

5

10

15

Positioniervorrichtung zur Positionierung einer lichtleitenden Faser in einem Kalibrationsport

20

25 Die Erfindung betrifft eine Positioniervorrichtung zur Positionierung einer lichtleitenden Faser in einem Kalibrationsport gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein System mit einer Positioniervorrichtung gemäß Anspruch 17 und ein Verfahren zu dessen Verwendung gemäß Anspruch 18.

30 Die Verwendung von Laserstrahlung ist in der Medizintechnik in vielfältigen Varianten bekannt. Neben den bekannteren Anwendungen, wie beispielsweise der Chirurgie oder Augenheilkunde, wird die kohärente monochromatische Strahlung einer Laserquelle zunehmend auch in Verbindung mit entsprechenden, durch elektromagnetische Strahlung aktivierbaren Medikamenten verwendet. Ein prominentes Beispiel hierzu ist die photodynamische Therapie (PDT).

35

Im Rahmen der PDT wird einem Patienten ein Medikament verabreicht, welches sich hauptsächlich an Tumorzellen oder Bakterien anlagert. Durch Absorption elektromagnetischer Strahlung einer bestimmten Wellenlänge findet eine Aktivierung des Medikamentes statt, aufgrund derer das Medikament eine medizinische Wirkung auf die Zellen, an denen es angelagert ist, entfaltet. Auf diese Weise können beispielsweise Tumoren bekämpft oder von bestimmten Bakterien befallene Bereiche des menschlichen Körpers sichtbar gemacht werden.

Um entsprechende Bereiche des menschlichen Körpers mit elektromagnetischer Strahlung bzw. Laserstrahlung zu beaufschlagen, ist es im Stand der Technik bekannt, entsprechende Laserstrahlung in eine lichtleitende Faser einzukoppeln und am Ort der Behandlung so aus der lichtleitenden Faser auszukoppeln, dass der zu behandelnde Bereich mit der durch die Faser zum Behandlungsgebiet geführten Lichtleistung beaufschlagt wird. Dabei muss stets gewährleistet werden, dass die behandelten Bereiche mit einer bestimmten Flächenleistung (Radiance) der Laserstrahlung beaufschlagt werden, da andernfalls eine effektive Behandlung nicht möglich ist. Ist beispielsweise die eingebrachte Flächenleistung zu niedrig, wird das Medikament nicht aktiviert, während bei einer zu hohen Flächenleistung eine Verletzung des bestrahlten Gewebes zu befürchten ist.

Hierzu ist es im Stand der Technik bekannt, dass vor Beginn einer Behandlung überprüft wird, welche Lichtleistung aus einer lichtleitenden Faser bei einer gegebenen in die Faser eingekoppelten Eingangsleistung ausgekoppelt wird. Hierzu kann beispielsweise die lichtleitende Faser in eine integrierende Sphäre eingebracht werden, sodass die insgesamt von der Faser abgestrahlte Lichtleistung erfasst werden kann. Da die Faser anschließend für eine medizinische und möglicherweise invasive Behandlung verwendet werden soll, muss dabei gewährleistet sein, dass die medizinisch notwendige Sterilität der lichtleitenden Faser auch bei einem solchen Kalibrationsvorgang erhalten bleibt. Hierzu ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass die lichtleitende Faser durch eine sterile Glashülse umgeben wird, welche als Barriere zwischen der sterilen Faser und der nichtsterilen Messeinrichtung zur Ermittlung der aus der Faser ausgekoppelten Leistung dient und die sterile Faser in einer Messeinrichtung positioniert.

Bei dem im Stand der Technik bekannten Verfahren zur Kalibration einer Laserquelle besteht dabei stets das Problem, dass nur die insgesamt aus der Faser ausgekoppelte Lichtleistung ermittelt wird, nicht jedoch die für eine Behandlung relevante Flächenleistung. Dabei kann sich die aus einer Faser ausgekoppelte Flächenleistung bei einer bestimmten insgesamt aus der Faser ausgekoppelten Lichtleistung bei unterschiedlichen Fasertypen unterscheiden. Dieser

Sachverhalt wird jedoch durch die im Stand der Technik bekannten Verfahren, bei denen nur die insgesamt aus einer Faser ausgekoppelte Lichtleistung erfasst wird, nicht abgebildet. Folglich besteht auch nach einer korrekten Kalibration einer Faser auf eine gewünschte ausgekoppelte Lichtleistung weiterhin das Risiko einer Fehlbehandlung eines Patienten aufgrund einer falschen Flächenleistung.

Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Positioniervorrichtung zur Positionierung einer lichtleitenden Faser in einem Kalibrationsport bereitzustellen, welche eine dezidierte Ermittlung der von einer Faser abgestrahlten Flächenleistung erlaubt.

Diese Aufgabe wird mit der Positioniervorrichtung gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 sowie mit dem System gemäß Anspruch 17 und dem Verfahren gemäß Anspruch 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils beanspruchten Gegenstände sind in den Ansprüchen 2 bis 16 angegeben.

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Positioniervorrichtung zur Positionierung einer lichtleitenden Faser in einem Kalibrationsport einer medizinischen Vorrichtung mit wenigstens einer Lichtquelle für die lichtleitende Faser. Die Positioniervorrichtung weist einen länglichen Körper mit zwei Stirnflächen und wenigstens einer Seitenfläche auf, wobei in dem Körper ein Kanal zur Aufnahme der lichtleitenden Faser ausgebildet ist, der sich von einer ersten Stirnfläche ausgehend entlang einer Längsachse des Körpers erstreckt. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass der Körper zumindest abschnittsweise im Bereich des Kanals aus einem opaken Material besteht und/oder mit einem opaken Material beschichtet ist und wenigstens eine Ausnehmung aufweist, welche sich von einer Seitenfläche und/oder der zweiten Stirnfläche des Körpers bis zu dem Kanal erstreckt, sodass von der lichtleitenden Faser emittierte Strahlung nur durch die wenigstens eine Ausnehmung aus der Positioniervorrichtung ungehindert austreten kann.

Unter einem „opaken“ Material ist dabei ein Material zu verstehen, welches für die in der lichtleitenden Faser geführte Strahlung nicht transparent ist, sondern vielmehr eine definierte Absorption oder Streuung der von der lichtleitenden Faser ausgekoppelten Strahlung aufweist. Das opake Material bewirkt also eine deutliche Abschwächung einer durch das Material hindurchtretenden Strahlung, muss diese jedoch nicht zwingend vollständig absorbieren. Die Bezeichnung

des Materials als „opak“ ist dabei als „nicht transparent für die aus der Faser ausgekoppelte Strahlung“ zu verstehen.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Positioniervorrichtung hat dabei den Vorteil, dass
5 durch die Anordnung der wenigstens einen Ausnehmung in der Positioniervorrichtung die Eigenschaften der Positioniervorrichtung an die Abstrahlcharakteristik einer in der Positioniervorrichtung geführten lichtleitenden Faser angepasst werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, mit einer entsprechenden Ausgestaltung des Kalibrationsports aus der Abstrahlcharakteristik der lichtleitenden Faser, die von der lichtleitenden Faser abgestrahlte Flächenleistung zu ermit-
10 teln. Dies ist beispielsweise möglich, wenn die durch die Ausnehmung freigelegte Fläche der lichtleitenden Faser bekannt ist. Wird dann die aus der Positioniervorrichtung austretende Lichtleistung gemessen, kann auf die aus der lichtleitenden Faser austretende Flächenleistung rückgerechnet werden. Auf diese Weise können mit einem entsprechenden Kalibrationsprozess unter Verwendung der erfindungsgemäßen Positioniervorrichtung eine Fehlbehandlung eines
15 Patienten aufgrund einer falschen Wahl einer Faser für eine gegebene in die Faser eingekoppelte Lichtleistung und der damit verbundenen fehlerhaften aus der Faser ausgekoppelten Intensität vermieden werden.

Bei der Lichtquelle der medizinischen Vorrichtung handelt es sich dabei vorzugsweise um eine
20 Laserquelle, wie beispielsweise eine oder mehrere Laserdioden. Die Laserdioden können dabei über eine entsprechende Optik mit der lichtleitenden Faser verbunden werden, sodass die von der Laserdiode ausgekoppelte Lichtleistung bzw. Laserstrahlung in die lichtleitende Faser eingekoppelt wird. Als lichtleitende Faser kann beispielsweise eine Glasfaser mit einer Dicke von 400-600 µm verwendet werden. Dabei liegen typische, im Bereich der PDT verwendete Licht-
25 leistungen im Bereich von 1,5-5 Watt.

Bei der Wahl der Opazität des Materials der Positioniervorrichtung, welche die Abstrahlcharakteristik der Positioniervorrichtung bestimmt, ist vorzugsweise darauf zu achten, dass die von der lichtleitenden Faser ausgekoppelte Laserstrahlung über eine definierte Eindringtiefe in die Posi-
30 tioniervorrichtung absorbiert wird. Andernfalls wäre eine Beschädigung der Positioniervorrichtung aufgrund der aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelten Lichtleistung zu befürchten.

Bei einer lichtleitenden Faser für eine medizinische Anwendung bestehen im Wesentlichen zwei Möglichkeiten bezüglich der Richtung in die von der lichtleitenden Faser geführte, elektromag-

netische Strahlung aus der Faser ausgekoppelt werden kann. Entweder wird die geführte Lichtleistung in axialer Richtung der Faser ausgekoppelt oder in radialer Richtung der Faser.

Für den zweitgenannten Fall, in dem eine lichtleitende Faser elektromagnetische Strahlung in radialer Richtung der Faser auskoppelt, ist nach einer Ausführungsform vorgesehen, dass der Körper der Positioniervorrichtung wenigstens eine längliche, seitliche Ausnehmung aufweist, wobei sich die seitliche Ausnehmung in Längsrichtung des Körpers über die Länge eines Teils des Kanals erstreckt und sich in radialer Richtung von der Seitenfläche des Körpers bis zu dem Kanal erstreckt.

10

Eine solche Positioniervorrichtung hat den Vorteil, dass die Abstrahlcharakteristik einer radial abstrahlenden Faser mithilfe der Positioniervorrichtung ermittelt werden kann. Aus der Kenntnis der durch die Ausnehmung freigelegten Fläche der lichtleitenden Faser kann dabei von der aus der Positioniervorrichtung austretenden Lichtleistung auf die aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelte Flächenleistung zurückgerechnet werden.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform sind dabei wenigstens zwei längliche seitliche Ausnehmungen an dem Körper vorgesehen, welche vorzugsweise in Längsrichtung der Positioniervorrichtung auf gleicher Höhe angeordnet sind. Durch die Verwendung von zwei Ausnehmungen ist eine bessere Ermittlung der aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelten Flächenleistung möglich.

20

Um bei Verwendung von zwei seitlichen Ausnehmungen zu vermeiden, dass sich die aus den Ausnehmungen austretende Strahlung überlagert und folglich eine Ermittlung der austretenden Lichtleistung verfälscht, ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass der Körper wenigstens zwei längliche seitliche Ausnehmungen aufweist, die paarweise jeweils auf gegenüberliegenden Seiten des Kanals angeordnet sind. Auf diese Weise besteht eine minimale Überlagerung der aus den Ausnehmungen austretenden Lichtleistung.

25

Nach einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Querschnitt der seitlichen Ausnehmung von dem Kanal zu der Seitenfläche des Körpers hin zunimmt. Effektiv ergibt sich so eine trichterförmige Ausgestaltung der seitlichen Ausnehmung. Diese trichterförmige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die im allgemeinen divergente Strahlung, welche aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelt wird, bei ihrer Ausbreitung nicht von der Positioniervorrichtung bzw. dem opaken Material der Positioniervorrichtung im Bereich des Kanals behindert wird. Folglich

30
35

verbessert eine trichterförmige Ausgestaltung der Ausnehmung die Genauigkeit einer Ermittlung der aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelten Flächenleistung. Ist dabei eine radial abstrahlende lichtleitende Faser nicht korrekt in der Positioniervorrichtung angeordnet, so dass der radial abstrahlende Bereich nicht vollständig unterhalb einer seitlichen Ausnehmung angeordnet ist, macht sich dies durch eine reduzierte aus der Positioniervorrichtung austretende Lichtleistung bemerkbar. Folglich kann die korrekte Lage der Faser in der Positioniervorrichtung anhand der aus der Positioniervorrichtung austretenden Lichtleistung leicht erkannt werden.

Um zu gewährleisten, dass die lichtleitende Faser korrekt in der Positioniervorrichtung eingesetzt wird, ist nach einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass der Kanal die zweite Stirnfläche des Körpers nicht durchstößt. Folglich bildet der Kanal an seinem longitudinalen Ende einen Anschlag für die lichtleitende Faser aus, sodass diese leichter korrekt positioniert werden kann. Durch die Wahl der Position des Anschlags relativ zu der oder den seitlichen Ausnehmungen kann dabei gewährleistet werden, dass die lichtleitende Faser bzw. der radial abstrahlende Bereich der Faser exakt unterhalb der seitlichen Ausnehmung des Körpers der Positioniervorrichtung angeordnet wird. So kann vermieden werden, dass in Längsrichtung der Faser ein Teil der Faser unbeabsichtigt durch den Körper der Positioniervorrichtung verdeckt wird.

Vorzugsweise erstreckt sich dabei der Kanal in Längsrichtung des Körpers über die Länge der Ausnehmung hinaus. Hierdurch wird die Faser in Längsrichtung der Positioniervorrichtung hinter der Ausnehmung in dem Körper der Positioniervorrichtung nochmals geführt, sodass sie bei einem Einführen in den Kanal der Positioniervorrichtung im Bereich der Ausnehmung nicht aus dem Kanal herausspringt. Ein Herausspringen der lichtleitenden Faser aus dem Kanal im Bereich der seitlichen Ausnehmungen kann dabei nach einer weiteren Ausführungsform auch vermieden werden, indem der Durchmesser der Ausnehmung in Umfangsrichtung des Kanals kleiner als der Durchmesser der Faser gewählt wird.

Um eine Verwendung der Positioniervorrichtung mit einer frontal abstrahlenden lichtleitenden Faser zu ermöglichen, ist nach einer alternativen Ausführungsform vorgesehen, dass der Körper der Positioniervorrichtung eine frontale Ausnehmung auf der zweiten Stirnfläche des Körpers aufweist, wobei der minimale Durchmesser der frontalen Ausnehmung kleiner als der Durchmesser der lichtleitenden Faser ist. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die in frontaler Richtung aus der Faser ausgekoppelte Lichtleistung aus der Positioniervorrichtung austreten kann, während gleichzeitig gewährleistet ist, dass eine in die Positioniervorrichtung eingesetzte

lichtleitende Faser nicht in Längsrichtung der Positioniervorrichtung aus dem Kanal über die zweiten Stirnfläche hinaus herausrutscht. Dabei ist der minimale Durchmesser der frontalen Ausnehmung vorzugsweise so gewählt, dass die Faser in der Positioniervorrichtung nur an dem Mantel der Faser abgestützt ist, während der strahlungsführende Kern der Faser in Längsrichtung vollständig von der Ausnehmung freigelegt ist. Die Form der Ausnehmung kann dabei an die Querschnittsform der lichtleitenden Faser angepasst werden. Üblicherweise sind solche lichtleitenden Fasern in ihrer Querschnittsform rund.

Um auch eine Verwendung der Positioniervorrichtung mit einer in ihrem Endbereich mantellosen, frontal abstrahlenden lichtleitenden Faser zu ermöglichen, kann dabei vorgesehen sein, dass vor dem Einsetzen der mantellosen Faser in die Positioniervorrichtung eine Hülse auf das Ende der Faser aufgesetzt wird. Wird die Faser dann in die Positioniervorrichtung eingesetzt, kann sich die Hülse an dem durch die Positioniervorrichtung ausgebildeten Anschlag abstützen, während sich die Hülse wiederum an entsprechenden Anschlagelementen der Faser abstützen kann.

Um eine ungehinderte Ausbreitung der frontal aus der lichtleitenden Faser ausgekoppelten Laserleistung durch die frontale Öffnung zu gewährleisten, ist nach einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass der Durchmesser der frontalen Ausnehmung in Richtung der zweiten Stirnfläche des Körpers zunimmt. Es ergibt sich also auch hier eine trichterförmige Ausgestaltung der Ausnehmung. Dabei hat im Falle der frontal abstrahlenden lichtleitenden Faser die trichterförmige Ausgestaltung der Ausnehmung weiter den Vorteil, dass bei einer nicht vollständig in die Positioniervorrichtung eingeführten Faser die aus der Ausnehmung austretende Lichtleistung gegenüber dem Fall, in dem die Faser vollständig eingeführt wurde, deutlich reduziert ist. So kann durch eine Messung der aus der Positioniervorrichtung austretenden Lichtleistung ermittelt werden, ob eine Faser korrekt, also vollständig, in die Positioniervorrichtung eingesetzt wurde.

Um die Herstellung und Handhabung der erfindungsgemäßen Positioniervorrichtung zu vereinfachen, ist nach einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Oberfläche des Körpers rotationssymmetrisch um die Längsachse des Körpers ist, wobei es sich bei der wenigstens einen Seitenfläche des Körpers um eine Mantelfläche des Rotationskörpers handelt. In diesem Fall kann die Positioniervorrichtung beispielsweise als Drehkörper hergestellt werden und ist aufgrund der runden Form im Allgemeinen leichter in einen entsprechend ausgeformten Kalibrationsport einsetzbar.

Dabei weist der Rotationskörper der Positioniervorrichtung nach einer weiteren Ausführungsform in Längsrichtung wenigstens zwei Teilbereiche auf, wobei ein erster Teilbereich, welcher sich ab der ersten Stirnfläche erstreckt, einen größeren Radius aufweist als die übrigen Teilbe-
5 reiche. Auf diese Weise dient der erste Teilbereich als Anschlag, welcher das Einsetzen der Positioniervorrichtung in einen Kalibrationsport einer medizinischen Vorrichtung begrenzt. Auf diese Weise wird eine saubere und exakte Positionierung der Positioniervorrichtung in dem Kalibrationsport vereinfacht.

10 Die korrekte Positionierung der Positioniervorrichtung in einem Kalibrationsport wird nach einer weiteren Ausführungsform auch dadurch vereinfacht, dass die Positioniervorrichtung wenigstens ein Ausrichtelement aufweist, welches dazu ausgebildet ist, die Ausrichtung der Positioniervorrichtung in dem Kalibrationsport festzulegen. Dies ist insbesondere für den Fall eines rotationssymmetrischen Körpers der Positioniervorrichtung vorteilhaft. Beispielsweise kann es
15 sich bei dem Ausrichtelement um eine Längsfeder handeln, die bei Einsetzen der Positioniervorrichtung in einen Kalibrationsport in eine entsprechende Nut des Kalibrationsports eingreift, sodass ein Verdrehen des Körpers der Positioniervorrichtung in dem Kalibrationsport verhindert wird. Insbesondere bei Verwendung einer Positioniervorrichtung mit seitlichen Ausnehmungen wird so stets garantiert, dass die seitlichen Ausnehmungen korrekt zu entsprechenden Detekti-
20 onselementen des Kalibrationsports ausgerichtet sind.

Neben der zuvor beschriebenen Variante, bei der das Ausrichtelement als Längsfeder ausgebildet ist, ist nach einer Ausführungsform hierzu alternativ vorgesehen, dass das Ausrichtelement auf der zweiten Stirnfläche angeordnet ist. Auf diese Weise können die Seitenflächen
25 bzw. die Mantelflächen des Körpers der Positioniervorrichtung weiterhin rotationssymmetrisch bleiben, sodass die Handhabung der Positioniervorrichtung weiterhin vereinfacht ist.

Um zu gewährleisten, dass die Sterilität einer lichtleitenden Faser bei Verwendung mit der erfindungsgemäßen Positioniervorrichtung erhalten bleibt, ist nach einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass der Körper der Positioniervorrichtung zumindest abschnittsweise aus
30 einem sterilisierbaren Material besteht und/oder mit einem sterilisierbaren Material beschichtet ist. Dabei sind insbesondere der Kanal der Positioniervorrichtung sowie die daran angrenzenden Bereiche des Körpers der Positioniervorrichtung vorzugsweise sterilisierbar. In einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform kann auch der gesamte Körper der Positioniervorrichtung
35 aus einem sterilisierbaren Material bestehen. Vorzugsweise handelt es sich bei dem sterilisier-

baren Material um einen Kunststoff, insbesondere Polyoxymethylen (POM). Dabei handelt es sich um ein günstiges sterilisierbares Material, welches leicht zu verarbeiten ist und die zuvor beschriebene Opazität aufweist.

- 5 Um das Einsetzen der lichtleitenden Faser in den Kanal der Positioniervorrichtung zu vereinfachen, ist nach einer Ausführungsform vorgesehen, dass die erste Stirnseite eine sich in Längsrichtung des Körpers verjüngende und um den Kanal zentrierte Ausnehmung aufweist, welche dazu ausgebildet ist, die Faser in Richtung des Kanals zu führen. Effektiv ergibt sich so eine trichterförmige Ausgestaltung, sodass es einem Anwender erleichtert wird, die lichtleitende Faser in den Kanal einzuführen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund vorteilhaft, dass eine Faserfacette einer lichtleitenden Faser nach Möglichkeit nicht in Kontakt mit anderen Elementen der Positioniervorrichtung gebracht werden soll, da eine Beschädigung der Facette zu befürchten wäre, welche die Abstrahlcharakteristik der Faser beeinträchtigt.
- 10
- 15 Um eine leichte und günstige Herstellung der Positioniervorrichtung zu gewährleisten, ist nach einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass es sich bei der Positioniervorrichtung um ein Spritzgussteil handelt. Dabei ist insbesondere die Verwendung eines spritzgussfähigen sterilisierbaren Kunststoffs vorteilhaft.
- 20 In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein System mit wenigstens einer medizinischen Vorrichtung mit wenigstens einer Lichtquelle, wenigstens einer lichtleitenden Faser und wenigstens einer Positioniervorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die lichtleitende Faser so mit der Lichtquelle der medizinischen Vorrichtung verbindbar ist, dass durch die Lichtquelle erzeugte Laserstrahlung einer definierten Lichtleistung zumindest teilweise in die lichtleitende Faser eingekoppelt wird. Die medizinische Vorrichtung weist ferner einen Kalibrationsport auf, wobei der Kalibrationsport Sensormittel aufweist, die dazu ausgebildet sind, die Lichtleistung der aus der lichtleitenden Faser austretenden Laserstrahlung zu ermitteln, wobei die Positioniervorrichtung so in den wenigstens einen Kalibrationsport eingesetzt werden kann, dass durch anschließendes Einsetzen der wenigstens einen lichtleitenden Faser in die Positioniervorrichtung die lichtleitende Faser relativ zu den Sensormitteln so positioniert wird, dass die Lichtleistung der aus der lichtleitenden Faser austretenden Laserstrahlung durch die Sensormittel ermittelt werden kann. Dabei kann der Kalibrationsport sowohl in der medizinischen Vorrichtung ausgebildet sein, als auch als externes Gerät mit der medizinischen Vorrichtung verbunden sein.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kalibration der Lichtquelle eines Systems, wie es zuvor beschrieben wurde, mit den nachfolgenden Schritten.

5 Zunächst wird die lichtleitende Faser mit der Lichtquelle verbunden. Anschließend wird die Positioniervorrichtung in den Kalibrationsport und die Faser in die Positioniervorrichtung eingesetzt und Laserstrahlung einer definierten Lichtleistung in die lichtleitende Faser durch die Lichtquelle eingekoppelt. Die Lichtleistung der aus der lichtleitenden Faser innerhalb des Kalibrationsports austretenden Laserstrahlung wird dann mittels der Sensormittel des Kalibrationsports ermittelt. Die ermittelte, aus der lichtleitenden Faser austretende Lichtleistung wird mit der in die lichtleitende Faser eingekoppelten Lichtleistung verglichen und die in die lichtleitende Faser eingekoppelte Lichtleistung anschließend so angepasst, dass die aus der lichtleitenden Faser austretende Lichtleistung innerhalb eines definierten Wertebereichs liegt.

15 Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

- Figur 1 verschiedene Ansichten einer Positioniervorrichtung für frontal abstrahlende lichtleitende Fasern,
- 20 Figur 2 verschiedene Ansichten einer Positioniervorrichtung für radial abstrahlende lichtleitende Fasern,
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer medizinischen Vorrichtung und einer Positioniervorrichtung und
- 25 Figur 4 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

30 Im Folgenden werden einander ähnliche oder identische Merkmale mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Positioniervorrichtung 100 für frontal abstrahlende lichtleitende Fasern. Dabei ist in Figur 1 a) eine seitliche Ansicht, in Figur 1 b) eine Frontalansicht und in Figur 1 c) eine isometrische Ansicht einer Positioniervorrichtung 100 gezeigt. Die Positioniervorrichtung 100 weist dabei einen im Wesentlichen rotationssymmetrischen

35

- Körper 102 auf, in dem ein Kanal 104 für eine lichtleitende Faser (nicht dargestellt) ausgebildet ist. Der Körper 102 ist dabei im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgeführt und weist zwei Bereiche 106 und 108 auf, deren Durchmesser sich unterscheidet. Dabei erstreckt sich ein erster Bereich 106 von einer ersten Stirnfläche 110 des Körpers 102 über etwa ein Viertel der Gesamtlänge der Positioniervorrichtung 100, während sich der zweite Bereich von einer zweiten Stirnfläche 112 über die übrige Länge der Positioniervorrichtung 100 erstreckt. Dabei sind die Kanten des Körpers 102 im ersten Bereich 106 und im zweiten Bereich 108 jeweils durch eine Fase abgeschrägt, sodass keine scharfen Kanten an der Positioniervorrichtung 100 existieren.
- Der Kanal 104 befindet sich bei der rotationssymmetrischen Ausgestaltung der Positioniervorrichtung 100, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, exakt auf der Rotationsachse des Körpers 102. Der Durchmesser des Kanals 104 ist dabei so angepasst, dass er zur Aufnahme einer lichtleitenden Faser so geeignet ist, dass die lichtleitende Faser in radialer Richtung durch den Kanal 104 geführt ist.
- Dabei ist der Verlauf des Kanals 104 im Bereich der ersten Stirnfläche 110 so ausgeprägt, dass ausgehend von einem Durchmesser, bei dem eine in den Kanal 104 eingesetzte lichtleitende Faser geführt ist, der Durchmesser des Kanals 104 in Richtung der ersten Stirnfläche 110 kontinuierlich zunimmt. Effektiv ergibt sich so auf Seiten der ersten Stirnfläche 110 eine trichterförmige Ausgestaltung des Kanals 104, welche das Einführen einer lichtleitenden Faser in den Kanal 104 erleichtert.
- Auf der zweiten Stirnfläche 112 ist ein Ausrichtelement 114 angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform handelt es sich bei dem Ausrichtelement 114 um eine aus der zweiten Stirnfläche 112 hervorstehende Extrusion, welche an ihren Ecken abgerundet ist. Der Kanal 104 durchstößt dabei das Ausrichtelement 114, wodurch eine frontale Ausnehmung 113 in der Positioniervorrichtung ausgebildet wird, durch welche frontal aus einer in den Kanal 104 eingeführten lichtleitenden Faser ausgekoppeltes Licht aus der Positioniervorrichtung austreten kann.
- Der Kanal 104 erstreckt sich in Längsrichtung bis in das Ausrichtelement 114 hinein, wobei etwa in der Hälfte der Tiefe des Ausrichtelementes 114 der Durchmesser des Kanals 104 reduziert, beispielsweise halbiert ist. Hieraus ergibt sich eine Öffnung 115 des Kanals 104, welche vorzugsweise in ihrem Durchmesser an den Durchmesser des Kerns einer in die Positioniervorrichtung 100 eingesetzten lichtleitenden Faser angepasst ist. Ausgehend von diesem reduzierten Durchmesser weitet sich der Kanal 104 in Längsrichtung anschließend entlang des Ausricht-

telementes 114 so auf, dass der Kanal 104 im Bereich der frontalen Ausnehmung 113 eine Trichterform aufweist.

Wie in Figur 1 a) gut zu erkennen ist, findet der Übergang von dem normalen Durchmesser d
5 des Kanals zu dem reduzierten Durchmesser im Bereich des Ausrichtelementes 114 nicht
schlagartig statt, sondern verläuft vielmehr über einen kurzen Übergangsbereich in Längsrich-
tung des Kanals 104. Auf diese Weise stößt der Mantel einer in die Positioniervorrichtung 100
eingesetzten lichtleitenden Faser in diesem Übergangsbereich an das Material des Ausrich-
telementes 114, während die übrigen Teile der lichtleitenden Faser und insbesondere der licht-
10 führende Kern der Faser nicht mit dem Ausrichtelement 114 bzw. generell mit dem Körper 102
der Positioniervorrichtung 100 in Kontakt kommen. Auf diese Weise kann vermieden werden,
dass die Faserfacette der lichtleitenden Faser beschädigt wird.

Durch die trichterförmige Öffnung des Kanals 104 im Bereich des Ausrichtelementes 114 wird
15 dabei gewährleistet, dass das aus einer lichtleitenden Faser ausgekoppelte Licht bei einer voll-
ständig in den Kanal 104 eingeschobenen lichtleitenden Faser weitestgehend ungehindert aus
dem Körper 102 der Positioniervorrichtung 100 austreten kann. Wird hingegen eine lichtleitende
Faser nicht vollständig in den Kanal 104 eingeführt, sodass das Ende der Faser beabstandet
von dem verjüngten Bereich des Kanals 104 angeordnet ist, behindert der Körper 102 der Posi-
20 tioniervorrichtung 100 die Ausbreitung der aus der lichtleitenden Faser austretenden Strahlung,
sodass die von einem Kalibrationsport, in dem die Positioniervorrichtung 100 eingesetzt ist, de-
tektierte Lichtleistung gegenüber dem Fall, in dem die lichtleitende Faser vollständig in den Ka-
nal 104 eingeführt wurde, stark abfällt. Auf diese Weise kann eine fehlerhafte Positionierung
einer lichtleitenden Faser in der Positioniervorrichtung 100 leicht erkannt werden.

25 Die Figur 2 zeigt verschiedene Ansichten einer Positioniervorrichtung 100, welche zur Aufnah-
me einer lichtleitenden Faser ausgebildet ist, welche in radialer Richtung das in der lichtleiten-
den Faser geführte Licht auskoppelt. Dabei ist die Positioniervorrichtung 100 in Figur 2 a) in
einer Seitenansicht, in Figur 2 b) in einer Draufsicht, in Figur 2 c) in einer Frontalansicht und in
30 Figur 2 d) in einer isometrischen Ansicht gezeigt.

Analog zu der in Figur 1 dargestellten Positioniervorrichtung 100 weist auch die Positioniervor-
richtung 100 der Figur 2 einen im Wesentlichen rotationssymmetrischen Körper 102 auf, wel-
cher in einen ersten Bereich 106 und einem zweiten Bereich 108 unterteilt werden kann, welche
35 sich in ihrem Durchmesser unterscheiden. Ebenfalls analog zu der Positioniervorrichtung 100

der Figur 1 ist auch bei der Positioniervorrichtung 100 der Figur 2 entlang der Rotationsachse des Körpers 102 ein Kanal 104 zur Aufnahme einer lichtleitenden Faser ausgebildet. Dabei ist im ersten Bereich 106 der Kanal 104 so ausgebildet, dass der Durchmesser des Kanals 104 in Richtung zu einer ersten Stirnfläche 110 des Körpers 102 zunimmt. Auch hier wird durch die
5 entstehende Trichterform das Einführen einer lichtleitenden Faser in den Kanal 104 erleichtert. Ebenfalls analog zu Figur 1 ist auf einer zweiten Stirnfläche 112 des Körpers 102 ein Ausrichtelement 114 ausgebildet, welches als Extrusion aus der zweiten Stirnfläche 112 ausgebildet ist.

10 Im Unterschied zu der in Figur 1 dargestellten Positioniervorrichtung 100 weist der Kanal 104 der in Figur 2 dargestellten Positioniervorrichtung 100 keine frontale Ausnehmung in longitudinaler Richtung der Positioniervorrichtung 100 auf. Vielmehr sind in der Mantelfläche 116 des zweiten Bereiches 108 seitliche Ausnehmungen 118 vorgesehen, welche sich von der Mantelfläche 116 bis zu dem Kanal 104 erstrecken, sodass eine in dem Kanal 104 angeordnete licht-
15 leitende Faser an ihren Seiten freigelegt ist. Dabei nimmt der Querschnitt der seitlichen Ausnehmungen 118, ausgehend von dem Kanal 104 in Richtung der Mantelfläche 116 zu, sodass sich eine trichterförmige Ausgestaltung der seitlichen Ausnehmungen 118 ergibt. Auf diese Weise wird seitlich von einer in den Kanal 104 eingeführten lichtleitenden Faser ausgestrahlte Laserstrahlung in ihrer Ausbreitung durch die Positioniervorrichtung 100 nicht behindert, sodass
20 die Abstrahlcharakteristik einer in der Positioniervorrichtung 100 angeordneten lichtleitenden Faser gut ermittelt werden kann.

Der Kanal 104 erstreckt sich dabei über die seitlichen Ausnehmungen 118 in Längsrichtung des Körpers 102 hinaus, sodass eine in den Kanal 104 eingeführte lichtleitende Faser auch hinter
25 der seitlichen Ausnehmung 118 weiterhin geführt ist. So kann vermieden werden, dass eine in den Kanal 104 eingeführte lichtleitende Faser seitlich aus den Ausnehmungen 118 herausspringt, wenn sie in den Kanal eingeführt wird. Ein Herausspringen einer lichtleitenden Faser aus den seitlichen Ausnehmungen 118 kann dabei auch dadurch vermieden werden, dass der Durchmesser der seitlichen Ausnehmungen 118 in Umfangsrichtung des Kanals 104 jeweils
30 kleiner ist, als der Durchmesser der in den Kanal 104 eingeführten lichtleitenden Faser.

Um zu gewährleisten, dass aus einer in den Kanal 104 eingeführten lichtleitenden Faser austretende Strahlung nur aus den jeweiligen Ausnehmungen aus der Positioniervorrichtung 100 austritt, ist der Körper 102 der Positioniervorrichtung 100 der Figuren 1 und 2 aus einem opaken
35 Material hergestellt, wie beispielsweise einem Kunststoff, insbesondere Polyoxymethylen

(POM). Unter einem opaken Material ist dabei ein Material zu verstehen, welches nicht transparent für das aus der Faser austretende Licht ist, sodass das Licht zumindest teilweise von dem Material des Körpers 102 der Positioniervorrichtung 100 absorbiert oder gestreut wird. Hierdurch wird die Abstrahlcharakteristik der aus der Positioniervorrichtung austretenden Strahlung
5 durch die Lage und Form der Ausnehmungen 113, 118 festgelegt.

Die Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Systems 200 mit einer medizinischen Vorrichtung 202, welche wenigstens eine Lichtquelle 204 zur Erzeugung von Laserstrahlung einer bestimmten Lichtleistung und Wellenlänge aufweist. Bei der Lichtquelle kann es sich beispielsweise um eine oder mehrere Laserdioden handeln. Das System 200 weist ferner eine
10 lichtleitende Faser 206 sowie einen Kalibrationsport 208 auf, wobei der Kalibrationsport 208 in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform in der medizinischen Vorrichtung 202 angeordnet ist. Es wäre jedoch durchaus auch möglich, den Kalibrationsport 208 als separate Vorrichtung auszuführen, welche mit der medizinischen Vorrichtung 202 über wenigstens eine Datenverbin-
15 dung verbunden ist. Die Lichtquelle 204 der medizinischen Vorrichtung 202 kann dabei über eine entsprechende Optik 210 so mit der lichtleitenden Faser 206 verbunden werden, dass von der Lichtquelle 204 erzeugte Laserstrahlung zumindest teilweise in die lichtleitende Faser 206 eingekoppelt wird.

20 Die medizinische Vorrichtung 202 weist ferner ein Bedienelement 212 auf, welches beispielsweise als berührungsempfindliches Display ausgebildet sein kann. Über dieses Display können beispielsweise gewünschte Ausgangsleistungen, Bestrahlungszeiten und abzustrahlende Wellenlängen der Lichtquelle 204 eingestellt werden. Alternativ zu einer dezidierten Auswahl von Ausgangsleistungen, Wellenlängen und Bestrahlungszeiten, kann auch vorgesehen sein, dass
25 ein Benutzer über das Bedienelement 212 lediglich ein vordefiniertes Behandlungsszenario mit einer reduzierten Auswahl von weiteren Parametern auswählt. Die medizinische Vorrichtung 202 ist dann dazu ausgebildet, die entsprechenden für eine Behandlung notwendigen Betriebsparameter der Lichtquelle 204 selbstständig zu ermitteln.

30 Die Verwendung des Systems 200 wird im Folgenden mit Bezug auf Figur 4 beschrieben, in der ein Flussdiagramm eines erfindungs-gemäßen Verfahrens zur Benutzung einer Positioniervorrichtung bei der Kalibration eines medizinischen Systems dargestellt ist.

In einem ersten Verfahrensschritt 300 wird zunächst die lichtleitende Faser 206 mit der Optik
35 210 bzw. mittelbar mit der Lichtquelle 204 verbunden. Beispielsweise kann die Optik 210 einen

FSMA- oder FC/PC-Stecker aufweisen, auf den ein entsprechendes Gegenstück der lichtleitenden Faser 206 aufgeschraubt wird, womit eine optische Verbindung zwischen Lichtquelle 204 und lichtleitender Faser 206 hergestellt werden kann. Anschließend wird in Verfahrensschritt 302 eine Positioniervorrichtung 100, wie sie zuvor beschrieben wurde, in den Kalibrationsport 208 der medizinischen Vorrichtung 202 eingesetzt. Dabei wird durch das Ausrichtelement 114 der Positioniervorrichtung gewährleistet, dass die Positioniervorrichtung 100 korrekt in dem Kalibrationsport 208 ausgerichtet ist. Ferner kann zur Detektion der korrekten Ausrichtung und Position der Positioniervorrichtung 100 in einem Kalibrationsport 208 auch wenigstens ein Mikroschalter in dem Kalibrationsport 208 vorgesehen sein, der nur im Falle der korrekten Positionierung und Ausrichtung der Positioniervorrichtung 100 in dem Kalibrationsport 208 betätigt wird.

Es muss hierbei je nach verwendeter Faser 206 eine entsprechende Positioniervorrichtung 100 ausgewählt werden, deren Ausnehmungen an die Abstrahlcharakteristik der verwendeten Faser angepasst sind. Handelt es sich beispielsweise um eine frontal abstrahlende Faser, ist eine Positioniervorrichtung 100, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, notwendig, während es bei einer lichtleitenden Faser 206, welche radial abstrahlt, notwendig ist, eine Positioniervorrichtung 100 gemäß Figur 2 zu verwenden. Dabei ist die Länge der seitlichen Ausnehmung 118 der Positioniervorrichtung 100 vorzugsweise so ausgeführt, dass die selbe Positioniervorrichtung 100 für unterschiedliche Längen eines radial abstrahlenden Bereiches der verwendeten lichtleitenden Faser 206 geeignet ist.

Nachdem die Positioniervorrichtung 100 korrekt in den Kalibrationsport 208 angeordnet wurde, wird in Schritt 304 die lichtleitende Faser 206 bis zum Anschlag in die Positioniervorrichtung 100 bzw. in den Kanal 104 der Positioniervorrichtung 100 eingeführt. Anschließend wird in Schritt 306 beispielsweise durch Eingabe entsprechender Befehle über das Bedienelement 212 die Lichtquelle 204 so angesteuert, dass Laserstrahlung einer definierten Lichtleistung und Wellenlänge in die lichtleitende Faser 206 eingekoppelt wird. Mittels entsprechender Sensormittel des Kalibrationsports 208, welche in Figur 3 nicht dargestellt sind, wird dann in Schritt 308 die Leistung der aus der lichtleitenden Faser 206 innerhalb des Kalibrationsports 208 austretende Laserstrahlung ermittelt. Die so ermittelte Lichtleistung wird anschließend im Verfahrensschritt 310 mit der in die lichtleitende Faser eingekoppelten Lichtleistung verglichen und im Verfahrensschritt 312 die in die lichtleitende Faser 206 eingekoppelte Lichtleistung so angepasst, dass die aus der lichtleitenden Faser 206 austretende Lichtleistung innerhalb eines definierten Wertebereichs liegt. Hierzu kann entweder die von der Lichtquelle 204 ausgegebene Lichtleistung

erhöht oder die Einkopplung der von der Lichtquelle 204 emittierten Lichtleistung in die lichtleitende Faser 206 verändert werden. Der definierte Wertebereich kann dabei unter Berücksichtigung der abstrahlenden Fläche der lichtleitenden Faser so definiert sein, dass bei einer bestimmten ermittelten Lichtleistung eine definierte Flächenleistung von der lichtleitenden Faser 206 abgestrahlt wird.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

- 10 So kann beispielsweise die Form der Positioniervorrichtung 100 von der rotationssymmetrischen Form, wie sie in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist, abweichen. Es ist durchaus möglich, die Positioniervorrichtung 100 mit einem rechteckigen Körper 102 auszubilden, welcher an die Geometrie eines verwendeten Kalibrationsports 208 angepasst ist. Ferner kann das dargestellte System der Figur 3 eine medizinische Vorrichtung 202 aufweisen, welche mehrere Lichtquellen
- 15 204 aufweist, welche jeweils mit einer lichtleitenden Faser 206 gekoppelt sind. Auf diese Weise wird die Flexibilität der Behandlungsmöglichkeiten mittels der medizinischen Vorrichtung 202 erhöht, da mehrere Körperbereiche eines zu behandelnden Patienten gleichzeitig bestrahlt werden können.
- 20 Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

	100	Positioniervorrichtung
	102	Körper
5	104	Kanal
	106	erster Bereich
	108	zweiter Bereich
	110	erste Stirnfläche
	112	zweite Stirnfläche
10	113	frontale Ausnehmung
	114	Ausrichtelement
	115	Öffnung
	116	Mantelfläche
	118	seitliche Ausnehmung
15	200	System
	202	medizinische Vorrichtung
	204	Lichtquelle
	206	lichtleitende Faser
	208	Kalibrationsport
20	210	Optik
	212	Bedienelement
25		
30		