

Bürste für eine Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft generell eine Bürste für eine Schallzahnbürste mit
5 Längsachsenschwingung mit einem länglichen Grundkörper, der: einen Fussteil hat mit
einen Antriebsadapter zum rotationsfesten Koppeln an einen Schallzahnbürstenantrieb mit
Längsachsenschwingung hat.

Stand der Technik

10 Es gibt unterschiedliche Arten von elektrisch angetriebenen Zahnbürsten.

Aus den Druckschriften DE 10 2016 011477 (Schiffer), EP 2'454'967 A1 (Braun), WO 2005
046508 A1 (Trisa) und anderen ist das Prinzip des runden Bürstenkopfs bekannt, der um
eine Achse parallel zu der Borstenrichtung rotieren kann und um diese Achse hin und her
bewegt wird. Der Vorteil dieser Anordnung ist, dass der bewegte Teil (nämlich der runde
15 Bürstenkopf) sehr klein ist. Es braucht nicht viel Antriebsenergie und auftretenden Kräfte
(Drehmomente) sind tendenziell klein. Der Nachteil dieses Prinzips liegt darin, dass die
Borstenbewegung abhängig ist von der Distanz zur Rotationsachse. Je näher die Borsten
zur Achse des Bürstenkopfs sind, desto geringer ist die Hin- und Her-Bewegung. Das
Bewegungsmuster ist also sehr inhomogen verteilt über das Borstenfeld.

20 Aus den Druckschriften JP H04-43127 (Kao), US 2006 168744 A1 (Butler), US
2012/0291212 (Montagnino) und anderen ist das Prinzip der Pendelbewegung bekannt.
Dabei pendelt die Bürste um eine Pendelachse, die senkrecht zum Handapparat (Antrieb)
und zur aufgesetzten Bürste steht und die die Längserstreckungsachse von Handapparat

und Bürste am Ort der Kopplung der Bürste an den Handapparat schneidet. Der Vorteil ist, dass die Bewegungsintensität über das ganze Borstenfeld homogen verteilt ist. Alle Borsten haben nämlich mehr oder weniger den gleichen Abstand von der Pendelachse. Der Nachteil besteht allerdings darin, dass relativ grosse Kräfte (Momente) auftreten, weil der
5 Bürstenkopf mit seiner Masse relativ weit von der Pendelachse entfernt ist.

Aus den Druckschriften JP 2012-161368 (Sanion), DE 299 13 406 U1 (Rowenta), US 6,766,548 B1 (Rowenta), WO 2005 046508 A1 (Trisa), WO 2013/104020 A1 (Erskine) und anderen ist das Prinzip der Gehäusevibration bekannt. Ein Antrieb im Handapparat oder im Bürstenhals erzeugt eine nicht näher definierte Vibration, die sich auf die Borsten
10 überträgt. Der Vorteil dieser Konstruktion ist, dass man sich nicht mit den technischen Details der Bewegungsübertragung befassen muss. Der Nachteil ist aber, dass man das ganze Gehäuse vibrieren muss und dass entsprechend mehr Antriebsenergie benötigt wird, als wenn nur ein kleiner Teil in Vibration versetzt werden muss. Zudem darf die Vibration nicht zu stark sein, weil das den Komfort beim Halten des Handapparats beeinträchtigt.
15 Schliesslich sind die effektiven Bewegungen der Borsten nicht bekannt und die Wirkung der Reinigung dieser Art von undefinierter und unkontrollierter Vibration ist alles andere als optimal.

Eine weiteres Prinzip ist aus den Druckschriften WO 2012-151259 A1 (Water Pik), EP 2'548'531 B1 (Trisa) und anderen bekannt. Hier hat der Handapparat einen Kopplungsstift,
20 der sich um die Längsachse hin und her dreht. Die auf den Kopplungsstift aufgesetzte Bürste hat einen geraden Hals und am Ende eine Borstenplatte, von der die Borsten quer zur Längsachse des Handapparats bzw. des Bürstenhalses stehen. Der Vorteil dieser Geometrie besteht darin, dass relativ geringe Kräfte (Momente) auftreten, weil die Masse (Hals, Borstenplatte) der Aufsatzbürste relativ nahe bei der Längsachse
25 (Bewegungszentrum) ist. Auch ist die Bewegungsintensität relativ gleichmässig über das Borstenfeld verteilt. Der Nachteil dieses Prinzips ist jedoch, dass die Borsten nur eine eindimensionale Bewegung (hin und her) ausführen. Zum einen ist dadurch der Aufschäumeffekt für die Zahnpasta unbefriedigend und zum anderen fehlt der Vorteil der kreisenden und damit schonenden und gleichzeitig effizienten Bewegung, die von den

Spezialisten im Zusammenhang mit der Handzahnbürste seit Jahrzehnten als vorteilhaft gelehrt wird.

- Bei Handzahnbürsten ist bekannt, dass der Reinigungseffekt von der Härte der Borsten abhängt. Borsten unterschiedlicher Härte haben je nach Einsatzzweck unterschiedliche
5 Reinigungswirkung und unterschiedliches Schädigungspotenzial. Diese Effekte sind in Fachkreisen bekannt und fliessen regelmässig auch in die Beratung der Patienten ein.

Die Schallzahnbürsten sind für den Benutzer sehr bequem und gelten auch als effizient, weil die elektrisch angetriebene Bürste die Bewegungen sehr viel schneller macht, als man es von Hand tun kann.

- 10 Bei den Schallzahnbürsten hat man sich bisher darauf gestützt, dass die Reinigung umso besser ist, je höher die Frequenz des Motors ist und je grösser die Reinigungsbewegung der Borsten ist.

- Aus der WO 2017/050612 A1 (Curaden) ist eine Schallzahnbürste bekannt, die einen abgewinkelten Bürstenkopf hat. Dadurch dass die Schallzahnbürste nach vorn gewinkelt
15 ist, sind die verschiedenen Stellen des Gebisses besser zugänglich. Zudem wird mit dem Knick erreicht, dass die Filamente der Bürsten mit grösserer Amplitude quer zur Bürstenlängsachse schwingen. Die bevorzugte Betriebsfrequenz ist bei 2000 bis 8000 Hertz. Die Frequenzen können aber auch höher zum Beispiel bei 10 kHz, 50kHz oder auch tiefer, zum Beispiel bei 200 Hz oder 500 Hz liegen.

- 20 Aus der US 2012/0291212 A1 ist eine Ultraschall-Zahnbürste bekannt, die zur Erhöhung der Resonanzfrequenz zwei parallele, quer zur Längsachse der Bürste verlaufende Kanäle hat. Die Frequenz wird in Vorwärts-Rückwärtsrichtung erhöht, wenn die beiden Kanäle an der Vorderseite platziert sind. Sind die Kanäle links und rechts am Bürstenhals vorgesehen, erhöht sich die Frequenz in seitlicher Richtung.

- 25 Nachteile:

Es fehlt nach wie vor an einem ausreichenden Verständnis des Reinigungsverhaltens von Schallzahnbürsten. Die Erkenntnisse, die man heute in Bezug auf die Reinigungswirkung

von Handzahnbürsten hat, lassen sich nicht auf die hochdynamische Situation einer Schallzahnbürste übertragen.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem eingangs genannten technischen Gebiet
5 zugehörige Zahnbürste für Schallzahnbürsten zu schaffen, welche eine bessere, insbesondere für das Zahnfleisch schonende Reinigungswirkung hat. Insbesondere soll eine definierte und kontrollierte zweidimensionale Bewegung der Borsten erzeugt werden.

Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Lösung durch den Anspruch 1 definiert.

- 10 Die Bürste für eine Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung hat einen länglichen Grundkörper, der
- a) einen kegelstumpffartigen Fussteil hat mit einem Antriebsadapter zum rotations—festen Koppeln an einen Schallzahn—bürstenantrieb mit Längsachsen—schwingung, wobei der Antriebsadapter eine geometrische Fussteil—Längsachse (x) der Bürste definiert,
 - 15 b) einen Kopfteil mit einer Kopfteil—Ausrichtungssachse und einen Borstenträger hat, in welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist,
 - c) und der einen im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngten Halsteil hat, der Fussteil und Kopfteil verbindet,

Der Grundkörper hat dahingehend einen Knick-Winkel, dass eine geometrische Fussteil—
20 Längsachse und eine geometrische Kopfteil—Ausrichtungssachse einen Winkel γ im Bereich von 5° bis 12° einschliessen. Zudem hat eine geometrische Knickposition im Grundkörper einen Abstand zu einer Endfläche des Fussteils von mindestens 50% einer Gesamtlänge des Grundkörpers.

Die Schallzahnbürste gemäss der Erfindung erzeugt grundsätzlich eine Schwingung der
25 Bürste um die Längsachse, also die Fussteil—Längsachse (die hier als x-Achse definiert wird). Die Borsten führen dadurch primär eine Wischbewegung quer zur genannten Längsachse aus. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemässen Bürste liegt darin, dass

sie eine Knickwinkel-Position hat, die eine genügend grosse Auslenkung (auch Exzentrizität genannt) des Kopfteils zur Folge hat, so dass auch eine bestimmte Schwingung in Richtung der Längsachse ausführt. Es resultiert eine zweidimensionale Bewegung, die als „8-er“ Bewegung bezeichnet werden kann. Eine solche ist in mehrerer Hinsicht besonders vorteilhaft.

Die Kombination aus dem speziellen Knickwinkel, der gemäss der Erfindung nicht zu klein und nicht zu gross ist, und aus der erfindungsgemässen Knickwinkelposition, die nicht allzu nahe beim Fussteil ist, ergibt sich eine Auslenkung (bzw. Exzentrizität bezüglich der Fussteil-Längsachse) und eine Hebelwirkung, die beim Betrieb der Zahnbürste zu einer leicht nickenden Bewegung des Bürstenkopfs führt. Das ergibt die oben genannte zweidimensionale „8“-Bewegung der Borstenspitzen.

Es ist allerdings ein Vorteil der vorliegenden Bürstenkonstruktion, dass die Bürste auch eine kleine „Nickbewegung“ in Richtung der Borsten durchführt. Dadurch wird die Mischung aus Speichel und Zahnpasta „vorwärts“ in die Zahnzwischenräume getrieben. Dies ist insbesondere bei Einbüschel-Zahnbürsten von Bedeutung, die speziell für eine bessere Interdentalreinigung geeignet sind.

Die Erfindung geht im Übrigen von folgenden Grundmerkmalen aus:

- a) Die Bürste hat einen Fussteil, an welchem ein Adapter zum Handapparat, ein sogenannter Antriebsadapter ausgebildet ist. Der Adapter ist in geometrischer Hinsicht darauf ausgelegt, mit einem Kopplungsteil (z.B. Stift) des Schallzahnbürstenantriebs drehfest (aber auswechselbar) verbunden zu werden. Der Schallzahnbürstenantrieb erzeugt eine Längsachsenschwingung, die auf die Bürste zu übertragen ist. Der Antriebsadapter definiert eine geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste. Diese Längsachse ist im Normalfall die Richtung, in welcher man die Bürste auf den Handapparat aufstecken kann.
- b) Weiter hat die Bürste einen Kopfteil mit einem Borstenträger, in welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist (Borstenfeld). Der Kopfteil ist im Prinzip das obere Ende der Bürste (wohingegen der Fussteil das untere Ende bildet). Der Kopfteil definiert eine Kopfteil-Ausrichtungsachse. Die im Kopf verankerten Borsten ragen z.B. quer zur

Kopfteil-Ausrichtungsachse weg. Typischerweise, aber nicht zwingend, stehen die Borsten senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungsachse.

- 5 c) Zwischen Fussteil und Kopfteil hat der Grundkörper einen Halsteil. Der Halsteil verbindet also Fussteil und Kopfteil miteinander. Er ist im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngt. Das heisst, wenn man den Fussteil im Querschnitt (bezogen auf die Fussteil-Längsachse) betrachtet, dann sind die Abmessungen in x- oder y-Richtung kleiner als beim Querschnitt des Halsteils (also quer zur Halsteil-Längsachse). Dabei ist querschnittsverjüngt auf die Querschnittsfläche zu beziehen. Es ist also nicht zwingend, dass die Abmessungen in x-Richtung und y-Richtung geringer sind.

- 10 In einer ersten Variante weist der Borstenträger eine mehrere Büschel mit jeweils einer Vielzahl an Borsten auf. In einer zweiten Variante weist der Borstenträger genau einen Büschel mit einer Vielzahl an Borsten auf (Einbüschel-Variante).

- 15 Die Borsten können allerdings auch indirekt mit der Oberfläche des Borstenträger verankert sein, insbesondere wenn die Bürste als Interdentalbürste ausgebildet ist. In einer dritten Variante weist der Borstenträger an dessen Oberfläche eine verwundene oder geschlagene Drahtschleife auf, wobei zwischen den Litzen die Borsten festgeklemmt sind. In diesem Fall ist die Kopfteil-Ausrichtungsachse vorzugsweise rechtwinklig zur Drahtausrichtung ausgerichtet.

- 20 Die geometrische Knickposition wird durch einen Schnittpunkt zwischen der geometrischen Fussteil-Längsachse und der geometrischen Kopfteil-Ausrichtungsachse definiert. An der geometrischen Knickposition muss also nicht zwingend ein knickartige (oder knieartige) Richtungsänderung des Grundkörpers vorhanden sein. Vorzugsweise befindet sich die geometrische Knickposition innerhalb des Grundkörpers. Die Form des Grundkörpers muss nicht zwingend einen optisch erkennbaren Knick umfassen, sondern
25 kann zum Beispiel bogenförmig ausgebildet sein. In Varianten kann weiter die geometrische Knickposition auch ausserhalb des Grundkörpers liegen. Dem Fachmann sind weitere Variationen bekannt.

Der Abstand zwischen der Endfläche des Fussteils und der Knickposition wird entlang der Fussteil-Längsachse gemessen. Ebenso wird die Gesamtlänge des Grundkörpers entlang der Fussteil-Längsachse gemessen.

Die geometrische Knickposition weist erfindungsgemäss einen relativ grossen Abstand
5 vom Kopfteil auf um im Zusammenhang mit dem Winkel γ (gamma) zwischen der geometrischen Fussteil-Längsachse und der geometrischen Kopfteil-Ausrichtungsachse von 5° bis 12° einen besonders optimales Schwingungsverhalten zur Reinigung der Zähne zu erreichen. Je grösser der Winkel gewählt wird, desto stärker wird die Auslenkung des Kopfteils von der Fussteil-Längsachse (Exzentrizität). Ebenso wird die Exzentrizität grösser,
10 wenn die Knickposition weiter von dem Kopfteil entfernt wird. Es hat sich aber gezeigt, dass die beiden Parameter (Knickposition und Winkel) das Schwingungsverhalten nicht in demselben Masse und in derselben Art und Weise beeinflussen, so dass hinsichtlich der Reinigungswirkung z.B. ein vergrössern des Winkels nicht direkt durch einen kleineren Abstand zwischen der Knickposition und dem Kopfteil kompensiert werden kann, da das 2-
15 dimensionale respektive 3-dimensionale Schwingungsbild des Kopfteils auf die beiden Parameter unterschiedlich reagiert.

Der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils beträgt vorzugsweise mindestens 60% der Gesamtlänge des Grundkörpers. Damit wird ein besonders optimaler Bereich für die geometrische Knickposition definiert, welcher gemäss
20 den Experimenten zu besonders vorteilhaften 2-dimensionalen respektive 3-dimensionalen Schwingungsbildern führt. Damit kann eine besonders effektive und gleichzeitig schonende Zahnreinigung erreicht werden.

In Varianten kann der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils auch zwischen 50% und 60% der Gesamtlänge des Grundkörpers betragen.

25 Gemäss einer besonderen Ausführungsart beträgt der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils höchstens 75% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers. In diesem nach oben begrenzten Bereich lässt sich mit dem erfindungsgemässen Knickwinkel von 5° bis 12° mit grossen Gestaltungsfreiraum

bezüglich der geometrischen Abmessungen von Halsteil und Kopfteil eine genügend starke „8“-Bewegung erreichen.

Gemäss einer besonderen Ausführungsart ist der Kopfteil plattenförmig und der Halsteil stangenförmig. Der Kopfteil ist also im Querschnitt (also in der Ebene senkrecht zur die
5 Kopfteil-Ausrichtungsachse) in der einen Richtung (z.B. y-Richtung) breiter als in der anderen Richtung (z.B. z-Richtung). Die Form des Querschnitts kann beispielsweise rechteckig, trapezförmig oder oval sein.

Der Halsteil ist z.B. im Querschnitt kreisrund, oval, viereckig, sechseckig, achteckig, trapezförmig oder eine geometrische Annäherung oder Abwandlung einer solchen Form.
10 Die Querschnittsform muss nicht drehsymmetrisch sein.

Gemäss einer ersten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil mindestens etwa doppelt so breit wie der Halsteil.

Entsprechend einer zweiten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil höchstens etwa 1,5 mal so lang wie der Halsteil. Dies lässt sich auch kombinieren mit der zuvor genannten
15 Ausführungsform.

Gemäss einer dritten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil in einem Querschnitt aufgespannt durch die Längsachse der Bürste und die Kopfausrichtungsachse etwa gleich dick wie der Halsteil. Ist der Kopfteil plattenförmig, dann ist also der Halsteil etwa gleich dick wie die Kopfteilplatte.

20 Bei einer Ausführungsform ist der Kopfteil mindestens etwa doppelt so breit und höchstens etwa 1,5 mal so lang wie der Halsteil. Besonders bevorzugt ist der Kopfteil zwischen 2 und 3 Mal so breit und vorzugsweise zwischen 0.5 und 1.5 Mal so lang wie der Halsteil. Mit dem im Vergleich zum Kopfteil relativ schlanken Halsteil wird ein besonders gutes Schwingungsverhalten erreicht und damit eine optimale Reinigung der Zähne
25 erreicht.

In Varianten kann der Kopfteil auch weniger als doppelt so breit und mehr als 1.5 Mal so lang wie der Halsteil sein.

Bei einer besonderen Ausführungsart hat der Kopfteil eine Masse, die grösser als eine Masse des Halsteils ist, insbesondere hat der Kopfteil eine Masse, die vorzugsweise mehr als 30%, besonders bevorzugt mehr als 50% grösser ist als die Masse des Halsteils. Diese Massenverteilung lässt sich entweder durch entsprechende geometrische Abmessungen
5 oder durch unterschiedliche Materialien oder durch beides erreichen.

Die relativ grosse Masse des Kopfteils im Vergleich zum Halsteil hat den Effekt, dass beim Betrieb der Zahnbürste eine leicht nickende Bewegung des Bürstenkopfs (eine Bewegung in z-Richtung) optimiert werden kann. Durch die grössere Masse kann der Impuls der Nickbewegung vergrössert werden, womit die zweidimensionale „8“-Bewegung verstärkt
10 werden kann und womit wiederum die Zahnzwischenräume besser erreicht werden können. Dies ist insbesondere, aber nicht nur, bei der Einbüschelvariante respektive bei der Interdentalbürste von grossem Vorteil.

In Varianten kann der Kopfteil auch eine Masse aufweisen, welche weniger als 30% grösser ist, als die Masse des Halsteils, insbesondere können die Massen des Kopfteils und des
15 Halsteils auch ungefähr gleich sein. Dies z.B. wenn der Kopfteil gleich dick wie der Halsteil ist, und wenn der Halsteil dreimal so lang wie der Kopfteil ist und der Kopfteil dreimal so breit wie der Halsteil ist.

Vorzugsweise ist der Fussteil etwa gleich lang wie der Kopfteil. Damit ist der Fussteil ausreichend gross, um eine stabile Befestigung am Schallzahnbürstenantrieb zu erreichen
20 (z.B. mit einem langen Adapterkanal für einen entsprechend langen Stift des Handapparats). Die Schwingung und damit die kinetische Energie des Antriebs wird effizient über das Halsteil an den Kopfteil übertragen werden.

Bei einer besonderen Ausführungsart ist der Fussteil kürzer als der Kopfteil, insbesondere ist der Fussteil etwa halb so lang wie der Kopfteil. Dadurch wird mehr Gestaltungsfreiraum
25 für den Halsteil geschaffen. Wenn bei einer solchen Ausführungsart zudem der Antriebsadapter als schlanker Stift an der Bürste ausgebildet ist, der in einen Adapter-Kanal im Handapparat eingeführt wird, dann ist die stabile Befestigung am Schallzahnbürstenantrieb versteckt.

In Varianten kann der Fussteil auch länger als der Kopfteil sein.

Vorzugsweise hat der Halsteil eine Querabmessung, die nicht mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils ist. Unter der Querabmessung ist ein Durchmesser rechtwinklig zur geometrischen Ausrichtungsachse bzw. rechtwinklig zur Fussteil-Längsachse zu verstehen. Dort wo der Halsteil an den Kopfteil anschliesst, ist die Kopfteil-Ausrichtungsachse massgeblich und dort, wo der Halsteil an den Fussteil anschliesst, ist die Fussteil-Längsachse massgeblich. Der Halsteil wird damit bewusst schlank gehalten, so dass damit das Schwingungsverhalten des Kopfteils unterstützt werden kann, insbesondere das Schwingungsverhalten in der Ebene (die „8“-Bewegung) und die Nickbewegung.

10 In Varianten kann die Querabmessung auch mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils betragen. Dies kann dann sinnvoll sein, wenn zum Beispiel ein besonders flexibles respektive elastisches Material für den Halsteil verwendet wird.

Bevorzugt hat der Grundkörper ein tragendes Material mit einen E-Modul von weniger als 8'000 MPa. Insbesondere liegt der E-Modul in einem Bereich von 2000 MPa bis 6000 MPa. Damit wird ein Grundkörper erhalten, welcher hinreichend elastisch ist, um die Schwingungen optimal zu übertragen und anderseits ebenfalls hinreichend stabil ist.

Bevorzugt beträgt der E-Modul mindestens 2500 MPa, insbesondere mindestens 3000 MPa. Damit wird ein Grundkörper sichergestellt, welcher hinreichend fest ist, um die Längsachsen-Schwingungen optimal zu übertragen.

20 In gewissen Varianten der Erfindung (z.B. bei eher kleinen Knickwinkeln im Bereich von 8°) kann der E-Modul tendenziell niedriger sein (z.B. 2000 MPa bis 3000 MPa) als bei grossen Knickwinkeln (z.B. bei 15°).

Eine weitere besondere Ausführungsart zeichnet sich dadurch aus, dass der E-Modul des tragenden Materials (bzw. der tragenden Materialien) des Grundkörpers im Bereich von 4000 MPa bis 6000 MPa liegt.

25 Ist die Masse des Kopfteils relativ gross im Verhältnis zum Querschnitt des Halsteils, dann ist ein E-Modul im Bereich von 5000 MPa bis 6000 MPa von Vorteil.

Vorzugsweise besteht der Grundkörper im Wesentlichen einteilig aus einem Material. Damit wird einerseits eine besonders kostengünstige Herstellung des Grundkörpers erreicht. Andererseits wird damit auch ein besonders optimales Schwingungsverhalten ermöglicht, da keine Grenzübergänge von unterschiedlichen Materialien das Schwingungsverhalten
5 stören, insbesondere ein 2-dimensionales respektive 3-dimensionales Schwingungsverhalten, bei welchem ein solcher Grenzübergang durch das Schwingungsbild in unterschiedlichen Richtungen gebogen wird.

Im Rahmen der Erfindung wird auch dann von einem einteiligen Grundkörper aus einem tragenden Material gesprochen, wenn die Oberfläche der Bürste durch ein nicht-tragendes
10 Material beschichtet oder ummantelt ist. Zum Beispiel, können bei einem einteiligen Grundkörper an dem Fussteil Bereiche aus einem Material mit erhöhter Rauigkeit oder Oberflächengriffigkeit vorgesehen sind, so dass die Bürste besser mit den Fingern vom Antriebsstift entfernt werden kann.

Gemäss einer besonderen Ausführungsform ist der Grundkörper im Wesentlichen durch
15 zwei stoffschlüssig verbundenen Materialteile gebildet. Wird beispielsweise der Fussteil aus einem anderen Kunststoff gespritzt als der Hals und der Kopf der Bürste, dann kann mit einem sehr steifen Kunststoff (mit einem hohen E-Modul) sichergestellt werden, dass die Kopplung zum Antriebsstift am Handapparat die Bewegung des Antriebs optimal auf die Bürste überträgt. Gleichwohl kann der Hals genügend elastisch gestaltet werden mit
20 einem weniger steifen Material (E-Modul des Materials des Halsteils ist niedriger als E-Modul des Fussteils).

Eine weitere besondere Ausführungsart zeichnet sich dadurch aus, dass der Grundkörper im Wesentlichen durch drei stoffschlüssig verbundene Materialteile gebildet ist. So kann der Grundkörper z.B. in Längsrichtung aus zwei stoffschlüssig verbundenen Materialteilen
25 unterschiedlicher Festigkeit bestehen. Weiter ist es denkbar, dass Kopfteil, Halsteil und Fussteil je aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind. Die Anforderungen an den Kopfteil sind anders als die an den Fussteil, was mit der Materialwahl optimiert werden kann.

Ein Grundkörper aus zwei oder drei stoffschlüssig verbundenen Materialien ergibt sich z.B. durch moderne Kunststoff-Spritzgussverfahren mit zwei oder drei Materialien.

- Auch am Grundkörper mit den zwei oder drei tragenden Materialteilen können noch nicht-tragende (z.B. weiche) Mantelschichten vorhanden sind, um bestimmte Funktionen (z.B.
- 5 Schutz beim Kontakt der Bürstenrückseite mit den Zähnen) zu erreichen.

- Vorzugsweise hat der Kopfteil eine Auslenkung von 10% - 20% bezogen auf eine Länge der Bürste. Unter der Auslenkung wird vorliegend ein Verhältnis zwischen der Distanz eines Zentrums (Schwerpunkt) des Kopfteils zur Adapter-Längsachse, geteilt durch die Gesamtlänge L (in x-Richtung) des Grundkörpers verstanden. Die Auslenkung kann man als
- 10 „Exzentrizität des Kopfteils bezüglich der Adapterlängsachse“ betrachten. Die Auslenkung ist beim Schwingungsbild massgebend: so wurde festgestellt, dass mit der Auslenkung von 10% - 20% die „8“ Bewegung besonders ausgeprägt ausgeführt wird.

- Die Auslenkung kann auch kleiner als 10% oder grösser als 20% sein kann. Bei Bürsten, die insgesamt eine geringe Länge haben, wird die Auslenkung vorzugsweise im Bereich von
- 15 20% gewählt, damit die „Unwucht“ des Kopfes nicht zu klein wird. Bei Bürsten, die für hohe Betriebsfrequenzen (z.B. über 240 Hz) bestimmt sind, wird die Auslenkung eher im Bereich von 10% gewählt, weil bei höheren Frequenzen die „Unwucht“ des Kopfes ansonsten zu gross werden könnte.

- Gemäss einer besonderen Ausführungsart ragen die Borsten im Wesentlichen senkrecht
- 20 von der Kopfteil-Ausrichtungsachse der Bürste weg. Der Winkel zwischen der Fussteil-Längsachse und der Borstenrichtung beträgt dann 90° minus Knickwinkel γ (gamma). Bei einem Knickwinkel von beispielsweise $\gamma = 9^\circ$ ergibt sich $90^\circ - 9^\circ = 81^\circ$.

- Die Borsten sind z.B. auf der Hauptfläche des plattenförmig ausgebildeten Kopfteils verankert. Der Kopfteil kann bei einer Einbüschelbürste aber auch stangenförmig sein,
- 25 wobei das einzige Büschel in einer zylindrischen Ausnehmung (z.B. einem Sackloch) verankert ist.

Bevorzugt schliessen eine geometrische Fussteil-Längsachse und eine geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse einen Winkel γ (gamma) im Bereich von 7° bis 10° ein. Dieser

Winkelbereich hat sich bei Experimenten als besonders vorteilhaft erwiesen, so dass damit für die Zahnreinigung ein besonders ideales Schwingungsbild erreicht werden kann. Experimente haben gezeigt, dass damit das Schwingungsbild, insbesondere die „8“-Bewegung besonders vorteilhaft ausgeprägt ist, womit die Zahnreinigung mit der Bürste
5 besonders schonend durchgeführt werden kann. Der Winkelbereich hat sich weiter im Zusammenhang mit der Auslenkung bzw. Exzentrizität des Kopfteils bezogen auf die Gesamtlänge der Bürste zwischen 10% und 20% als besonders vorteilhaft erwiesen und ebenfalls zu besonders guten Reinigungsergebnissen bei optimaler Ergonomie geführt.

Der Winkelbereich von 7° - 10° in Kombination mit einer Auslenkung von 10% bis 20% führt
10 zu einer guten Eigendynamik der Schwingung des Bürstenkopfs im Sinn der gewünschten „8-Bewegung“.

Bei einer besonderen Ausführungsart ist der Halsteil im Vergleich zum Kopfteil querschnittsverjüngt. Das heisst, dass der Kopfteil breiter und/oder dicker ist (senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungsachse betrachtet) als der Halsteil. Damit wird der Halsteil
15 mechanisch weniger steif als der Kopfteil (sofern der Grundkörper aus einem oder mehreren Materialien mit ungefähr gleichem E-Modul gefertigt ist).

Eine erfindungsgemässe Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung umfasst eine erfindungsgemässe Bürste und einen Handapparat mit einer Bürstenkupplung zum lösbaren Befestigen der Bürste am Handapparat und mit einem Antrieb, der an der
20 Bürstenkupplung eine Längsachsenschwingung erzeugt. Der Antrieb kann zum Beispiel einen Piezoantrieb, einen Magnetantrieb und/oder einen elektro-Drehantrieb aufweisen. Besonders bevorzugt wird ein Piezoantrieb eingesetzt, insbesondere aufgrund des einfachen Aufbaus, der besonders kompakten Bauweise und der präzisen Steuerbarkeit.

Vorzugsweise ist der Antrieb ausgebildet, um eine Längsachsenschwingungs-Frequenz im
25 Bereich von 150 Hz bis 400 Hz zu erzeugen. Da mit der Bürste ein 2-dimensionales respektive 3-dimensionales Bewegungsbild erzeugt wird, ist die Längsachsenschwingungs-Frequenz relativ tief angesetzt, so dass mehr Zeit für die Durchführung mehrerer Richtungsänderungen pro Schwingung, z.B. bei einer „8“-Bewegung“ zur Verfügung steht. Die Längsachsenschwingungs-Frequenz ist mit Vorteil nicht höher als 300 Hz. Ist die

Frequenz zu hoch, kann der Grundkörper die vom Antrieb erzeugte Längsachsenschwingung nicht mehr zum Bürstenkopf übertragen. Es kann zu internen Torsionsbewegungen kommen die dazu führen, dass der Kopf z.B. nur noch jede zweite Schwingung ausführt.

- 5 Die Längsachsenschwingungs-Frequenz kann auch kleiner als 150 Hz sein, z.B. 120 Hz.

- Bevorzugt ist der Antrieb ausgebildet, um eine Längsachsenschwingung mit einer Amplitude (Auslenkung bezogen auf eine Ruhestellung) von weniger als 3° , insbesondere im Bereich von 1° bis 3° zu erzeugen. Das heisst, der Fussteil wird periodisch um den Winkel um die Fussteil-Längsachse rotiert (hin und her bewegt). In Varianten kann die
- 10 Amplitude auch grösser als 3° sein.

Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung, der unabhängig vom ersten Aspekt der Erfindung und eigenständig betrachtet werden kann, wird die Lösung durch den Anspruch 19 definiert.

- Die Bürste für eine Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung hat einen länglichen
- 15 Grundkörper, der

- a) einen Fussteil hat mit einen Antriebsadapter zum rotations-festen Koppeln an einen Schallzahn-bürstenantrieb mit Längsachsen-schwingung, wobei der Antriebsadapter eine geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste definiert,
- b) einen Kopfteil mit einer Kopfteil-Ausrichtungsachse und einen Borstenträger hat, in
- 20 welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist, ,
- c) und der einen im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngten Halsteil hat, der Fussteil und Kopfteil verbindet,

- Der Grundkörper der Bürste hat dahingehend einen Knick-Winkel, dass die geometrische Fussteil-Längsachse und eine geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse einen Winkel γ
- 25 (γ) im Bereich von 8° bis 15° einschliessen. Als zweites wichtiges Merkmal kommt hinzu, dass der Grundkörper ein tragendes Material mit einem E-Modul von nicht mehr als 6000 MPa und nicht weniger als 2000 MPa aufweist (MPa = Megapascal).

Die Schallzahnbürste gemäss der Erfindung erzeugt grundsätzlich eine Schwingung der Bürste um die Längsachse, also um die Fussteil-Längsachse (die hier als x-Achse definiert wird). Die Borsten führen dadurch primär eine Wischbewegung quer zur genannten Längsachse aus (was hier als y-Achse definiert wird). Ein besonderer Vorteil der

5 erfindungsgemässen Bürste liegt darin, dass sie aufgrund des gewählten Materialparameters eine gewisse Elastizität hat und deshalb bei der vorgesehenen Schwingungsfrequenz auch eine Schwingung in Richtung der Längsbewegung (x-Achse) ausführt. Es resultiert eine Bewegung, die als „8“ Bewegung bezeichnet werden kann. Die Borsten werden synchron in x- und y- Richtung bewegt und folgen einer Linie in der Form

10 einer „8“. Eine solche Bewegung ist in mehrerer Hinsicht besonders vorteilhaft bei der Zahnpflege.

Die Kombination aus einem ausreichend grossen Knickwinkel von mindestens 8 und einem E-Modul, das ein ausreichendes (aber nicht zu grosses) Mass an Flexibilität zur Verfügung stellt, führt zu einer zweidimensionalen Bewegung des Kopfes. Diese Bewegung am

15 verankerten Ende der Borsten steuert die Bewegung der Borsten an deren Reinigungsende (freies Ende der Borsten). Die obere Grenze des Knickwinkels und die untere Grenze des E-Moduls stellen sicher, dass der Bürstenkopf noch genügend stabil gehalten ist, so dass die unerwünschte „schlagende“ Bewegung (in Längsrichtung der Borsten – also in Richtung z-Achse) nicht in zu hohem (schädlichem) Mass auftritt.

20 Es ist allerdings durchaus ein Vorteil der vorliegenden Bürstenkonstruktion, dass die Bürste eine kleine „Nickbewegung“ in Richtung der Borsten (hier als z-Richtung definiert) durchführt, weil dadurch die Mischung aus Speichel und Zahnpasta quasi „vorwärts“ in die Zahnzwischenräume getrieben wird. Dies ist insbesondere bei Einbüschel-Zahnbürsten von Bedeutung, die speziell für eine bessere Interdentalreinigung geeignet sind.

25 Die Erfindung geht im Übrigen von folgenden Grundmerkmalen aus:

- d) Die Bürste hat ein Fussteil, an welchem ein Adapter zum Handapparat, ein sogenannter Antriebsadapter ausgebildet ist. Der Adapter ist in geometrischer Hinsicht darauf ausgelegt, mit einem Kopplungsteil (z.B. Stift) des Schallzahnbürstenantriebs drehfest (aber auswechselbar) verbunden zu werden. Der

Schallzahnbürstenantrieb erzeugt eine Längsachsenschwingung, die auf die Bürste zu übertragen ist. Der Antriebsadapter definiert eine geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste. Diese Längsachse ist im Normalfall die Richtung, in welcher man die Bürste auf den Handapparat aufstecken kann.

5 e) Weiter hat die Bürste einen Kopfteil mit einem Borstenträger, in welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist (Borstenfeld). Der Kopfteil ist im Prinzip das obere Ende der Bürste (wohingegen der Fussteil das untere Ende bildet). Der Kopfteil definiert eine Kopfteil-Ausrichtungsachse. Die im Kopf verankerten Borsten ragen z.B. quer zur Kopfteil-Ausrichtungsachse weg. Typischerweise, aber nicht zwingend, stehen die
10 Borsten senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungsachse.

f) Zwischen Fussteil und Kopfteil hat der Grundkörper ein Halsteil. Der Halsteil verbindet also Fussteil und Kopfteil miteinander. Er ist im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngt. Das heisst, wenn man den Fussteil im Querschnitt (bezogen auf die Fussteil-Längsachse) betrachtet, dann sind die Abmessungen in x- oder y-Richtung
15 kleiner als beim Querschnitt des Halsteils (also quer zur Halsteil-Längsachse). Dabei ist querschnittsverjüngt auf die Querschnittsfläche zu beziehen. Es ist also nicht zwingend, dass die Abmessungen in x-Richtung und y-Richtung geringer sind.

Bevorzugt beträgt der E-Modul mindestens 2500 MPa, insbesondere mindestens 3000 MPa. Damit wird ein Grundkörper sichergestellt, welcher hinreichend fest ist, um die
20 Längsachsen-Schwingungen optimal zu übertragen.

In gewissen Varianten der Erfindung (z.B. bei eher kleinen Knickwinkeln im Bereich von 8°) kann der E-Modul tendenziell niedriger sein (z.B. 2000 MPa bis 3000 MPa) als bei grossen Knickwinkeln (z.B. bei 15°).

Eine weitere besondere Ausführungsart zeichnet sich dadurch aus, dass der E-Modul des tragenden Materials (bzw. der tragenden Materialien) des Grundkörpers im Bereich von
25 4000 MPa bis 6000 MPa liegt.

Ist die Masse des Kopfteils relativ gross im Verhältnis zum Querschnitt des Halsteils, dann ist ein E-Modul im Bereich von 5000 MPa bis 6000 MPa von Vorteil.

Gemäss einer besonderen Ausführungsart ist der Halsteil in Längsrichtung bogenförmig gekrümmt und erzeugt dadurch den Winkel zwischen der Fussteil-Längsachse und der Kopfteil-Ausrichtungsachse. Mit anderen Worten: Fussteil und Kopfteil sind in sich geradlinig. Nur der Halsteil ist gekrümmt. Dies hat den Vorteil, dass sich die bei der
5 Längsachsenschwingung auftretenden Kräfte auf den Halsteil verteilen und nicht konzentriert an einer Stelle auftreten.

Gemäss einer besonderen Ausführungsform ist der Halsteil ein schlanker Abschnitt des Grundkörpers zwischen Kopfteil und Fussteil. Der Fussteil hat typischerweise den grössten Querschnitt am Antriebsadapter (Fussende) und den kleinsten Querschnitt beim Übergang
10 zum Halsteil.

Der Kopfteil ist im Wesentlichen dadurch definiert, dass er die Verankerung der Borsten bildet.

Bevorzugt ist der Kopfteil plattenförmig und der Halsteil ist stangenförmig. Der Kopfteil ist also im Querschnitt (also in der Ebene senkrecht zur der Kopfteil-Ausrichtungsachse) in
15 der einen Richtung (z.B. y-Richtung) breiter als in der anderen Richtung (z.B. z-Richtung). Die Form des Querschnitts kann beispielsweise rechteckig, trapezförmig oder oval sein.

Der Halsteil ist z.B. im Querschnitt kreisrund, oval, viereckig, sechseckig, achteckig, trapezförmig oder eine geometrische Annäherung oder Abwandlung einer solchen Form. Die Querschnittsform muss nicht drehsymmetrisch sein.

20 Gemäss einer ersten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil mindestens etwa doppelt so breit wie der Halsteil.

Entsprechend einer zweiten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil höchstens etwa 1,5 mal so lang wie der Halsteil. Dies lässt sich auch kombinieren mit der zuvor genannten Ausführungsform.

25 Gemäss einer dritten besonderen Ausführungsform ist der Kopfteil in einem Querschnitt aufgespannt durch die Längsachse der Bürste und die Kopfausrichtungsachse etwa gleich dick wie der Halsteil.

Besonders bevorzugt ist der Kopfteil zwischen 2 und 3 mal so breit und vorzugsweise zwischen 0.5 und 1.5 mal so lang wie der Halsteil. Mit dem im Vergleich zum Kopfteil relativ schlanken Halsteil wird ein besonders gutes Schwingungsverhalten erreicht und damit eine optimale Reinigung der Zähne erreicht.

- 5 Der Kopfteil bildet gemäss der obigen Dimensionierung also eine Art Schwungmasse und der Halsteil eine Art (schlanker) elastischer Stab.

In Varianten kann der Kopfteil auch weniger als doppelt so breit und mehr als 1.5 mal so lang wie der Halsteil sein.

- 10 Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist der Kopfteil in einem Querschnitt aufgespannt durch die Längsachse (x) und die Kopfausrichtungsachse etwa gleich dick wie der Halsteil. Ist der Kopfteil plattenförmig, dann ist also der Halsteil etwas gleich dick wie die Kopfteilplatte.

- 15 Bei einer besonderen Ausführungsart hat der Kopfteil eine Masse (d.h. Trägheitsmasse), die grösser als eine Masse des Halsteils ist, insbesondere hat der Kopfteil eine Masse, die vorzugsweise mehr als 30%, besonders bevorzugt mehr als 50% grösser ist als die Masse des Halsteils. Diese Massenverteilung lässt sich entweder durch entsprechende geometrische Abmessungen oder durch unterschiedliche Materialien oder durch beides erreichen.

- 20 Die relativ grosse Masse des Kopfteils im Vergleich zum Halsteil hat den Effekt, dass beim Betrieb der Zahnbürste eine nickende Bewegung des Bürstenkopfs optimiert werden kann. Durch die grössere Masse kann der Impuls der Nickbewegung vergrössert werden, womit die zweidimensionale „8“-Bewegung verstärkt werden kann und womit wiederum die Zahnzwischenräume besser erreicht werden können. Dies ist insbesondere, aber nicht nur, bei der Einbüschelvariante respektive bei der Interdentalreinigung von grossem Vorteil.

- 25 In einer Variante kann der Kopfteil auch eine Masse aufweisen, welche weniger als 30% grösser ist, als die Masse des Halsteils, insbesondere können die Massen des Kopfteils und des Halsteils auch ungefähr gleich sein. Dies z.B., wenn der Kopfteil gleich dick wie

der Halsteil ist, und wenn der Halsteil dreimal so lang wie der Kopfteil ist und der Kopfteil dreimal so breit wie der Halsteil ist.

Vorzugsweise ist der Fussteil etwa gleich lang wie der Kopfteil. Damit ist der Fussteil ausreichend gross, um eine stabile Befestigung am Schallzahnbürstenantrieb zu erreichen
5 (z.B. mit einem langen Adapterkanal für einen entsprechend langen Stift des Handapparats). Die Schwingung und damit die kinetische Energie des Antriebs wird effizient über das Halsteil an den Kopfteil übertragen werden.

Bei einer besonderen Ausführungsart ist der Fussteil kürzer als der Kopfteil, insbesondere ist der Fussteil etwa halb so lang wie der Kopfteil. Dadurch wird mehr Gestaltungsfreiraum
10 für den Halsteil geschaffen. Wenn bei einer solchen Ausführungsart zudem der Antriebsadapter als schlanker Stift an der Bürste ausgebildet ist, der in einen Adapter-Kanal im Handapparat eingeführt wird, dann ist die stabile Befestigung am Schallzahnbürstenantrieb versteckt.

In Varianten kann der Fussteil auch länger als der Kopfteil sein.

15 Vorzugsweise hat der Halsteil eine Querabmessung, die nicht mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils ist. Unter der Querabmessung ist ein Durchmesser rechtwinklig zur geometrischen Ausrichtungsachse bzw. rechtwinklig zur Fussteil-Längsachse zu verstehen. Dort wo der Halsteil an den Kopfteil anschliesst, ist die Kopfteil-Ausrichtungsachse massgeblich und dort, wo der Halsteil an den Fussteil anschliesst, ist die Fussteil-
20 Längsachse massgeblich. Der Halsteil wird damit bewusst schlank gehalten, so dass damit das Schwingungsverhalten des Kopfteils unterstützt werden kann, insbesondere das Schwingungsverhalten in der Ebene (die „8“-Bewegung) und die Nickbewegung.

In Varianten kann die Querabmessung auch mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils betragen. Dies kann dann sinnvoll sein, wenn zum Beispiel ein besonders flexibles
25 respektive elastisches Material für den Halsteil verwendet wird.

Vorzugsweise besteht der Grundkörper im Wesentlichen einteilig aus einem tragenden Material. Damit wird einerseits eine besonders kostengünstige Herstellung des Grundkörpers erreicht. Andererseits wird damit auch ein besonders optimales Schwingungs-

verhalten ermöglicht, da keine Grenzübergänge von unterschiedlichen Materialien das Schwingungsverhalten stören, insbesondere ein 2-dimensionales respektive 3-dimensionales Schwingungsverhalten, bei welchem ein solcher Grenzübergang durch das Schwingungsbild in unterschiedlichen Richtungen gebogen wird.

- 5 Im Rahmen der Erfindung wird auch dann von einem einteiligen Grundkörper aus einem tragenden Material gesprochen, wenn die Oberfläche der Bürste durch ein nicht-tragendes Material beschichtet oder ummantelt ist. Zum Beispiel, können bei einem einteiligen Grundkörper an dem Fussteil Bereiche aus einem Material mit erhöhter Rauigkeit oder Oberflächengriffigkeit vorgesehen sind, so dass die Bürste besser mit den Fingern vom
- 10 Antriebsstift entfernt werden kann.

- Gemäss einer besonderen Ausführungsform ist der Grundkörper im Wesentlichen durch zwei stoffschlüssig verbundenen Materialteile gebildet. Wird beispielsweise der Fussteil aus einem anderen Kunststoff gespritzt als der Hals und der Kopf der Bürste, dann kann mit einem sehr steifen Kunststoff (mit einem hohen E-Modul) sichergestellt werden, dass
- 15 die Kopplung zum Antriebsstift am Handapparat die Bewegung des Antriebs optimal auf die Bürste überträgt. Gleichwohl kann der Hals genügend elastisch gestaltet werden mit einem weniger steifen Material (E-Modul des Material des Halsteils ist niedriger als E-Modul des Fussteils).

- Eine weitere besondere Ausführungsart zeichnet sich dadurch aus, dass der Grundkörper
- 20 im Wesentlichen durch drei stoffschlüssig verbundene tragende Materialteile gebildet ist. So kann der Grundkörper z.B. in Längsrichtung aus zwei stoffschlüssig verbundenen Materialteilen unterschiedlicher Festigkeit bestehen. Weiter ist es denkbar, dass Kopfteil, Halsteil und Fussteil je aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind. Die Anforderungen an den Kopfteil sind anders als die an den Fussteil, was mit der Materialwahl optimiert
- 25 werden kann.

Ein Grundkörper aus zwei oder drei stoffschlüssig verbundenen tragenden Materialien ergibt sich z.B. durch moderne Kunststoff-Spritzgussverfahren mit zwei oder drei Materialien.

Auch am Grundkörper mit den zwei oder drei tragenden Materialteilen können noch nicht-tragende (z.B. weiche) Mantelschichten vorhanden sind, um bestimmte Funktionen (z.B. Schutz beim Kontakt der Bürstenrückseite mit den Zähnen) zu erreichen.

Vorzugsweise hat der Kopfteil eine Auslenkung von 10% - 20% bezogen auf eine Länge der
5 Bürste. Unter der Auslenkung wird vorliegend ein Verhältnis zwischen der Distanz eines Zentrums (Schwerpunkt) des Kopfteils zur Adapter-Längsachse, geteilt durch die Gesamtlänge L (in x-Richtung) des Grundkörpers verstanden. Die Auslenkung kann man als „Exzentrizität des Kopfteils bezüglich der Adapterlängsachse“ betrachten. Die Auslenkung ist beim Schwingungsbild massgebend: so wurde festgestellt, dass mit der Auslenkung von
10 10% - 20% die „8“ Bewegung besonders ausgeprägt ausgeführt wird.

Die Auslenkung kann auch kleiner als 10% oder grösser als 20% sein kann. Bei Bürsten, die insgesamt eine geringe Länge haben, wird die Auslenkung vorzugsweise im Bereich von 20% gewählt, damit die „Unwucht“ des Kopfes nicht zu klein wird. Bei Bürsten, die für hohe Betriebsfrequenzen (z.B. über 240 Hz) bestimmt sind, wird die Auslenkung eher im Bereich
15 von 10% gewählt, weil bei höheren Frequenzen die „Unwucht“ des Kopfes ansonsten zu gross werden könnte.

Gemäss einer besonderen Ausführungsart ragen die Borsten im Wesentlichen senkrecht von der Kopfteil-Ausrichtungsachse der Bürste weg. Der Winkel zwischen der Fussteil-Längsachse und der Borstenrichtung beträgt dann 90° minus Knickwinkel γ (gamma). Bei
20 einem Knickwinkel von beispielsweise $\gamma = 11^\circ$ ergibt sich $90^\circ - 11^\circ = 79^\circ$.

Die Borsten sind z.B. auf der Hauptfläche des plattenförmig ausgebildeten Kopfteils verankert. Der Kopfteil kann bei einer Einbüschelbürste aber auch stangenförmig sein, wobei das einzige Büschel in einer zylindrischen Ausnehmung (z.B. einem Sackloch) verankert ist.

25 Der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils beträgt vorzugsweise mindestens 50% einer Länge des Grundkörpers. Damit wird im Zusammenhang mit dem erfindungsgemässen Bereich des E-Moduls ein besonders optimaler Bereich für die geometrische Knickposition definiert, welcher gemäss den Experimenten zu besonders vorteilhaften 2-dimensionalen respektive 3-dimensionalen

Schwingungsbildern führt. Damit kann eine besonders effektive und auch schonende Zahnreinigung erreicht werden.

Die geometrische Knickposition wird durch einen Schnittpunkt zwischen der geometrischen Fussteil-Längsachse und der geometrischen Kopfteil-Ausrichtungsachse definiert. An der geometrischen Knickposition muss also nicht zwingend eine knickartige (oder knieartige) Richtungsänderung des Grundkörpers vorhanden sein. Vorzugsweise befindet sich die geometrische Knickposition innerhalb des Grundkörpers. Die Form des Grundkörpers muss nicht zwingend einen optisch erkennbaren Knick umfassen, sondern kann zum Beispiel bogenförmig ausgebildet sein. In Varianten kann weiter die geometrische Knickposition auch ausserhalb des Grundkörpers liegen. Dem Fachmann sind weitere Variationen bekannt.

Der Abstand zwischen der Endfläche des Fussteils und der Knickposition wird entlang der Fussteil-Längsachse gemessen. Ebenso wird die Gesamtlänge des Grundkörpers entlang der Fussteil-Längsachse gemessen.

Die geometrische Knickposition weist erfindungsgemäss einen relativ grossen Abstand vom Kopfteil auf, um im Zusammenhang mit dem Winkel γ (gamma) zwischen der geometrischen Fussteil-Längsachse und der geometrischen Kopfteil-Ausrichtungsachse von 8° bis 15° einen besonders gutes Schwingungsverhalten zur Reinigung der Zähne zu erreichen. Je grösser der Winkel gewählt wird, desto stärker wird die Auslenkung des Kopfteils von der Fussteil-Längsachse (Exzentrizität). Ebenso wird die Exzentrizität grösser, wenn die Knickposition weiter von dem Kopfteil entfernt wird. Es hat sich aber gezeigt, dass die beiden Parameter (Knickposition und Winkel) das Schwingungsverhalten nicht in demselben Masse und in derselben Art und Weise beeinflussen, so dass hinsichtlich der Reinigungswirkung z.B. ein vergrössern des Winkels nicht direkt durch einen kleineren Abstand zwischen der Knickposition und dem Kopfteil kompensiert werden kann, da das 2-dimensionale respektive 3-dimensionale Schwingungsbild des Kopfteils auf die beiden Parameter unterschiedlich reagiert.

In Varianten kann der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils auch weniger als 50% einer Länge des Grundkörpers betragen z.B. mindestens 35%.

5 Bevorzugt schliessen eine geometrische Fussteil-Längsachse und eine geometrische Kopfteil-Ausrichtungssachse einen Winkel γ (gamma) im Bereich von 10° bis 14° ein. Dieser Winkelbereich hat sich bei Experimenten als besonders vorteilhaft erwiesen, so dass damit für die Zahnreinigung ein besonders ideales Schwingungsbild erreicht werden kann. Experimente haben gezeigt, dass damit das Schwingungsbild, insbesondere die „8“
10 Bewegung besonders vorteilhaft ausgeprägt ist, womit die Zahnreinigung mit der Bürste besonders schonend durchgeführt werden kann. Der Winkelbereich hat sich weiter im Zusammenhang mit der Auslenkung bzw. Exzentrizität des Kopfteils bezogen auf die Gesamtlänge der Bürste zwischen 10% und 20% als besonders vorteilhaft erwiesen und ebenfalls zu besonders guten Reinigungsergebnissen bei optimaler Ergonomie geführt.

15 Der Winkelbereich von 10° - 14° in Kombination mit einer Knickposition auf halber Länge der Bürste führt zu einer guten Auslenkung (Exzentrizität) des Bürstenkopfs. Damit wird eine gute Eigendynamik der Schwingung des Bürstenkopfs im Sinn der gewünschten „8“ Bewegung erreicht.

20 Bei einer besonderen Ausführungsart ist der Halsteil im Vergleich zum Kopfteil querschnittsverjüngt. Das heisst, dass der Kopfteil breiter und/oder dicker ist (senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungssachse betrachtet) als der Halsteil. Damit wird der Halsteil mechanisch weniger steif als der Kopfteil (sofern der Grundkörper aus einem oder mehreren Materialien mit ungefähr gleichem E-Modul gefertigt ist).

25 Bei einer weiteren Ausführungsart der Erfindung beträgt der Abstand (K) der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils mindestens 60% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers.

Gemäss einer besonderen Ausführungsart beträgt der Abstand der geometrischen Knickposition zu der Endfläche des Fussteils höchstens 75% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers. In diesem nach oben begrenzten Bereich lässt sich mit dem erfindungsgemässen Knickwinkel von 8° bis 15° mit grossem Gestaltungsfreiraum

bezüglich der geometrischen Abmessungen von Halsteil und Kopfteil eine genügend starke „8“-Bewegung erreichen.

- Eine erfindungsgemässe Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung umfasst eine erfindungsgemässe Bürste und einen Handapparat mit einer Bürstenkupplung zum
- 5 lösbaren Befestigen der Bürste am Handapparat und mit einem Antrieb, der an der Bürstenkupplung eine Längsachsenschwingung erzeugt. Der Antrieb kann zum Beispiel einen Piezoantrieb, einen Magnetantrieb und/oder einen elektro-Drehantrieb aufweisen. Besonders bevorzugt wird ein Piezoantrieb eingesetzt, insbesondere aufgrund des einfachen Aufbaus, der besonders kompakten Bauweise und der präzisen Steuerbarkeit.
- 10 Vorzugsweise ist der Antrieb ausgebildet, um eine Längsachsenschwingungs-Frequenz im Bereich von 150 Hz bis 400 Hz zu erzeugen. Da mit der Bürste ein 2-dimensionales respektive 3-dimensionales Bewegungsbild erzeugt wird, ist die Längsachsenschwingungs-Frequenz relativ tief angesetzt, so dass mehr Zeit für die Durchführung mehrerer Richtungsänderungen pro Schwingung, z.B. bei einer „8“-Bewegung“ zur Verfügung steht.
- 15 Die Längsachsenschwingungs-Frequenz ist mit Vorteil nicht höher als 300 Hz. Ist die Frequenz zu hoch, kann der Grundkörper die vom Antrieb erzeugte Längsachsenschwingung nicht mehr zum Bürstenkopf übertragen. Es kann zu internen Torsionsbewegungen kommen, die dazu führen, dass der Kopf z.B. nur noch jede zweite Schwingung ausführt.
- 20 Die Längsachsenschwingungs-Frequenz kann auch kleiner als 150 Hz sein, z.B. 120 Hz.
- Bevorzugt ist der Antrieb ausgebildet, um eine Längsachsenschwingung mit einer Amplitude von nicht mehr als 3°, insbesondere im Bereich von 1° bis 3° zu erzeugen. Das heisst, der Fussteil wird periodisch um die Fussteil-Längsachse rotiert (hin und her bewegt). In Varianten kann die Amplitude auch grösser als 3° sein.
- 25 Bei einer besonderen Ausführungsart der Erfindung enthält die Bürste im Fussteil einen RFID-Chip. Dies ermöglicht es, dass der Handapparat Daten ausliest und für den optimalen Betrieb der Bürste nutzt. Beispielsweise kann die optimale Antriebsfrequenz der Bürste ausgelesen werden und der Antrieb im Handapparat entsprechend angesteuert werden.

Bei einer weiteren besonderen Ausführungsart der Erfindung ist der RFID-Chip in einem Längsbereich eines Kopplungshohlraums des Fussteils angeordnet. Dies bedeutet dass der RFID-Chip nahe beim Handapparat angeordnet ist und dass das Schwingungsverhalten der Bürste nicht beeinflusst wird.

- 5 Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf eine Bürste;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Seitenansicht der Bürste;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Rückenansicht der Bürste;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf eine Schallzahnbürste umfassend die Bürste;
- 15 Fig. 5a, b eine schematische Seitenansicht und einer Draufsicht einer Schallzahnbürste;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Seitenansicht einer Schallzahnbürste mit genau einem Büschel;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen „8“-Bewegung;
- 20 Fig. 8 eine schematische Darstellung der Winkelamplitude der Längsachsen-Schwingung;
- Fig. 9 eine Ausführungsform mit einem ovalen Bürstenkopf;
- Fig. 10 eine Ausführungsform einer Einbüschelbürste mit rückseitigem Borstenfeld;

Fig. 11 eine Ausführungsform einer Einbüschelbürste mit vorderseitigem Borstenfeld;

Fig. 12a-c eine Ausführungsform mit einem RFID.

Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

5 Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf eine Bürste 10. Die Bürste 10 umfasst einen kegelstumpfförmigen Fussteil 11, einen stangenförmigen Halsteil 12, der sich dem kegelstumpfförmigen Fussteil 11 anschliesst, und schliesslich einen plattenförmigen Kopfteil 13, welcher sich an den Halsteil 12 anschliesst. Die drei Teile bilden den Grundkörper der Bürste.

Der kegelstumpfförmige Fussteil 11 umfasst einen Antriebsadapter. Dieser ist vorliegend im Wesentlichen durch eine kanalförmige Aufnahme 14 gebildet, in welche ein Stift des Handapparates der Schallzahnbürste einführbar und verrastbar ist (siehe unten zu Figur 4). Die Bürste 10 weist eine Fussteil-Längsachse 20 auf, welche coaxial zur Aufnahme 14 respektive im Betrieb der Schallzahnbürste coaxial zum Stift ausgerichtet ist. Diese Längsachse definiert die x-Achse des vorliegend benutzten x-y-z-Koordinatensystems. Mit anderen Worten: Der Antriebsadapter definiert die geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste.

In der Figur 1 ist weiter das Borstenfeld 17 des Kopfteils 13 ersichtlich, welches vorliegend mehrere (z.B. 20 – 40) Büschel mit jeweils einer Vielzahl (z.B. 100 – 200) an Borsten aufweist.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist der Kopfteil 13 in der Frontansicht tropfenförmig. Das heisst, seine Form erweitert sich – beginnend beim Übergang zum Halsteil – sukzessive bis fast zum oberen Ende des Kopfteils und endet dort in einer rundlichen Endkontur. Bei dieser Form ist (bei gegebener Länge des Borstenfeldes in x-Richtung) der Schwerpunkt des Kopfteils 13 näher beim Ende der Bürste. Dies kann den

exzentrischen Effekt bei der vorgegebenen Betriebsfrequenz und damit auch die „8“-Bewegung verstärken.

Die Hauptfläche des plattenförmigen Kopfteils 13 erstreckt sich im Wesentlichen quer x-Achse in y-Richtung.

- 5 Auf dem Borstenfeld 17 ist weiter mit dem Bezugszeichen 23 eine in y-Richtung liegende „8“ dargestellt. Die „8“ illustriert die Bewegung, welche aufgrund der gewählten Materialeigenschaft (E-Modul), des Winkels zwischen der geometrischen Fussteil-Längsachse 20 und der geometrischen Kopfteil-Ausrichtungsachse (siehe weiter unten) und der Knickposition im Betrieb in der Ebene ausgeführt wird.
- 10 Zusätzlich zu der „8“ führt die Bürste auch noch eine kleine Nickbewegung mit dem Kopfteil 13 aus – diese Bewegung ist im Wesentlichen rechtwinklig zur „8“ gerichtet, also im Wesentlichen in z-Richtung. Im Sinn einer bevorzugten Ausführungsform werden die Borsten somit in drei Dimensionen (x, y, z) bewegt.

- Die Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Seitenansicht der Bürste 10. In dieser Figur ist neben der geometrischen Fussteil-Längsachse 20 auch die geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 ersichtlich. In der Darstellung gemäss Figur 1 sind die Fussteil-Längsachse 20 und die Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 hintereinander. Die Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 ist im Wesentlichen die Längsachse des Kopfteils. Die beiden Achsen schneiden sich in der geometrischen Knickposition 22. In der vorliegenden
- 15 Ausführungsform schliessen die geometrische Fussteil-Längsachse 20 und die geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 einen Winkel γ (gamma) von 10° ein. Die geometrische Knickposition 22 weist vorliegend einen Abstand K zu der Endfläche des Fussteils 11 von 50% der Gesamtlänge L der Bürste 10 auf. In dieser Kombination des Winkels zur Knickposition 22 wird eine Bürste 10 geschaffen, mit welcher eine besonders
- 20 effektive und zahnfleisch-schonende Reinigung der Zähne möglich ist.

Wie aus der Kombination der Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, ist in der vorliegenden Ausführungsform der Kopfteil 13 plattenförmig und der Halsteil 12 stangenförmig. In der Projektion des Grundkörpers auf die x-z-Ebene haben der Kopfteil 13 und der Halsteil 12 die gleiche Querabmessung (also die gleiche Dicke). In der Projektion auf die x-y-Ebene

(Frontansicht gemäss Figur 1) ist der Kopfteil 13 rund dreimal so breit (y-Richtung) wie der Halsteil 12. Die Länge (x-Richtung) des Kopfteils ist etwa ein Drittel grösser als die Breite (y-Richtung). Der Halsteil 11 ist z.B. ein Drittel so breit und 1,5 mal so lang wie der Kopfteil 13.

- 5 Der Halsteil 12 ist gegenüber dem Kopfteil 13 und dem Fussteil 11 verjüngt. Im vorliegenden Beispiel ist der Halsteil 12 in zumindest einer der Seitenansichten (hier in z-Richtung gemäss Figur 1 betrachtet) weniger breit als der Kopfteil 13.

- Der Grundkörper der Bürste 10 hat im vorliegenden Beispiel als tragendes Material ein glasfaserverstärktes Polypropylen Borealis GB311U mit einem E-Modul von rund 3500
10 MPA (Tensile Strength at yield = 97 MPa; Elongation at Yield = 2.8%; E-Modul = Tensile Strength at Yield / Elongation at Yield).

Die Auslenkung ist durch das Verhältnis von Abstand A zu Länge L der Bürste bestimmt. Der Abstand A entspricht dem Abstand des frontseitigen Zentrums des Kopfteils (was hier dem Zentrum des Borstenfeldes 17 entspricht) zur Fussteil-Längsachse 20 (siehe Figur 2).

- 15 Im vorliegenden Beispiel beträgt die Auslenkung 14%.

- Die Borsten sind hier in mehreren Büscheln angeordnet und ragen senkrecht von der Hauptfläche des plattenförmigen Kopfteils weg. Im vorliegenden Fall stehen sie senkrecht zur y-Richtung und verlaufen in der x-z-Ebene. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Borsten an der Vorderseite des Kopfteils (bzw. der Vorderseite 27 der Bürste)
20 angebracht, das heisst, sie zeigen leicht nach unten zur Adapterfläche (y-z Ebene) des Fussteils.

- Die Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Rückenansicht der Bürste 10 gemäss den Figuren 1 und 2. Wie aus den Figuren erkennbar ist, hat der Grundkörper auf der Rückseite 26 ein anderes Material, welches weich ist und einen Schutz (Schutzschicht, Schutzmantel) beim Kontakt der Bürstenrückseite mit den Zähnen bietet. Dieses Material
25 ist nicht-tragend und kann daher einen E-Modul ausserhalb des erfindungsgemässen E-Modul-Bereichs von 2000 – 6000 MPa haben. Das tragende Material ist auf der Vorderseite 27 ersichtlich und es macht einen wesentlichen Teil des Querschnitts des Grundkörpers aus.

Die Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Draufsicht (z-Richtung) auf eine Schallzahnbürste umfassend die Bürste 10 und einen Handapparat 16 mit einem Stift 15. Die Bürste 10 ist auf den Stift 15 aufgesteckt, so dass die Bürste lösbar, rotationsfest und axial fixiert ist. Am Übergang zwischen Bürste 10 und Handapparat 16 ist die
5 Adapterebene 33 definiert. Sie steht senkrecht zur Längsachse des Handapparats und der Längsachse des Fussteils der Bürste. Der Handapparat 16 dreht den Stift 15 hin und her mit einer Frequenz von z.B. 180 - 270Hz mit einer Amplitude von z.B. 2° (bezogen auf eine Ruhelage) um die Längsachse des Stifts 15 (welche der Längsachse des Handapparats 16 entspricht). Die Bürste dreht sich also hin und her um die Fussteil-Längsachse 20 (x-
10 Achse).

Die Figur 5a zeigt eine schematische Darstellung einer Seitenansicht einer Schallzahnbürste 10. Die Schallzahnbürste 10 umfasst einen Handapparat 16 und eine Bürste 10. Der Antrieb des Handapparats 16 ist als piezoelektrischer Antrieb (nicht dargestellt) ausgebildet, welcher eine Schwingung der Bürste 10 um die x-Achse 20
15 (Längsachse des Handapparats) erzeugt. Damit führt die Bürste 10 im Betrieb relativ zum Handgriff eine Rotationsschwingung um die x-Achse 20 aus. Aufgrund der erfindungsgemässen Auslenkung des Kopfteils 13 entsteht eine Unwucht, die eine Bewegungskomponente in der Y-Richtung 24 und/oder in die Z-Richtung 25 (siehe unten, Figur 5b) unterstützt. Dieser Effekt wird durch den geeignet gewinkelten Knick im
20 Bürstenhals, den geeignet gewählten E-Modul gesteuert und kann durch weitere geometrische Gestaltungsmerkmale der Bürste (wie Knickwinkelposition, Auslenkung, Massenverteilung und andere Merkmale gemäss den besonderen Ausführungsarten der Erfindung) eingestellt werden.

Die Figur 5b zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Körperpflegegerät gemäss Figur
25 5a. In dieser Darstellung ist die Z-Richtung 25 ersichtlich. Sie verläuft im Wesentlichen in Richtung der Borsten. Wie aus der Figur erkennbar ist, ist der Handapparat deutlich grösser als die Bürste. Nur so kann er eine Längsachsenschwingung erzeugen (anstelle einer undefinierten bzw. ungerichteten Vibrationsbewegung, wie sie bei bekannten Schallzahnbürsten vorhanden ist).

Die Figur 6 zeigt eine Ausführungsform der Schallzahnbürste, welche genau einen Büschel 18 umfasst. Der Büschel 18 ist bezüglich des Kopfteils 13 rückseitig angeordnet. Der Kopfteil ist quasi nach hinten geneigt.

Die Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen „8“-Bewegung.
5 Die „8“-Bewegung weist vorliegend die Form eines einseitig abgeflachten „8“ auf, wobei durch Zentrum 27 der „8“ eine Symmetrieachse (X-Achse) verläuft. Die beiden Schlaufen 28a, 28b der „8“ erstrecken sich in y-Richtung. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf exakt diese Form der „8“-Bewegung, die exakte Form der Bewegung hängt schliesslich von den Parametern des Bürstenkopfs sowie der vom Motor des Handapparats erzeugten
10 Schwingung ab.

Die Figur 8 veranschaulicht die Amplitude der Längsachsen-Schwingungsbewegung. Die x-Achse steht senkrecht zur Zeichenebene. Der plattenförmige Kopfteil 13 (ohne Borsten dargestellt) schwenkt um den Winkel α (alpha) um die x-Achse. (Die Borsten erstrecken sich in Figur 8 in z-Richtung nach oben). Die Hauptkomponente der Schwenkbewegung
15 (und damit die Borsten-Wischbewegung) ist in y-Richtung. Der Winkel α (alpha) beträgt vorzugsweise 2° .

Die Figur 9 zeigt eine Bürste 10 mit einem plattenförmigen ovalen Kopfteil 13. Die Längsachse der ovalen Form verläuft im Wesentlichen in x-Richtung und die Querachse in y-Richtung. Das Zentrum des Kopfteils 13 ist hier weiter weg vom oberen Ende der Bürste
20 10 als bei dem tropfenförmigen Kopfteil gemäss Figur 1.

Figur 10 zeigt eine Bürste mit einem Knickwinkel γ (gamma) von 14° und einem Abstand K der geometrischen Knickposition 22 zu der Endfläche 29 des Fussteils 11 von 75% bezogen auf die Länge L der Bürste.

Der Fussteil 11 verjüngt sich von der Endfläche 29 ausgehend bis zum Übergang in den
25 Halsteil 12. Der Fussteil 11 kann z.B. kegelstumpfförmig oder pyramidenstumpfförmig sein, wobei er im Längsschnitt ein z.B. konkaves Profil hat. Damit ist der Schwerpunkt des Fussteils 11 näher bei der Endfläche 29 als bei einem vergleichbaren Fussteil mit geraden Profillinien.

Der Halsteil 12 nimmt bei der dargestellten Ausführungsart etwa die halbe Länge (L) der Bürste ein. Wie die Figur 10 veranschaulicht, muss der Halsteil 12 nicht zwingend einen konstanten Querschnitt auf seiner gesamten Länge haben. Er kann durchaus eine sich verändernde Kontur haben.

- 5 Der Kopfteil 13 wird durch die Verlängerung des Halsteils 12 gebildet. Im vorliegenden Beispiel hat der Kopfteil 13 im Wesentlichen dieselben Querabmessungen (in einem Schnitt senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 betrachtet) wie der Halsteil 12. Das Borstenfeld 17 ist seitlich am Kopfteil 13 platziert. Die Borsten stehen also senkrecht zur Kopfteil-Ausrichtungsachse 21 ab.
- 10 Figur 11 zeigt eine Ausführungsform, bei der der Fussteil 11 im Wesentlichen durch einen Stift 30 als Antriebsadapter gebildet ist. Der Halsteil 12 ist stangenförmig und nimmt z.B. 90% der Bürstenlänge ein. Der Kopfteil 13 ist der Teil, in dem das Borstenfeld 17, hier in Form eines einzigen Büschels, verankert ist. Der Stift 30 wird in x-Richtung in den Handapparat gesteckt zum rotationsfesten Koppeln an einen Schallzahnbürstenantrieb mit
- 15 Längsachsenschwingung, wobei der Antriebsadapter die geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste definiert.

- Eine Bürste gemäss Fig. 11 ist z.B. aus einem Material mit einem E-Modul von ca. 4600 MPa. Als Beispiel für ein solches Material wird LNP ULTEM® EXCP0096 Polyetherimide, 30% Carbon Fiber Reinforcement, 10% PTFE Lubricant genannt (Tensile Strength at Yield =
- 20 163 MPa, Elongation at Yield = 3.5%, Tensile Strength / Elongation = 4650 MPa).

- Fig. 12a - c zeigen eine Ausführungsform mit einem RFID-Chip 31. Fig. 12a zeigt einen Längsschnitt der Bürste, Fig. 12b eine Ansicht von unten auf die Adapterebene 33 der Bürste, und Fig. 12c zeigt einen vergrösserten Ausschnitt aus Fig. 12a. Der RFID-Chip 31 ist im konischen Fussteil 32 untergebracht und zwar vorzugsweise nahe oberhalb der
- 25 Adapterebene 33 (welche bei den vorangegangenen Ausführungsformen der Endfläche 29 entspricht). Um vorliegenden Fall ist nur eine Bodenplatte 34 als Schutz zwischen Adapterebene 33 und RFID-Chip 31 vorgesehen. Der RFID-Chip 31 kann z.B. in einer Halterung 35 fixiert sein, die ihrerseits in der Art eines Zapfens in eine Öffnung des Fussteils 32 eingesetzt und dort verankert ist.

An der Adapterebene 33 mündet der Kopplungshohlraum 36 für den Antriebsstift (nicht dargestellt) des Handapparats. Im Kopplungshohlraum 36 befinden sich Klemmelemente 37, die den Antriebsstift des Handapparats derart (lösbar) einspannen, dass die Schwingbewegung des Antriebsstifts bestmöglich auf die Bürste übertragen wird. Der

5 Kopplungshohlraum 36 mit den Klemmelementen 37 ist ein Beispiel für eine Steckverbindung zwischen Bürste und einem Antriebsstift des Handapparats.

Der RFID-Chip 31 befindet sich im Längsbereich, der durch den Kopplungshohlraum 36 eingenommen wird. Mit Vorteil ist der Längsbereich des Kopplungshohlraums im wesentlichen gleich lang wie die der konische Fussteil der Bürste.

10 In der Fig. 12a-c ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der die Halterung des RFID-Chips seitlich (also quer zur Längsachse der Bürste) eingesetzt ist. Es ist aber auch möglich, die Bürste so zu konstruieren, dass die Halterung von der Adapterebene her eingefügt ist.

Im Handapparat ist ein RFID-Leser untergebracht (nicht dargestellt), der den RFID-Chip 31 auslesen kann. Dies ermöglicht es zum Beispiel, den Antrieb mit der für die Bürste

15 optimalen Frequenz anzusteuern, so dass die erfindungsgemässe kontrollierte zweidimensionale Bewegung optimal erzeugt wird. Es können auch andere Daten ausgelesen werden, die dem Benutzer über akustische oder optische Signale anzeigen, ob die Bürste zu wechseln ist.

Abwandlungen der Ausführungsbeispiele:

20 In weiteren, nicht dargestellten Ausführungsformen weist die Bürste 10 anstatt des Borstenfelds 17 eine Interdentalbürste zur Reinigung der Zahnzwischenräume auf.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass erfindungsgemäss eine Bürste für einen Schallzahnbürstenantrieb geschaffen wird, welche zu einer besonders vorteilhaften Bewegung des Kopfteils für eine effektive Zahnfleisch-schonende Reinigung der Zähne

25 führt.

Patentansprüche

1. Bürste (10) für eine Schallzahnbürste mit Längsachsschwingung mit einem länglichen Grundkörper, der
 - a) einen kegelstumpffartigen Fussteil (11) hat mit einen Antriebsadapter (14) zum
5 rotationsfesten Koppeln an einen Schallzahnbürstenantrieb mit Längsachsschwingung, wobei der Antriebsadapter (14) eine geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste definiert,
 - b) einen Kopfteil (13) mit einer Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) und einen Borstenträger hat, in welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist,
 - 10 c) und der einen im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngten Halsteil (12) hat, der Fussteil (11) und Kopfteil (13) verbindet,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - d) der Grundkörper dahingehend einen Knick-Winkel bildet, dass eine geometrische Fussteil-Längsachse (20) und eine geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse (21)
15 einen Winkel γ im Bereich von 5° bis 12° einschliessen, und
 - e) eine geometrische Knickposition (22) im Grundkörper einen Abstand (K) zu einer Endfläche des Fussteils (11) von mindestens 50% einer Gesamtlänge (L) des Grundkörpers hat.
2. Bürste (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (K) der
20 geometrischen Knickposition (22) zu der Endfläche des Fussteils (11) mindestens 60% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers beträgt.
3. Bürste (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der geometrischen Knickposition (22) zu der Endfläche des Fussteils (11) höchstens 75% Gesamtlänge (L) des Grundkörpers beträgt.

4. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil (13) plattenförmig und der Halsteil (12) stangenförmig ist, wobei vorzugsweise
- 5 a) der Kopfteil (13) mindestens etwa doppelt so breit wie der Halsteil (12) ist und/oder
- b) der Kopfteil (13) höchstens etwa 1,5 mal so lang wie der Halsteil (12) ist und/oder
- c) der Kopfteil (13) in einem Querschnitt aufgespannt durch die Längsachse (x) und die Kopfausrichtungssachse etwa gleich dick gleich dick wie der Halsteil ist.
- 10 5. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil (13) eine Masse hat, die grösser als eine Masse des Halsteils (12) ist, insbesondere der Kopfteil (13) eine Masse hat, die mindestens 30%, besonders bevorzugt mindestens 50% grösser als die Masse des Halsteils (12) ist.
- 15 6. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Fussteil (11) etwa gleich lang ist wie der Kopfteil (13),.
7. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Halsteil (12) eine Querabmessung hat, die nicht mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils (12) ist.
- 20 8. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper ein tragendes Material mit einem E-Modul von nicht mehr als 6000 MPa und nicht weniger als 2000 Mpa aufweist.
9. Bürste (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der E-Modul mindestens 2500 Mpa, insbesondere mindestens 3000 Mpa beträgt.
- 25 10. Bürste (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper im Wesentlichen einteilig aus einem Material besteht.

11. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper im Wesentlichen durch zwei oder durch drei stoffschlüssig verbundene Materialteile gebildet ist.
12. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil (13) eine Auslenkung von 10% - 20% bezogen auf eine Länge der Bürste (10) hat.
13. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Borsten im Wesentlichen senkrecht von der Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) der Bürste (10) weg ragen,
14. Bürste (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Fussteil-Längsachse (20) und die geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) einen Winkel γ im Bereich von 7° bis 10° einschliessen.
15. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Halsteil (12) im Vergleich zu Kopfteil querschnittsverjüngt ist.
16. Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung, umfassend
- a) eine Bürste (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und
- b) einen Handapparat mit einer Bürstenkupplung zum lösbaren Befestigen der Bürste (10) am Handapparat und mit einem Antrieb (16 im Handapparat), der an der Bürstenkupplung eine Längsachsenschwingung erzeugt.
17. Schallzahnbürste nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (16) ausgebildet ist, um eine Längsachsenschwingungs-Frequenz im Bereich von 150 Hz bis 400 Hz zu erzeugen.
18. Schallzahnbürste nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (16) ausgebildet ist, um eine Längsachsenschwingung mit einer Amplitude von weniger als 3° , insbesondere von 1° bis 3° zu erzeugen.

19. Bürste (10) für eine Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung mit einem länglichen Grundkörper, der
- f) einen Fussteil (11) hat mit einen Antriebsadapter (14) zum rotationsfesten Koppeln an einen Schallzahnbürstenantrieb mit Längsachsenschwingung, wobei
5 der Antriebsadapter (14) eine geometrische Fussteil-Längsachse (x) der Bürste definiert,
 - g) einen Kopfteil (13) mit einer Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) und einen Borstenträger hat, in welchen eine Vielzahl von Borsten verankert ist, ,
 - h) und der einen im Vergleich zum Fussteil querschnittsverjüngten Halsteil (12) hat,
10 der Fussteil (11) und Kopfteil (13) verbindet,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- i) der Grundkörper dahingehend einen Knick-Winkel bildet, dass die geometrische Fussteil-Längsachse (20) und eine geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) einen Winkel γ im Bereich von 8° bis 15° einschliessen, und
 - 15 j) dass der Grundkörper ein tragendes Material mit einem E-Modul von nicht mehr als 6000 Mpa und nicht weniger als 2000 Mpa aufweist.
20. Bürste (10) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der E-Modul mindestens 2500 Mpa, insbesondere mindestens 3000 Mpa beträgt.
21. Bürste (10) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil
20 (13) plattenförmig und der Halsteil (12) stangenförmig ist, wobei vorzugsweise
- a) der Kopfteil (13) mindestens etwa doppelt so breit wie der Halsteil (12) ist und/oder
 - b) der Kopfteil (13) höchstens etwa 1,5 mal so lang wie der Halsteil (12) ist und/oder

- c) der Kopfteil (13) in einem Querschnitt aufgespannt durch die Längsachse (x) und die Kopfausrichtungssachse etwa gleich dick wie der Halsteil ist.
22. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil (13) eine Masse hat, die grösser als eine Masse des Halsteils (12) ist, insbesondere der Kopfteil (13) eine Masse hat, die mindestens 30%, besonders bevorzugt mindestens 50% grösser als die Masse des Halsteils ist.
23. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Fussteil (11) etwa gleich lang ist wie der Kopfteil (13).
24. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Halsteil (12) eine Querabmessung hat, die nicht mehr als ein Viertel einer Länge des Halsteils (12) ist.
25. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper im Wesentlichen einteilig aus einem tragenden Material besteht.
26. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper im Wesentlichen durch zwei oder durch drei stoffschlüssig verbundene Materialteile gebildet ist.
27. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfteil (13) eine Auslenkung (A) von 10% - 20% einer Länge (L) der Bürste (10) hat.
28. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Borsten im Wesentlichen senkrecht von der Kopfteil-Ausrichtungssachse (21) der Bürste (10) weg ragen.
29. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der geometrischen Knickposition (22) zu der Endfläche des Fussteils (11) mindestens 50% einer Länge (L) des Grundkörpers beträgt.

30. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Fussteil-Längsachse (20) und die geometrische Kopfteil-Ausrichtungsachse (21) einen Winkel γ im Bereich von 10° bis 14° einschliessen.
31. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass
5 Halsteil (12) im Vergleich zum Kopfteil querschnittsverjüngt ist.
32. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (K) der geometrischen Knickposition (22) zu der Endfläche des Fussteils (11) mindestens 60% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers beträgt.
33. Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass der
10 Abstand der geometrischen Knickposition (22) zu der Endfläche des Fussteils (11) höchstens 75% der Gesamtlänge (L) des Grundkörpers beträgt.
34. Schallzahnbürste mit Längsachsenschwingung, umfassend
- c) eine Bürste (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 33 und
- d) einen Handapparat (16) mit einer Bürstenkupplung zum lösbaren befestigen der
15 Bürste (10) am Handapparat (16) und mit einem Antrieb im Handapparat (16), der an der Bürstenkupplung eine Längsachsenschwingung erzeugt.
35. Schallzahnbürste nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb im Handapparat (16) ausgebildet ist, um eine Längsachsenschwingungs-Frequenz im Bereich von 150 Hz bis 400 Hz zu erzeugen.
- 20 36. Schallzahnbürste nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb ausgebildet ist, um eine Längsachsenschwingung mit einer Amplitude (α) von maximal 3° , insbesondere von mindestens 1° und nicht mehr als 3° zu erzeugen.
37. Bürste nach einem der Ansprüche 1 bis 15 oder 19 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass sie im Fussteil (32) einen RFID-Chip (31) enthält.

38. Bürste nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass der RFID-Chip (31) in einem Längsbereich eines Kopplungshohlraums (36) des Fussteils angeordnet ist.