

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Gesundheit und Behinderung: Definition und Deutung

*„Menschen sind behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist.“*  
(Sozialgesetzbuch IX, Kap 1, §2)

So nüchtern lautet die gesetzliche Definition des Begriffs „Behinderung“. Natürlich kann man sich diesem komplexen Begriff aus verschiedenen Fachrichtungen und mit unterschiedlichen Leitkriterien nähern. In der Psychologie dient beispielsweise die Intelligenzminderung als Leitkriterium für geistige Behinderung (MEYER 2000). Die Pädagogik verwendet die schulische Leistungsfähigkeit als Orientierungsmarke (BACH 1995) und die Weltgesundheitsorganisation (WHO) zerlegt den Begriff 2001 mit ihren Rehabilitationscodes in die drei Ebenen Schädigung (*Impairment*), Behinderung (*Disability*) und Benachteiligung (*Handicap*). Schon diese drei Ansätze lassen erahnen, wie schwierig die Behinderung eines Menschen sich in Definitionen erfassen und ausdrücken lässt.

### 2.2 Gingivitis-, Parodontitis- und Kariesepidemiologie bei Patienten mit Behinderungen

In der Bundesrepublik Deutschland leben schätzungsweise sechs Millionen Menschen mit Behinderungen. Man geht davon aus, dass nur 4% der Behinderungen angeboren sind, 96% werden durch Unfall, Erkrankung oder Alter im Laufe des Lebens erworben. Internationale epidemiologische Untersuchungen bezüglich des Mundgesundheitszustandes dieser Personengruppe kommen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen. So stellten BROWN und SCHODEL 1976 fest, dass sich die Kariesinzidenz von Kindern mit Behinderungen nicht signifikant von der gleichaltriger nicht Behinderter unterscheidet. TESINI bestätigte dies 1981 in seinem Übersichtsartikel nach Durchsicht der internationalen Literatur. RINN und WETZEL fanden 1985 bei 421 Patienten in Einrichtungen der Behindertenfürsorge in Gießen altersabhängig eine Karieshäufigkeit im Niveau der Gesamtbevölkerung vor. Bei Betrachtung der Einzelwerte wurden allerdings große Defizite bezüglich des Versorgungsgrades, der Mundhygiene und des parodontalen Status deut-

lich. So standen bei den über 26jährigen 2,4 versorgte Zähne 5,9 kariösen Zähnen gegenüber, bei den 7–9jährigen war es durchschnittlich sogar nur ein versorgter Zahn gegenüber 4,1 kariösen. Hinsichtlich des Parodontalbefundes bestand bei 63,9% der Patienten Behandlungsbedarf. PIEPER et al. fanden 1986 neben erhöhten DMFT Werten bei 199 behinderten Erwachsenen mehr fehlende Zähne und einen konservierenden Behandlungsbedarf bei 90% der Untersuchten. Bei schlechter Mundhygiene lag der parodontale Behandlungsbedarf bei 83%. Eine ähnlich insuffiziente Versorgung beschreiben auch STRÜBIG und ROSENDAHL 1980 in ihrer Erhebung an 108 geistig und körperlich behinderten Kinder im Alter von 6–16 Jahren. Sie dokumentierten einen über 100% höheren Kariesbefall im Verhältnis zu einer gleichaltrigen gesunden Probandengruppe. Die Mundhygiene musste bei 94% als ungenügend bezeichnet werden, dementsprechend hatten 72% entzündliche Parodontalerkrankungen. Trotz dieser Werte waren lediglich 39% der Probanden zahnärztlich konservierend behandelt. MAIWALD und ENGELKENSMEIER untersuchten 1990 1018 zerebral paretische Kinder im Alter von 4–18 Jahren. Zwar war die Kariesprävalenz vergleichbar mit der der Restbevölkerung, aber bei schlechterem Sanierungsgrad wurden mehr Zähne extrahiert und die Mundhygiene verschlechterte sich mit zunehmendem Alter. In der Studie von SCOTT et al. 1998 wurden 101 Erwachsene zwischen 21 und 53 Jahren untersucht. Dabei fanden sich im Verhältnis zur Restbevölkerung über sechsmal häufiger Mundschleimhautrekrankungen und mehr als doppelt so häufig eine Malokklusion. Während 46,4% der behinderten Studienteilnehmer Sondierungstiefen von 4 mm und mehr aufwiesen, waren es in der gesunden australischen Bevölkerung lediglich 24,1%. Zwar hatten die Patienten mit Behinderungen statistisch weniger Zahnstein und Karies, aber trotz häufigerer Zahnarztbesuche lag ein Behandlungsbedarf bei über 90% der Untersuchten vor.

Trotz dieser Daten darf laut CICHON und GRIMM 1999 nicht davon ausgegangen werden, dass das Vorliegen einer Behinderung per se zu einer Benachteiligung bei der Mundgesundheit führt. Diese Benachteiligung liegt erst vor, wenn eine der folgenden Begleiterscheinungen assoziiert ist (CICHON und GRIMM 1999):

- *Beeinträchtigte Mund- und Kaufunktion*
- *Störung der Immunlage*
- *Reduzierte oder fehlende Fähigkeiten bei der Mundhygiene*
- *Reduzierte oder fehlende Fähigkeiten, selbst Zahnarztbesuche zu veranlassen, frühzeitig Therapien durchführen zu lassen oder präventive Maßnahmen in Anspruch zu nehmen*

- *Reduzierte oder fehlende Fähigkeiten, ausreichend bei der zahnärztlichen Untersuchung/Therapie zu kooperieren.*

BORUTTA und HEINRICH kommen 1992 in Analyse ihrer Beobachtungen zu der Aussage, dass eine vorliegende Benachteiligung durch eine individuelle zahnärztliche Dispensairebetreuung kompensiert werden kann. Diese Annahme wird in der Longitudinalstudie von GABRE et al. 2001 bestätigt. Hier wurden 124 Erwachsene mit geistigen Behinderungen über einen Zeitraum von achteinhalb Jahren begleitet. Die Daten wurden mit denen einer früheren Studie desselben Autorenteams verglichen, in der ein Bezug zum Lebensumfeld hergestellt wurde (GABRE und GAHNBERG 1994 und 1997). Demnach haben behinderte Menschen, die in speziellen Einrichtungen leben, einen besseren Mundgesundheitszustand als solche die in Familien integriert sind oder allein leben. Eine Begründung liegt in einer geregelten Ernährungslenkung und einer in den Tagesplan integrierten Mundhygiene. Die Teilnehmer wurden in dieser Zeit durchschnittlich alle drei Monate für Präventivmaßnahmen in der Zahnklinik vorstellig. Die Kariesinzidenz konnte dabei auf durchschnittlich 0,51 neue Läsionen pro Jahr gesenkt werden. Dies entsprach einer Verbesserung um 43% des Vergleichswertes bei Patienten mit leichter geistiger Behinderung. Der durchschnittliche jährliche Zahnverlust konnte von 0,37 auf 0,21 fast halbiert werden und lag damit nur noch knapp über dem Vergleichswert der gesamtschwedischen Population von 0,15. Im Schnitt schlechtere Werte zeigten sich für Patienten mit geringer Compliance und Menschen mit Down Syndrom. Zwar zeigen diese Studien im Einzelfall einen positiven Trend auf, allgemein ist laut CICHON und DONAY 2004 die jetzige Form der zahnärztlichen Versorgung behinderter Patienten aber noch immer nicht ausreichend, um eine nachhaltige, dauerhafte Verbesserung bis auf das Niveau der Restbevölkerung zu erreichen. Leider wird dies auch durch die Ergebnisse der Mundgesundheitsstudie (MGS) in Berliner Wohneinrichtungen bei 92 Behindererten in der Altersklasse der 35–44jährigen (KASCHE et al. 2004) und durch die Gegenüberstellung der analogen Daten der Dritten und Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III 1999, DMS IV 2006) bestätigt (Tab. 1).

Tab. 1: Gegenüberstellung epidemiologischer Daten verschiedener Studien

	DMF/T	DT	MT	FT	QHI Grad 1	PBI Mittel- wert	Sanie- rungs- grad
<b>DMS III 1999</b>	16,1	0,5	4,2	11,7	55,0%	0,9±0,9	92,5%
<b>DMS IV 2006</b>	14,5	0,5	2,4	11,7	–	–	95,6%
<b>MGS 2004</b>	12,2	1,0	6,0	5,2	22,0%	1,6±1,0	80,4%
<b>CICHON &amp; DONAY 2004</b>	16,2	4,3	6,9	5,0	–	–	53,8%

Zusammenfassend lässt sich bei Patienten mit Behinderungen heutzutage eine mit der Restbevölkerung vergleichbare Kariesprävalenz feststellen. Allerdings ist in den meisten Fällen der Mundhygiene- und damit der Parodontalzustand ebenso wie der Sanierungsgrad deutlich schlechter (CURZON und TOUMBA 1998). Zur Verbesserung des oralen Gesundheitszustandes ist die konsequente Einbindung in individuelle zahnärztliche Prophylaxe- und Behandlungsprogramme unumgänglich. Dazu bedarf es adäquater politischer, gesetzlicher und finanzieller Rahmenbedingungen. Sozioökonomische Aspekte sollten ebenso berücksichtigt werden (STORHAUG und HOLST 1987) wie die individuelle Lebenssituation (KÜNZEL-MIREL und MÖNIG 1991). Von großer Wichtigkeit ist die Einbindung und Motivation der betreuenden Personen, um eine optimale häusliche Umsetzung des Prophylaxekonzeptes zu gewährleisten (SCHONDELMAIER 1993).

### 2.3 Die vier Eckpfeiler der Mundgesundheit: Chancen und Möglichkeiten bei Patienten mit und ohne Behinderungen im Vergleich

Zur Erhaltung der oralen Gesundheit hat sich das Konzept der „*Vier Säulen der Mundgesundheit*“ durchgesetzt. Es basiert auf:

1. regelmäßigen Zahnarztbesuchen und professioneller Zahnreinigung
2. Ernährungslenkung
3. Fluoridprophylaxe
4. Häuslicher Mundhygiene

Plaque stellt die vorrangige Noxe sowohl für parodontale Erkrankungen als auch für Karies dar. Ziel der Präventivmaßnahmen ist es daher, die Plaqueakkumulation zu verhindern, den Konsum

zuckerhaltiger Nahrungsmittel einzuschränken, Remineralisationsprozesse zu fördern und Bedingungen zu schaffen, die eine adäquate Zahnpflege ermöglichen (GÜLZOW 1988, AXELSSON und LINDHE 1978, 1991, LANGE 1986). Das gilt selbstverständlich in gleichem Maße für Menschen mit Behinderungen, auch wenn sich mit zunehmendem Schweregrad der Behinderung die notwendigen Maßnahmen mehr auf den Betreuer verlagern (VALENTIN und FOITZIK 1989). Zahlreiche Studien belegen die Erfolge bei konsequent durchgeführten Prophylaxeprogrammen. So zeigten BORUTTA und HEINRICH 1992 in ihrer Langzeitstudie, dass durch ein umfassendes Präventionsprogramm in einer Behinderteneinrichtung ein signifikanter Kariesrückgang und ein Anstieg primär gesunder Gebisse bei 3–18jährigen erreicht werden konnte. Nur ein Jahr nach Installieren eines staatlichen Prophylaxeprojektes in Dänemark konnten VIGILD et al. 1998 bei 264 verhaltensgestörten Bewohnern einer Privatklinik einen signifikanten Kariesrückgang und einen Rückgang des parodontalen Behandlungsbedarfs verzeichnen. Außerdem fanden sich neben weniger Zahnstein und sichtbarer Plaque als Zeichen einer verbesserten Mund- und Prothesenhygiene deutlich weniger Druckstellen und Prothesenstomatitiden. EINWAG et al. registrierten 1989 bei 640 Kindern aus Behindertenschulen in Unterfranken sogar bessere Werte bezüglich Sanierungsgrad, Karies und Parodontalerkrankungen als in der Restbevölkerung. Der Anteil der naturgesunden Gebisse lag bei den 6–20jährigen sowohl in der ersten als auch in der zweiten Dentition bei durchschnittlich zwei Dritteln. Diese erfreulichen Werte waren darin begründet, dass die Mundhygiene in den teilnehmenden Einrichtungen als integraler Bestandteil des Therapieplans angesehen wurde und bei Bedarf von den Betreuern durchgeführt wurde. Allerdings geben die Autoren die extreme Polarisierung der Kariesbefunde zu bedenken, so entfallen 70% der kariösen, gefüllten oder fehlenden Zahnflächen auf nur 30% der Probanden.

Im Folgenden werden die vier Säulen der Mundgesundheit speziell bezüglich der möglichen Problematik bei Patienten mit Behinderungen dargestellt.

### **2.3.1 Regelmäßige Zahnarztbesuche und professionelle Zahnreinigung**

Nach dem Gesundheitsreformgesetz soll der Zahnarztbesuch halbjährlich erfolgen. Bei Patienten mit Behinderungen ist aufgrund des erhöhten Risikos aber einer mindestens vierteljährlichen Kontrolluntersuchung und professionellen Zahnreinigung der Vorzug zu geben (PIEPER 1990, JUNG 1990). Da mangelnde Kooperation und Behandlungsangst ein häufiges Problem darstellen, sind die drei folgenden Behandlungsmöglichkeiten abzuwägen.

Bei einer Behandlung im Wachzustand sind dabei unter anderem die kleineren Behandlungsintervalle und der erhöhte Zeit- und Personalaufwand zu berücksichtigen (HOLTHAUS 2001). Eine

Behandlung in Analgosedierung als Möglichkeit zur Reduzierung von Angst- und Stresszuständen ist vor allem bei Notfällen für Behinderte ohne Kooperationsbereitschaft geeignet. Dabei sind bestehende Dauermedikationen unbedingt zu berücksichtigen, da ansonsten durch eine inverse Wirkung motorische Abwehrreaktionen noch verstärkt werden können (HOYER 1985). Eine Behandlung in Intubationsnarkose ist aufgrund der Risiken nur nach strengster Indikationsstellung durchzuführen. Eine solche Indikation ist gegeben, wenn *„schwere Verhaltensstörungen und mangelnde Kooperation des Patienten aufgrund schwerer zerebraler Behinderung vorliegen, oder wenn wegen starkem Zerstörungsgrad des Gebisses bei vorliegender körperlicher und/oder geistiger Behinderung eine Behandlung im Wachzustand für den Patienten und für das Behandlersteam nicht zumutbar erscheint“* (CICHON und GRIMM 1993).

### 2.3.2 Ernährungslenkung

Für eine (zahn)gesunde Ernährung sind allgemein die folgenden drei Punkte entscheidend: Die Zusammensetzung der Nahrung sollte neben natürlichen Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen auch vitamin-, mineral- und ballaststoffreich sein. Die Konsistenz sollte die Kauaktivität fördern, da dies den Speichelfluss anregt und so die Selbstreinigung begünstigt. Wegen der starken Anhaftung und damit verlängerten Verweildauer im Mund sind süße bzw. klebrige Nahrungsmittel auf ein Minimum zu reduzieren (WETZEL 1990). Wie die *Vipeholmstudie* eindrucksvoll demonstrierte, korreliert die Häufigkeit des Zuckerkonsums eng mit der Kariesinzidenz. Deshalb sollten Zwischenmahlzeiten zuckerfrei sein, wenn anschließend keine Reinigung erfolgen kann (GUSTAFSSON et al. 1954). Eine häufige Beeinträchtigung bei Patienten mit Behinderungen ist die gestörte Mundmotorik. Vor allem bei Zerebralparetikern kann die Unfähigkeit zum Mundschluss und die gestörte Zungenmotorik ein erhebliches Problem bei der Nahrungsaufnahme darstellen. Zusätzlich liegt hier häufig eine Hypersensibilität im Mundbereich vor. Berührungen können dann Abwehrreaktionen bis hin zum Würgereiz und Erbrechen auslösen. Hier muss das Kauen und Schlucken möglichst frühzeitig in einem Therapiekonzept mit integrierter Trink- und Esstherapie trainiert werden (SCHLACK 1985). Generell sollte bei Menschen mit Behinderungen besonders auf die Kohlenhydratzufuhr geachtet werden. Im Rahmen einer Belohnung ist zahnfreundlichen Süßigkeiten der Vorzug zu geben (SCHULTE und PIEPER 1994). CICHON und KERSCHBAUM konnten 1999 bei Patienten, die mit nichtkariogener Kost ernährt wurden, eine längere Verweildauer von Füllungen feststellen.

### 2.3.3 Fluoridprophylaxe

Nach der aktuellen wissenschaftlichen Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) (Stand 06/02) gilt, in Auszügen, folgende „Empfehlung zur Kariesprophylaxe mit Fluoriden“:

*„Der lokalen Applikation ist gegenüber der systemischen Zufuhr der Vorrang zu geben. Mit Durchbruch der ersten Milchzähne sollten diese von den Eltern einmal am Tag mit fluoridhaltiger Kinderzahnpaste (maximal 500 ppm Fluorid) gereinigt werden. Ab dem 2. Geburtstag sollten die Milchzähne auf diese Weise zweimal täglich geputzt werden. Zusätzlich wird die Verwendung von fluoridiertem Speisesalz empfohlen. Weitere Fluoridsupplemente sind im Regelfall nicht nötig. Ab dem Schuleintritt sollten die Zähne mit einer Zahnpaste mit einem Fluoridgehalt von 1000 bis 1500 ppm geputzt werden. Die lokale Anwendung von höher dosierten Fluoridlacken sollte nur unter zahnärztlicher Kontrolle erfolgen. Die häusliche Anwendung von Fluoridgelees sollte erst vom Schulalter an bei Kindern mit erhöhtem Kariesrisiko erfolgen.“*

Bei Patienten mit Behinderungen ist es wieder die gestörte Mundmotorik, die beispielsweise gezieltes Ausspucken von Fluoridgel oder langsames Lutschen von Fluoridtabletten erschwert. Das spezifische Problem liegt nach EINWAG 1999 darin, einerseits die Effizienz zu gewährleisten, andererseits aber toxikologische Komplikationen zu vermeiden. Der Autor empfiehlt als Basisprophylaxe die Tablettenfluoridierung mit Beginn der Milchzahneruption. Ab dem achten Lebensjahr wird bei hoher Kariesaktivität dabei eine Dosis von bis zu 4 mg Fluorid pro Tag befürwortet. Zusätzlich erfolgt die tägliche Zahnpflege mit fluoridhaltiger Zahncreme. Einmal wöchentliches Einbürsten von Fluoridgel, zweimal jährliche Anwendung höher dosierter Präparate beim Zahnarzt sowie der Konsum fluoridierten Kochsalzes komplettieren die individuelle Fluoridprophylaxe. Außerdem kann in Einzelfällen im Rahmen einer Intensivprophylaxe die häufigere Anwendung höher dosierter Präparate erwogen werden. Durch diese Maßnahmen ist eine Karieshemmung von 50–60% zu erwarten (NAUJOKS 1987).

### 2.3.4 Häusliche Mundhygiene

Hier lautet die Empfehlung der DGZMK (Stand 01/95):

*„Die Zahnreinigung sollte mindestens zweimal täglich erfolgen. Hierzu bedarf es der Anwendung von Putzmethoden und Hilfsmitteln, welche individuell auf den einzelnen Patienten abgestimmt sein müssen.“*

Bei Menschen mit Behinderung ist eine möglichst schon in den ersten Lebenswochen einsetzende Frühförderung von extremer Wichtigkeit. Bei der so genannten Mundtherapie werden zum einen die Mundfunktionen wie Trinken, Schlucken und Lippenschluss trainiert. Zum anderen erfolgt dadurch aber auch eine Gewöhnung an Fremdmanipulationen in der Mundhöhle. Sie ist damit als Vorübung für die spätere Zahnpflege anzusehen (GENTZ 1985). Für die Zahnreinigung als solche gelten die gleichen Empfehlungen wie für Menschen ohne Behinderungen. Um die individuellen Fähigkeiten zu berücksichtigen, ist die Einteilung in folgende drei Gruppen sinnvoll (PETERSOHN und DANKBAR 1985):

1. Behinderte Menschen, die ihre Zähne selbständig adäquat pflegen können.
2. Behinderte Menschen mit begrenzter Fähigkeit zur selbständigen Zahnpflege. Hier bedarf es mindestens einmal täglich einer überwachenden Kontrolle und Nachputzen durch die betreuende Person.
3. Behinderte Menschen, die zur Zahnpflege nicht in der Lage sind. Da hier die Mundhygiene vollständig in den Händen der Betreuer liegt, ist deren Instruktion und Motivation Grundvoraussetzung für einen dauerhaften Erfolg (NETZLE 1986).

#### **2.3.4.1 Hilfsmittel**

Ist der adäquate Umgang mit der Zahnbürste gewährleistet, können bei entsprechenden motorischen Fähigkeiten auch Zahnhölzer, Interdentalbürstchen oder Zahnseide verwendet werden. Aufgrund der möglichen Impaktierung von Speiseresten in den Sulkus und/oder die Approximalräume ist die Verwendung von Mundduschen eher den betreuenden Personen vorbehalten. Zur chemischen Plaquekontrolle wird die tägliche Verwendung einer 0,05%igen fluoridhaltigen Mundspüllösung empfohlen. Allerdings muss dazu die Kontrolle über den Schluckreflex gewährleistet sein (SCHILKE et al. 1992). Der Wirkstoff Chlorhexidin ist aufgrund der bekannten Nebenwirkungen wie Geschmacksirritationen, Verfärbungen und Epithelisierungsstörungen eher zur temporären Behandlung akuter parodontaler Entzündungen geeignet. Einer Dauermedikation kann nur in Ausnahmefällen, in denen keine mechanische Plaqueentfernung möglich ist, zugestimmt werden. Bei der Zahncreme hat sich die Kombination von Amin- und Zinnfluorid (Meridol®) wegen der deutlichen reduzierten Plaqueproduktion bewährt (BRECX et al. 1992).

## **2.4 Die Zahnbürste**

Da Plaque die vorrangige Noxe für Karies und Gingivitis darstellt, besteht die effektivste Form der Prävention in der regelmäßigen und vollständigen Entfernung dieses Bakterienfilms. Das

Hilfsmittel der Wahl ist dabei die Zahnbürste, die im Laufe der Zeit durch verschiedene Modifikationen verbessert und weiterentwickelt wurde. So wurde 1938 durch Erfindung der Nylonborsten die Hygiene deutlich verbessert und mit Aufkommen der ersten elektrischen Zahnbürsten um 1960 erschlossen sich technisch neue Möglichkeiten. Über verschiedene Zwischenstufen wurde die heute auf dem Markt erhältliche Generation der schallaktiven Zahnbürsten entwickelt (EMLING und YANKELL 1997). Für spezielle Patientengruppen wie Menschen mit Behinderungen stellen individuelle Modifikationen eine weitere Verbesserung und Erleichterung der täglichen Mundhygiene dar.

### 2.4.1 Die Handzahnbürste

Begriffsdefinitionen, Maße und Anforderungen an eine Handzahnbürste sind in der Deutschen Industrie Norm Blatt 13917 von 1988 festgelegt.

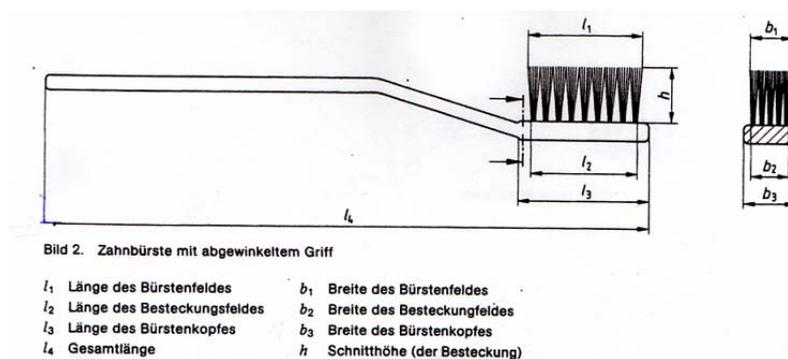


Abb. 1: Begriffsdefinitionen einer Handzahnbürste

Eine erste Einteilung kann nach dem verwendenden Personenkreis (Kinder, Jugendliche, Erwachsene) und nach der Härte der Besteckung vorgenommen werden (weich, mittel, hart). Die weitere Beschreibung erfolgt anhand des Schnittes der Besteckung (plan, ausgezahnt, konturiert) und des entweder weiten (space-tufted) oder engen (multi-tufted) Bündelabstandes. Der Einfluss verschiedener Parameter auf die Reinigungseffektivität war und ist Gegenstand zahlreicher Studien.

Eine Zahnbürste sollte zur Schonung des Weichgewebes einen kurzen, vorn abgerundeten Bürstenkopf von ca. 2,5 cm Länge besitzen (WETZEL und KOCKAPAN 1987). GÜLZOW und OPEL konnten 1975 für diese so genannten Kurzkopfbürsten eine bessere und schnellere Reinigungswirkung nachweisen. Die Borsten (Monofile) müssen am Ende halbsphärisch abgerundet

sein, um Weichgewebsverletzungen zu vermeiden (GÜLZOW und BUSSE 1970, MÜLLER et al. 1992). Kunststoffborsten sind dabei aus hygienischen Gründen den vor allem früher verwendeten Naturborsten vorzuziehen (KOZAI et al. 1989). Für den durch den Borstendurchmesser definierten Härtegrad fanden ROBERTSON und WADE 1972 und VOWLES und WADE 1977 eine signifikante Überlegenheit von mittleren und harten Bürsten gegenüber weichen. Selbst eine Verdoppelung und Verdreifachung der Borstenzahl der dünneren Filamente ( $\varnothing$  0,14 mm) gegenüber den dickeren ( $\varnothing$  0,28 mm) konnte diese nicht kompensieren. Schon in früheren Studien wurden bei einer V-förmigen Borstenanordnung Vorteile vor allem bei der approximalen Reinigungseffektivität ermittelt (BERGENHOLTZ et al. 1984, YANKELL et al. 1984). NIEMI et al. konnten diese Ergebnisse 1988 allerdings nicht bestätigen. Zudem registrierten sie mehr Schleimhautläsionen, da bei diesem Design die notwendige Borstenendabrundung aus verfahrenstechnischen Gründen noch nicht möglich war. Bei aktuelleren Modellen im V-Design konnte dieses Problem aber beseitigt werden (MULRY et al. 1992), was zu einer verbesserten Reinigungswirkung führte (VOLPENHEIM et al. 1996). Ebenfalls im Gegensatz zum früher geforderten planen Besteckungschnitt erzielen Handzahnbürsten der neueren Generation mit divergierenden und gestuften Borsten (SINGH et al. 1992, DEASY et al. 1993) oder mit gegeneinander gekreuzten, gestuften Borsten (BEALS et al. 2000, CUGINI und WARREN 2006) in Vergleichsstudien bessere Reinigungsergebnisse. Mit steigender Borstendichte (4,5, 8,3 und 11,8 / mm<sup>2</sup>) konnten PRETARA-SPANEDDA et al. 1989 eine höhere Plaquereduktion (45,5%, 51,9% und 56,8%), und damit einen Vorteil zugunsten des multi-tufted Borstenfeldes nachweisen. Gegenstand verschiedener Studien war die sogenannte Collis curve<sup>®</sup> Zahnbürste (Minneapolis, MN). Ihr Bürstenkopf trägt 20 Borstenbüschel in drei Reihen. Die beiden äußeren Reihen, jeweils bestehend aus sieben Büscheln, besitzen dabei eine unkonventionelle, nach zentral gebogene Borstenform. Durch dieses Design konnte eine bessere Reinigung des gingivalen Sulkus und des approximalen Bereiches nachgewiesen werden (AVEY 1984, SHORY et al. 1987, CHAVA 2000).

Um den Zugang zu sämtlichen Zahnflächen und damit die Handlichkeit zu verbessern, empfahlen MÜHLEMANN et al. schon 1963 die Abwinkelung des Zahnbürstengriffes bei einer Kinderzahnbürste (Trisa Kid<sup>®</sup>) um 16 Grad. 1972 konnten ALLET et al. für zwei ansonsten identische Erwachsenenzahnbürsten einen deutlichen Vorteil für das Modell mit dem um 17 Grad abgewinkelten Griff bestätigen. Bei dem 1986 durchgeführten klinischen Versuch von RUEGER et al. erzielte eine dreifach abgewinkelte Testzahnbürste zwar vor allem lingual die besten Ergebnisse, aber aufgrund weiterer Unterschiede (Größe, Borstenbesatz, Kopfform) konnte diese Überlegenheit nicht ausschließlich auf die Abwinkelung zurückgeführt werden. DAVIES et al. bestätigten

1988 diesen Vorteil zugunsten eines langen, abgewinkelten Griffes. GOWER konnte schon 1947 den Zusammenhang zwischen Zahnbürstengriff und der ausgeübten Putzkraft (330 bis 400 g) herstellen. Er empfahl einen flexiblen Griff, der bei zu großem Anpressdruck nachgibt. In einer Studie von VAN DER WEIJDEN et al. 1998 wurde ein Wert von 407,4 Gramm berechnet, oberhalb dessen sich die Putzeffektivität verringert. Um die damit steigende Verletzungsgefahr zu minimieren, kann auch der Zahnbürstenhals dauerelastisch gestaltet werden, ohne dass ein verminderter Reinigungseffekt zu befürchten ist. Um einen guten Mundschluss zu ermöglichen, sollte dieser nicht zu dick dimensioniert sein (KLIMEK und HELLWIG 1989).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die früheren Anforderungen an eine Zahnbürste (SAUERWEIN 1962, BASS 1948) wie planes Borstenfeld, parallel angeordnete Borsten und gerader Griff heute als überholt anzusehen sind. Weiterhin Bestand hat aber die Forderung nach Kurzkopfzahnbürsten und endabgerundeten Kunststoffborsten.

#### **2.4.2 Die elektrische Zahnbürste**

Entwicklungsgeschichtlich lassen sich die elektrischen Zahnbürsten in drei Generationen einteilen. Um 1960 kam die erste Generation der elektrischen Zahnbürsten auf den Markt. Bei diesen Modellen führte der überwiegend längliche Bürstenkopf schwenkende Bewegungen um die Längsachse aus. Nach Durchsicht der damaligen Literatur kam ASH 1964 in seinem Übersichtsartikel zu dem Schluss, dass kein Vorteil der elektrischen Zahnbürsten gegenüber Handzahnbürsten abgeleitet werden konnte. Lediglich für bestimmte Personengruppen wie Patienten mit festen kieferorthopädischen Apparaturen, Patienten mit Behinderungen (LUCENTE 1966, OLDENBURG 1966) und ältere Patienten, welche ihre Zähne von Pflegepersonal geputzt bekamen (HARRISON 1968), wurde deren Anwendung empfohlen.

Seit Mitte der 1980er Jahre fand eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Technik mit dem Ziel statt, die elektrischen Zahnbürsten in der täglichen Mundhygiene für alle Patientengruppen zu etablieren, da die häusliche Mundhygiene mit Handzahnbürsten in vielen Fällen als ungenügend bezeichnet werden musste (ROGGE und KIELBASSA 2004).

Im Ergebnis wird die zweite Generation der elektrischen Zahnbürsten durch die Modelle mit rundem Kopf und rotierenden bzw. oszillierenden Bewegungen repräsentiert. Der Antrieb erfolgt über einen einfachen elektrischen Motor im Griffteil der Zahnbürste, welcher Schwingungen bis 40 Hz am Bürstenkopf erzeugt. Die zunehmende Überlegenheit beruht auf zwei Aspekten. Zum ersten wird durch die neue Technologie die Putztechnik automatisch optimiert, und zum zweiten wird die Compliance der Patienten deutlich erhöht. So konnten HELLSTADIUS et al. 1993 durch

den Austausch der Hand- gegen eine elektrische Zahnbürste bei Parodontitispatienten mit zunächst geringer Compliance den Ausgangswert der mit Plaque besiedelten Zahnoberflächen von 40% auf 10% senken. Die Studienteilnehmer gaben an, dass die ehemals als zeitaufwendig und lästig empfundene Mundhygiene jetzt deutlich leichter und zeitsparender sei. Mit Hilfe eines Fragebogens ermittelten STÄLNACKE et al. 1995, dass von 124 Patienten, die sich innerhalb der letzten 36 Monate eine elektrische Zahnbürste gekauft hatten, nur 3% deren Benutzung komplett eingestellt hatten. Die Compliance konnte unabhängig von sozialen Faktoren als hoch eingestuft werden. Den gleichen Trend zeigt die Studie von WARREN et al. 2000. Hier gaben 88,9% der Studienteilnehmer an, die elektrische Testzahnbürste auch weiterhin zu benutzen. Der positive Doppeleffekt von erhöhter Reinigungsleistung und verbesserter Compliance konnte ebenfalls bei Kindern (GROSSMAN und PROSKIN 1997, JONGENELIS und WIEDEMANN 1997) und älteren Personen bestätigt werden (VERMA und BHAT 2004). Auch in punkto Sicherheit sind elektrische Zahnbürsten den Handzahnbürsten überlegen. Dies ist auf den zum Teil zwei bis dreimal so großen Anpressdruck beim Putzen mit Handzahnbürsten und der damit einhergehenden Gefahr von Gingivaverletzungen bzw. -rezessionen zurückzuführen (VAN DER WEIJDEN et al. 1996).

Aufgrund der großen Produktvielfalt wurden zahlreiche Vergleichsstudien zwischen den verschiedenen Modelle und Marken durchgeführt (Tab. 2).

Tab. 2: Übersichtsartikel Vergleich Hand- und elektrische Zahnbürsten

Autor	Jahr	Inhalt	Schlussfolgerung
BOYD	1997	Sicherheit und Effektivität bei speziellen Patientengruppen und bei der Allgemeinbevölkerung	Elektrische Zahnbürsten sind in Sicherheit, Effektivität und Zeitaufwand überlegen, vor allem mit Instruktion
WALMSLEY	1997	In-vitro- und In-vivo-Studien der letzten 10 Jahre	Elektrische Zahnbürsten vor allem mit kleinem rotierendem Kopf sind den Handzahnbürsten überlegen
HAESMAN & McCracken	1999	Vergleich der Studien elektrische vs. Handzahnbürste, sowie elektrische Zahnbürsten untereinander der letzten 10 Jahre	Trotz Problematik der unterschiedlichen Studiendesigns scheinen elektrische Zahnbürsten überlegen zu sein
DEERY et al. (COCHRANE review)	2004	29 Studien von 1966 bis 2002, in denen elektrische mit Handzahnbürsten verglichen wurden	Vor allem rotierend-oszillierende Modelle sind überlegen, kein Unterschied bezüglich der Sicherheit

Auch wenn es Studien gibt, die nur eine gleiche oder sogar geringere Putzeffektivität für elektrische Zahnbürsten gegenüber Handzahnbürsten ermittelten (GLAVIND und ZEUNER 1986,

TSCHARRE-ZACHHUBER et al. 1989, HEINTZE et al. 1996), kann zusammenfassend von einem allgemeinen Vorteil zugunsten der elektrischen Zahnbürsten ausgegangen werden. Die letzten Zweifel werden durch die schallaktiven Geräte der dritten Generation ausgeräumt, zu denen auch das in dieser Studie erstmalig getestete Modell Dentacare-Sonodent® der Firma Nais gehört.

### 2.4.3 Die Schallzahnbürste

Das Wirkprinzip dieser Geräte beruht auf einem magneto-elektrischen Antrieb, der Schwingungen zwischen 250 und 500 Hz am Bürstenkopf generiert. Dies entspricht bis zu 32.000 Borstenbewegungen pro Minute. Diese Vibrationen der Borsten verursachen im flüssigen Medium über stabile Kavitationen (gasgefüllte Hohlräume bzw. Bläschen) eine so genannte akustische Mikroströmung (Abb. 2), die sich linear ausbreitet (LAIRD und WALMSLEY 1991).

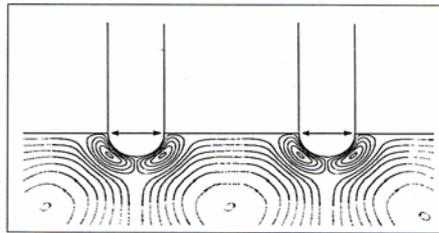


Abb. 2: Akustische Mikroströmung, adaptiert nach HOLTZMARK et al. 1954

In seiner Gesamtheit verursacht dieser dynamische Flüssigkeitsstrom im umgebenden Medium hydrodynamische Scherkräfte, die noch im Abstand von 3–4 mm zur Zahnoberfläche Plaqueanhaftungen ablösen können (WU-YUAN und ANDERSON 1994, STANFORD et al. 1997).

In Abgrenzung zu diesen schallaktiven Zahnbürsten arbeiten Ultraschallgeräte mit deutlich höheren Schwingungsfrequenzen (16.000–20.000 Hz) und sind somit für das menschliche Ohr nicht hörbar. Bei Ultraschallscalern z.B. entstehen transiente Kavitationen (dampfgefüllte Hohlräume), deren destruktive Energie ausreicht, um biologische Gewebe wie Zahnstein regelrecht abzusprengen (LAIRD und WALMSLEY 1991).

Der Reinigungseffekt von Schall mit einer den Zahnbürsten ähnlichen Frequenz von ca. 200 Hz war Gegenstand verschiedener In-vitro-Studien. MCINNES et al. machten 1992 und 1993 nach Schallexposition von *Actinomyces viscosus* Aggregaten, die an Speichel getränkten Hydroxylapatit Plättchen adhärirt vorlagen, zwei Beobachtungen. Erstens sank die Zahl der adhären-

Bakterien deutlich, und zweitens wurden die Aggregate zerstreut. Der Grund dafür liegt in der schallinduzierten Beschädigung der Fimbrien (haarähnlicher Zellwandanhang), die für die Vernetzung der Bakterien untereinander und deren Anheftung an andere Oberflächen verantwortlich sind. BLANCO et al. untersuchten 1997 die Morphologie und zelluläre Integrität der Parodontitis assoziierten Spirochäte *Treponema denticola* in Abhängigkeit von der Dauer der Schallexposition. Während sich bereits nach 15 Sekunden die äußere Zellmembran ablöste, waren nach 45 Sekunden unter dem Elektronenmikroskop nur noch Zelltrümmer zu erkennen. YANKELL et al. testeten 1997 mit ihrem In-vitro-Versuchsaufbau die approximale Reinigungseffektivität von drei verschiedenen Zahnbürsten (manuell, elektrisch bzw. schallbetrieben) nach 15 Sekunden Putzzeit bei einem Anpressdruck von 70, 100 und 140 Gramm. Dabei erzielte die Schallzahnbürste die signifikant besten Ergebnisse. Dieselbe Zielstellung verfolgten auch TRITTEN und ARMITAGE 1996, diesmal allerdings in einer In-vivo-Studie. Auch hier war die Schallzahnbürste deutlich überlegen. Dies zeigte sich vor allem in den schwer zugänglichen Gebissabschnitten wie Molaren- und Approximalbereichen.

Die Überlegenheit der Schallzahnbürste gegenüber der Handzahnbürste wurde in zahlreichen Studien eindeutig nachgewiesen. Die häufigste Fragestellung war dabei die Effektivität bezüglich Plaqueentfernung und Gingivitisprävention (ZIMMER et al. 1999, WHITE 1996). Auch unter erschwerten Bedingungen, so bei Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen zeigte sich die Überlegenheit deutlich (HO und NIEDERMANN 1997, INTERESANTÉ 1999). Außerdem ließen sich signifikante Vorteile bei der Entfernung von extrinsischen Verfärbungen (MCINNES et al. 1994) und der reduzierende Einfluss auf die Menge der Entzündungsmediatoren in der Sulkusflüssigkeit von Parodontitispatienten nachweisen (O'BEIRNE et al. 1996). Auch der Sicherheitsaspekt spricht für die Schallzahnbürste, da es bei Handzahnbürsten durch den besagten kräftigeren Anpressdruck zu einer erhöhten Gefahr von Gingivaläsionen kommt (JOHNSON und MCINNES 1994). Auch das von SMITH et al. 1995 beschriebene Problem der Lockerung von Brackets oder zementierten Restaurationen, bestätigte sich in weiteren Studien nicht (DONLY et al. 1996, HANSEN et al. 1998).

Während sich der derzeitige Stand der Wissenschaft für die „Normalpopulation“ also eindeutig mit Präferenz für die neue Generation der elektrischen Zahnbürsten darstellt, stellt sich die Frage, ob auch Patienten mit Behinderungen in gleicher Form von diesem technischen Fortschritt profitieren können.

#### 2.4.4 Zahnbürsten für Patienten mit Behinderungen

Der durchschnittlich schlechtere Mundgesundheitszustand bei Menschen mit Behinderungen beruht auf den körperlichen und geistigen Einschränkungen, welche die individuelle Mundhygiene erschweren. Aus diesem Grund liegt das Hauptaugenmerk der Studien, die sich mit dieser Patientengruppe beschäftigen, in einer Vereinfachung und Verbesserung der mechanischen Plaquekontrolle.

Nachdem BRATEL und BERGGREN in ihrer 1988 bei behinderten Patienten durchgeführten und über drei Monate laufenden Studie keine signifikanten Unterschiede in der Effektivität zwischen einer elektrischen und einer Handzahnbürste gefunden hatten, untersuchten sie 1991 in einer weiterführenden Studie über 16 Monate deren Langzeiteffekt bei 23 geistig behinderten Patienten. Dazu wurden die Teilnehmer in zwei Studiengruppen (elektrische Zahnbürste, mit und ohne Hilfe) und zwei Kontrollgruppen (Handzahnbürste, mit und ohne Hilfe) eingeteilt. Während der fünf Untersuchungen (Anfangsuntersuchung, nach einer und nach vier Wochen und nach drei und 16 Monaten) wurden der Plaque- und Gingiva-Index nach SILNESS und LÖE (PI, GI) erhoben (SILNESS und LÖE 1963/1964). Mit Ausnahme des Gingivawertes für die Gruppe mit elektrischer Zahnbürste, die ohne Hilfe geputzt hatte, gab es nach 16 Monaten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Zahnbürsten. Auch wenn die Verwendung der elektrischen Zahnbürste als positive Erleichterung beschrieben wurde, schließen die Autoren aus den Ergebnissen, dass ein engmaschiges Recallprogramm und häufige Reinstruktion einen größeren Einfluss auf die Mundgesundheit haben als die verwendete Zahnbürste. Zu gleichen Ergebnissen waren SHAW et al. 1983 bei 53 schwerst geistig behinderten Kindern in Birmingham gekommen. Im Gegensatz dazu steht die Studie von CARR et al. 1997 mit 56 in Einrichtungen lebenden Menschen mit geistigen und körperlichen Behinderungen. Die Teilnehmer wurden zunächst in zwei Gruppen aufgeteilt (elektrische Zahnbürste Interplak<sup>®</sup>, Handzahnbürste), und dann nach den individuellen Fähigkeiten bei der selbstständigen Mundhygiene nochmals in Selbstputzer und Fremdputzer unterteilt. Bei der Baseline-Untersuchung, und den folgenden Untersuchungen nach drei, sechs, neun und zwölf Monaten wurden der GI und der Oral-Hygiene-Index simplified nach GREENE und VERMILLION (OHI-S) (GREENE und VERMILLION 1964) ermittelt. Insgesamt konnte eine signifikante Verbesserung des Gingivazustandes bei den Teilnehmern, welche die elektrische Zahnbürste verwendet hatten, festgestellt werden. Wie in der zuvor beschriebenen Studie hatten die Selbstputzer dabei die besten Werte. Und auch hier wurde der positive Effekt der elektrischen Zahnbürste auf die Motivation beschrieben. Auch FINIZIO et al. kamen 1996 zu dem Ergebnis, dass durch die Einbindung von elektrischen Zahnbürsten in einen Oral-Hygieneplan

eine signifikante Verbesserung des Gingivazustandes erreicht werden kann. Eine schallaktive Zahnbürste der dritten Generation (Sonicare<sup>®</sup>) wurde 1998 von DAY et al. mit einer konventionellen Handzahnbürste verglichen. Dabei wurde die Mundhygiene durch das ausführlich instruierte Pflegepersonal zweimal täglich für zwei Minuten bei den 40 Teilnehmern durchgeführt. Die Sonicare-Gruppe konnte dabei ihre Baseline-Werte (PI) nach sechs Wochen um 38% reduzieren, während der Kontrollgruppe lediglich eine Reduktion um 6% gelang.

Ein generelles Problem besteht häufig darin, dass vor allem die dünnen Griffe der Handzahnbürsten aufgrund der limitierten motorischen Fähigkeiten schwer festgehalten werden können. Hier können individuell modifizierte Griffe hilfreich sein. Verschiedenste Variationen wie verlängerte, vergrößerte und gebogene Zahnbürstengriffe sind dabei denkbar (PRICE 1980). ARBLASTER et al. führten dazu 1985 eine Alginatabformung der um einen Hohlzylinder geschlossenen Hand durch und überführten diese Abformung in Acryl. SONICI und TSAMTSOURIS konnten 1989 bei 28 zerebral paretischen Patienten eine deutlich verbesserte Plaqueentfernung nachweisen, nachdem diese mit einer modifizierten Zahnbürste geputzt hatten. Dazu wurde der Griff in einem individuellen Winkel und individueller Länge mit Styropor ummantelt. Im Schnitt reinigten die Teilnehmer mit dieser Modifikation 70% der mit Plaque besiedelten Oberflächen, mit der konventionellen Handzahnbürste waren es hingegen nur 38,5%. Diese positiven Ergebnisse wurden 1995 auch von DAMLE und BHAVSAR bestätigt. Sie modifizierten die Zahnbürsten unter anderem mit dicken Holz- und Fahrradlenkergriffen. Sowohl unter Aufsicht, als auch beim späteren Heimgebrauch wurde eine signifikante Verbesserung der Reinigungseffektivität von 48% bzw. 39,5% gegenüber einer herkömmlichen Zahnbürste beobachtet.

Die Idee, durch die Konstruktion des Bürstenkopfes mehrere Zahnflächen (oral, okklusal, vestibulär) gleichzeitig zu reinigen, spiegelt sich in dem Design der schon zuvor beschriebene Collis Curve<sup>®</sup> Handzahnbürste mit gebogenen Borsten wieder. Diese testeten WILLIAMS und SCHUMAN 1988 für drei Monate bei 24 Schwerstbehinderten, deren Mundhygiene durch das Pflegepersonal ausgeführt wurde. Zwar ließen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Plaqueentfernung im Vergleich zu einer Handzahnbürste finden, aufgrund der Zeitersparnis stellt dieses Modell aber nach Meinung der Autoren eine sinnvolle Bereicherung für diesen Personenkreis dar.

### 2.4.5 Die spezielle Zahnbürste

Der Versuch, über mehrere, speziell angeordnete Bürstenköpfe effizientere und bessere Reinigungsergebnisse zu erzielen, führte schon recht früh zu der Entwicklung der speziellen Zahnbürsten (Tab. 3).

Tab. 3: Studien zu zweiköpfigen Handzahnbürsten

Autor	Jahr	Vorgehen	Schlussfolgerung
<b>BAY et al.</b>	1967	31 Zahnmedizinstudenten testeten sieben verschiedene Handzahnbürsten, darunter ein zweiköpfiges Modell	Die besten Reinigungsergebnisse erzielte die zweiköpfige Zahnbürste. Dabei reinigte sie alle Flächen gleich gut
<b>HOROWITZ u. SUOMI</b>	1974	105 Kinder verglichen nach Instruktion eine konventionelle mit einer zweiköpfigen Zahnbürste	Zwar insgesamt verbesserte Werte, die Plaquerreduktion war aber bei der konventionellen Zahnbürste höher
<b>BASTIAAN</b>	1984 & 1986	39 Erwachsene, bzw. 34 Kinder testeten zwei Zahnbürsten in einer gekreuzten Zweibege-Blindstudie	In beiden Studien war die zweiköpfige Bürste an den Lingualflächen überlegen, bukkal gab es keine Unterschiede
<b>GIBSON et al.</b>	1988	44 Erwachsene testeten nach Instruktion zwei Zahnbürsten in einer gekreuzten Zweibege-Blindstudie	Die zweiköpfige Bürste war in allen Regionen überlegen, v.a. lingual im Molarenbereich des Unterkiefers
<b>AGERHOLM</b>	1991	50 Erwachsene verglichen eine zweiarmige/-köpfige Zahnbürste (Duodent 2000®) mit einer Handzahnbürste	Auch unmotivierte Patienten erreichten mit der zweiköpfigen Bürste lingual/palatinal signifikant bessere Ergebnisse
<b>ALMAJED</b>	1994	30 Kinder testeten in einer gekreuzten Dreibege-Blindstudie zwei Zahnbürsten mit und ohne Zahncreme	Die zweiköpfige Bürste erreichte lingual und bukkal signifikant bessere Werte, vor allem wenn Zahncreme verwendet wurde

Über diese zweiköpfigen Modelle führte die Entwicklung folgerichtig zu dreiköpfigen Bürsten. Die Superbrush® der Firma CO, AS Bergen/Norwegen (SU) ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

In der einfach blind gekreuzten Kurzzeitstudie von DINDER 1996 wurde diese mit der elektrischen Braun Plak Control® und einer einfachen Handzahnbürste verglichen. Die 36 Teilnehmer wurden dabei in drei gleichgroße Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus 6–12jährigen Kindern, die zweite aus 23–35jährigen Zahnmedizinstudenten, und die dritte Gruppe bildeten 37–60jährige Erwachsene. Entgegen der ursprünglichen Annahme, die SU wäre vor allem für feinmotorisch eingeschränkte Personengruppen (hier Kinder) von Vorteil, zeigte sie sich in allen

drei Gruppen bezüglich Plaqueentfernung und Gingivitisvorbeugung statistisch und klinisch als signifikant überlegen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen BLOCH-ZUPAN und MANIERE 1996 in ihrer gekreuzten Studie mit 14 Mädchen und 11 Jungen im Alter von 4–15 Jahren. Unter Verwendung des GI und PI ermittelten sie nach acht Tagen Studiendauer eine deutliche Reduktion der gemessenen Werte im Vergleich zur konventionellen Handzahnbürste. Diese Werte waren unabhängig davon, ob die SU als erste oder zweite Testzahnbürste verwendet wurde. Aufgrund der großen Beliebtheit unter den Teilnehmern und der Schonung des gingivalen Gewebes sahen die Autoren der Studie in der SU eine sinnvolle Neuentwicklung für die tägliche Mundhygiene für Kinder und Erwachsene. Mit einem der SU sehr ähnlichen dreiköpfigen Modell (Denttrust<sup>®</sup>) konnten YANKELL et al. 1996 in ihrer Langzeitstudie bei 48 Teilnehmern bessere Putzergebnisse erzielen als in der Kontrollgruppe ( $n = 45$ ), die eine konventionelle Handzahnbürste verwendet hatte. Daraus ergaben sich in der Studiengruppe nach sechs Monaten lingual um 21% und insgesamt um 19% niedrigere Gingivitiswerte. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse der beiden folgenden Studien.

In einer einfach blinden gekreuzten Studie über 16 Wochen mit 78 englischen Vorschulkindern (7–10 Jahre) war, bei lingual gleichen Ergebnissen, eine Handzahnbürste der SU an den bukkalen Zahnflächen überlegen. Insgesamt waren beide Zahnbürsten bezüglich der Plaqueentfernung als gleichwertig anzusehen, allerdings bevorzugten 85% der Kinder die SU (KICHE et al. 2002). In einer Schweizer Studie wurde die SU mit einer konventionellen, medium-harten und einer weichen Kinderzahnbürste bei 47 Kindern im Alter von fünf bis neun Jahren verglichen. Die Studie dauerte acht Monate, es handelte sich um ein einfach blind gekreuztes Design. Zwar bestätigte sich nach dem Testzeitraum eine generelle, auch signifikante Verbesserung der Werte für Plaquekontrolle und Gingivitisprävalenz, zwischen den drei Zahnbürstenmodellen zeigten sich hingegen keine signifikanten Unterschiede (SCHEIDEGGER und LUSSI 2005).

Ob diese spezielle Zahnbürste (SU) auch für den manuell eingeschränkten Personenkreis der Menschen mit Behinderungen ein adäquates Hilfsmittel und eine Vereinfachung der täglichen Mundhygiene darstellt, wurde bisher in drei klinischen Studien untersucht.

An der dreiwöchigen Studie von SAUVETRE et al. 1995 nahmen 25 körperlich und geistig behinderte Patienten im Alter von 18–40 Jahren teil (Selbstputzer). Bei der Eingangsuntersuchung (Tag null) wurden der PI, und der Papillenblutungsindex nach SAXER und MÜHLEMANN (PBI) (SAXER und MÜHLEMANN 1975) an jeweils drei Stellen (bukkal, mesial, lingual) der Ramfjord-Zähne (RAMFJORD 1959) erhoben. Alle Teilnehmer erhielten ausführliche Putzinstruktionen zu

den Testzahnbürsten (SU und Handzahnbürste Oral-B®) durch eine Prophylaxehelferin. Der gesamte Vorgang wiederholte sich am siebten Tag, und an Tag 21 erfolgte die Abschlussuntersuchung. Im Ergebnis konnte zwar sowohl für die Plaque- als auch für die Blutungswerte insgesamt eine statistisch signifikante Verbesserung gegenüber den Ausgangswerten ermittelt werden, diese war jedoch unabhängig von der verwendeten Zahnbürste. Trotzdem empfehlen die Autoren die SU aufgrund der einfachen Handhabung bei äquivalenter Reinigungseffektivität für Patienten mit Behinderungen, für Kinder, für ältere Patienten mit Augenproblemen und für Patienten, die für die tägliche Mundhygiene die Hilfe eines Dritten benötigen.

DOGAN et al. verglichen 2004 die Reinigungseffektivität der SU mit einer Handzahnbürste (Oral-B Cross Action®) und der elektrischen Braun Plaque Control 3D®. An der einfach blind gekreuzten Studie nahmen insgesamt 30 geistig behinderte Kinder (Selbstputzer) teil, die ihrem Alter entsprechend in zwei gleichgroße Gruppen A (6–12 Jahre) und B (13–18 Jahre) eingeteilt wurden. Jeweils fünf Kinder aus Gruppe A und fünf Kinder aus Gruppe B bildeten im nächsten Schritt je eine von drei Testgruppen. Bei der Baseline-Untersuchung wurde nach Anfärben der modifizierte Plaqueindex nach QUIGLEY und HEIN (QHI) (TURESKY et al. 1970) oral und bukkal an allen Zähnen und der Approximalraum-Plaque-Index nach Lange (API) (LANGE et al. 1986) erhoben. Um standardisierte, plaquefreie Ausgangsbedingungen zu schaffen, wurde dann bei allen Teilnehmern eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt, bevor die erste Testwoche begann. Nach dieser Testwoche erfolgte eine einwöchige Wash-out Phase. Diese Abfolge wiederholte sich solange, bis alle drei Zahnbürsten getestet waren. Bei den OHI-Werten zeigten sich signifikante Unterschiede sowohl zwischen der Handzahnbürste und der SU als auch zwischen der SU und der elektrischen Zahnbürste. Letztere war auch nach weiterer Aufteilung der Werte in bukkale und orale sowie anteriore und posteriore Gebissabschnitte im Schnitt in beiden Altersgruppen signifikant überlegen. Beim API waren die Werte der Handzahnbürste denen der beiden anderen Bürsten statistisch signifikant unterlegen. Die SU und die elektrische Zahnbürste lieferten vergleichbare Ergebnisse. Auf Grund dieser Ergebnisse und der offensichtlich einfachen Handhabung sowie der geringeren Kosten gegenüber der elektrischen Zahnbürste stellt die SU nach Auffassung der Autoren eine gute Alternative für Patienten mit Behinderungen dar.

In der Studie von ZELLER 2004 wurden drei Zahnbürsten bezüglich ihrer Effektivität und Handhabbarkeit bei körperlich und geistig behinderten Menschen im Alter von 18–45 Jahren verglichen. In einem einfach blinden, gekreuzten Dreiwegedesign wurden neben der SU eine einfache Handzahnbürste (Oral-B 35® Kurzkopf) und die Schallzahnbürste Water Pik® von Teledyne getestet. Die 36 Teilnehmer wurden ihren individuellen Fähigkeiten bei der täglichen Mundhy-

giene entsprechend in drei gleichgroße Probandengruppen eingeteilt (12 Selbstputzer, 12 Mit-Hilfe Putzer, 12 Fremdputzer). Nach der Eingangsuntersuchung, in der die Studienindizes, nämlich der Plaque-Index nach QUIGLEY und HEIN (QH) (QUIGLEY und HEIN 1962) API und PBI an den Ramfjord-Zähnen erhoben wurden, schloss sich eine zweiwöchige Wash-out Phase an. Vor der ersten, ebenfalls zweiwöchigen Testphase wurde bei allen Teilnehmern eine semiprofessionelle Zahnreinigung durchgeführt. Auf jede Testphase folgte eine Enduntersuchung. Dieses Vorgehen wurde für die zweite und dritte Testzahnbürste wiederholt. Im Ergebnis wurden nur für den QH signifikante Differenzen ermittelt. Bei den Fremdputzern zeigte sich die SU vestibulär und oral vor allem im Unterkiefer der Handzahnbürste signifikant überlegen. Bei den Mit-Hilfe Putzern war sie im Oberkiefer vestibulär und im Unterkiefer oral signifikant besser als die Handzahnbürste. Die Gruppe der Selbstputzer konnte mit der Schallzahnbürste Teledyne® die größte Plaquereduktion erreichen, vor allem an den vestibulären Flächen im Oberkiefer, wo statistisch signifikante Unterschiede zur SU ermittelt werden konnten.

Tab. 4: Übersicht zur Methodik bei Zahnbürsten Effektivitätsstudien

	Studiendesign	Teilnehmer	Indizes
<b>ZELLER 2004</b>	Cross-over, 12 Wochen, einfach blind	$n = 36$ , Alter 18–45 Jahre Selbst-/ Hilfs-/Fremdputzer	QH, API, PBI
<b>DOGAN 2004</b>	Cross-over, 5 Wochen, einfach blind	$n = 15$ , Alter 6–18 Jahre Selbstputzer	QHI, API
<b>DAY 1998</b>	Parallel-Design, 6 Wochen, einfach blind	$n = 40$ , Alter 40–90 Jahre Fremdputzer	PI
<b>CARR 1997</b>	Parallel-Design, 12 Monate, einfach blind	$n = 56$ , Alter 25–64 Jahre Selbst-/ Fremdputzer	GI, OHI-S
<b>SAUVETRE 1995</b>	Parallel-Design, 3 Wochen, einfach blind	$n = 25$ , Alter 18–40 Jahre Selbstputzer	PI, PBI
<b>BRATEL 1991</b>	Parallel-Design, 16 Monate	$n = 23$ , Alter ohne Angabe Selbst-/ Fremdputzer	PI, GI
<b>WILLIAMS 1988</b>	Parallel-Design, 3 Monate	$n = 24$ , Alter 4–36 Jahre Fremdputzer	OHI-S
<b>SHAW 1983</b>	Parallel-Design, 8 Wochen, einfach blind	$n = 66$ , Alter 9–16 Jahre Selbstputzer	PI, Bleeding Index (WHO 1977)

## 2.5 Die Putztechnik

Da der Präventionserfolg von der Qualität der Zahnreinigungsmaßnahmen abhängt, ist eine geeignete Putztechnik von großer Bedeutung (HORNECKER et al. 2004). In Abhängigkeit von den anatomischen Verhältnissen und eventuell vorliegenden oralen Erkrankungen werden in der Literatur folgende Putztechniken empfohlen.

### 2.5.1 Bass-Technik

Bei dieser, am häufigsten empfohlenen Putztechnik (BASS 1954) wird die Zahnbürste in einem nach okklusal offenen Winkel von  $45^\circ$  zur Zahnängsachse am Gingivarand aufgesetzt. Dann werden rüttelnde bis leicht kreisende Bewegungen ausgeführt. In der modifizierten Form schließt sich der Rüttelbewegung ein rollendes Auswischen nach okklusal wie bei der Stillmannmethode an. Diese Technik eignet sich für gesunde Parodontien genauso wie für durch Gingivitis oder Parodontitis veränderte, stellt aber recht hohe Anforderungen an die manuelle Geschicklichkeit des Patienten. Richtig ausgeführt erlaubt sie eine im Verhältnis zu anderen Putztechniken effektivere supra- und subgingivale Plaquerreduktion (GIBSON und WADE 1977). Vorteilhaft sind des Weiteren eine intensivere Gingivamassage und bessere Ergebnisse im Molarenbereich. Ein zu hoher Anpressdruck muss wegen der möglichen Gingivaverletzungen vermieden werden (KREMERS et al. 1978).

### 2.5.2 Stillman-Technik

Diese Technik (STILLMANN 1932) ist für Patienten mit gesundem Parodont oder auch mit Rezessionen geeignet. Eine weiche Zahnbürste wird im Winkel von  $70\text{--}80^\circ$  unter Druck im Bereich der Gingiva angesetzt. Durch Drehen der Zahnbürste in Längsachse erfolgt eine Auswischbewegung. In der modifizierten Form wird diese Roll- mit einer Rüttelbewegung kombiniert.

### 2.5.3 Charters-Technik

Für Patienten mit Parodontalerkrankungen, nach Gingivektomie oder bei freien Interdentalräumen ermöglicht diese Technik (CHARTERS 1928) eine gute Reinigung der bestehenden Interdentalräume. Dabei wird die Bürste in einem nach apikal geöffneten Winkel von  $45^\circ$  an die Gingiva angelegt. Durch kleinste kreisende Bewegungen werden die Borsten in die Zwischenräume gedrängt. Erschwerend wirken im Unterkiefer allerdings Zunge und Mundboden.

### 2.5.4 Horizontale Methode

Diese Methode wird immer noch von circa 90% der Bevölkerung bevorzugt. Zwar wird ein gewisser Reinigungserfolg erzielt, diese Technik stellt jedoch nicht mehr als einen kindgerechten Einstieg in die Zahnpflege dar. Das senkrecht auf den Zahnflächen stehende Borstenfeld wird horizontal vor- und zurückbewegt. Beschleunigt durch saure Nahrung und Druck kommt es dabei zu Rezessionen und zervikalen Defekten (SAXER und YANKELL 1997b). Außerdem ist die Reinigungswirkung interdental ungenügend (FRANDSEN et al. 1972, HANSEN und GJERMO 1971).

Bei Patienten mit Behinderungen ist bezüglich der Putztechnik ein individueller Kompromiss zwischen Effizienz und Durchführbarkeit anzustreben. Von „*unreflektierten Maximalforderungen*“ ist wegen der sonst zu befürchtenden frustrierenden Überforderung dringend abzusehen (WETZEL 1999). Ein solcher Kompromiss wurde in der Rotationstechnik nach FONES 1934 gefunden.

### 2.5.5 Rotations-Technik

Bei dieser Methode wird die Zahnbürste senkrecht auf die Zahnoberflächen gestellt und in kleinen Kreisen bewegt. Dieses Bewegungsmuster kann durch das Malen kleiner Kreise und Fingerspiele trainiert werden (SCHONDELMEIER 1993). Zusätzlich können „Zahnputzlieder“ den Putzablauf systematisieren (MAKUCH 1994).

## 2.6 Die Putzdauer

Neben den verwendeten Hilfsmitteln und der durchgeführten Putztechnik kommt auch der Putzdauer eine große Bedeutung zu. Generell gilt: Je länger geputzt wird, desto mehr Plaque wird entfernt. In einer 1993 und 1996 von VAN DER WEIJDEN et al. durchgeführten Studie trat der Hauptputzeffekt nach einer Dauer von 30 Sekunden pro Quadrant ein. HUBER et al. untersuchten 1985 die Plaquereduktion nach einer Putzdauer von einer, zwei, drei, und vier Minuten. Dabei waren die Ergebnisse nach einer und zwei Minuten nahezu gleich, nach drei Minuten signifikant besser, und nach vier Minuten wieder ähnlich den vorherigen. Eine Verbesserung fand sich vor allem für die Werte der vestibulären Zahnflächen. Im Gegensatz dazu profitierten die Lingualflächen kaum von einer verlängerten Putzzeit. Ein ähnliches Ergebnis zeigt auch die Studie von HAWKINS et al. 1986. Hier erfolgte die Plaquemessung nach 30, 90 und 150 Sekunden Putzdauer. Zusätzlich wurden die Probanden gebeten, im Anschluss an das 150 Sekunden Intervall ihre Zähne so lange weiterzuputzen, bis sie selbst glaubten, eine optimale Reinigung erzielt zu haben.

Diese „Idealputzzeit“ betrug inklusive des 150 Sekunden Intervalls im Schnitt 5,1 Minuten. Zwar waren die Ergebnisse des 150 Sekunden Intervalls denen des 30 Sekunden Intervalls überlegen, in allen Punkten statistisch signifikant besser waren jedoch nur die Ergebnisse der Idealputzzeit von 5,1 Minuten. Ebenfalls auf eine optimale Putzdauer von fünf Minuten kamen 1990 DOS SANTOS et al. in einer Studie mit 120 Vorschulkindern. Während hier der ebenfalls getestete Zeitraum von drei Minuten für eine akzeptable Plaquerreduktion nicht ausreichte, waren acht beziehungsweise 10 Minuten zu häufig mit Gingivaverletzungen verbunden. Untersuchungen aus dem Alltag belegen, dass die tatsächlichen Putzzeiten sehr viel kürzer sind. So betrug in einer Studie von MACGREGOR und RUGG-GUNN 1979 bei 11–13jährigen englischen Schulkindern die durchschnittliche Putzdauer 60,3 Sekunden, und 1985 bei 18–22jährigen Studenten sogar nur 33,0 Sekunden. ZHANG und CHENG erhielten 2003 bei 81 Studenten Putzzeiten von 28 bis 152 Sekunden, im Schnitt also 57 Sekunden. Den Unterschied zwischen erwarteter und tatsächlicher Putzdauer demonstrierten SAXER et al. 1998 eindrucksvoll. Eine Gruppe, bestehend aus 138 Schweizer Patienten eines Studentenkurses schätzte die eigene Putzzeit auf 148,1 Sekunden ein, gemessen worden waren im Schnitt 68,6 Sekunden. Die zweite Gruppe bestand aus 68 Freiwilligen der Schweizer Armee. Sie dachten, 146 Sekunden geputzt zu haben, tatsächlich waren es durchschnittlich nur 83,5 Sekunden. Die dritte Gruppe hatte statt der erwarteten 134,1 Sekunden im Schnitt lediglich 72,8 Sekunden geputzt. Ähnliche Ergebnisse wurden auch durch andere Studien bestätigt (FRUNZ 1979, EMLING et al. 1981). Aufgrund dieser Ergebnisse scheint eine Putzdauer von drei Minuten empfehlenswert und realistisch zu sein. Behilflich beim Einhalten dieser Zeit sind integrierte Timer in elektrischen Zahnbürsten, Sanduhren zur optischen Unterstützung und eine zusätzliche Zahnputzsystematik (ASHLEY 2001, RATEITSCHAK 1989).

Diese Hilfsmittel können auch bei Patienten mit Behinderungen unterstützend eingesetzt werden. Auch wenn die geforderte Putzdauer wohl eher selten erreicht wird, sollte die individuelle Motivation im Vordergrund stehen (GENTZ 1981).