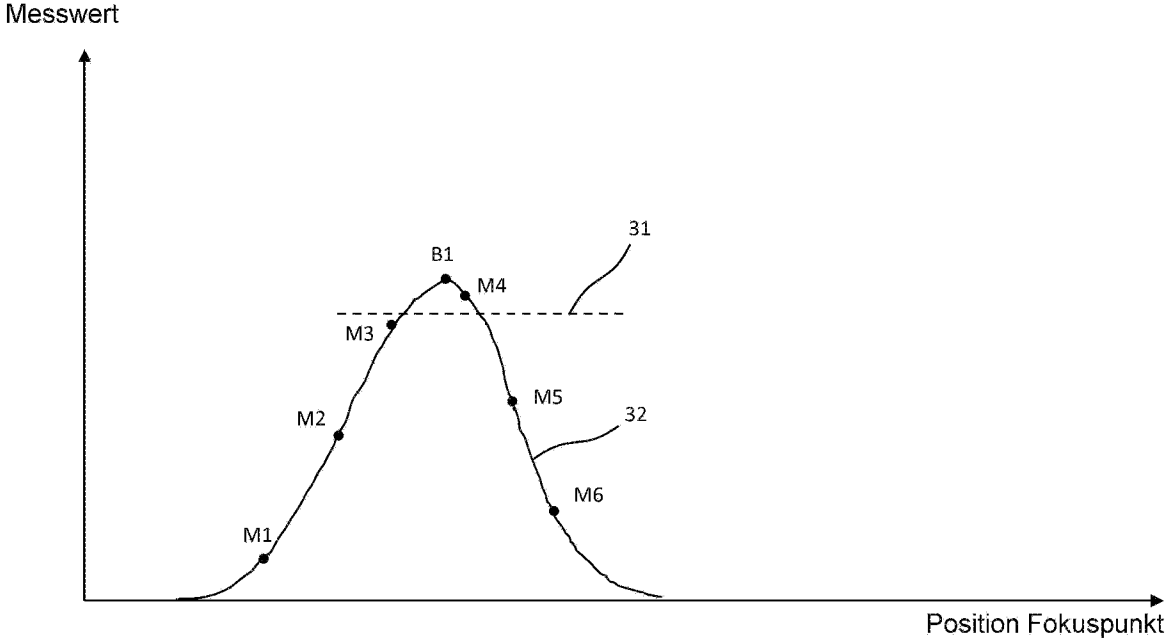
Figur 2



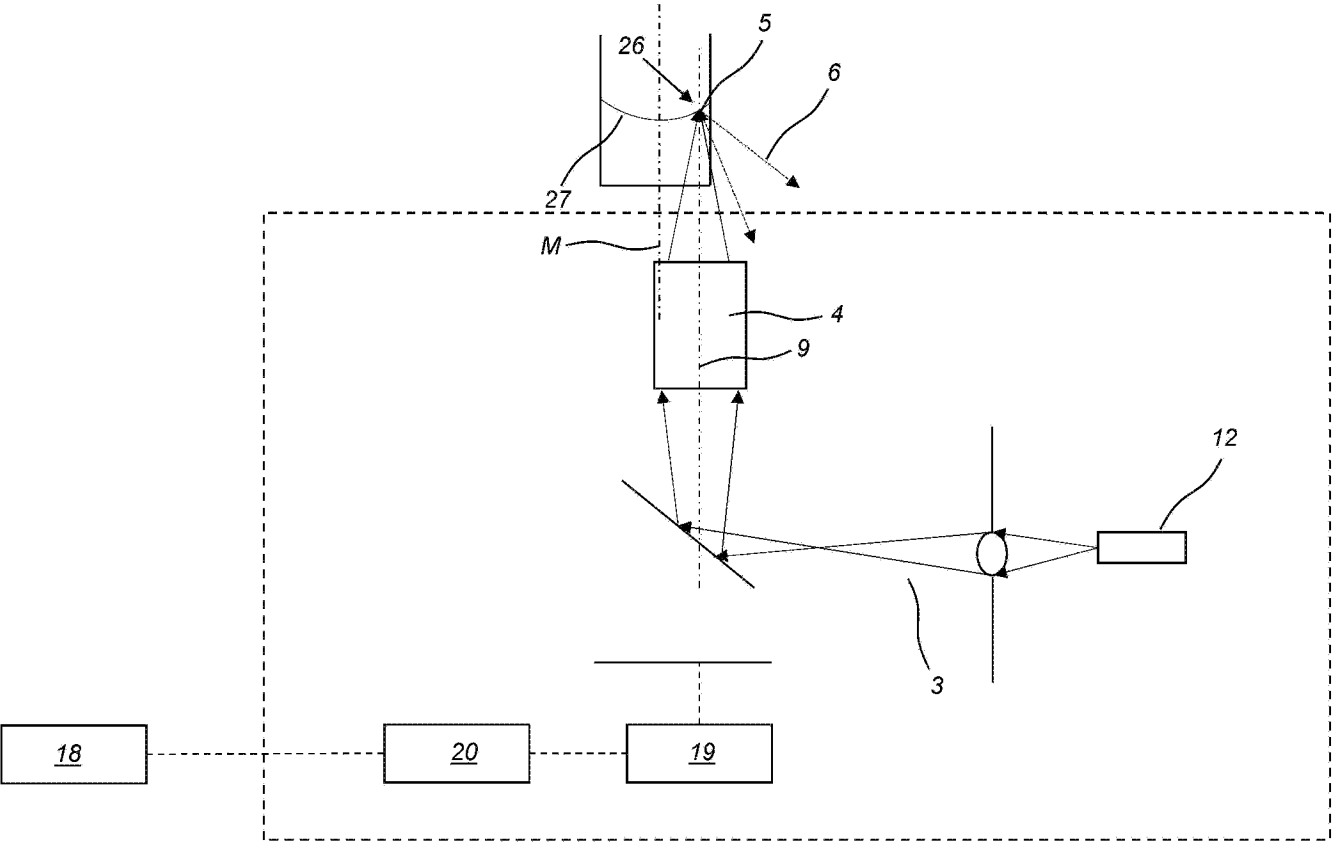
Figur 3



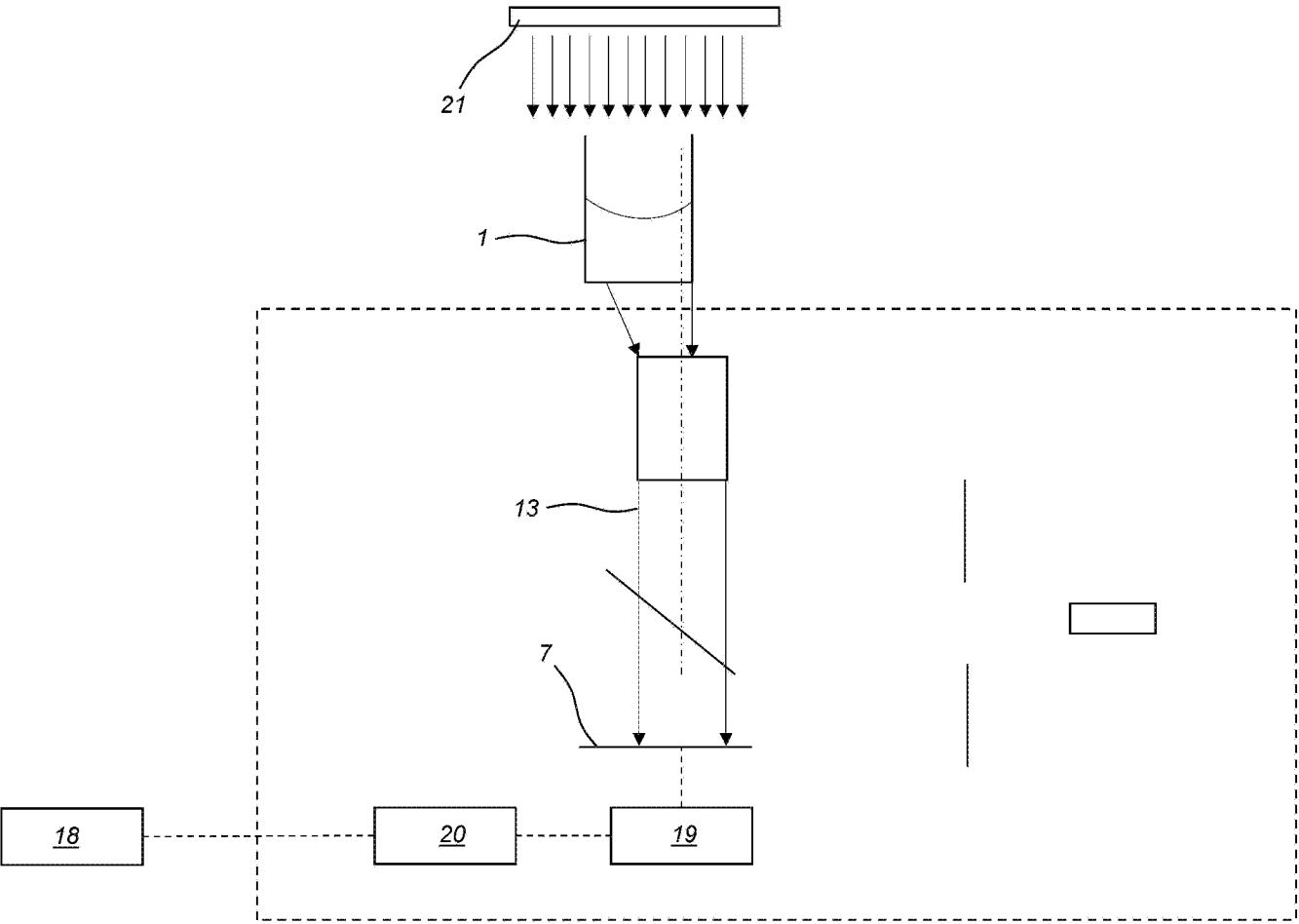
Figur 4



Figur 4



Figur 5



Figur 6

