

5

Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung von Biofilm im Mundraum

- 10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung von Biofilm im Mundraum.

Biofilm im Mundraum und insbesondere Plaque stellt eine verbreitetes und bekanntes Problem dar. Mittlerweile gibt es unzählige Verfahren und Vorrichtungen mit der Absicht, Plaque zu entfernen.

- 15 Hierzu zählen neben manuellen Zahnbürsten mit besonderen Borstenprofilen auch elektrische Zahnbürsten mit oszillierenden oder vibrierenden Borstenköpfen. Zudem sind die unterschiedlichsten Mundduschen bekannt, bei denen über eingedüste Flüssigkeiten Plaque entfernt werden soll. Bei den Zahnbürsten ist die Fehlermöglichkeit durch den Anwender nahezu unbegrenzt. Bei den bekannten Mundduschen musste die Leistung gegenüber alten
20 Entwürfen deutlich heruntergefahren werden, da bei einem zu starken Flüssigkeitsstrahl erhebliche Schädigungen des Zahnfleisches verursacht wurden. Die Mundduschen, die nicht schädigen reinigen aber auch nicht wirklich.

- Zudem ist es bekannt, über intraorale Kameraeinheiten optisch erkennbare Zustände im Mundraum zu erfassen. Momentane am Markt erhältliche Lösungen intraoraler
25 Kameraeinheiten sind jedoch zu groß, um ohne weiteres und auch im Endanwenderbereich eingesetzt zu werden.

- Es ist zudem bekannt Zähne mit UV/blauem (~ 405 nm) Licht zu beleuchten, um auf frühe Karies, Risse im Zahn und Sekundärkaries zu überprüfen. Das Kontrastmittel Fluorescein hat eine Fluoreszenz mit der stärksten Intensität bei $\lambda_{em} = 520$ bis 530 nm, wenn es mit Licht λ_{ex}
30 $= 465$ bis 490 nm angeregt wird. Das sehr eng zusammenliegende Wellenlängenspektrum des anregenden und emittierten Lichts führt bei standardmäßigen intraoral Kameraeinheiten zu einem zu geringen Signal-to-Noise Verhältnis, um ein sicheres Detektieren zu gewährleisten. Auftretende Reflexionen durch fokussierte Beleuchtungslösungen und unscharfe Bilder der Kameraeinheit werden bei am Markt befindlichen interoralen Kameras zurzeit nur durch eine
35 größere Distanz von Zahn zu Sensoreinheit kompensiert.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es, Biofilm effizient und platzsparend zu erfassen, um eine parallele oder nachfolgende Reinigung effektiver zu gestalten.

Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

Es ist eine weitere Aufgabe ein Verfahren zum Erfassen von Biofilm zu schaffen.

- 10 Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruch 31 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hiervon abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß wird zunächst Biofilm (Plaque) optisch erkennbar gemacht und anschließend nach Ort und Intensität (Menge) erfasst. Die entsprechenden Daten, bestehend aus den

- 15 Koordinaten im Mundraum und ggf. einer Intensität/Menge/Schichtdicke, können
- a) gespeichert und an eine Reinigungsvorrichtung transferiert werden, um eine gezielte Reinigung zu ermöglichen;
 - b) gespeichert und mit früheren Erfassungen oder nachfolgenden Erfassungen verglichen werden, um einen Reinigungsfortschritt zu dokumentieren;
 - 20 c) zu therapeutischen Zwecken, insbesondere Anamnese und Analyse, gespeichert und zur Verfügung gestellt werden.

Erfindungsgemäß wird eine Sensoreinheit eines Biofilm-Visualisierungs-Gerätes vorgeschlagen, welche nach dem Einführen in die Mundhöhle über die Zähne geführt wird und dabei Biofilm mit Hilfe eines Kontrastmittels detektiert und die genaue Position und ggf.

- 25 Schichtdicke etc. an das Gerät übermittelt.

Hierzu besteht das Gerät aus einem Handstück, welches an der anwenderabgewandten Seite ein Display aufweisen kann. Auf der anwenderzugewandten Seite befindet sich ein Mundstück, das in die Mundhöhle eingeführt wird und die Sensoreinheit über die Zähne führt.

Das Verfahren sieht vor, dass die Zähne vor dem Detektieren mittels eines auf Fluorescein

- 30 basierenden Farbstoffes eingefärbt werden.

Das Mundstück weist zumindest eine Kameraeinheit mit einer Kamera auf.

- 5 Die Kameraeinheit allein hat beispielsweise die Dimensionen 1x1x2,7 mm und die gesamte Sensoreinheit, inklusive eines Schutzglases, PCB, Filter und Kamerahalter, einen Durchmesser von 8 mm und eine Höhe von 3,8 mm. Mit diesen Abmessungen ist die Einheit in einen Mundraum gut führbar.

- Um ein gutes Signal-to-Noise Ratio zu gewährleisten ist vorzugsweise direkt vor der Kamera
10 ein optischer Langpassfilter platziert, der im Idealfall eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm hat und Signale darunter abschneidet. Alternativ oder zusätzlich kann ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor den LEDs, welche den zu erfassenden Bereich beleuchten, platziert werden, um das Wellenlängenspektrum der LEDs zu begrenzen/fokussieren.

- 15 Um Reflektionen, welche die Aufnahme und Auswertung des Biofilmes negativ beeinflussen können, zu reduzieren, kann zwischen PCB und dem Schutzglas ein Diffusor, insbesondere in Form einer Diffusor-Folie vorhanden sein.

Weiter kann ein Polarisator und insbesondere Zirkularpolarisator vor den LEDs und Kamera angeordnet sein, um Reflektionen zu minimieren.

- 20 Die vorgenannten Maßnahmen Langpassfilter, Kurzpassfilter, Diffusor, Polarisator können einzeln oder in jeder Kombination miteinander verwirklicht sein.

- Das Gerät bzw. die Vorrichtung selbst kann zusätzlich über biometrische Sicherungsfunktionen verfügen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass über eine eingebaute Kamera eine Gesichtserkennung oder über einen Fingerabdrucksensor eine Fingerabdruckerkennung
25 durchgeführt wird. Zudem kann es vorgesehen sein, dass Zahnschema über entsprechende optische oder mechanische Drucksensoren zu erfassen.

- Bei mechanischen Drucksensoren handelt es sich zum Beispiel um ein Sensorenfeld welches in einem Mundstück so angeordnet ist, dass es in der Verwendung zu den Zahnkronen weist. Zudem ist die Auflösung und damit die Zahl der Sensoren im Sensorenfeld so gewählt, dass
30 die Aufbissituation sehr fein erfasst werden kann. Da die Zahnform individuell und einzigartig ist, kann über die Erfassung der auf der Sensorfläche einwirkenden Zahnbereiche eine biometrische Erfassung sicher durchgeführt werden.

Über alle genannten Methoden ist es möglich, dass entweder die Vorrichtung nur von dem vorgesehenen Verwender freigegeben und benutzt werden kann oder bei mehreren

- 5 Verwendern (gegebenenfalls mit unterschiedlichen Mundstücken) die jeweiligen Daten nur für den erkannten Benutzer ermittelt, weitergeleitet und gespeichert werden.

Die Erfindung betrifft somit insbesondere eine Vorrichtung zum optischen Erfassen von Biofilm im Mundraum, wobei zumindest eine Sensoreinheit vorhanden ist, wobei die Sensoreinheit eine Kamera aufweist, welche mit ihrem optischen Erfassungsbereich in einen
10 Aufnahmeraum der Vorrichtung weist, der der Aufnahme von Oberflächen dient, die detektiert werden soll.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass vor der Kamera, insbesondere direkt davor, ein optischer Langpassfilter angeordnet ist, der vorzugsweise eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm aufweist und Signale darunter abschneidet.

- 15 Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Sensoreinheit zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche zumindest eine LED aufweist.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor der zumindest einen LED angeordnet ist, um das Wellenlängenspektrum der zumindest einen LED zu begrenzen/fokussieren.

- 20 Eine Weiterbildung sieht vor, dass die zumindest eine LED ein Spektrum von 450-500 nm hat.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass zumindest eine weitere LED mit einem anderen Spektrum vorhanden ist, insbesondere mit einem Weißlichtspektrum.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass zur Vermeidung von Reflektionen zwischen einer die Kamera und/oder die zumindest eine LED tragenden Leiterplatte und einem Schutzglas vor der Optik
25 der Kamera ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet ist.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass im Bereich der zumindest einen LED ein Kameragrundgehäuse an der Leiterplatte angeordnet ist, welches beispielsweise die Leiterplatte im Bereich einer Durchgriffsöffnung durchgreift, wobei das Kameragrundgehäuse rohrartig ausgebildet ist mit einer ersten, einer zu detektierenden Fläche zuweisenden Öffnung
30 und einer diametral gegenüberliegenden zweiten Öffnung, wobei mit einer die erste Öffnung begrenzenden Stirnwandung der Kameragrundkörper auf der Schutzscheibe aufliegend ausgebildet ist.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Vorrichtung aufeinanderfolgend ein Handstück und einen Erfassungsaufsatz mit einem länglich-zylindrischen Träger besitzt, wobei der an einem

- 5 freien Ende ein Aufnahmebereich für einen Erfassungskopf angeordnet ist der den Erfassungskopf drehbar lagert.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Erfassungskopf brückenartig in etwa umgekehrt U-förmig ausgebildet ist mit einem Basisbereich und zwei davon abgehenden Schenkeln.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Erfassungskopf bevorzugt einteilig ausgebildet ist und
10 insbesondere der Basisbereich und die Schenkel durch gemeinsame Wandungen einteilig ausgebildet sind.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Basisbereich und die Schenkel hohl ausgebildet sind und eine oder mehrere Kammern zur Aufnahme von einer oder mehreren Sensoreinheiten und ggf. notwendigen Verkabelungen, Halteinrichtungen und dergleichen ausbilden.

- 15 Eine Weiterbildung sieht vor, dass durch den Basisbereich und die Schenkel zwischen diesen ein Aufnahmeraum begrenzt wird, welcher der Aufnahme von Zähnen dient, wobei der Aufnahmeraum zu einem zu erfassenden Zahn hin dementsprechend eine Öffnung und seitliche je eine Öffnung besitzt.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Aufnahmeraum von im wesentlichen ebenen
20 Innenwandungen der Schenkel und einer dazu im Wesentlichen orthogonal verlaufenden Innenwandung des Basisbereichs begrenzt wird, wobei die Schenkel zudem von den die Öffnungen begrenzenden Außenkanten der Innenwandungen abgehende Außenwandungen auf, welche in die Außenwandung des Basisbereichs übergehen wobei die Außenwandungen dabei gewölbt ausgebildet sind, so dass die Innenwandungen und die Außenwandungen die
25 eine oder mehrere Kammern ausbilden bzw. begrenzen.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Basisbereich von den Schenkeln wegweisend bzw. dem Aufnahmeraum wegweisend an bzw. in seiner Außenwandung einen insbesondere zylindrischen Anschlussbereich aufweist, wobei der zylindrische Anschlussbereich eine im Wesentlichen runde Öffnung besitzt, welche von einer umlaufenden Kante begrenzt wird,
30 wobei an der umlaufenden Kante ein Vorsprung ausgebildet ist, welcher einen Drehanschlag bildet.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass dem zylindrischen Anschlussbereich gegenüberliegend eine Öffnung zum Aufnahmeraum hin ausgebildet ist, wobei in der Öffnung eine Sensoreinheit in der Kammer angeordnet ist, wobei die Sensoreinheit derart angeordnet ist, dass das

- 5 Schutzglas die Öffnung abdeckt und dementsprechend der Erfassungsbereich der Kamera in den Aufnahmeraum ragt.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Schenkel über Öffnungen verfügen, welche zum Aufnahmeraum hin gerichtet sind und dementsprechend dort je eine Sensoreinheit angeordnet ist, wobei die jeweiligen Schutzgläser die Öffnungen zum Aufnahmeraum abschließen und die
10 Sensoreinheiten innerhalb der Kammer angeordnet sind.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Erfassungsbereiche der Sensoreinheiten in den Schenkeln diametral gegenüberliegend in den Aufnahmeraum und der Erfassungsbereich der Sensoreinheit in dem Basisbereich orthogonal hierzu zur Öffnung weisend in den Aufnahmeraum weisen.

- 15 Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Aufnahmebereich eine zylindrische Öffnung besitzt, welche in montiertem Zustand zu einer zu untersuchenden Zahnreihe gerichtet ist, wobei in der Öffnung ein Drehlager derart angeordnet ist, dass der zylindrische Anschlussbereich hiermit innerhalb der zylindrischen Öffnung drehbar gelagert ist, wobei der zylindrische Anschlussbereich mit seiner Öffnung voran in die Öffnung hineinragt.

- 20 Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Sensoreinheiten über elektrische Leitungen verfügen, welche durch die Kammern der Schenkel bzw. des Basisbereichs sowie den zylindrischen Anschlussbereich hindurchgeführt sind, wobei über die elektrische Leitungen die Sensoreinheiten einerseits mit einer Stromquelle innerhalb des Handstücks verbunden sind und erfasste Bilddaten bzw. Koordinaten oder andere Daten, die über die Kameras
25 aufgenommen werden, hierdurch weitergeleitet und entweder im Handstück gespeichert, prozessiert oder über geeignete Mittel zur Übertragung insbesondere ein Funknetz oder beim Einstecken des Handteils in eine Basisstation eine leitende Verbindung einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass Speichermedien in der Vorrichtung vorhanden sein, welche
30 gegebenenfalls tauschbar sind, insbesondere Speicherkarten.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die elektrischen Leitungen hierbei so dimensioniert sind, dass eine Drehung des Erfassungskopfes innerhalb der Vorrichtung möglich ist, ohne dass die Leitungen überdehnt werden.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass, um einen ausreichenden Abstand der Kameras
35 insbesondere in den Schenkeln von der zu erfassenden Oberfläche einzustellen und zudem

- 5 eine gute Führung des Benutzers bei der Erfassung der Oberflächen sicherzustellen, Abstands- und Führungselemente angeordnet sind, wobei die Abstands- und Führungselemente insbesondere im Übergangsbereich von den Innenwandungen zu den Außenwandungen angeordnet sind.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass sich die Führungselemente sich in den Aufnahme-
10 hineinerstrecken, so dass die Führungselemente an den Außen- bzw. Innenseiten der Zähne anliegen.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Führungselemente aus einem insbesondere biologisch unbedenklichen Material, wie Gummi oder Weichkunststoff oder Silikon ausgebildet sind.

- Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Führungselemente austauschbar ausgebildet sein
15 können.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass sich die Führungselemente benachbart zum Aufnahme-
bzw. zu den Außenkanten der Schenkel an Außenwandungen der Schenkel angeordnet sind
sich von diesen entweder ein Stück nach außen und dann in den Bereich des Aufnahme-
oder sich mit freien Enden direkt von den Außenwandungen in den Aufnahme-
raum erstrecken.

- 20 Eine Weiterbildung sieht vor, dass vor der Kamera der optische Langpassfilter platziert ist, der eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm besitzt und Signale darunter abschneidet.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor der LED platziert ist, um das Wellenlängenspektrum der LED zu begrenzen/fokussieren.

- 25 Eine Weiterbildung sieht vor, dass zwischen der Leiterplatte und dem Schutzglas ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet ist.

- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Biofilm im Mundraum wobei zumindest eine Sensoreinheit verwendet wird, wobei die Sensoreinheit eine Kamera aufweist, welche mit ihrem optischen Erfassungsbereich in einen Aufnahme-
30 Vorrichtung gerichtet wird, der um Oberflächen herum angeordnet wird, die detektiert werden sollen.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass direkt vor der Kamera ein optischer Langpassfilter angeordnet wird, der vorzugsweise eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm aufweist und Signale darunter abschneidet.

- 5 Eine Weiterbildung sieht vor, dass zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche zumindest eine LED verwendet wird.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass eine Bildanalyse umfassend zumindest die folgenden Schritte durchzuführen: Segmentierung des Zahnoberflächenbereichs (eines einzelnen Zahns oder aller sichtbaren Zähne bzw. Teilabschnitten von Zähnen) von anderen oralen Einheiten, insbesondere Zahnfleisch und Hintergrund, Analyse des mit Biofilm bedeckten Bereichs und weiterer oraler Merkmale auf der Zahnoberfläche wie demineralisierte Bereiche, Karies, Füllungen, Zahnstein.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass eine trainierte Mustererkennung verwendet wird.

15 Eine Weiterbildung sieht vor, dass die aufgenommenen Bilder manuell analysiert werden, indem die Fläche des Bildes, welche dem Zahn zuzuordnen ist, manuell markiert wird, wobei dies zusammen mit weiteren Informationen, wie der Kameraposition und/oder Zahnposition, dem selbstlernenden System, welches vorzugsweise ein neuronales Netz umfasst, zum Lernen gegeben wird.

20 Eine Weiterbildung sieht vor, dass wenn dem selbstlernenden System genügend Bilder mit entsprechenden Zusatzdaten und Markierungen zum Lernen gegeben wurden, das System in der Lage ist, neue Bilder von Zähnen selbständig derart zu markieren, dass die Zahnbereiche von Nicht-Zahnbereichen zu unterscheiden sind.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert. Es zeigen dabei:

- Figur 1: eine erfindungsgemäße Sensoreinheit in einem stark schematisierten Schnitt;
- 25 Figur 2: einen erfindungsgemäßen Erfassungskopf mit Sensoreinheiten in einem stark schematisierten Schnitt;
- Figur 3: die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Handteil und Erfassungskopf, angeordnet im Bereich von Schneidezähnen in einer stark schematisierten Ansicht;
- 30 Figur 4: die Vorrichtung nach Figur 3 in einer perspektivischen Ansicht;
- Figur 5: die Vorrichtung nach Figur 3 in einer vergrößerten perspektivischen Ansicht auf den Erfassungskopf;

- 5 Figur 6: eine Ausführungsform des Erfassungskopfes mit Führungselementen in einer ersten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;
- Figur 7: den Erfassungskopf nach Figur 6 mit Führungselementen in einer weiteren Ausführungsform;
- Figur 8: den Erfassungskopf in einem Aufnahmebereich des Erfassungsaufsatzes der
10 Vorrichtung angeordnetem Zustand;
- Figur 9: den Erfassungskopf mit seinem Gehäuse in einer schematisierten perspektivischen Ansicht;
- Figur 10: eine geschnittene Hälfte des Erfassungskopfes in einer perspektivischen Ansicht;
- 15 Figur 11: eine weitere Ausführungsform mit drei auf einer flexiblen Leiterplatte (PCB) angeordneten Sensoreinheiten in einer perspektivischen Ansicht;
- Figur 12: die Anordnung nach Figur 11 in einer Orientierung entsprechend einer Einbausituation;
- Figur 13: die Anordnung nach Figur 12 in einer teilgeschnittenen Ansicht;
- 20 Figur 14: die Anordnung nach Figur 13 in einer weiteren teilgeschnittenen Ansicht.

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Sensoreinheit 1 gezeigt. Die Sensoreinheit 1 besitzt eine Leiterplatte 2 auf der zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche zumindest eine LED 3 angeordnet ist.

- Im Bereich der LED 3 ist ein Kameragrundgehäuse 4 angeordnet, welches beispielsweise die
25 Leiterplatte 2 im Bereich einer Durchgriffsöffnung 5 durchgreift. Das Kameragrundgehäuse 4 ist in diesem Fall zylindrisch dargestellt, kann aber auch jede andere Form im Querschnitt aufweisen.

- Das Kameragrundgehäuse 4 ist rohrartig ausgebildet mit einer ersten, einem zu untersuchenden Objekt zuweisenden Öffnung 6 und einer diametral gegenüberliegenden
30 zweiten Öffnung 7. Mit einer die erste Öffnung 6 begrenzenden Stirnwandung 8 ist der Kameragrundkörper 4 auf einer Schutzscheibe 9 aufliegend ausgebildet. Zwischen der Schutzscheibe 9 und der Stirnwandung 8 ist vorzugsweise ein optischer Filter 10 vorhanden.

- 5 Innerhalb des Kameragrundgehäuses 4 ist die eigentliche Kameraeinheit 11 angeordnet.

Die Kameraeinheit 11 ist beispielsweise eine Kamera NanEye Module C oder NanEye Module M der Firma AMS AG oder eine vergleichbare miniaturisierte Kamera. Insbesondere handelt es sich um eine Kamera mit einem digitalen Output, welche insbesondere zum Beispiel für Endoskopie geeignet ist.

- 10 Beispielsweise hat die Kamera die Dimension 1x1x2,7 mm, wodurch die gesamte Sensoreinheit 1 beispielsweise einen Durchmesser von 8 mm und eine Höhe von 3,8 mm besitzt und hierdurch sehr klein aufgebaut ist.

Die Kamera ist insbesondere als Weitwinkelkamera ausgebildet und kann ein Feld von 120° abdecken.

- 15 Im Bereich der Öffnung 7 des Kameragrundgehäuses 4 kann eine umlaufende Dichtung 12 angeordnet sein, welche insbesondere als O-Ring ausgebildet ist und durch eine entsprechende umlaufende Nut 13 gestützt wird.

Anstelle der Anordnung der Kameraeinheit 11 innerhalb des Kameragrundgehäuses 4 kann die Kameraeinheit 11 auch direkt an bzw. auf der Leiterplatte 2 angeordnet sein.

- 20 In Figur 2 ist ein Erfassungskopf 15 gezeigt, welcher, wie später noch gezeigt werden wird, dazu ausgebildet ist, über Zähne und angrenzendes Zahnfleisch geführt zu werden, um die Biofilmsituation zu erfassen. Der Erfassungskopf 15 ist brückenartig in etwa umgekehrt U-förmig ausgebildet mit einem Basisbereich 16 und zwei davon abgehenden Schenkeln 17.

Der Erfassungskopf 15 ist dabei bevorzugt einteilig ausgebildet und insbesondere sind der

- 25 Basisbereich 16 und die Schenkel 17 durch gemeinsame Wandungen einteilig ausgebildet.

Der Basisbereich 16 und die Schenkel 17 sind hohl ausgebildet und bilden einen oder mehrere Kammern 18 zur Aufnahme von einer oder mehreren Sensoreinheiten 1 und ggf. notwendigen Verkabelungen, Halteeinrichtungen und dergleichen.

- 30 Durch den Basisbereich 16 und die Schenkel 17 wird zwischen diesen Bereichen 16, 17 ein in etwa rechteckiger oder trapezförmiger Aufnahmeraum 19 begrenzt, welcher der Aufnahme von Zähnen dient, wobei der Aufnahmeraum 19 zu einem zu erfassenden Zahn hin dementsprechend eine Öffnung 20 und seitliche je eine Öffnung 21 besitzt.

5 Der Aufnahmeraum 19 wird von im wesentlichen ebenen Innenwandungen 22 der Schenkel 17 und einer dazu im Wesentlichen orthogonal verlaufenden Innenwandung 23 des Basisbereichs 16 begrenzt.

Die Schenkel 17 weisen zudem von den die Öffnungen 20, 21 begrenzenden Außenkanten 24 der Innenwandungen 22 abgehende Außenwandungen 25 auf, welche in die Außenwandung 10 26 des Basisbereichs 16 übergehen. Die Außenwandungen sind dabei gewölbt ausgebildet, so dass die Innenwandungen 22, 23 und die Außenwandungen 25, 26 die eine oder mehrere Kammern 18 ausbilden bzw. begrenzen.

Der Basisbereich 16 besitzt von den Schenkeln 22 wegweisend bzw. dem Aufnahmeraum 19 wegweisend an bzw. in seiner Außenwandung 26 einen insbesondere zylindrischen 15 Anschlussbereich 27 auf. Der zylindrische Anschlussbereich 27 weist dementsprechend eine im wesentliche runde Öffnung 28 auf, welche von einer umlaufenden Kante 29 begrenzt wird. An der umlaufenden Kante 29 ist ein Vorsprung 30 ausgebildet, welche einen Drehanschlag bildet wie später erläutert wird.

Dem zylindrischen Anschlussbereich 27 gegenüberliegend ist eine Öffnung 31 zum 20 Aufnahmeraum 19 hin vorgesehen, wobei in der Öffnung 31 eine Sensoreinheit 1 in der Kammer 18 angeordnet ist, wobei die Sensoreinheit 1 derart angeordnet ist, dass das Schutzglas 9 die Öffnung 31 abdeckt und dementsprechend der Erfassungsbereich der Kamera in den Aufnahmeraum 19 ragt.

Die Schenkel 17 verfügen ebenfalls über Öffnungen 31, welche zum Aufnahmeraum 19 hin 25 gerichtet sind und dementsprechend dort je eine Sensoreinheit 1 angeordnet ist, wobei die jeweiligen Schutzgläser 9 auch die Öffnungen 31 zum Aufnahmeraum 19 abschließen und die Sensoreinheiten innerhalb der Kammer 18 angeordnet sind.

Dementsprechend ragen die Erfassungsbereiche der Sensoreinheiten 1 in den Schenkeln 17 diametral gegenüberliegend in den Aufnahmeraum 19 und der Erfassungsbereich der 30 Sensoreinheit 1 in dem Basisbereich 16 orthogonal hierzu zur Öffnung 20 weisend in den Aufnahmeraum 19.

In Figur 3 ist die vollständige Vorrichtung 32 zum Erfassen von Biofilm in ihrem Arbeitszustand gezeigt. Die Vorrichtung 32 besitzt dabei ein Handstück 33 und einen Erfassungsaufsatz 34 mit einem länglich-zylindrischen Träger 35, der an einem freien Ende 36 einen 35 Aufnahmebereich 37 für den Erfassungskopf 15 aufweist.

- 5 Im gesamten Erscheinungsbild ähnelt die Vorrichtung 32 damit einer herkömmlichen elektrischen Zahnbürste, so dass Verwender ohne Weiteres in die Lage versetzt sind, ein solches Gerät zu bedienen, da die Haptik nicht ungewohnt ist.

Der Aufnahmebereich 37 (Figur 8) besitzt dabei eine zylindrische Öffnung 38, welche in montiertem Zustand zu einer zu untersuchenden Zahnreihe gerichtet ist, wobei in der Öffnung
10 38 ein Drehlager 39 derart angeordnet ist, dass der zylindrische Anschlussbereich 27 hiermit innerhalb der zylindrischen Öffnung 38 drehbar gelagert ist, wobei der zylindrische Anschlussbereich 27 mit seiner Öffnung 28 voran in die Öffnung 38 hineinragt.

Die Sensoreinheiten 1 verfügen über elektrische Leitungen 40, welche entsprechend durch die Kammern 18 der Schenkel 22 bzw. des Basisbereichs 16, den zylindrischen Anschlussbereich
15 27 und den Aufnahmebereich 37 hindurchgeführt sind.

Über die elektrische Leitungen 40 sind die Sensoreinheiten 1 einerseits mit einer Stromquelle innerhalb des Handstücks 33 verbunden. Zudem werden die erfassten Bilddaten bzw. Koordinaten oder andere Daten, die über die Kameraeinheiten 11 aufgenommen werden, hierdurch weitergeleitet und entweder im Handstück 33 gespeichert oder über geeignete Mittel
20 zur Übertragung, insbesondere ein Funknetz oder beim Einstecken des Handteils in eine Basisstation eine leitende Verbindung, einer Weiterverarbeitung zugeführt.

Zudem können entsprechende Speichermedien in der Vorrichtung 32 vorhanden sein, welche gegebenenfalls tauschbar sind, beispielsweise Speicherkarten, auf denen die entsprechenden Daten gespeichert werden, um sie anschließend weiter verarbeiten zu können.

25 Die elektrischen Leitungen sind hierbei so dimensioniert, dass eine Drehung des Erfassungskopfes 15 innerhalb der Vorrichtung 32 möglich ist, ohne dass die Leitungen überdehnt werden, wobei hierfür der Vorsprung 30 an der umlaufenden Kante 29 der Öffnung 28 des zylindrischen Anschlussbereiches als Drehanschlag dient. Damit wird eine mögliche Drehung auf beispielsweise 320° begrenzt, wodurch eine Aufnahme der Kieferäste, ohne das
30 Handstück 33 unbequem verdrehen oder verschwenken zu müssen, möglich ist.

Insbesondere ist eine Drehbarkeit um etwa 210° schon ausreichend, so dass bei Beginn der Erfassung im Schneidezahnbereich und dem Überstreichen der Zähne (Figuren 3 – 5) vom Schneidezahnbereich zu einem Backenzahnbereich und zurück zum anderen Backenzahnbereich der Erfassungskopf 15 entsprechend an den Zähnen entlanggeführt
35 werden kann. Um gegebenenfalls Unregelmäßigkeiten auszugleichen ist eine Drehung über 180° hinaus auch möglich.

- 5 Um einen ausreichenden Abstand der Kameraeinheiten 11 insbesondere in den Schenkeln 17 von der zu erfassenden Oberfläche einzustellen und zudem eine gute Führung des Benutzers bei der Erfassung der Oberflächen sicherzustellen, können Abstands- und Führungselemente 42 angeordnet sein (Fig. 6, 7).

Die Abstands- und Führungselemente 42 sind insbesondere im Übergangsbereich von den
10 Innenwandungen 22,23 zu den Außenwandungen 25,26 angeordnet.

Die Führungselemente 42 können sich dabei in den Aufnahmeraum 19 hineinerstrecken und ein Stück in Richtung zur Öffnung 21, so dass die Führungselemente 42 an den Außen- bzw. Innenseiten der Zähne anliegen.

- Die Führungselemente 42 können hierbei aus einem insbesondere biologisch unbedenklichen
15 Material, wie Gummi oder Weichkunststoff oder Silikon ausgebildet sein, wobei die Führungselemente 42 insbesondere auch austauschbar ausgebildet sein können, um einerseits an individuelle Zahnzustände und Zahngeometrien angepasst zu werden, aber auch um diese nach Verschleiß oder aus hygienischen Gründen auszutauschen.

- Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Führungselemente 42 (Fig. 7) sind die
20 Führungselemente 42 benachbart zum Aufnahmeraum 19 bzw. zu den Außenkanten 24 der Schenkel 17 an Außenwandungen 25 der Schenkel 17 angeordnet und erstrecken sich von diesen entweder ein Stück nach außen und dann in den Bereich des Aufnahmeraums 19 oder erstrecken sich mit freien Enden 43 direkt von den Außenwandungen in den Aufnahmeraum 19.

- 25 Um ein gutes Signal-to-Noise-Ratio zu gewährleisten, ist direkt vor der Kameraeinheit 11 der optische Langpassfilter 10 platziert, der im Idealfall beispielsweise eine Grenzwellenlänge von 480 bis 530 nm und insbesondere um etwa 510 nm hat und Signale darunter abschneidet. Zusätzlich kann (nicht gezeigt) ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor den LEDs 3 platziert sein, um das Wellenlängenspektrum der LEDs zu begrenzen/fokussieren. Es kann zudem auch
30 vorteilhaft sein, zusätzliche zu den LEDs im Bereich von 450 bis 500 Nanometer auch noch LEDs mit einem anderen Spektrum einzubauen.

- Um Reflexionen, welche die Aufnahme und Auswertung des Biofilms negativ beeinflussen könnten, zu reduzieren, kann zusätzlich zwischen der Leiterplatte 2 und dem Schutzglas 9 ein Diffusor wie eine Diffusorfolie oder ein Polarisator oder beides angeordnet werden (nicht
35 gezeigt).

- 5 Ein Polarisator kann auch direkt vor der Kameraeinheit 11 angeordnet sein.

Nachfolgend soll die Arbeitsweise erläutert werden. Die Vorrichtung 32, umfassend das Handstück 33 und den Erfassungsaufsatz 34 mit dem Erfassungskopf 15, wird so in einem Mundraum angeordnet, dass der Abstand von der Sensoreinheit 1 zur Zahnoberfläche zwischen 1 und 5 mm variiert. Innerhalb dieses Variationsbereiches ist ein Detektieren
10 problemlos möglich.

Hierbei helfen die entsprechenden Führungselemente 42, welche gegebenenfalls einen Mindestabstand bzw. Höchstabstand im Zusammenspiel mit einander einstellen. Um eine Gebisshälfte in einem Durchgang ohne Unterbrechung oder Absetzen erfassen zu können, sind, wie bereits ausgeführt, drei Sensoreinheiten in dem Erfassungskopf 15 angeordnet.

- 15 Der Erfassungskopf kann auch H-förmig, d.h. doppelt ausgeführt sein, so dass zwei Öffnungen 20 diametral gegenüber liegen. Auf diese Weise können sowohl die untere als auch die obere Kieferhälfte auf einmal aufgenommen werden.

Darüber hinaus ist es denkbar, anstelle einer Vorrichtung 32 mit Handstück 33, eine stationäre Vorrichtung vorzusehen, welche beispielsweise im professionellen Bereich, d.h. bei Zahnärzten stationär angeordnet ist und der Patient zum Zwecke der Anamnese oder Vorbereitung einer professionellen Zahnreinigung ähnlich wie ein an einem Röntgengerät positioniert wird und die stationäre Einrichtung anschließend die Aufnahme durchführt.
20

Die Vorrichtung 32 kann auch ohne ein Handstück 33 ausgebildet sein und dementsprechend nur im Mund gehalten werden.

- 25 In den Figuren 11 bis 14 ist eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Sensoreinheiten 1 auf einer gemeinsamen flexiblen Leiterplatte (PCB) 44 gezeigt. Die Sensoreinheiten 1 sind hierbei direkt auf der gemeinsamen Leiterplatte 44 angeordnet. Zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche sind um das Kameragrundgehäuse 4 oder bei einer SMD-Ausführung um die Kameraeinheit 11 herum,
30 welche direkt auf der Leiterplatte 44 angeordnet sind, je zumindest eine LED 3 angeordnet. Die Sensoreinheiten selbst können dabei auf einer Tragstruktur 45 der flexiblen Leiterplatte 44 derart angeordnet sein, dass die Leiterplatte 44 in diesem Bereich eine ausreichende Steifigkeit für die Tragfunktion besitzt und zudem gut eingebaut werden kann.

- 5 In diesem Fall ist das Kameragrundgehäuse 4 auf der Leiterplatte 44 angeordnet so dass keine Öffnung vorhanden ist. Im Übrigen entspricht die Ausbildung der Sensoreinheit der zuvor genannten Ausführung.

Ein gemeinsames Leiterband 46 geht beispielsweise von der mittleren Sensoreinheit 1 ab und führt dementsprechend (nicht gezeigt) durch die Kammer 18 des Basisbereichs 16, den
10 zylindrischen Anschlussbereich 27 und den Aufnahmebereich 37 hindurch.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, die orale Sensoreinheit sowohl vor einer Zahnreinigung als auch danach zu verwenden.

Unabhängig davon, ob eine Messung vor einer Zahnreinigung, zum Beispiel zur Vorbereitung derselben, oder nach einer Zahnreinigung, zum Beispiel zur Prüfung des Reinigungserfolges
15 derselben stattfindet muss eine Einfärbung stattfinden.

Hierzu wird der orale Biofilm im gesamten Mundraum mit Fluorescein (oder einem vergleichbaren Farbstoff) benetzt.

Dies kann in einer Ausführungsform gänzlich manuell erfolgen, indem die Zähne zuerst mit einer Fluorescein versetzte Flüssigkeit oder einem anderen Transportmedium für den Farbstoff
20 (Zahnpasta, Mundwasser, etc.) gespült werden.

In einer alternativen Ausführungsform ist eine vollautomatische Applikation mittels geeigneter Sprüh- oder Spül- & Absaugabrichtung möglich.

Bei der Verwendung einer Reinigungsvorrichtung für den Mundraum, welche über die Applikation von Reinigungsflüssigkeiten funktioniert, beispielsweise eine Vorrichtung wie sie
25 von der Anmelderin vorgeschlagen wurde, kann für eine Messung nach der Reinigung in einem letzten Schritt auch eine Lösung zum Einfärben des Biofilms in den Mundraum eingebracht werden und überschüssige Flüssigkeit abgesaugt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird danach entweder manuell oder vollautomatisch über das Gebiss geführt. Für jeden Zahn werden vorzugsweise mindestens jeweils 3 Bilder
30 (Innenseite, Kaufläche, Außenseite) aufgenommen. In der darauffolgenden Bildanalyse wird dann die Menge und Lokalisation von Biofilm (und anderer oraler Merkmale) pro Zahn ermittelt.

Das Gerät bzw. die Vorrichtung selbst kann zusätzlich über biometrische Sicherungsfunktionen verfügen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass über eine eingebaute Kamera eine Gesichtserkennung oder über einen Fingerabdrucksensor eine Fingerabdruckerkennung

- 5 durchgeführt wird. Zudem kann es vorgesehen sein, dass Zahnschema über entsprechende optische oder mechanische Drucksensoren zu erfassen.

Bei mechanischen Drucksensoren handelt es sich zum Beispiel um ein Sensorenfeld welches in einem Mundstück so angeordnet ist, dass es in der Verwendung zu den Zahnkronen weist. Zudem ist die Auflösung und damit die Zahl der Sensoren im Sensorenfeld so gewählt, dass
10 die Aufbissituation sehr fein erfasst werden kann. Da die Zahnform individuell und einzigartig ist, kann über die Erfassung der auf der Sensorfläche einwirkenden Zahnbereiche eine biometrische Erfassung sicher durchgeführt werden.

Über alle genannten Methoden ist es möglich, dass entweder die Vorrichtung nur von dem vorgesehenen Verwender freigegeben und benutzt werden kann oder bei mehreren
15 Verwendern (gegebenenfalls mit unterschiedlichen Mundstücken) die jeweiligen Daten nur für den erkannten Benutzer ermittelt, weitergeleitet und gespeichert werden.

Insbesondere kann eine standardisierte Abbildung des Gebisses erzeugt werden, welche ein schematisches Bild aufweist.

Diese Information kann dem Nutzer dann auf unterschiedlichste Art zur Verfügung gestellt
20 werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht insbesondere vor eine Bildanalyse umfassend zumindest die folgenden Schritte durchzuführen:

- 25 1. Segmentierung des Zahnoberflächenbereichs (eines einzelnen Zahns oder aller sichtbaren Zähne bzw. Teilabschnitten von Zähnen) von anderen oralen Einheiten, insbesondere Zahnfleisch und Hintergrund.
2. Analyse des mit Biofilm bedeckten Bereichs und weiterer oraler Merkmale auf der Zahnoberfläche (demineralisierte Bereiche, Karies, Füllungen, Zahnstein usw.).

Vor allem für den ersten Schritt werden spezielle AI-Softwarelösungen, insbesondere
30 neuronale Netze, benötigt, um den Bereich der Zahnoberfläche genau von allen anderen oralen Merkmalen zu unterscheiden. Dies ist notwendig, da das hohe Signal-to-Noise Ratio für Biofilm der Sensoreinheit dazu führt, dass anderen oralen Einheiten weniger gut zu unterscheiden sind, und konventionelle Methoden wie Schwellenwertberechnung oder Spektralanalyse nur unzureichend funktionieren.

- 5 Für den zweiten Schritt können Schwellenwerte oder Spektralanalysen sehr gut zwischen den verschiedenen Merkmalen unterscheiden. Eine verfeinerte AI-Softwarelösung kann jedoch die Genauigkeit deutlich erhöhen und die benötigte Rechenleistung senken.

Im Prinzip wird eine Schwellwertanalyse für Biofilm angewendet um Bereiche, welche mit Biofilm bedeckt sind, von unbedeckten Zahnbereichen zu unterscheiden.

- 10 Vorzugsweise wird hier eine trainierte Mustererkennung verwendet.

Hierzu werden aufgenommene Bilder manuell analysiert, indem die Fläche des Bildes, welche dem Zahn zuzuordnen ist, manuell markiert wird. Dies wird zusammen mit weiteren Informationen, wie z.B. der Kameraposition und/oder Zahnposition, dem selbstlernenden System, welches vorzugsweise ein neuronales Netz umfasst, zum Lernen gegeben.

- 15 Wurden dem selbstlernenden System genügend Bilder mit entsprechenden Zusatzdaten und Markierungen zum Lernen gegeben, ist das System in der Lage, neue Bilder von Zähnen selbstständig derart zu markieren, dass die Zahnbereiche von Nicht-Zahnbereichen zu unterscheiden sind.

- Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass ein Verfahren und Vorrichtung geschaffen werden, mit denen Biofilm im Mundraum in einfacher und nachvollziehbarer Weise erfasst werden kann und damit Daten zur Verfügung stellt, die eine gezielte Reinigung durch entsprechende Reinigungseinrichtungen ermöglicht.
- 20

- Insbesondere werden Bilddateien und/oder Koordinatendateien erzeugt, welche in einer Reinigungseinrichtung zum Zwecke der Positionierung und/oder Steuerung der Stärke und/oder Steuerung der Dauer einer Reinigung weiter verarbeitbar sind.
- 25

5

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|------------------------|
| 10 | 1 Sensoreinheit |
| | 2 Leiterplatte |
| | 3 LED |
| | 4 Kameragrundgehäuse |
| | 5 Durchgriffsöffnung |
| 15 | 6 erste Öffnung |
| | 7 zweite Öffnung |
| | 8 Stirnwandung |
| | 9 Schutzscheibe |
| | 10 optischer Filter |
| 20 | 11 Kameraeinheit |
| | 12 umlaufende Dichtung |
| | 13 Nut |
| | 15 Erfassungskopf |
| 25 | 16 Basisbereich |
| | 17 Schenkel |
| | 18 Kammer(n) |

- 5 19 Aufnahmeraum
- 20 Öffnung
- 21 seitliche Öffnungen
- 22 Innenwandungen
- 23 Innenwandung
- 10 24 Außenkanten
- 25 Außenwandungen
- 26 Außenwandung
- 27 zylindrischer Anschlussbereich
- 28 Öffnung
- 15 29 umlaufende Kante
- 30 Vorsprung als Drehanschlag
- 31 Öffnung
- 32 Vorrichtung
- 33 Handstück
- 20 34 Erfassungsaufsatz
- 35 länglich-zylindrischen Träger
- 36 freies Ende
- 37 Aufnahmebereich
- 38 zylindrische Öffnung
- 25 39 Drehlager
- 40 Anschlusskabel

5

42 Abstands- und Führungselemente

43 freies Enden

44 flexiblen Leiterplatte

45 Tragstruktur

10 46 gemeinsames Leiterband

Ansprüche

1. Vorrichtung (32) zum optischen Erfassen von Biofilm im Mundraum, wobei zumindest eine Sensoreinheit (1) vorhanden ist, wobei die Sensoreinheit (1) eine Kameraeinheit (11) aufweist, welche mit ihrem optischen Erfassungsbereich in einen Aufnahmeraum (19) der Vorrichtung (32) weist, der der Aufnahme von Oberflächen dient die detektiert werden soll, wobei in der Vorrichtung eine LED (3), eine Leiterplatte (2) und ein Schutzglas (9) vorgesehen sind, wobei

vor der Kameraeinheit (11) ein optischer Langpassfilter (10) platziert ist, der eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm besitzt und Signale darunter abschneidet oder zwischen der Leiterplatte (2) und dem Schutzglas (9) ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet ist oder Polarisator und Diffusor beide vorhanden sind

oder vor der Kameraeinheit (11) ein optischer Langpassfilter (10) platziert ist und zwischen der Leiterplatte (2) und dem Schutzglas (9) ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet ist oder Polarisator und Diffusor beide vorhanden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass direkt vor der Kameraeinheit (11) ein optischer Langpassfilter (10) angeordnet ist, der vorzugsweise eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm aufweist und Signale darunter abschneidet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit (1) zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche zumindest eine LED (3) aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor der zumindest einen LED (3) angeordnet ist, um das Wellenlängenspektrum der zumindest einen LED (3) zu begrenzen/fokussieren.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine LED (3) ein Spektrum von 450-500 nm hat.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine weitere LED (3) mit einem anderen Spektrum vorhanden ist, insbesondere mit einem Weißlichtspektrum.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vermeidung von Reflektionen zwischen einer die Kameraeinheit (11) und/oder die zumindest eine LED (3) tragenden Leiterplatte (2) und einem Schutzglas (9) vor der Optik der Kameraeinheit (11) ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der zumindest einen LED (3) ein Kameragrundgehäuse (4) an der Leiterplatte (2) angeordnet ist, welches beispielsweise die Leiterplatte (2) im Bereich einer Durchgriffsöffnung (5) durchgreift, wobei das Kameragrundgehäuse (4) rohrartig ausgebildet ist mit einer ersten, einer zu detektierenden Fläche zuweisenden Öffnung (6) und einer diametral gegenüberliegenden zweiten Öffnung (7), wobei mit einer die erste Öffnung (6) begrenzenden Stirnwandung (8) der Kameragrundkörper (4) auf der Schutzscheibe (9) aufliegend ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (32) aufeinanderfolgend ein Handstück (33) und einen Erfassungsaufsatz (34) mit einem länglich-zylindrischen Träger (35) besitzt, wobei der an einem freien Ende (36) ein Aufnahmebereich (37) für einen Erfassungskopf (15) angeordnet ist der den Erfassungskopf drehbar lagert.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungskopf (15) brückenartig in etwa umgekehrt U-förmig ausgebildet ist mit einem Basisbereich (16) und zwei davon abgehenden Schenkeln (17).
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungskopf (15) bevorzugt einteilig ausgebildet ist und insbesondere

der Basisbereich (16) und die Schenkel (17) durch gemeinsame Wandungen (22,23,25,26) einteilig ausgebildet sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisbereich (16) und die Schenkel (17) hohl ausgebildet sind und eine oder mehrere Kammern (18) zur Aufnahme von einer oder mehreren Sensoreinheiten (1) und ggf. notwendigen Verkabelungen, Halteeinrichtungen und dergleichen ausbilden.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Basisbereich (16) und die Schenkel (17) zwischen diesen ein Aufnahmeraum (19) begrenzt wird, welcher der Aufnahme von Zähnen dient, wobei der Aufnahmeraum (19) zu einem zu erfassenden Zahn hin dementsprechend eine Öffnung (20) und seitliche je eine Öffnung (21) besitzt.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmeraum (19) von im wesentlichen ebenen Innenwandungen (22) der Schenkel (17) und einer dazu gewinkelt verlaufenden Innenwandung (23) des Basisbereichs (16) begrenzt wird, wobei die Schenkel (17) zudem von den die Öffnungen (20, 21) begrenzenden Außenkanten (24) der Innenwandungen (22) abgehende Außenwandungen (25) auf, welche in die Außenwandung (26) des Basisbereichs (16) übergehen wobei die Außenwandungen (26) dabei gewölbt ausgebildet sind, so dass die Innenwandungen (22, 23) und die Außenwandungen (25, 26) die eine oder mehrere Kammern (18) ausbilden bzw. begrenzen.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisbereich (16) von den Schenkeln (22) wegweisend bzw. dem Aufnahmeraum (19) wegweisend an bzw. in seiner Außenwandung (26) einen insbesondere zylindrischen Anschlussbereich (27) aufweist, wobei der zylindrische Anschlussbereich (27) eine im wesentliche runde Öffnung (28) besitzt, welche von einer umlaufenden Kante (29) begrenzt wird, wobei an der umlaufenden Kante (29) ein Vorsprung (30) ausgebildet ist, welcher einen Drehanschlag bildet
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem zylindrischen Anschlussbereich (27) gegenüberliegend eine Öffnung (31) zum Aufnahmeraum (19) hin ausgebildet ist, wobei in der Öffnung (31) eine Sensoreinheit (1) in der Kammer (18) angeordnet ist, wobei die Sensoreinheit (1)

derart angeordnet ist, dass das Schutzglas (9) die Öffnung (31) abdeckt und dementsprechend der Erfassungsbereich der Kamera in den Aufnahmeraum (19) ragt.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schenkel (17) über Öffnungen (31) verfügen, welche zum Aufnahmeraum (19) hin gerichtet sind und dementsprechend dort je eine Sensoreinheit (1) angeordnet ist, wobei die jeweiligen Schutzgläser (9) die Öffnungen (31) zum Aufnahmeraum (19) abschließen und die Sensoreinheiten innerhalb der Kammer (18) angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungsbereiche der Sensoreinheiten (1) in den Schenkeln (17) gegenüberliegend in den Aufnahmeraum (19) und der Erfassungsbereich der Sensoreinheit (1) in dem Basisbereich (16) orthogonal hierzu zur Öffnung (20) weisend in den Aufnahmeraum (19) weisen.
19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmebereich (37) eine zylindrische Öffnung (38) besitzt, welche in montiertem Zustand zu einer zu untersuchenden Zahnreihe gerichtet ist, wobei in der Öffnung (38) ein Drehlager (39) derart angeordnet ist, dass der zylindrische Anschlussbereich (27) hiermit innerhalb der zylindrischen Öffnung (38) drehbar gelagert ist, wobei der zylindrische Anschlussbereich (27) mit seiner Öffnung (28) voran in die Öffnung (38) hineinragt.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheiten (1) über elektrische Leitungen (40) verfügen, welche durch die Kammern (18) der Schenkel (22) bzw. des Basisbereichs (16) sowie den zylindrischen Anschlussbereich (27) hindurchgeführt sind, wobei über die elektrische Leitungen (40) die Sensoreinheiten (1) einerseits mit einer Stromquelle innerhalb des Handstücks (33) verbunden sind und erfasste Bilddaten bzw. Koordinaten oder andere Daten, die über die Kameras (11) aufgenommen werden, hierdurch weitergeleitet und entweder im Handstück (33) speicherbar oder über geeignete Mittel zur Übertragung insbesondere ein Funknetz oder beim Einstecken des Handteils in eine Basisstation eine leitende Verbindung einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Speichermedien in der Vorrichtung (32) vorhanden sein, welche gegebenenfalls tauschbar sind, insbesondere Speicherkarten.
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Leitungen (40) hierbei so dimensioniert sind, dass eine Drehung des Erfassungskopfes 15 innerhalb der Vorrichtung 32 möglich ist, ohne dass die Leitungen überdehnt werden.
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass um einen ausreichenden Abstand der Kameraeinheiten (11) insbesondere in den Schenkeln (17) von der zu erfassenden Oberfläche einzustellen und zudem eine gute Führung des Benutzers bei der Erfassung der Oberflächen sicherzustellen, Abstands- und Führungselemente (42) angeordnet sind, wobei die Abstands- und Führungselemente (42) insbesondere im Übergangsbereich von den Innenwandungen (22, 23) zu den Außenwandungen (25, 26) angeordnet sind.
24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Führungselemente (42) sich in den Aufnahmeraum (19) hineinerstrecken so dass die Führungselemente (42) an den Außen- bzw. Innenseiten der Zähne anliegen.
25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungselemente 42 aus einem insbesondere biologisch unbedenklichen Material, wie Gummi oder Weichkunststoff oder Silikon ausgebildet sind.
26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungselemente (42) austauschbar ausgebildet sein können.
27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Führungselemente (42) benachbart zum Aufnahmeraum (19) bzw. zu den Außenkanten (24) der Schenkel (17) an Außenwandungen (25) der Schenkel (17) angeordnet sind sich von diesen entweder ein Stück nach außen und dann in den Bereich des Aufnahmeraums (19) oder sich mit freien Enden (43) direkt von den Außenwandungen (25) in den Aufnahmeraum (19) erstrecken.

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bandpass- oder Kurzpassfilter vor der LED (3) platziert ist, um das Wellenlängenspektrum der LED zu begrenzen/fokussieren.
29. Verfahren zum Erfassen von Biofilm im Mundraum wobei zumindest eine Sensoreinheit (1) verwendet wird, wobei die Sensoreinheit (1) eine Kameraeinheit (11) aufweist, welche mit ihrem optischen Erfassungsbereich in einen Aufnahmeraum (19) der Vorrichtung (32) gerichtet wird, der um Oberflächen herum angeordnet wird die detektiert werden sollen, wobei mindestens eine LED (3), eine Leiterplatte (2) und ein Schutzglas (9) verwendet werden, wobei vor der Kameraeinheit (11) ein optischer Langpassfilter (10) angeordnet wird, der eine Grenzwellenlänge von 480 nm bis 530 nm und insbesondere etwa 510 nm besitzt und Signale darunter abschneidet und/oder zwischen der Leiterplatte (2) und dem Schutzglas (9) ein Diffusor oder ein Polarisator angeordnet wird.
30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zwecke der Ausleuchtung einer zu detektierenden Fläche zumindest eine LED (3) verwendet wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bildanalyse umfassend zumindest die folgenden Schritte durchzuführen sind: Segmentierung des Zahnoberflächenbereichs (eines einzelnen Zahns oder aller sichtbaren Zähne bzw. Teilabschnitten von Zähnen) von anderen oralen Einheiten, insbesondere Zahnfleisch und Hintergrund, Analyse des mit Biofilm bedeckten Bereichs und weiterer oraler Merkmale auf der Zahnoberfläche wie demineralisierte Bereiche, Karies, Füllungen, Zahnstein.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass eine trainierte Mustererkennung verwendet wird.
33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgenommenen Bilder manuell analysiert werden, indem die Fläche des Bildes, welche dem Zahn zuzuordnen ist, manuell markiert wird, wobei dies zusammen mit weiteren Informationen, wie der Kameraposition und/oder Zahnposition, dem selbstlernenden System, welches vorzugsweise ein neuronales Netz umfasst, zum Lernen gegeben wird.

34. Verfahren nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass wenn dem selbstlernenden System genügend Bilder mit entsprechenden Zusatzdaten und Markierungen zum Lernen gegeben wurden, ist das System in der Lage, neue Bilder von Zähnen selbständig derart zu markieren, dass die Zahnbereiche von Nicht-Zahnbereichen zu unterscheiden sind.