

Aus dem  
Institut zur wissenschaftlichen Evaluation naturheilkundlicher Verfahren  
an der Universität zu Köln

Direktor: Professor Dr. med. Josef Beuth

# Die Wertigkeit des Zahnbürstenbaumes (*Salvadora persica*) in der Mundhygiene

Ein systematisches Review zur Studienlage von 1987 bis 2011

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde  
der Hohen Medizinischen Fakultät  
der Universität zu Köln

vorgelegt von

**Linda Springer**  
aus Köln

promoviert am 22. Mai 2013



Dekan:                      Universitätsprofessor Dr. med. Dr. h.c. Th. Krieg  
1. Berichterstatter:      Professor Dr. med. H. J. Beuth  
2. Berichterstatter:      Universitätsprofessor Dr. med. dent. M. J. Noack

Erklärung:

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistungen erhalten.

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Köln, 27. November 2012

.....  
Linda Springer



Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten wurden ohne meine Mitarbeit in folgenden Instituten und Kliniken ermittelt:

Al-Noor Specialist Hospital, Mekkah, Saudi-Arabien

Babol Dental School und Babol Medical School, Teheran, Iran

Karolinska Institutet, Huddinge, Schweden

King Abdulaziz University, Jedda, Saudi-Arabien

King Saud University, Riad, Saudi-Arabien

New York University, New York City, USA

Riad Dental Center, Riad, Saudi-Arabien

Security Forces Hospital, Mekkah, Saudi-Arabien

Teheran University of Medical Sciences, Teheran, Iran

Temple University, Philadelphia, USA

Universität Witten/Herdecke, Witten, Deutschland

University of Bergen, Bergen, Norwegen

University of Otago, Dunedin, Neuseeland

University of Science and Technology, Irbid, Jordanien

University of Umeå, Umeå, Schweden

University College Cork, Cork, Irland



## **Danksagung**

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Hans-Josef Beuth für die Betreuung der Dissertation und sein allzeit gut gelauntes und motivierendes Wesen.

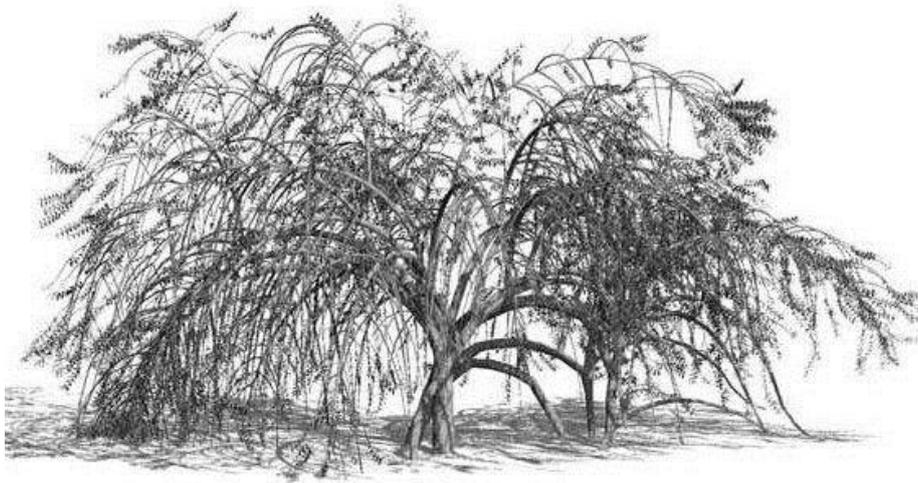
Zudem danke ich meiner Familie für ihre Unterstützung während Studium und Promotion.

Zuletzt geht ein spezieller Dank an Mehmet Derman für seinen elementaren Ratschlag.



*Für meine Eltern*





**Abb. 1: Der Zahnbürstenbaum (Quelle: <http://freidenkertv.wordpress.com>)**



# Die Wertigkeit des Zahnbürstenbaumes (*Salvadora persica*) in der Mundhygiene

## Inhalt

<b>1</b>	Abkürzungsverzeichnis .....	1
<b>2</b>	Einleitung.....	2
<b>3</b>	Zielsetzung.....	3
<b>4</b>	Der Baum <i>Salvadora persica</i> Linn. ....	4
<b>5</b>	Das Zahnputzholz in der Mundhygiene .....	6
<b>6</b>	Methode .....	8
<b>7</b>	Plaque-, Gingiva- und Hygiene-Indices .....	9
<b>8</b>	Untersuchungen des Zahnputzholzes .....	12
<b>8.1</b>	Darstellung der prospektiven Studien .....	12
<b>8.1.1</b>	Comparative Effect of Chewing Sticks and Toothbrushing on Plaque Removal and Gingival Health .....	12
<b>8.1.2</b>	Siwak as a[n] oral hygiene aid in patients with fixed orthodontic appliances .....	14
<b>8.1.3</b>	Short term clinical effect of active and inactive <i>Salvadora persica</i> Miswak on dental plaque and gingivitis .....	16
<b>8.1.4</b>	Klinisch-kontrollierte Studie zur Überprüfung der Mundhygieneeffektivität der natürlichen Zahnbürste (Siwak) aus der Arak-Pflanze ( <i>Salvadora persica</i> ) ...	19
<b>8.2</b>	Darstellung der retrospektiven Studien .....	21
<b>8.2.1</b>	Periodontal status of adult Sudanese habitual users of Miswak chewing sticks or toothbrushes .....	21
<b>8.2.2</b>	A retrospective study on the relationship between Miswak chewing stick and periodontal health .....	24
<b>8.2.3</b>	Periodontal treatment needs among Saudi Arabian adults and their relationship to the use of the Miswak .....	25
<b>8.2.4</b>	Meswak Chewing Stick versus Conventional Toothbrush as an Oral Hygiene Aid .....	27
<b>8.2.5</b>	The relationship between chewing sticks (Miswak) and periodontal health .....	29
	Part I: Review of the literature and profile of the subjects	
	Part II: Relationship to plaque, gingivitis, pocket depth and attachment loss	
	Part III: Relationship to gingival recession	
<b>8.3</b>	Studienvergleich .....	31

<b>9</b>	Untersuchungen des Salvadora-Persica-Extraktes .....	34
<b>9.1</b>	Darstellung der untersuchten Studien .....	34
<b>9.1.1</b>	Meswak versus chlorhexidine and a commercial toothpaste in plaque formation and gingivitis .....	34
<b>9.1.2</b>	Salvadora persica extract chewing gum and gingival health: Improvement of gingival and probe-bleeding index.....	36
<b>9.1.3</b>	An in vivo study of the plaque control efficiency of Persica: a commercially available herbal mouthwash containing extracts of Salvadora persica .....	38
<b>9.1.4</b>	A study comparing the efficiency of a toothpaste containing extract of Salvadora persica with a standard fluoride toothpaste .....	40
<b>9.2</b>	Studienvergleich .....	43
<b>10</b>	Untersuchung der mikrobiologischen Wirkung von Salvadora persica .....	45
<b>10.1</b>	Darstellung der untersuchten Studien .....	45
<b>10.1.1</b>	Subgingival plaque microbiota in Saudi Arabians after use of miswak chewing stick and toothbrush .....	45
<b>10.1.2</b>	Salivary microbiota levels in relation to periodontal status, experience of caries and miswak use in Sudanese adults .....	46
<b>10.1.3</b>	The immediate antimicrobial effect of a toothbrush and miswak on cariogenic bacteria: A clinical study .....	47
<b>10.2</b>	Studienvergleich .....	59
<b>11</b>	Der Hawthorne-Effekt und sein Einfluss auf wissenschaftliche Studien .....	51
<b>12</b>	Resümee der Ergebnisse .....	52
<b>12.1</b>	Methodische Aspekte .....	52
<b>12.2</b>	Medizinische Aspekte .....	53
<b>12.3</b>	Sozioökonomische und -ökologische Aspekte .....	56
<b>13</b>	Fazit .....	58
<b>14</b>	Zusammenfassung .....	61
<b>15</b>	Poesie .....	62
<b>16</b>	Literaturverzeichnis .....	63
<b>17</b>	Anhang .....	69
<b>17.1</b>	Tabellenverzeichnis.....	69
<b>17.2</b>	Abbildungsverzeichnis .....	71
<b>18</b>	Lebenslauf .....	74

## 1 Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Aa	Aggregatibacter actinomycetemcomitans
API	Approximalraum-Plaque-Index
Approx.	approximal
BITC	Benzylisothiocyanat
BOP	Bleeding on Probing
cfu	Colony forming units
CHX	Chlorhexidindigluconat
CPI oder CPITN	Community Periodontal Index of Treatment Needs
F <sup>-</sup>	Fluorid
GI	Gingival-Index nach Loe & Silness
IDR	Interdentalraum
KFO	Kieferorthopädie
Linn.	Botanisches Sonderkürzel von Carl von Linné
MH	Mundhygiene
MHI	Mundhygieneinstruktion
mind.	mindestens
NaCl	Natriumchlorid
OK	Oberkiefer
PA	Parodontitis
PZR	Professionelle Zahnreinigung
QHI	Quigley-Hein-Index
Salv. pers.	Salvadora persica
SBI	Sulkus-Blutungs-Index
S. mutans	Streptococcus mutans
UK	Unterkiefer

## 2 Einleitung

Die heutige Zahnmedizin hat zum primären Ziel, die natürlichen Zähne im Kiefer möglichst lebenslang zu erhalten. Mittels konservierender, parodontologischer, prothetischer und chirurgischer Behandlungsmethoden gelingt dies immer erfolgreicher. Zudem bleiben auch mehr Kinder bis ins fortgeschrittene Erwachsenenalter vollkommen kariesfrei.

Die zwei wichtigsten oralen Krankheitsbilder Karies und Parodontitis schädigen die Mundhöhle durch einen chemo-parasitären Vorgang [60]. Die verantwortlichen Bakterien sind unter den rund 100 verschiedenen Bakterienspezies der menschlichen Oralflora zu finden [25]. Dort liegen sie geschützt vor der Spülfunktion des Speichels und anderer äußerer chemischer Einflüsse in Biofilmen und Plaquebelägen. Zur Entfernung dieser Bakterienreservoirs empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde eine Kombination aus physikalischer (Mechanik) und chemischer (Pharmakologie) Vorgehensweise. Zu den mechanischen Elementen zählen die Zahnbürste (manuell oder elektrisch) und die Interdentalraumpflege mit Zahnseide oder Bürstchen. Der chemische Anteil wird gebildet von fluoridhaltiger Zahnpasta und Mundspüllösungen [27]. Die mechanische Reinigung durchbricht die Kontinuität des hochorganisierten Biofilms so weit, dass die antibakteriellen Chemotherapeutika angreifen können [17].

Zwar steht auch die Dietätik im Zusammenhang mit oraler Gesundheit. Aber trotz weltweit stark variierender Ess- und Trinkgewohnheiten leiden Menschen von verschiedenster sozialer, gesellschaftlicher und geografischer Herkunft unter Karies und Parodontitis.

Während heutzutage in Deutschland schon elektrische Zahnbürsten mit Verbindung zum eigenen Smartphone zur Überprüfung der Mundhygienegewohnheiten angeboten werden [19], wird gleichzeitig auch an der Entwicklung einer zu 100 % kompostierbaren Zahnbürste gearbeitet [79]. Die Rückkehr zu den natürlichen Ursprüngen zeigt das persönliche Bedürfnis der Menschen und den geistigen sowie gesellschaftlichen Umschwung in Zeiten, in denen der drohende Klimawandel einen immer größeren Tribut fordert.

Dass in weiten Teilen der Welt bedingt durch finanzielle Nöte und aus jahrtausendalter Tradition heraus, Zahnpflege und Mundhygiene auch heute noch mit einem einfachen Holzstab eines bestimmten Baumes durchgeführt werden, weiß in der industrialisierten Welt kaum jemand.

In den Industrienationen ist die Zahnbürste als Goldstandard und zentrales Element der häuslichen Mundhygiene etabliert. Momentan besteht kein Handlungsbedarf, sie durch Alternativen zu ersetzen. Ob das besonders durch den Islam und Tradition legitimierte und akzeptierte Zahnputzholz und der vom Baum *Salvadora persica* stammende Extrakt ähnliche Effizienzgrade aufweisen und eine vergleichbare zentrale Position in der Mundhygiene einnehmen können, soll diese Arbeit erörtern.

### 3 Zielsetzung

Bis zum heutigen Tag existiert noch kein systematisches Literatur-Review zur Studienlage von *Salvadora persica* oder dem Zahnputzholz. Allerdings wurden bereits seit mehreren Jahrzehnten zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zur Effizienz von *Salvadora persica* in der Mundhygiene durchgeführt.

1987 formulierte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) „die folgenden Prinzipien... [als] Basis oraler Hygieneinstruktion: [...] 6. Traditionelle Mundhygienegewohnheiten, wie die Verwendung von Zahnputzhölzern, sollte an Orten empfohlen werden, wo ihr Gebrauch effektiv und gebräuchlich ist.“ [82, Seite 62]. Somit erhielt das traditionelle Zahnputzholz seine Daseinsberechtigung als ernstzunehmendes Mundhygieneutensil und als Forschungsobjekt für wissenschaftliche in-vitro- und in-vivo Untersuchungen. Eine Konsenskonferenz internationaler Experten zum Thema oraler Prophylaxe kam 2000 zu dem Schluss, dass Zahnputzhölzer in der Vermeidung dentaler und oraler Beschwerden in vielen Ländern eine Rolle spielen und die bisherige Evaluation ihrer Effektivität weitere Studien rechtfertigt [55].

Das Hauptanliegen dieser Arbeit besteht darin, die klinischen Studien und ihre Ergebnisse von 1987 bis 2011 darzustellen, zu vergleichen und zu bewerten. Das Ziel des Reviews soll sein, der Frage nachzugehen, ob eine und - wenn ja - welche Empfehlung zu der vorliegenden Thematik formuliert werden kann.

Evaluiert werden die berücksichtigten Studien hinsichtlich der medizinischen und der soziokulturellen Eignung von *Salvadora persica* zur Prophylaxe dentogingivaler Krankheitsbilder.

## 4 Der Baum *Salvadora persica* Linn.

Der Name des umgangssprachlich als Zahnbürstenbaum betitelten Gewächses setzt sich aus dem Familiennamen der Salvadoraceae, der Gattung *Salvadora* und der Art *Persica* zusammen [51].

Die Gattungsbezeichnung „*Salvadora*“ erfolgte zu Ehren des spanischen Apothekers Juan Salvador y Bosca (1598-1681) durch den französischen Botaniker Dr. Laurent Garcin. Der Name „*Persica*“ findet seinen Ursprung in der geografischen Herkunft Persiens. „Linn.“ ist das botanische Standardkürzel des schwedischen Botanikers, Physikers und Vaters der modernen Taxonomie Carl von Linné (vor dem Eintritt in den Adelsstand bekannt als Carl Linnaeus, 1707-1778) [61].



Abbildung 2: Der Baum *Salvadora persica* (Quelle: [www.vanherbaryum.yyu.edu.tr](http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr))

Der Baum *Salvadora persica* trägt international diverse Namen wie Miswak (in verschiedenen Schreibweisen) oder Siwak innerhalb der muslimischen Gemeinde, Arakbaum im arabischen Raum [68], Zahnbürstenbaum oder auch „mustard tree“ wegen des enthaltenen Senföls [61].

Der Baum wächst geografisch weit verstreut von Westindien über Pakistan, Afghanistan, Iran, Irak, die arabische Halbinsel und Jordanien sowie in Afrika, unter anderem in Ägypten, Mauretanien, Äthiopien, Nigeria, Tansania und Ghana [43]. Er gedeiht vorrangig als immergrüner, nur wenige Meter hoher Baum oder Strauch in trockenen, ausgedörrten Gebieten auf salzigem Boden. Der Stamm wird selten dicker als 30 cm im Durchmesser und ist von einer weichen, weißlich-gelben Rinde bedeckt mit hellen, fast glänzenden Zweigen. Die millimeterkleinen, rundlichen, glatten Steinfrüchte nehmen eine rötliche Farbe an, sobald sie reif sind. Mit ihrem süßlichen Geschmack sind sie gefahrlos essbar. In den pakistanischen Provinzen Sindh und Punjab glauben die Menschen, die Früchte des Arakbaumes würden gegen Schlangenbisse helfen und die Blätter als Antidot gegen verschiedene Naturgifte wirken. Zudem werden die frischen Blätter des Baumes zu Salaten, Gemüsegerichten und Soßen verarbeitet und als Teil traditioneller Medizin gegen Husten, Asthma, Skorbut, Rheuma und Hämorrhoiden eingesetzt [51].



Abbildungen. 3 und 4: Die Blätter und Blüten des Baumes *Salvadora persica* [51]

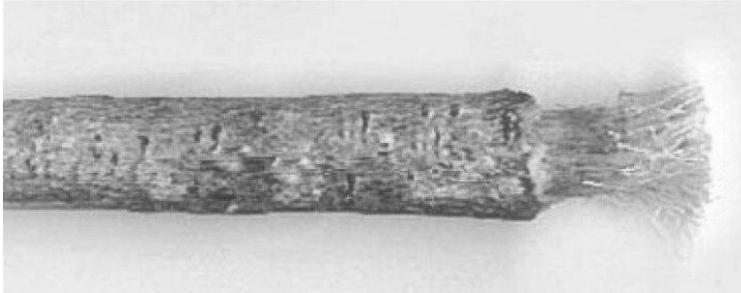
Die Zahnpulzhölzer werden aus den Zweigen, den Wurzeln und auch der Baumrinde gewonnen [20]. Das Holz wurde schon von den alten Arabern eingesetzt, um die eigenen Zähne weiß und glänzend zu machen. Außerdem wird dem Baum nachgesagt, einen analgetischen, antikonvulsiven, antibakteriellen, antimykotischen, zytotoxischen, diuretischen und adstringierenden Effekt zu besitzen. Mit Mangan, Kobalt, Nickel, Kupfer und Zink hat das Holz einen hohen Metallanteil [51]. Weitere chemische Inhaltsstoffe sind Trimethylamin (Salvadorin), Chlor, Fluorid, Silica, Schwefel, Senföl (pflanzliche Glycoside), Vitamin C, Harze, Spuren von Gerbstoffen (Tanninen) und Sterole [43]. Benzylisothiocyanat (BITC) ist ein Hauptbestandteil des *Salvadora persica*-Wurzelöls. Ihm werden ein viruzider Effekt gegen Herpes-Simplex-Viren, eine inhibitorische Wirkung gegen das Wachstum und die Säureproduktion von *Streptococcus mutans* sowie eine Fungistatik gegen *Candida albicans* nachgesagt [3] [4] [5]. Diese Erkenntnisse basieren allerdings bis heute nur auf in-vitro-Studien.

Landwirtschaftlich eignet sich *Salvadora persica* als Schutzbepflanzung insbesondere zur Abschirmung anderer Nutzpflanzen und Obstgärten gegen den Wind.

Zudem wird der Baum zur Rekultivierung und Erschließung von Landstrichen bevorzugt in Sanddünen und Salzböden gepflanzt [83].

## 5 Das Zahnputzholz in der Mundhygiene

Weltweite Ausgrabungen haben gezeigt, dass Menschen schon seit Urzeiten Hilfsmittel wie Zahnstocher, Vogelfedern, Zweige oder Leinenstreifen zur Säuberung der intraoralen Strukturen benutzten [31]. Dies geschah aus Sorge um die eigene körperliche Gesundheit und zum Erhalt eines schönen Lächelns. Betuchte Römer beschäftigten sogar speziell geschulte Sklaven, um sich von ihnen die Zähne säubern zu lassen [48]. Das Zahnputzholz gilt als der historische Vorgänger der heutigen Zahnbürste [31].



**Abbildung 5: Aufgefasertes Zahnputzholz vom Baum *Salvadora persica* [51]**

Die erste überlieferte Mundhygiene-Bürste stammte aus der mesopotamischen Stadt Ur und wurde von den Sumerern um 3000 v. Chr. benutzt [43].

Um 900 wurde die alte griechische Medizin durch persische Gelehrte wie Rhazes immer enger mit den arabischen Heilkünsten verwoben. Das damalige Wissen war dem zahnmedizinischen Können des Okzidents weit überlegen. Rund 100 Jahre später empfahl der persische Arzt Avicenna: „Das Zahnhölzchen muss in Maßen verwendet werden, und man darf damit nicht so übertreiben, dass der Glanz und der Schmelz der Zähne verschwinden. Wenn das Zahnhölzchen mit Maßen benutzt wird, poliert und kräftigt es die Zähne, es kräftigt das Zahnbett, verhindert den Zahnverfall und macht den Atem wohlriechend.“ [58]. International ging die zahnmedizinische Entwicklung weiter. Forscher vermuten, dass die Chinesen die erste Borstenzahnbürste im heutigen Sinne erfanden. Im 17. und frühen 18. Jahrhundert waren es französische Zahnärzte – sie zählten europaweit zu den fortschrittlichsten – die mit als erste ihren Patienten die regelmäßige Verwendung der Zahnbürste offiziell empfahlen.

Auch die Weltreligionen gehen in ihren Schriften auf das Zahnputzholz ein. Laut der buddhistischen Lehre erhielt Buddha einen Zahnstocher vom Gott Sakka, dem König der Götter [48]. Der jüdische Talmud, worin die Auslegung und Anwendung der Tora im Alltag dargelegt wird, beschreibt einen Holzsplitter, der „an einem Ende durch Kauen aufgetrennt“ und dann wie eine Zahnbürste benutzt wird [47].

Das arabische Siwak, eine der Bezeichnungen für den Zweig, bedeutet in freier Übersetzung „Massieren mit einem Holzstab“. Zwar findet das Zahnputzholz keine Erwähnung im Koran, erscheint

aber mehrmals in den Hadith, einer Sammlung der Aussprüche des Propheten Mohammed [49]. Dort steht geschrieben: „Der Prophet sagt: Wäre es für meine Gemeinde nicht so schwierig, würde ich ihnen auftragen, vor jedem Gebet den Siwak zu benutzen.“ [7, Seite 230].

Aus der Medizin des Propheten ist außerdem überliefert, dass das vorgeblich beste Zahnputzholz vom Arakbaum (*Salvadora persica* Linn.) oder ähnlichen Hölzern stammt. Vor einer Herstellung aus unbekanntem Bäumen wird gewarnt, da diese giftig sein könnten [7].

Weltweit werden Hölzer zu Mundhygienezwecken aus über hundert verschiedenen Baumarten gewonnen. Die am häufigsten verwendeten Baumarten finden sich in Tabelle 1.

Pflanze	Eigenname	Geografisches Vorkommen
<i>Salvadora persica</i>	Miswak, Siwak	Westindien, Naher Osten, arabische Halbinsel, Afrika
<i>Azadiracta indica</i>	Neem	Indien, Pakistan, Nigeria
<i>Garcinia kola</i>	Bitter cola	Westafrika
<i>Fagara zanthoxyloides</i>		Westafrika
<i>Acacia Arabica</i>	Kiker	Afrika, Pakistan
<i>Gouania Lupuloides</i>	Chaw sticks	Afrika, Westindische Inseln
<i>Populus euphratica</i>	Safeda	USA, Indien, Pakistan

**Tabelle 1: Übersicht der häufigsten Zahnputzhölzer, ihr Ursprungsbaum und ihr geografisches Vorkommen [43]**

Bezeichnenderweise sind die Zahnputzhölzer ungefähr 15 cm in der Länge und durchschnittlich 1 cm dick. Damit sind sie sowohl von Erwachsenen als auch von Kindern gut anwendbar und bieten einen akzeptablen Kompromiss aus Flexibilität und Stabilität [43] [12] [14]. Grundsätzlich sollten frische Hölzer verwendet werden, deren Rinde sich noch mit nur geringem Widerstand aufbeißen und entfernen lässt. Als korrekte Gebrauchsweise wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Das Zahnputzholz waschen, um Sand zu entfernen; alternativ ist auch das 24-stündige Einlegen in Wasser möglich (erleichtertes Auffasern).
2. Ein Ende des Holzes wird von Rinde befreit (ungefähr 1 cm) und dieser Bereich bis zur Auffaserung gekaut.
3. Über einen Zeitraum von 5 bis 10 Minuten werden Zähne, Gingiva und Zunge mit dem Zahnputzholz in einer rotierend-horizontale gerichteten Bewegung gereinigt.
4. Das benutzte, aufgefaserte Ende des Zweigs wird abgetrennt. Ein Zahnputzholz kann mehrere Tage lang verwendet werden. Es sollte trocken gelagert werden. [43]

Der hohe Silica-Gehalt im Holz bedingt eine starke Abrasivität. Daher wird vom kulturell weit verbreiteten mehrstündigen Kauen der Zahnputzhölzer abgeraten. Auch das Einlegen in Wasser vor der Zahnreinigung vermindert die Abrasivität und trägt zur Schonung der oralen Gewebe bei [42]. Die tief im islamischen Weltbild verankerte Bedeutung des Baumes *Salvadora persica* und mit ihm die des Zahnputzholzes spiegelt sich in den drei traditionellen Geschenken eines jeden Mekka-Pilgers wider: eine Gebetskette (Tesbih), ein Zahnstocher (Chilal) und ein Zahnputzholz (Miswak) [58].

## 6 Methode

Insgesamt werden in diesem Review 16 Studien miteinander verglichen. Untersucht werden ausschließlich kontrolliert-klinische und vergleichende Studien aus dem Zeitraum 1987 bis 2011. Der relativ lange Zeitraum wurde festgesetzt, um einen ausreichenden Umfang an aussagekräftigem Studienmaterial zu gewährleisten. Eine Vielzahl von themenbezogenen Studien basiert auf reinen Laborexperimenten und war somit nicht evidenz-basiert verwendbar hinsichtlich einer Bewertung für die Anwendung am Menschen.

Neun Studien beschäftigen sich mit der mundhygienischen – insbesondere der mechanischen – Wirkung des Zahnputzholzes an sich, vier Studien thematisieren den potenziellen Effekt des *Salvadora persica*-Extraktes in unterschiedlicher Anwendungsform (u.a. Zahnpasta, Kaugummi, Mundspüllösung) und drei Studien behandeln die Wirkung von *Salvadora persica* auf die orale Mikroflora.

Die verwendeten Studien fanden sich mithilfe der Suchmaschine Medpilot, welche den Vorteil birgt, selbstständig mehrere Datenbanken und Bestandskataloge zu durchsuchen [26].

Die Suchbegriffe lauteten:

*Miswak, Misswak, Meswak, Misvak, Siwak, Salvadora persica, Arak tree, Sarakan, chewing stick.*

Alle in den ausgewerteten Studien untersuchten Zahnputzhölzer und Extrakte stammten vom Baum *Salvadora Persica*.

Alle Studien waren mit einer Ausnahme [6] in der englischen Sprache verfasst.

## 7 Plaque-, Gingiva- und Hygiene-Indices

Das Review beschreibt und bewertet 16 Studien. Die folgenden Indices wurden in den Studien zur Dokumentation der klinischen Parameter verwendet.

### Modifizierter Plaque-Index nach Quigley und Hein, 1962, modifiziert nach Turesky 1970 [76]

Die vestibulären und oralen Zahnflächen aller vorhandenen restaurationsfreien Zähne (ohne 8er) werden mit 0,18 %iger basischer Fuchsin-Lösung angefärbt.

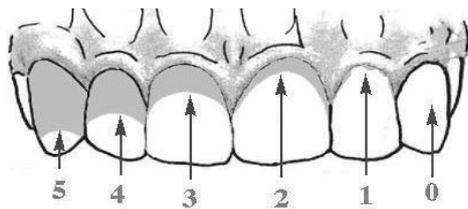


Abb. 6: Gradeinteilung QHI (Quelle: <http://www.mah.se>)

Der Plaque-Index berechnet sich wie folgt:

$$\text{Plaque-Index} = \frac{\text{Anzahl aller plaquebefallenen Flächen} \times 100}{\text{Anzahl aller bewerteten Flächen}}$$

### Plaque-Index nach Loe & Silness, 1964 [76]

Weiche und mineralisierte Beläge an den Zähnen 16, 12, 24, 36, 32, 44. Fehlende Zähne werden nicht substituiert. Vier Zahnflächen (vestibulär, oral, mesial, distal) werden mit Grad 0 bis 3 beurteilt. Die vier Grade der vier Flächen werden addiert und durch vier geteilt. Das Ergebnis ist der Plaque-Wert des gesamten Zahnes.

Die Schichtstärke der Plaque wird nur mittels zahnärztlicher Sonde und Spiegel gemessen.

Grad	Kriterium
0	Keine Plaque
1	Zervikale Plaque, nur erkennbar mit Färbelösung oder Sondierung
2	Moderate Menge weicher Plaque im Sulkus oder am Zahn, erkennbar mit dem bloßen Auge
3	Reichhaltige Menge weicher Beläge im Sulkus, am Zahn oder am Zahnfleischrand

Tabelle 2: Gradeinteilung zur Plaquebewertung nach Loe & Silness

### Approximalraum Plaque-Index (API) nach Lange et al., 1977 [76]

Alle vorhandenen Zähne werden erfasst und mithilfe eines nicht genauer definierten Plaquerelevators angefärbt (1. und 3. Quadrant oral, 2. und 4. Quadrant vestibulär). Beurteilt wird zweistufig: Plaque *ja* oder *nein*.

Der Plaque-Index berechnet sich wie folgt:

$$API = \frac{\text{Summe positiver Plaquemesspunkte} \times 100}{\text{Gesamtzahl aller Approx.raummesspunkte}}$$

Als Ziel wird deklariert, nach der täglichen Mundhygiene durch den Patienten einen API von <30 % Restplaque zu erreichen.

### Gingival Index (GI) nach L e & Silness, 1963 [76]

Mesial, distal, vestibulär und oral werden entweder alle Parodontien in die Untersuchung miteinbezogen oder es werden nur die Ramfjord-Zähne (16, 21, 24, 36, 41, 44) beurteilt.

Grad	Kriterium
0	Normale Gingiva (keine Entzündung/Farbveränderung/Blutung/Schwellung)
1	Leichte Entzündungszeichen mit geringer Rötung der Gingiva, keine Sondierungsblutung
2	Mittelschwere Entzündung mit ödematöser, geröteter Gingiva und Sondierungsblutung
3	Schwere Entzündung mit Rötung, Schwellung, Ulzerationen und spontaner Blutungsneigung

Tabelle 3: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach L e & Silness

Der Gingival-Index berechnet sich wie folgt:  $GI = \frac{\text{Summe der Entzündungsgrade} \times 100}{\text{Summe bewerteter Parodontien}}$

### Gingival-Index nach L e, 1967 [76]

Wie beim GI nach L e & Silness von 1963 werden auch hier alle Parodontien mesial, distal, vestibulär und oral beurteilt. Die Berechnungsformel ist identisch.

Grad	Kriterium
1	Physiologische Gingiva
2	Leichte Entzündungszeichen (Rötung, Schwellung), keine Sondierungsblutung
3	Moderate Entzündung (Rötung, Schwellung), Sondierungsblutung
4	Schwere Entzündung, mit Rötung, ödematöser Schwellung, Ulzerationen, spontaner Blutungsneigung

Tabelle 4: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach L e

### Bleeding on Probing (BOP) nach Lindhe, 1986 [76]

Eine synonyme Bezeichnung lautet "Gingiva-Index simplified (GI-S)". Erfasst werden maximal 128 Messpunkte, verteilt auf jeweils vier Zahnflächen pro Zahn. Beurteilt wird zweistufig nach Sondierung mit einer abgerundeten Parodontalsonde: Blutung *ja* oder *nein*.

Es wird folgendermaßen gerechnet:  $BOP = \frac{\text{Summe gemessener Blutpunkte} \times 100}{\text{Gesamtzahl erfasster Messstellen}}$

**Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Mühlemann und Son, 1971 [76]**

Der gingivale Sulkus wird vorsichtig mit einer abgerundeten Parodontalsonde ausgestrichen. Nach 30-sekündiger Wartezeit wird der Entzündungsstand der Gingiva beurteilt:

Grad	Kriterium
0	Normal aussehende Gingiva; keine Blutung bei Sondierung
1	Normal aussehende Gingiva; Blutung bei Sondierung
2	Entzündliche Farbveränderung der Gingiva; Blutung bei Sondierung
3	Wie Grad 2, zusätzlich leichte ödematöse Gingivaschwellung
4	Wie Grad 3, zusätzlich schwere entzündliche Gingivaschwellung
5	Wie Grad 4, zusätzlich spontane Blutungen und evtl. Ulzerationen der Gingiva

Tabelle 5: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach Mühlemann und Son

**Bleeding Point Index nach Lenox & Kopczyk 1973 [67]**

An den approximalen, vestibulären und oralen Flächen eines jeden Zahnes wird der Sulkus mit einer stumpfen Parodontalsonde ausgestrichen. Nach 30 Sekunden wird das Ergebnis beurteilt.

Beurteilt wird zweistufig: Blutung *ja* oder *nein* (Grad 0 oder Grad 1).

**Community Periodontal Index of Treatment Needs (CPITN, CPI) nach Ainamo, 1982 [76]**

Sextantenweise werden alle vorhandenen Zähne berücksichtigt, sofern sie nicht kariesbedingt extrahiert werden sollen. Ein Sextant gilt bei weniger als zwei Zähnen als zahnlos. Die größte Taschentiefe ist ausschlaggebend für die Beurteilung des Sextanten. Die Messungen werden mit der WHO-Parodontalsonde mit der Kugelspitze ausgeführt (siehe auch Abb. 13).

Grad	Kriterium	Therapiebedarf
0	Keine Parodontalerkrankung	Keine Therapie
1	Sondierung führt zu einer Blutung	MHI
2	Supra- oder subgingivaler Zahnstein ist vorhanden	MHI + Scaling
3	Taschentiefe 4 bis 5 mm	
4	Taschentiefe $\geq 6$ mm (Farbmarkierung der verwendeten WHO-Sonde ist nicht mehr sichtbar)	MHI + Scaling + systematische PA-Behandlung

Tabelle 6: Gradeinteilung zur Beurteilung des Parodontalzustands nach Ainamo

**Patient Hygiene Performance Index nach Podshadley und Haley, 1986 [76]**

Untersucht werden die Zähne 16 und 26 bukkal, 11 und 31 labial, 36 und 46 lingual jeweils unterteilt in neun Areale. Beurteilt wird zweistufig: Plaque *ja* oder *nein*.

Der Plaqueindex berechnet sich wie folgt:

$$\text{Plaque-Index} = \frac{\text{Anzahl plaquebefallener Zahnflächen} \times 100}{\text{Anzahl bewerteter Zahnflächen}}$$

## 8 Untersuchungen des Zahnputzholzes

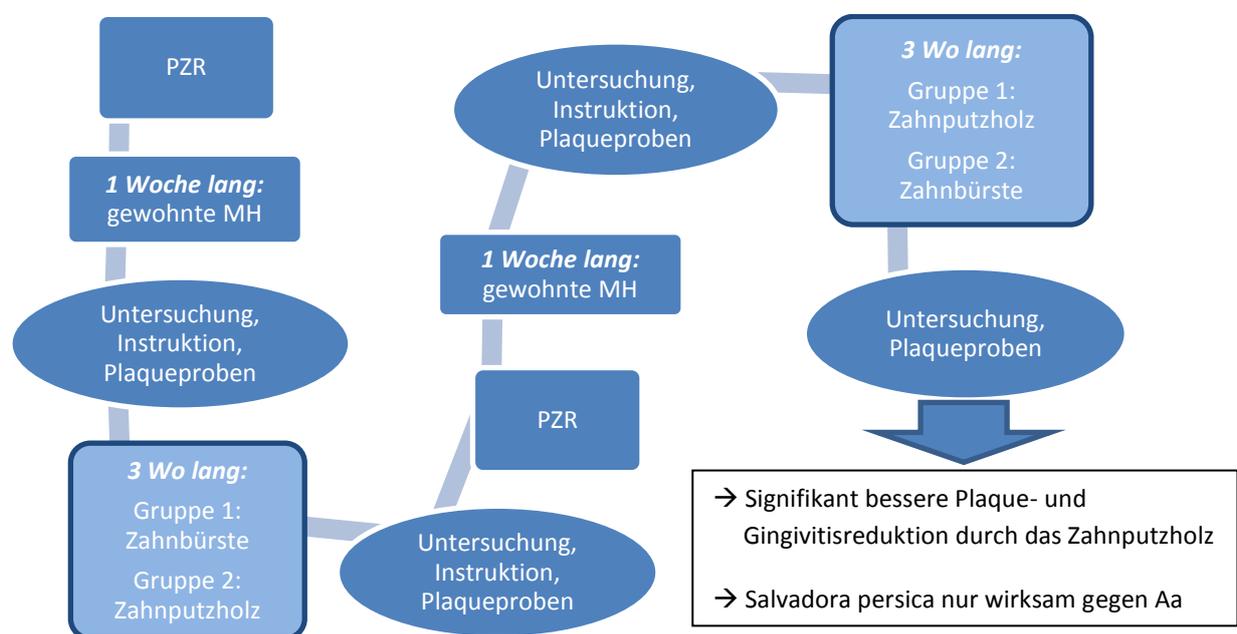
### 8.1 Darstellung der prospektiven Studien

Zur Erörterung der Effektivität des Zahnputzholzes als Mundhygieneutensil wurden die nachfolgenden neun klinischen Studien untersucht.

#### 8.1.1 Comparative Effect of Chewing Sticks and Toothbrushing on Plaque Removal and Gingival Health

2003 führte Al-Otaibi mit Al-Harthy, Söder, Gustafsson und Angmar-Månsson einen randomisierten kontrollierten Vergleich von Zahnputzholz und Zahnbürste als tägliche Mundhygieneutensilien durch [13].

Untersucht wurden die Zähne bei 15 körperlich gesunden saudi-arabischen Männern. Voraussetzung für eine Studienteilnahme der 21 bis 36 Jahre alten Probanden war eine Mindestbezaehlung von 24 Zähnen, Rechtshänder, Zahnputzholzerfahrung, keine festsitzende kieferorthopädische Apparatur sowie der Konsum von maximal zehn Zigaretten bzw. zwei Wasserpfeifen pro Tag.



**Abbildung 7:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Al-Otaibi, Al Harthy, Söder, Gustafsson und Angmar-Månsson [13]

Alle schematischen Darstellungen wurden selbst erstellt und basieren auf den Angaben und Untersuchungsergebnissen aus den Studien. Dies gilt für diese Abbildung 7 sowie für die Abbildungen 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27 und 28.

Zur Dokumentation der oralen Gesundheitssituation der Testpersonen bediente man sich des Plaqueindex nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky [65] [77] an den mesialen, bukkalen, distalen und lingualen Zahnflächen sowie digitaler Fotografien der bukkalen beziehungsweise labialen Flächen im jeweils zweiten und vierten Quadranten der Zahnbögen. Zur besseren Veranschaulichung wurde die Plaque vorher mit Erythrosin angefärbt. Zur Dokumentation des gingivalen Zustandes wurde der Gingival Index nach Löe & Silness [54] verwendet inklusive des Bleeding on Probing nach Löe [56]. Die Messungen und fotografischen Aufnahmen wurden anschließend noch zweimal jeweils nach den dreiwöchigen Testphasen durchgeführt.

Die Probanden waren angehalten, das Zahnputzholz fünfmal täglich (die Testpersonen erhielten jeder vier Miswaks, 20 cm lang, 7 mm dick) beziehungsweise die Zahnbürste (neue Oral B) zweimal pro Tag zur Mundpflege einzusetzen. Alle Probanden benutzten die Mundhygieneartikel ohne Zahnpasta und erhielten detaillierte Instruktionen über die korrekte Anwendungstechnik.

Die Ergebnisse der Studie zeigen eine deutliche Verbesserung der Plaquewerte nach der jeweils dreiwöchigen Anwendung des Zahnputzholzes. Die Plaquereduktion ist an allen vier gemessenen Zahnflächen signifikant höher als nach dem Zahnbürstengebrauch.

	ZAHNPUTZHOLZ		ZAHNBÜRSTE	
	Plaque	Gingivitis	Plaque	Gingivitis
<b>Bukkal</b>	- 0,34****	- 0,08***	± 0	- 0,01
<b>Lingual/palatinal</b>	- 0,19***	- 0,07	+ 0,06	- 0,04
<b>Mesial</b>	- 0,20***	- 0,16****	- 0,01	- 0,03
<b>Distal</b>	- 0,22****	- 0,12****	- 0,02	- 0,02
<i>Durchschnittliche Gesamtveränderung</i>	- 0,24	- 0,12	- 0,01	- 0,03

**Tabelle 7: Durchschnittliche Reduktion [-] bzw. Zunahme [+] der Plaque- und Gingivaindices nach täglichem, dreiwöchigem Zahnputzholz- bzw. Zahnbürstengebrauch bezogen auf die einzelnen Zahnflächen und die durchschnittliche Gesamtverbesserung der Plaque- und Gingivitiswerte der Probanden [13]**

\*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*\*\*  $p < 0,0001$  = signifikante Reduktion der Plaque- und Gingivitisindizes

durch das Zahnputzholz

Hinsichtlich der Gingivaindices ist eine ähnlich signifikante Verbesserung gegenüber der Zahnbürste nach der Verwendung des Zahnputzholzes erkennbar. Eine Ausnahme sind allerdings die Lingual- beziehungsweise Palatinalflächen, an denen bei beiden Mundhygieneutensilen kaum ein Unterschied feststellbar ist.

Durch die Zahnbürste können weder bei Plaque- noch bei Gingivaindices signifikante Veränderungen festgestellt werden.

Die Resultate lassen auf eine größere Effektivität des Zahnputzholzes gegenüber der Zahnbürste in der Plaque- und Gingivitisreduktion schließen. Zwar kamen beide Mundhygieneobjekte ohne

Zahnpasta oder andere Hilfsmittel zum Einsatz. Allerdings lässt sich daraus nicht eindeutig schlussfolgern, ob die höhere Reinigungswirkung des Zahnputzholzes ausschließlich auf einer alleinigen mechanischen Wirkung oder auch auf einem zusätzlichen biochemischen Effekt beruht. Zudem waren die Probanden angehalten, das Zahnputzholz fünfmal täglich zu benutzen, während die Zahnbürste nur zweimal täglich (morgens und abends) verwendet werden sollte. Aus der erhöhten Nutzungsfrequenz sowie aus den Erkenntnissen von Akhtar und Ajmal [1], die herausfanden, dass ein Zahnputzholz durchschnittlich circa 5 bis 10 Minuten ununterbrochen im Mund verweilt, resultiert automatisch eine längere Gesamtreinigungszeit als bei der Zahnbürste.

Besonders interdental zeigt das Zahnputzholz gegenüber der Zahnbürste eine überraschend gute Reinigungswirkung. Zudem ist davon auszugehen, dass die gute Effektivität des Zahnputzholzes insbesondere einer detaillierten und wiederholten Instruktion der korrekten Anwendungstechnik zu verdanken ist.

### 8.1.2 Siwak as a[n] oral hygiene aid in patients with fixed orthodontic appliances

Al-Teen, Said und Abu Alhaija verglichen die Effektivität der Plaquereduktion eines Zahnputzholzes mit der einer herkömmlichen Handzahnbürste sowie mit der einer speziell kieferorthopädischen Zahnbürste [14]. Voraussetzung für eine Teilnahme an dieser Studie aus dem Jahr 2006 war das Tragen einer festsitzenden kieferorthopädischen Apparatur seit mindestens sechs Monaten und eines guten körperlichen Gesundheitszustandes mit Parodontitisfreiheit. Vierzig, ausschließlich männliche, Testpersonen im Alter von durchschnittlich 35,4 Jahren erfüllten diese Kriterien.

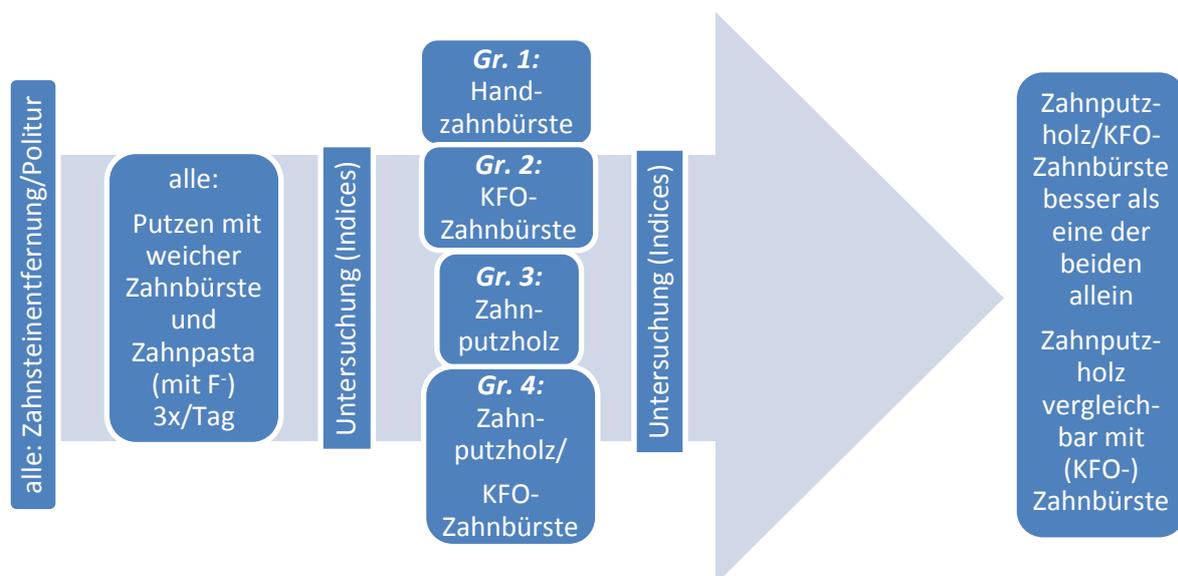


Abbildung 8: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Al-Teen, Said und Abu Alhaija [14]

Wie auch Al-Otaibi mit Al-Harthy et al. bedienten sich auch Al-Teen, Said und Abu Alhaja des modifizierten Quigley-Hein-Indexes nach Turesky [65] [77] zur Beurteilung der Plaquevorkommen sowie des Gingival-Indexes nach Loe & Silness [54]. Die Indices wurden vor und nach der zweiwöchigen Testphase erhoben.

Alle Probanden erhielten zu Beginn des Studienabschnittes eine aufwendige Instruktion zur korrekten Anwendungstechnik ihres zugeteilten Mundhygieneutensils. Die detaillierte Instruktion wurde mittels Modellen und farbigen Bilderdarstellungen veranschaulicht. Letztere konnten die Patienten auch mit nach Hause nehmen. Für die Zahnbürstennutzer wurde die modifizierte Basstechnik erläutert, die Zahnputzholzgruppen erhielten mitunter Informationen über die richtige Aufbewahrung der Hölzer.

Alle vier Gruppen waren angehalten, das jeweilige Mundhygieneutensil dreimal täglich zu benutzen.

Auffällig ist, dass in allen Gruppen sowohl die Plaque- als auch die Gingivaindices nach der 21-tägigen Studienphase angestiegen sind. Allerdings sind diese Anstiege überwiegend gering und daher statistisch nicht signifikant, was möglicherweise mit der relativ kurzen Studiendauer erklärbar ist. Das Zahnputzholz zeigt ausschließlich an den bebänderten Unterkieferzähnen eine wesentliche Plaquezunahme, diese aber wiederum sowohl an den Vestibulär- als auch den Lingualflächen. Daraus ist auch der bedeutende Plaqueunterschied zwischen Ober- und Unterkiefer herzuleiten. Diese Signifikanz kann überhaupt nur in der Zahnputzholz-Gruppe gefunden werden.

Den höchsten signifikanten Anstieg verzeichnete eindeutig die Gruppe, die zwei Wochen lang die weiche Zahnbürste verwendete.

	WEICHE ZAHNBÜRSTE		KFO-ZAHNBÜRSTE		ZAHNPUTZHOLZ		ZAHNPUTZHOLZ + KFO-ZAHNBÜRSTE	
	Tag 7	Tag 21	Tag 7	Tag 21	Tag 7	Tag 21	Tag 7	Tag 21
Plaque	1,20	2,12***	0,84	1,21*	1,08	1,12*	0,85	0,97
	Ø Veränderung		Ø Veränderung		Ø Veränderung		Ø Veränderung	
	0,92		0,37		0,04		0,12	
Gingivitis	0,92	1,43**	1,11	1,78**	1,45	2,43	1,30	1,95
	Ø Veränderung		Ø Veränderung		Ø Veränderung		Ø Veränderung	
	0,51		0,66		0,98		0,65	

**Tabelle 8:** Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivitisindices nach zweiwöchigem Gebrauch (3x/Tag) von Zahnbürste, KFO-Zahnbürste, Zahnputzholz und Zahnputzholz in Kombination mit der KFO-Zahnbürste und die durchschnittliche Gesamtveränderung der Plaque- und Gingivitiswerte der Probanden [14]

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  = signifikante Erhöhung der Plaque- und Gingivitisindices durch die weiche Zahnbürste und die KFO-Zahnbürste, signifikante Erhöhung des Plaqueindex durch das Zahnputzholz

Ähnlich wenige auffällige Veränderungen ergab der Gingivitisindex, welcher zwar in allen Gruppen nach der Testphase erhöht, aber nur bei der Zahnbürsten- und der KFO-Zahnbürstengruppe Signifikanz erreichte. Die nicht signifikanten Erhöhungen in der Zahnputzholzgruppe könnten durch einen möglichen mikrobiologischen Effekt der *Salvadora persica*-Zweige bedingt sein.

Im Vergleich lieferte die Zahnputzholzgruppe deutlich bessere Werte als die Zahnbürstengruppe.

Die zahlreichen statistisch zu vernachlässigenden Ergebnisse können auf die kurze Studiendauer zurückzuführen sein. Zwar nahmen insgesamt 40 Probanden teil, allerdings bestand somit jede der vier Gruppen nur aus zehn Testpersonen.

Grundsätzlich zeigte sich das Zahnputzholz vergleichbar effektiv in Plaque- und Gingivitisreduktion wie die weiche als auch die spezielle KFO-Zahnbürste und kann somit als akzeptables und effektives Mundhygieneutensil angesehen werden. Im Gegensatz zur Studie von Al-Otaibi mit Al-Harthy et al. [13] konnten bei Probanden mit festsitzender KFO-Apparatur keine schlechteren Gingiva-Werte an den Unterkiefer-Lingualflächen ermittelt werden.

Die besten Ergebnisse wies allerdings die vierte Gruppe auf, welche Zahnputzholz und KFO-Zahnbürste als Kombination einsetzte.

### **8.1.3** Short term clinical effect of active and inactive *Salvadora persica* miswak on dental plaque and gingivitis

Die Studie von Sofrata, Brito, Al-Otaibi und Gustafsson untersuchte im Jahr 2011 insgesamt 68 männliche und weibliche, mit dem Zahnputzholz vertraute Probanden einerseits klinisch auf Plaque und Gingivitis und andererseits die potenziell mikrobiologische Wirkung des Mundhygieneutensils [72].

Alle Testpersonen waren regelmäßige Patienten der Zahnklinik in Makkah City, Saudi-Arabien, und mindestens 18 Jahre alt oder älter mit mindestens 24 Zähnen im Mund. Ausschlusskriterien waren systemische Krankheiten, Langzeitmedikation, Antibiotikaeinnahme während der vergangenen sechs Monate und eine bestehende Schwangerschaft. Gingivale Taschentiefen von über 5 mm sowie kieferorthopädische Apparaturen disqualifizierten einen Probanden ebenfalls.

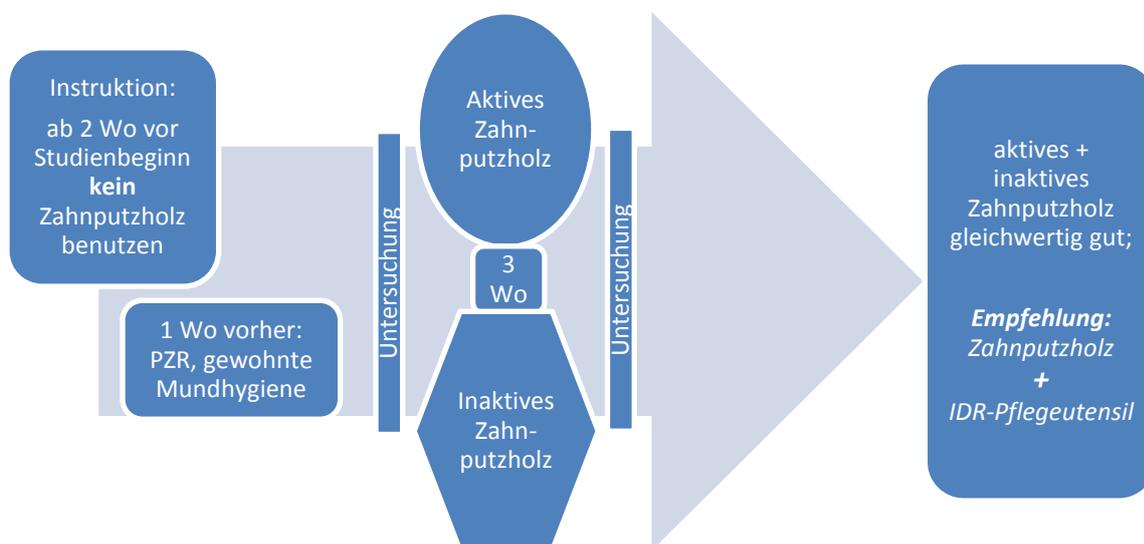
Vor und nach der dreiwöchigen Testphase mit ausschließlicher Anwendung der Zahnputzhölzer wurde jeweils die intraorale Situation erfasst. Mithilfe des modifizierten Gingival-Index [56] und dem modifizierten Quigley-Hein-Index nach Turesky [65] [77] wurden jeweils vier Stellen pro Zahn dokumentiert: bukkal, mesial, distal und lingual. Die Interdentalräume wurden separat hinsichtlich approximaler Plaque und approximaler Gingivitis beurteilt. Zusätzlich entnahmen die Untersucher

von jedem zweiten Molaren der Probanden mithilfe von sterilen Papierspitzen eine Probe der subgingivalen Mikroflora.

Allen Testpersonen wurden jeweils sechs Zahnputzhölzer mit 20 cm Länge und 7 mm Durchmesser ausgehändigt, die bis zur Benutzung im Kühlschrank gelagert werden sollten.

Probandengruppe 1, bestehend aus 34 Frauen und Männern, wandte über einen Zeitraum von drei Wochen jeweils fünfmal täglich die ihnen zugeteilten, unbehandelten Zahnputzhölzer an. Als Kontrolle verwendete die zweite Gruppe, ebenfalls 34 Frauen und Männer, inaktive Zahnputzhölzer, die durch zweistündiges Kochen im Wasserbad chemisch deaktiviert wurden. Die Hemmung des mikrobiologischen Effektes wurde labortechnisch an *Haemophilus influenza*-Keimen getestet.

Neben den Zahnputzhölzern war auf sonstige Mundhygienemittel zu verzichten.



**Abbildung 9:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Sofrata, Brito, Al-Otaibi und Gustafsson [72]

Von den anfangs 68 Probanden beendeten nur 58 die dreiwöchige Testphase. Jeweils fünf Personen pro Gruppe gaben den vorgeschriebenen Putzrythmus vorzeitig auf, wodurch beide Gruppen gleichmäßig reduziert wurden und die Endwerte trotz des Ausscheidens der Probanden auswertbar blieben.

Bezüglich der Plaquerreduktion durch das Zahnputzholz wurde in beiden Gruppen eine Verminderung der Plaquemenge festgestellt. Im Vergleich der Gruppen miteinander sind die jeweiligen Reduktionen ohne statistisch signifikanten Unterschied zueinander.

In den Approximalräumen ist der Plaqueswert in der Kontrollgruppe stärker gesunken als in der Testgruppe, allerdings ohne signifikanten Unterschied.

Im Hinblick auf die Gingivitiswerte erkennt man eine ähnliche Entwicklung wie bei den Plaqueergebnissen. Während sich die Indexresultate in der Testgruppe verbessert haben, blieben sie

in der Kontrollgruppe sowohl interdental als auch an den übrigen Zahnflächen durch die inaktiven Zahnputzhölzer gänzlich unverändert. Die Verbesserung der gingivalen Gesundheit kann – aufgrund der Abwesenheit einer Veränderung in der Kontrollgruppe – den mikrobiologischen Eigenschaften des Zahnputzholzes zugesprochen werden. Der mikrobiologische Teil der Studie ergab allerdings wiederum keine signifikanten Veränderungen in einer der Testgruppen. Diese Resultate sprechen für eine potenziell antiinflammatorische Wirkung des Zahnputzholzes, aber gegen einen direkten antimikrobiellen Effekt.

Dass die größte Veränderung bei der Beurteilung der approximalen Plaque auftrat, ist möglicherweise dem Unvermögen des aktiven Zahnputzholzes zuzurechnen, auch in den engen Interdentalräumen seinen chemischen Effekt zu entfalten.

	Testgruppe (aktives Zahnputzholz)		Kontrollgruppe (inaktives Zahnputzholz)	
	Tag 0	Tag 21	Tag 0	Tag 21
<b>Plaque</b>	2,27	2,00*	2,54	2,44
	∅ Veränderung: - 0,27		∅ Veränderung: - 0,10	
<b>Approx. Plaque</b>	2,62	2,30	2,79	2,29
	∅ Veränderung: - 0,32		∅ Veränderung: - 0,50	
<b>Gingivitis</b>	1,07	1,04	1,00	1,00
	∅ Veränderung: - 0,03		∅ Veränderung: ± 0	
<b>Approx. Gingivitis</b>	1,09**	1,08**	1,00	1,00
	∅ Veränderung: - 0,01		∅ Veränderung: ± 0	

**Tabelle 9: Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivaindices nach dreiwöchigem Gebrauch (5x/Tag) von biochemisch aktiven und inaktiven Zahnputzhölzern und die durchschnittliche Gesamtveränderung der Plaque- und Gingivawerte der Probanden [72]**

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  = signifikante Reduktion der Plaque- und approximalen Gingivitisindizes am Tag 21 und der approximalen Gingivitis am Tag 0 durch das aktive Zahnputzholz

Die teilnehmenden Probanden waren allesamt erfahrene und regelmäßige Nutzer des Zahnputzholzes. Dieses Faktum indiziert zwei mögliche Erklärungsansätze: Eine mikrobiologische, durch das Zahnputzholz bedingte Veränderung – insbesondere der subgingivalen Flora – hat bereits stattgefunden und somit ist eine weitere spontane und relevante Veränderung in der dreiwöchigen Testphase eher unwahrscheinlich. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass die zweiwöchige Zahnputzholzabstinenz vor Beginn der Studie zu kurz bemessen war, um einen erkennbaren Effekt zu erzielen.

Schlussfolgernd ist das Zahnputzholz in aktiver und inaktiver Form äquivalent effektiv in seiner mechanischen Plaqueentfernung und Gingivitisreduktion. Um auch die Approximalräume gesund zu halten, formulierten Sofrata, Brito, Al-Otaibi und Gustafsson die Empfehlung, das Zahnputzholz in Kombination mit Interdentalraumpflegemitteln wie Zahnseide oder Interdentalraumbürsten zu benutzen.

### 8.1.4 Klinisch-kontrollierte Studie zur Überprüfung der Mundhygieneeffektivität der natürlichen Zahnbürste (Siwak) aus der Arak-Pflanze (*Salvadora persica*)

Mohamed Saker Al Hakim untersuchte 2003 insgesamt neun weibliche und männlichen Probanden im Alter von 23 bis 40 Jahren in einer Studie, die einen Zeitraum von 72 Tagen umfasste [6]. Die ausgewählten Testpersonen waren allesamt Rechtshänder, ohne vorherige Zahnputzholzerfahrung, mit mindestens 24 Zähnen in sanierten Gebissen sowie parodontitis- und rezessionsfrei. Die Studienteilnehmer zeigten eine gute bis sehr gute Mundhygiene und gehörten alle zum medizinischen Personal des Zahnklinikums der Universität Witten/Herdecke (Medizinisch Technische Assistenten, (Zahn)Ärzte, Zahnmedizinstudenten).

In einer klinischen Erstuntersuchung wurde bei den Probanden eine marginale Gingivitis ausgeschlossen und ihnen die effektivste Anwendungstechnik für das Zahnputzholz (vertikale und horizontal-kreisende Auswischbewegungen) und die Zahnbürste (modifizierte Basstechnik [34]) mithilfe von Demonstrationsmodellen vermittelt.

Die Oral-B-Zahnbürste wurde in Kombination mit *Salvadora persica*-Fluorid-Zahnpasta benutzt, die Zahnputzhölzer waren im Schnitt 15 cm lang und 1 cm dick.

Die Vorgabe lautete dreimal täglich jeweils drei bis vier Minuten die Zähne zu putzen.

Wöchentlich wurden der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index (SBI), der Approximal-Plaque-Index (API) und der Quigley-Hein-Index (QHI) erfasst.

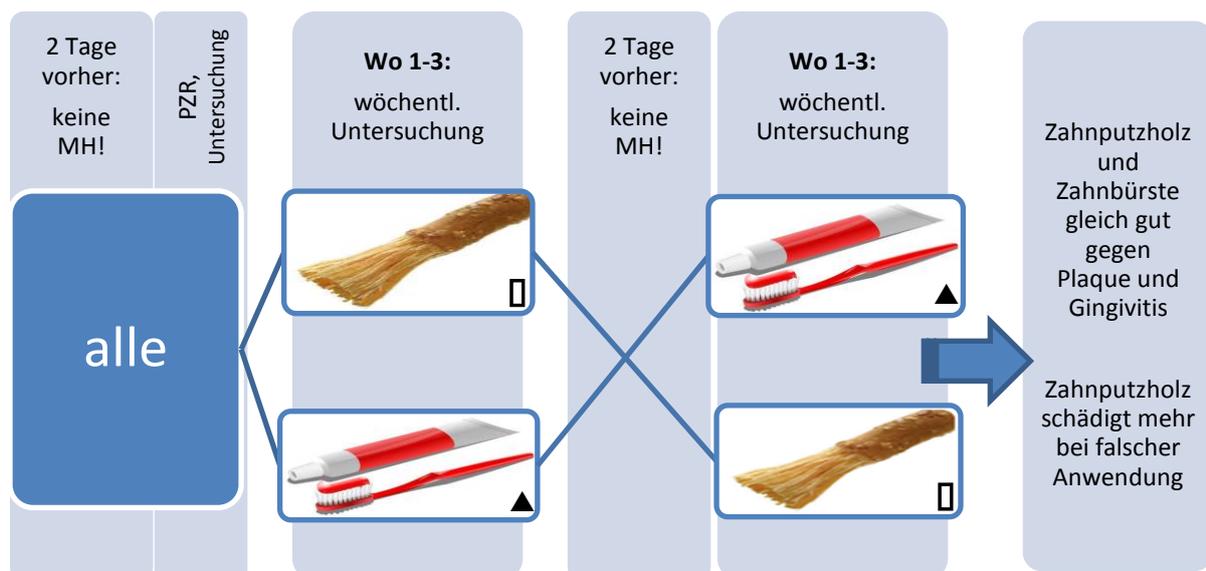


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Mohamed Saker Al Hakim [6];

□ = Abbildung 11: Zahnputzholz (Quelle: [www.khilafatworld.com](http://www.khilafatworld.com))

▲ = Abbildung 12: Zahnbürste mit Zahnpasta (Quelle: [www.schulbilder.org](http://www.schulbilder.org))

In der Studie wurde bewusst nur der mechanische Reinigungseffekt des Zahnputzholzes untersucht. Aus diesem Grund sollte die Kontrollgruppe eine herkömmliche Zahnbürste in Kombination mit der *Salvadora persica*-Zahncreme benutzen.

Das Zahnputzholz ergab signifikant bessere Ergebnisse hinsichtlich der approximalen und Glattflächen-Plaquereduktion im Unterkiefer jeweils am Ende der 21-tägigen Testphasen. Bei der Zahnbürste in Kombination mit der *Salvadora persica*-Zahnpasta zeigte sich eine deutliche wöchentliche Plaquezunahme: approximal von 0 % auf 45,11 % nach drei Wochen und im Gesamtdurchschnitt eine Zunahme von initial QHI-Grad 0 und final Grad 0,60. Die Zahnbürste schneidet approximal deutlich schlechter ab als das Zahnputzholz mit einem Gesamt-API-Wert von 33,22 % bis zum 21. Tag. In den Interdentalräumen erbringt die Zahnbürste eine mäßige Hygiene, während der Effekt des Zahnputzholzes als befriedigend eingestuft werden kann. An den oralen Glattflächen ist das Zahnputzholz bei der Plaquereduktion deutlich besser als die Zahnbürste. Auf die einzelnen Zahngruppen bezogen erbringen beide Mundhygieneutensilien die gleiche Wirkung an Front- und Seitenzähnen.

Allerdings ergab der Sulkus-Blutungs-Index eine Verminderung der gemessenen Werte in beiden Gruppen. Aber auch hier war das Zahnputzholz wieder leicht im Vorteil gegenüber der Zahnbürste/Zahnpasta. Zu beachten bleibt die Anwendung verschiedener Sonden in den diversen Studien, wodurch ein Vergleich der Gingivitisindices erschwert wird.

Dass das Zahnputzholz in seiner Studie in vielerlei Hinsicht besser abschneidet als die Zahnbürste, versucht Al Hakim folgendermaßen zu erklären: Die Studie wurde nicht in einem Entwicklungsland durchgeführt, was bedeutet, dass die Probanden ihr Leben lang an den Gebrauch einer Zahnbürste gewöhnt sind. Somit sinkt die Motivation beim Putzen schneller, da der Bewegungsablauf extrapyramidal bzw. unbewusst abläuft. Um das Zahnputzholz verwenden zu können, mussten die Probanden jeden Schritt einzeln lernen und sich beim Putzen wieder ins Bewusstsein rufen.

Tag	Zahnputzholz				Zahnbürste + <i>Salvadora persica</i> -Zahnpasta			
	0	7	14	21	0	7	14	21
QHI	°0	°0,39	°0,42	°0,39*	°0	°0,44	°0,53	°0,60
API	0 %	33,89 %	35,00 %	33,22 %*	0 %	32,67 %	38,67 %	45,11 %
SBI	23,56 %	10,78 %	11,44 %	12,44 %	24,56 %	11,11 %	6,67 %	12,78 %

**Tabelle 10:** Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivaindices nach jeweils dreiwöchigem Gebrauch (3x/Tag) des Zahnputzholzes und einer herkömmlichen Zahnbürste in Kombination mit *Salvadora persica*-Zahnpasta [6]

\*  $p < 0,05$  = signifikante Reduktion des QHI- und API-Werte am Tag 21 durch das Zahnputzholz

Bei der Anwendung des Zahnputzholzes sind die richtige Technik, manuelles Geschick und die Holzqualität entscheidend. Das Holz kann bei falscher Anwendungstechnik stärkeren Schaden verursachen als die Zahnbürste, da die abrasiven Inhaltsstoffe der Hölzer einen hohen Abtrag von Zahnhartsubstanz begünstigen.

## 8.2 Darstellung der retrospektiven Studien

Die nachfolgenden Untersuchungen sind themenbezogene, retrospektive Studien, deren Ergebnisse auf der Auswertung von Karteikarten und Patienteneigenaussagen basieren. Dies hat folgende Nachteile: Retrospektive Studien liefern nur eingeschränkt wissenschaftlich anerkannte Beweise und geben häufig nur einen Anstoß zur Erstellung einer neuen Hypothese, welche dann in einer prospektiven Studie weiterführend untersucht werden kann. Außerdem wird ein wirklicher Kausalzusammenhang eher selten endgültig geklärt. Da die verarbeiteten Daten auf Aufzeichnungen verschiedener Behandler und Patienten beruhen, sind sie fehleranfällig [57].

Nichtsdestotrotz sollen in diesem Literaturreview auch die folgenden fünf retrospektiven Studien miteinbezogen werden, da sie in der Fragestellung den übrigen prospektiven Studien sehr ähnlich sind und sich vorrangig in ihrer methodischen Herangehensweise von ihnen unterscheiden.

Dazu kommt, dass in allen Studien, die sich direkt mit dem Zahnputzholz als Untersuchungsgegenstand beschäftigen, die orale Hygiene-Situation sowie die allgemeine Mundgesundheit von Patienten gewählt wurde. Diese wird in allen Studien mithilfe der gleichen international anerkannten und praktizierten Indices erfasst. Die Beurteilung erfolgt in wenigen, klar definierten Einstufungen (z.B. Quigley-Hein-Plaque-Index mit Grad 0 bis Grad 5), sodass ein eher geringer Ermessensspielraum in der Dokumentation der Untersuchungsergebnisse verfügbar ist. Dadurch erlangen auch die nachfolgenden retrospektiven Studien einen Wert in der Beurteilung der Mundhygieneeffektivität des Baumes *Salvadora persica*.

### 8.2.1 Periodontal status of adult Sudanese habitual users of Miswak chewing sticks or toothbrushes

Im Jahr 2000 lautete die Zielsetzung von Darout, Albandar und Skaug: Beurteilung und Vergleich des Parodontalstatus von männlichen, sudanesischen Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzern [24].

Hierfür wurden 213 männliche Sudanesen im Alter von 20 bis 65 zu ihren Mundhygienegewohnheiten befragt. Ausschlusskriterien waren eine Bezahnung unter 18 Zähnen, eine eingeschränkte körperliche Verfassung, regelmäßiges Rauchen und eine Antibiotikaeinnahme innerhalb der vergangenen drei Monate.

Die im klinischen Untersuchungsteil verwendeten Indices waren der Community Periodontal Index (CPI) [81] und das pro Quadrant erhobene Bleeding on Probing (BOP) mit der WHO-Sonde TRS 621 (Abbildung 13).

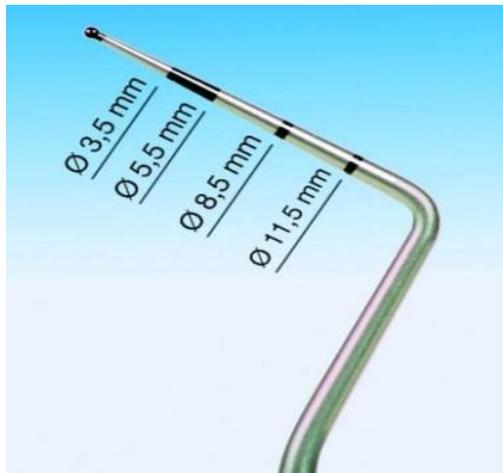


Abbildung 13: WHO-Sonde TRS 621

(Quelle: [www.hentschel-dental.de](http://www.hentschel-dental.de))

Während der CPI alle Zähne eines Quadranten erfasst, wurde das BOP nur an den sogenannten, vorher festgelegten Indexzähnen durchgeführt. Fehlten die Indexzähne, wurden alle verbliebenen Zähne gemessen. Außerdem wurde der Attachmentverlust als Abstand zwischen Sulkusboden bis zur Schmelz-Zement-Grenze berücksichtigt und der supragingivale Zahnstein vermerkt.

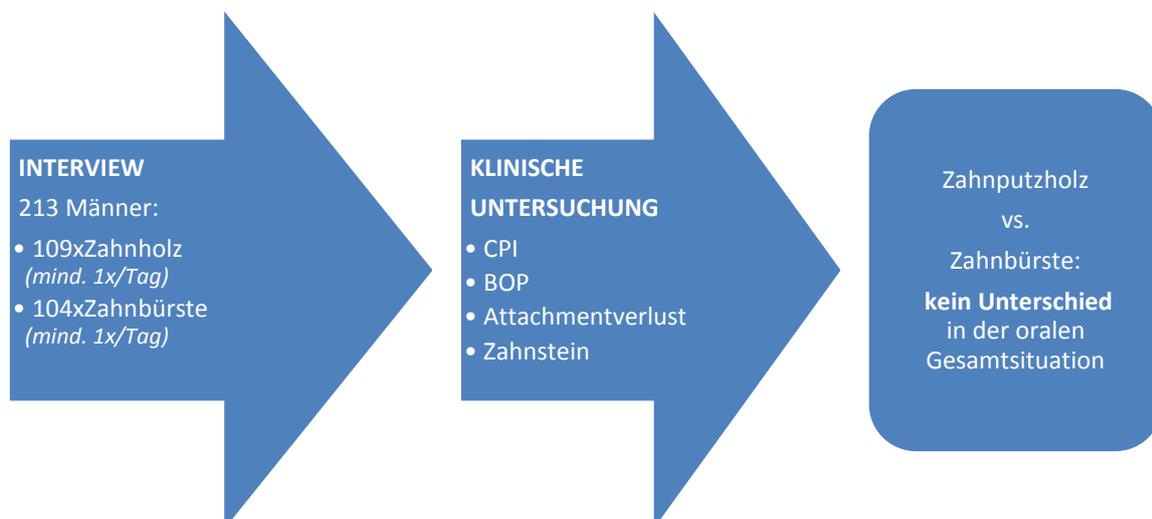


Abbildung 14: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Darout, Albandar und Skaug [24]

Für die orale parodontologische Gesamtsituation zeigt sich zwischen den beiden untersuchten Mundhygieneutensilien kein signifikanter Unterschied in ihrer Wirkung. Allerdings fallen Differenzen in einzelnen Parametern auf. Die Gruppe der Zahnholznutzer wies weniger Sextanten mit gingivalen Blutungen und supragingivalen Belägen auf. In Bezug auf den Attachmentverlust hingegen fielen die gleichen untersuchten Personen durch eine höhere Anzahl an Sextanten mit  $\geq 4$  mm Attachmentverlust auf. Die Probanden, die regelmäßig ihre Zähne mit der Zahnbürste reinigten, zeigten dagegen in mehr Sextanten Taschentiefen von  $\leq 4$  mm als die Gruppe der Zahnholznutzer. Letztere hatten insbesondere an den posterioren Zähnen wenige supragingivale Beläge. Insgesamt wurde bei ungefähr einem Drittel aller Probanden aus beiden Gruppen Zahnstein gefunden und dieser typischerweise fast ausschließlich an den vorderen unteren Schneidezähnen. Auch der Ort, an dem am häufigsten ein positives BOP-Ergebnis auftrat, ist klar lokalisiert: die posterioren Oberkieferzähne.

Die Gruppe der Zahnputzholznutzer ergab eine signifikant geringere Belastung der posterioren Zähne durch supragingivalen Zahnstein. Die gleichen Bereiche der Zahnreihe wiesen auch eine geringere Zahl an posterioren Sextanten mit  $\geq 4$  mm Sondiertiefe auf. Hinsichtlich der anterioren Sextanten waren allerdings die Zahnbürstennutzer mit weniger Zahnstein klar im Vorteil.

Aufgrund der Ergebnisse ist das Zahnputzholz besonders durch seine antiinflammatorische Wirkung und seine effektive Plaque- und somit Zahnsteinreduktion an den posterioren Zähnen besser als die Zahnbürste.

Gingivale Rezessionen an sich wurden in dieser Studie nicht untersucht. Allerdings lässt der höhere Attachmentverlust der Zahnholzgruppe auf in großer Zahl vorhandene vorangegangene Rezessionen der Gingiva schließen. Andere Studien haben dies bereits in der Vergangenheit bestätigt [33] [31]. Wenn überhaupt zeigt das Zahnputzholz eine geringfügig bessere Mundhygieneeffektivität als die Zahnbürste. Letztlich ist die Wirkung der beiden Utensilien ähnlich gut.

		Anteriore Zähne	Posteriore Zähne
<b>BOP</b>	Zahnputzholz	0,3	0,94
	Zahnbürste	0,34	1,22
<b>Supragingivaler Zahnstein</b>	Zahnputzholz	0,22	0,11**
	Zahnbürste	0,17	0,35
<b>Taschentiefe <math>\geq 4</math> mm</b>	Zahnputzholz	0,04*	0,10
	Zahnbürste	0,009	0,23
<b>Attachmentverlust <math>\geq 4</math> mm</b>	Zahnputzholz	0,53	0,64
	Zahnbürste	0,42	0,55

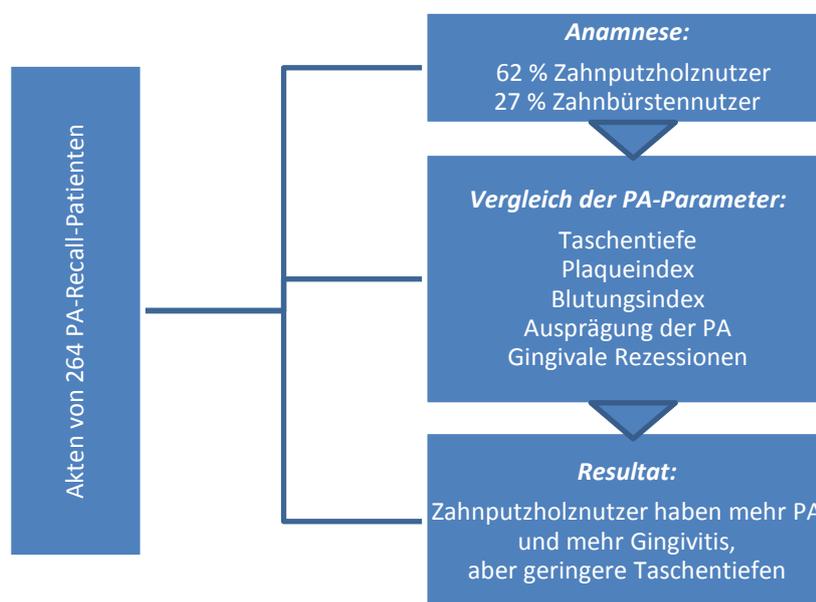
**Tabelle 11:** Durchschnittliche Anzahl der Sextanten die die untersuchten Parodontalparameter aufwiesen bei sudanesischen Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzern, die seit mindestens einem Jahr einmal täglich eines der beiden Testobjekte anwenden aus der Studie von Darout, Albandar und Skaug [24]

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  = signifikante Veränderung zur Voruntersuchung

### 8.2.2 A retrospective study on the relationship between Miswak chewing stick and periodontal health

Mit dem Einfluss des Zahnputzholzes auf die parodontale Gesundheit beschäftigten sich 1994 auch Mohamed A. Eid und Hassan A. Selim [31]. Sie werteten die Daten von 264 Patienten aus, die regelmäßig zu parodontalen Kontrolluntersuchungen die Zahnklinik der King Saud University in Riad, Saudi-Arabien, aufsuchten. Unter den untersuchten Personen waren 192 Männer und 72 Frauen im Alter von 16 bis 58 Jahren.

Zusätzlich zu den in den Patientenakten dokumentierten Indices wurden Röntgenbilder der Patienten befundet. In die Auswertung wurden nur Frontzähne einschließlich der Prämolaren einbezogen.



**Abbildung 15:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der retrospektiven Studie von Eid und Selim [31]

Das auffälligste Ergebnis war die erheblich schlechtere parodontale Situation in der Gruppe der Zahnputzholznutzer. Die zugehörigen Probanden zeigten insbesondere ein verstärktes Auftreten von gingivaler Blutung, dem wichtigsten Anzeichen für Gingivitis, und mehr frühe und stärker ausgeprägte Parodontitis.

Allerdings zeigte gerade die Gruppe mit der fortgeschrittenen Parodontitis auch geringere Taschentiefen. Zwar trat bei der Sondierungstiefe kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zutage, aber das Zahnputzholz schien für durchweg kleinere Werte zu sorgen. Dieses Ergebnis wurde auch im Jahre 2000 durch die Studie von Darout, Albandar und Skaug bestätigt, welche insbesondere in den posterioren Sextanten in Ober- und Unterkiefer vielversprechendere Werte in der Gruppe ihrer Zahnputzholzprobanden fanden [24].

Hinsichtlich des Auftretens von gingivalen Rezessionen finden sich ähnliche Resultate. Knapp zwei Drittel (64 %) der Probanden mit vorrangig fazialen Rezessionen - da die lingualen Flächen schwerer mit den geraden Hölzern erreichbar sind - gehörten zu den regelmäßigen Zahnputzholzanwendern. Die Verschiebung der marginalen Gingiva nach apikal begründet unter anderem auch die geringeren Taschentiefen an den mit dem Zahnputzholz gereinigten Zähnen und vor allem deren Taschentiefen vestibulär bzw. labial.

Basierend auf den Erkenntnissen von Darout, Albandar und Skaug ist das Zahnputzholz keinesfalls uneingeschränkt als Mundhygieneutensil zu empfehlen. Gingivale Rezessionen sind ein häufiger unerwünschter Nebeneffekt.

		Zahnputzholz	Zahnbürste
		PA-Zustand [%]	
	Gingivitis	20,5*	8,2
	Frühe PA	55,4*	44,9
	Moderate PA	20,5*	44,9
	Fortgeschrittene PA	3,6*	2,0
		Taschentiefe [mm]	
<i>bezogen auf alle Probanden</i>	Alle Flächen	2,7	3,0
	Fazial	2,7*	2,9
	Lingual	2,8	2,9
		Gingivale Rezession [%]	
		63,7*	36,2

**Tabelle 12:** Durchschnittliche Ausprägung des Parodontalzustandes, der Taschentiefen und der gingivalen Rezessionen der Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzer der Studie von Eid und Selim [31]

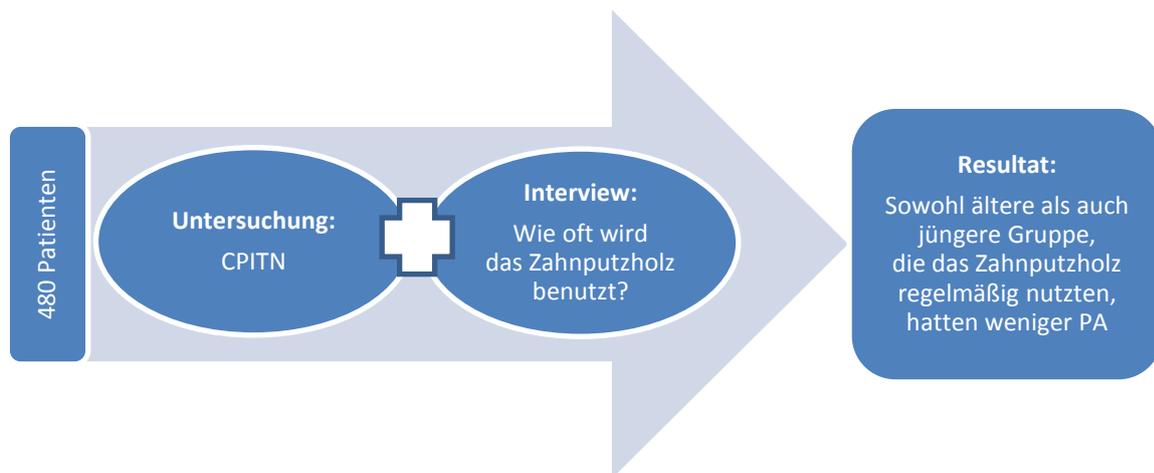
\*  $p < 0,05$  = signifikant mehr Gingivitis, frühe und fortgeschrittene PA, aber weniger moderate PA sowie geringere Taschentiefen und vermehrte Rezessionen in der Zahnputzholzgruppe

### 8.2.3 Periodontal treatment needs among Saudi Arabian adults and their relationship to the use of the Miswak

In dieser retrospektiven Multicenterstudie befragten und untersuchten Al-Khateeb, O' Mullane, Whelton und Sulaiman 480 Patienten aus mehreren Zahnkliniken in den saudi-arabischen Städten Mekkah und Jeddah im Jahre 1991 [8]. In die Studie einbezogen wurden jeweils 120 Frauen und jeweils 120 Männer in der Altersgruppe von 35 bis 44 Jahren und der Gruppe 65 Jahre und älter.

Die klinische Untersuchung der Probanden umfasste die Erhebung des Community Periodontal Index of Treatment Needs, welcher das Vorkommen von Sulkusblutungen, Zahnstein und Taschentiefen berücksichtigt und für sechs Sextanten pro Patient bestimmt wird. Im Anschluss an die klinische

Untersuchung gaben die Patienten im Interview an, wie oft sie das Zahnputzholz zur Mundhygiene einsetzten.



**Abbildung 16:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der retrospektiven Multicenterstudie von Al-Khateeb, O'Mullane, Whelton und Sulaiman [8]

Bezogen auf alle Probanden hatten nur ungefähr 20 % der 35- bis 44-Jährigen keinen Parodontitisbehandlungsbedarf. Absolute parodontale Gesundheit in der älteren Gruppe war mit 7 bis 10 % weitaus geringer als bei den Jüngeren, ist aber durch das höhere Alter und auch den mit der Zeit physiologischerweise fortschreitenden Knochenabbau bei allen Menschen teilweise erklärbar. In der jüngeren Gruppe erzielten die Probanden, die das Zahnputzholz mindestens einmal täglich anwandten, einen Index von 3,8 für die durchschnittliche Sextantenanzahl, die keiner Therapie bedurfte. Die Testpersonen, die das Holz seltener als einmal pro Tag benutzten, kamen nur auf durchschnittlich 0,6 parodontitisfreie Sextanten. Eine orale Hygieneinstruktion zur Prophylaxe benötigten laut Untersucher im Durchschnitt 1,8 Sextanten der regelmäßigen Zahnputzholz-anwender. Im Vergleich dazu standen die Testpersonen, die angaben, das Zahnputzholz nur sporadisch zu benutzen, mit einem Wert von 2,4 Sextanten. Diejenigen, bei denen auch wirklich eine Parodontistherapie erforderlich war, zeigten mit 2,8 Sextanten im Durchschnitt im Vergleich zu den Zahnputzholznutzern einen fast zehnfach höheren Wert.

Dieser signifikante Unterschied zwischen den beiden Gruppen der regelmäßigen und unregelmäßigen Zahnputzholznutzer findet sich fast unverändert sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Probanden.

	Ø Anzahl der Sextanten, welche...		
	...keiner Therapie bedürfen	... nur einer MHI bedürfen	...eines Scalings oder komplexerer PA-Therapie bedürfen
1. Zahnputzholz mind. 1x/Tag	3,8 (1,9)	1,8 (2,8)	0,3 (1,2)
2. Zahnputzholz < 1x/Tag	0,6 (0,2)	2,4 (1,1)	2,8 (3,2)*

**Tabelle 13:** Durchschnittliche Anzahl der im Rahmen des CPITN gemessenen Sextanten bei regelmäßigen und unregelmäßigen Zahnputzholznutzern im Alter von 35 bis 44 Jahren (Gruppe 65 Jahre oder älter jeweils in Klammern) aus der Studie von Al-Khateeb, O'Mullane, Whelton und Sulaiman [8]

\*  $p < 0,05$  = signifikant höherer PA-Behandlungsbedarf in der zweiten Zahnputzholzgruppe (< 1x/Tag)

Die durchweg besseren Resultate der regelmäßigen Zahnputzholznutzer sind eindeutig. Allerdings ergibt die Studie keinerlei Ergebnisse für etwaige Schäden, die durch höher frequentierten Zahnputzholzgebrauch verursacht werden. Der verwendete CPITN dokumentiert nur die reinen Taschentiefen, Sulkusblutungen und Zahnsteinvorkommen in Form einer einzigen Gradzahl für jeweils drei Zahngruppen pro Kiefer. Gingivale Rezessionen werden beispielsweise weder in der Dokumentation aufgenommen noch in Relation zur Taschentiefe gesetzt. Nichtsdestotrotz spricht eine Anwendung des Zahnputzholzes mit einer Frequenz von mindestens einmal täglich für einen Benefit hinsichtlich der parodontalen Gesundheit.

#### 8.2.4 Meswak Chewing Stick versus Conventional Toothbrush as an Oral Hygiene Aid

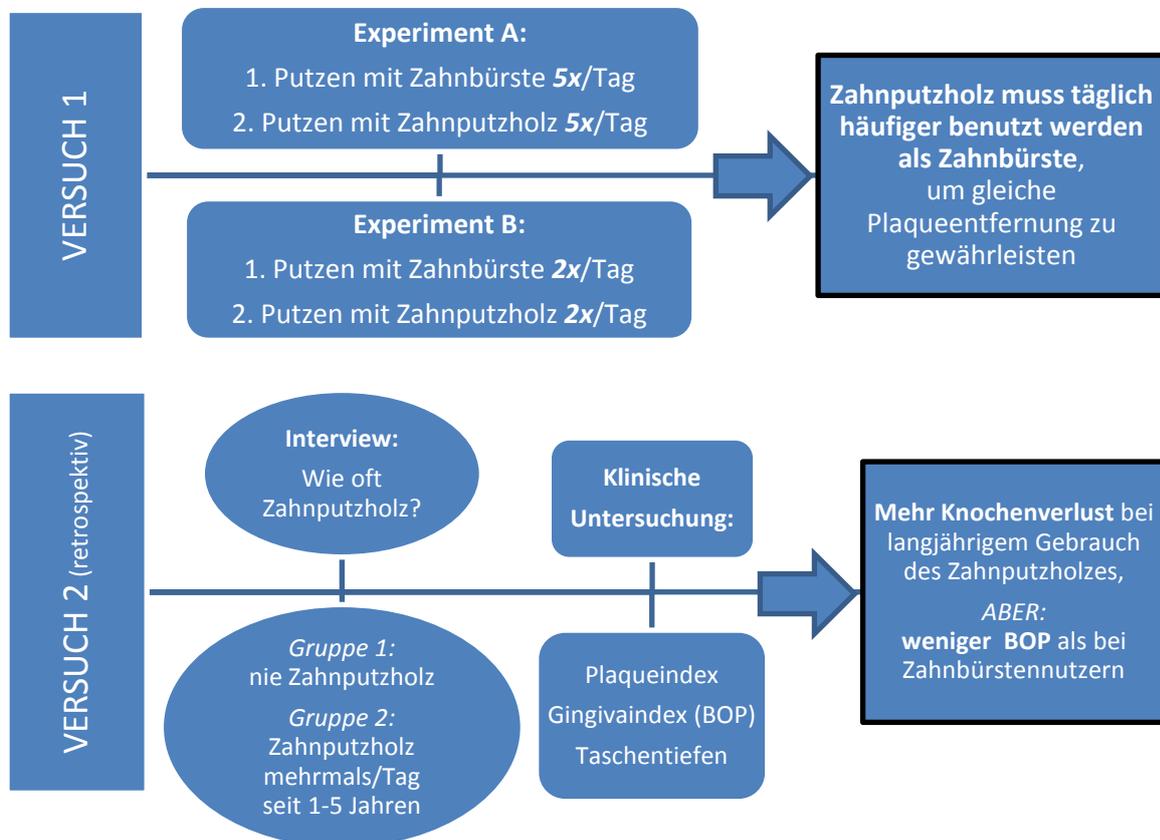
Bereits 1990 beschäftigten sich Gazi, Saini, Ashri und Lambourne mit der Frage, wie hoch die optimale Putzfrequenz eines Zahnputzholzes sein sollte, ob das Holz vergleichbar effizient wie eine Zahnbürste reinigt und wie gut die interdentale Wirkung des Zahnputzholzes ist [36].

Sie gliederten ihre Untersuchungen in zwei Testreihen.

Vor Beginn der Testreihe 1 wurde bei allen Patienten zunächst eine Politur der Zähne durchgeführt. Zur Dokumentation der klinischen Ergebnisse im Versuch 1 wurden vor und nach jeder der beiden zweiwöchigen Testphasen sowohl Plaque- als auch Gingivaindices nach Loe & Silness [54] erhoben.

Der erste Teil der Studie, Versuch 1, untersuchte die Fragestellung nach der optimalen Anwendungsfrequenz des Zahnputzholzes. Es stellte sich heraus, dass bei fünfmaliger täglicher Anwendung das Zahnputzholz sowohl an den Bukkal- als auch den Lingualflächen die Gingivitis signifikant reduziert. Dies äußert sich insbesondere durch einen signifikant geringeren Blutungswert bei regelmäßigen Zahnputzholzanwendern. Bei nur zweimaliger Anwendung ist nur bukkal überhaupt eine Veränderung erkennbar. Hinsichtlich einer effektiven Plaqueentfernung ergaben die Messungen

bukkal keinen signifikanten Unterschied. Lingual hingegen war die Zahnbürste im Vergleich zu dem Zahnputzholz leicht im Vorteil. Der durchschnittliche Knochenrückgang bei langjähriger Zahnputzholznutzung betrug statistisch signifikant 2,1 mm, bei Zahnbürstennutzern nur 1,5 mm ( $p < 0,02$ ).



**Abbildung 17:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Versuche 1 und 2 der Studie von Gazi, Saini, Ashri und Lambourne [36]

Die Anwendungsfrequenz hat Einfluss auf die Effektivität des Zahnputzholzes. Es ist nötig, das Holz öfter als zweimal täglich einzusetzen. Außerdem ist es wichtig, das Holz wirklich zur mechanischen Reinigung aktiv an den Zähnen und der Gingiva entlang zu bewegen. Viele Menschen, die das Zahnputzholz als einziges tägliches Mundhygieneutensil zur Verfügung haben, kauen und lutschen die meiste Zeit wegen seines frischen Geschmacks nur an dem Zahnputzholz herum. Da die Nutzer oft aus ärmlichen Verhältnissen stammen, sind sie sich oft der Bedeutung einer regelmäßigen mechanischen Plaqueentfernung im Mund nicht bewusst.

Aus diesem Grunde ist einmal mehr die detaillierte Instruktion zur korrekten und effektiven Anwendungstechnik die Voraussetzung für eine optimale Zahnpflege mit dem Zahnputzholz.

	Zahnputzholz		Zahnbürste		Differenz Holz - Bürste	
	5x pro Tag	2x pro Tag	5x pro Tag	2x pro Tag	5x pro Tag	2x pro Tag
<b>GINGIVITIS</b>						
→ Bukkal	0,24	0,21	0,47	0,21	- 0,23**	± 0
→ Lingual	0,43	0,68	0,76	0,70	- 0,33*	- 0,02
<b>PLAQUE</b>						
→ Bukkal	0,45	0,41	0,66	0,37	- 0,21	+ 0,05
→ Lingual	1,00	1,36	1,46	0,86	- 0,44	+ 0,50*

**Tabelle 14:** Durchschnittliche Plaque- und Gingivitisindexergebnisse sowie die Differenz bei fünf- sowie zweimaligem Gebrauch von Zahnputzholz und Zahnbürste aus der Studie von Gazi, Saini, Ashri und Lambourne [36]

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  = signifikant niedrigere Gingivitiswerte im Vergleich zu 2x Putzen pro Tag, erhöhte linguale Plaquewerte des Zahnputzholzes im Vergleich zur Zahnbürste (2x pro Tag)

### 8.2.5 The relationship between chewing sticks (Miswak) and periodontal health

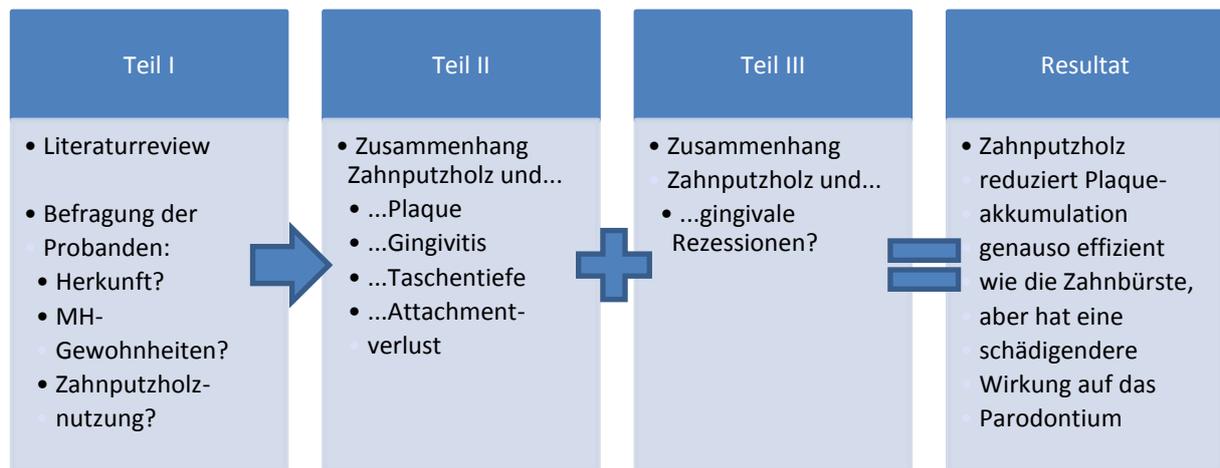
Part I: Review of the literature and profile of the subjects

Part II: Relationship to plaque, gingivitis, pocket depth and attachment loss

Part III: Relationship to gingival recession

Die dreiteilige retrospektive Studie von Eid, Selim und Al-Shammery aus den Jahren 1990 bis 1991 beschäftigt sich mit dem Zusammenhang von Plaque, Gingivitis, Taschentiefen, Attachmentverlust, dem Auftreten von gingivalen Rezessionen und dem Zahnputzholz [30] [32] [33]. Die Untersuchung, beziehungsweise ihre Ergebnisse, beruhen ausschließlich auf denen in Teil I in Interviews gewonnenen Angaben der 236 befragten Probanden. Die Testpersonen im Alter von 17 bis 51 Jahren waren zu 61,7 % männlich und zu 39,3 % weiblich.

Es wurden nur Frontzähne sowie die Prämolaren einer klinischen Untersuchung unterzogen. Zur reproduzierbaren Dokumentation der Befunde wurden der Plaqueindex nach Loe & Silness, die William-Fox-Sonde und das Bleeding on Probing verwendet. Aufgrund der in den Interviews von den Patienten selbst zu Protokoll gegebenen Mundhygienegewohnheiten, wurden drei Probandengruppen eingeteilt: eine Zahnputzholzgruppe (29,2 %), eine Zahnbürstengruppe (40 %) und eine Zahnputzholz- und Zahnbürstengruppe (30,8 %). In der Zahnholzgruppe nutzte ein Großteil der Probanden das Holz nur ein- bis dreimal täglich. Nur ungefähr ein Viertel der Befragten gab an, mindestens fünfmal täglich die Zähne mit dem Holz zu reinigen.



**Abbildung 18:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der dreiteiligen, retrospektiven Studie von Eid, Selim und Al-Shammery [30] [32] [33]

Zwei Drittel der Probanden aus der Zahnholzgruppe wählten als Anwendungstechnik die vertikale Schrubbtechnik, die Minderheit benutzte die schonendere und effizientere Rotationsmethode. Mit 83,3 % reinigten fast alle Probanden sowohl anteriore als auch posteriore Zähne mit dem Zahnputzholz, aber immerhin die Hälfte gab zu, das Holz nur für die vestibulären Flächen einzusetzen. Die Mehrheit der befragten Testpersonen nutzte vorrangig den dünnen, weichen Zahnputzholztyp in der Füllfederhaltung. 41,7 % bedienten sich des Faustgriffes.

Der zweite Teil der Studie beschäftigte sich mit den klinischen Ergebnissen der Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzer. Bei der Plaquereduktion ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei verschiedenen Gruppen. Ebenso besteht eine nicht signifikante Differenz bei den Blutungswerten der Gruppen, allerdings zeigte die Gruppe der Zahnputzholznutzer mit 36,9 % höhere Werte im Gegensatz zur Zahnbürsten- und Zahnputzholz-/Zahnbürstengruppe mit 32,8 % und 30,2 %. Die durchschnittlichen Taschentiefen betragen 2,3 mm und waren in der Zahnbürstengruppe im Mittel geringer. Der Attachmentverlust wurde als Differenz zwischen Taschenboden und Schmelz-Zement-Grenze berechnet. Er war mit 1,7 mm in der Gruppe mit den Probanden, die sowohl Zahnputzholz als auch Zahnbürste benutzten, am größten. Zwischen den beiden anderen Gruppen gab es keinen Unterschied.

Gingivale Rezessionen fanden sich an 22 % der gemessenen 3228 Zahnflächen. Ungefähr ein Drittel der Testpersonen hatten eine oder mehr Rezessionen mit durchschnittlich 1,1 mm Ausprägung. Die Zahnputzholz- und Zahnbürstengruppe zeigte insbesondere an den Einsern und Prämolaren die meisten Rezessionen vor der Zahnputzholzgruppe und der Zahnbürstengruppe. Die gingivalen Rezessionen werden durch die von vielen Probanden angewandte vertikale Putztechnik besonders begünstigt. Die ausgeprägtesten gingivalen Schäden in Form von Rezessionen und Taschen bot die Gruppe auf, die sowohl Zahnputzholz als auch Zahnbürste regelmäßig verwendete. Durch diese

Kombination werden die oralen Weichgewebe noch verstärkter intermittierenden mechanischen Reizungen ausgesetzt.

Auch besteht noch weiterer Studienbedarf zur Untersuchung der Effektivität des Zahnputzholzes an den lingualen Zahnflächen.

	Zahnputzholz		Zahnbürste		Zahnputzholz/Zahnbürste	
	OK	UK	OK	UK	OK	UK
<b>Plaque</b>	1,36	1,33	1,35	1,31	1,56	1,35
<b>BOP</b>	0,67	0,54	0,63	0,52	0,58	0,53

**Tabelle 15: Durchschnittliche Plaque- und Sulkusblutungsergebnisse in Ober- und Unterkiefer bei habituellen Zahnputzholz-, Zahnbürsten- und Zahnputzholz-/Zahnbürstennutzern aus der dreiteiligen Studie von Eid, Selim und Al-Shammery [30] [32] [33]**

Trotz moderner Mundhygieneartikel ist der Gebrauch des Zahnputzholzes nach wie vor weit verbreitet. Außerdem wird das Holz normalerweise täglich über einen längeren Zeitraum eingesetzt als die Zahnbürste. Die teilnehmenden Probanden, deren Mundhygienestatus in der Studie ausgewertet wurden, waren allesamt an den regelmäßigen Gebrauch dieses spezifischen Mundhygieneutensils gewöhnt und daher war sowohl ihre orale Situation als auch ihr gewohntes Verhalten beim Putzen an das Zahnputzholz bereits adaptiert. Aus diesem Grund können die Ergebnisse dieser Studie nicht uneingeschränkt auf andere Populationen übertragen werden. Zudem wurden Variablen wie Anwendungstechnik, Miswakart und -größe zwar erfragt, aber in der Auswertung nicht differenziert.

Grundsätzlich kamen Eid, Selim und Al-Shammery zu der Schlussfolgerung, dass das Zahnputzholz die Plaqueakkumulation zwar ebenso effizient kontrolliert wie die Zahnbürste, das Parodontium allerdings auch verstärkt geschädigt wird. Habituellen Zahnputzholznutzern sollte von einer zu hohen Gebrauchsfrequenz und von weichen Zahnputzholzarten abgeraten werden.

### **8.3 Studienvergleich zur Evaluation der Effektivität des Zahnputzholzes in der täglichen Mundhygiene**

Die mechanische Entfernung der Plaque von der Zahnoberfläche ist bis zum heutigen Tage die wirksamste Schutzmaßnahme zur Erhaltung der gesunden und stabilen Zahnhartsubstanz.

Treten erst einmal kariöse Läsionen auf, muss aus diesen die bakterien durchsetzte Materie entfernt und die Hygienefähigkeit des Zahnes wieder hergestellt werden. Dies geschieht durch eine Füllung.

Dass das Zahnputzholz vom Baum *Salvadora persica* hinsichtlich der intraoralen Plaquereduktion eine überzeugende und ökologische Alternative zur Kunststoffzahnbürste sein könnte, belegen Al-Otaibi et al. [13], Sforata et al. [72] und Saker Al Hakim [6] in ihren Studien. Ihre Probanden wiesen nach

mehrwöchigem Gebrauch des Zahnputzholzes deutlich verbesserte Indexwerte an allen Zahnflächen auf. Sofrata schränkte diese mehrfach erwiesene Wirksamkeit in den Interdentalräumen des Gebisses allerdings ein. Er rät, das Zahnputzholz genau wie die Zahnbürste zum Zweck der effizienteren Zahnreinigung in Kombination mit Zahnzwischenraumpflegemitteln einzusetzen. Im Widerspruch zu den genannten Studien konnten Al-Teen et al. in ihrer Studie [14] keine verbesserte Plaquesituation an ihren 40 Testpersonen beobachten. Zwar verzeichnete die Zahnbürste höhere Zunahmen der Plaquemengen als das Zahnputzholz, zudem zeigte sich die natürliche Zahnbürstenalternative aufgrund ihrer starren, geraden Form insbesondere an den Lingualflächen schwach. Allerdings gilt hierbei zu beachten, dass Al-Teen et al. in ihre Probandengruppe nur Patienten mit festsitzender kieferorthopädischer Apparatur integrierten. Bei diesen Testpersonen liegt eine außergewöhnlich schwer zu reinigende orale Situation vor, da Metalldrähte, Brackets und Bänder an dazu noch in unphysiologischer Position stehenden Zähnen überdurchschnittlich viele und schwer zu reinigende Retentionsstellen für Plaque bieten.

Persistiert ein Plaquevorkommen, führt dieser ständige chemomechanische Reiz zu einer chronischen Entzündung des Gingivalsaums. Das markanteste Anzeichen einer Gingivitis ist die per Sonde unter minimalem Druck auszulösende sulkuläre Blutung.

Das Zahnputzholz wird traditionell wegen seines natürlichen Ursprungs ohne zusätzliche Pflegehilfsmittel wie beispielsweise Zahnpasta angewandt. Somit ist alleine das Zahnputzholz an sich entscheidend für die Zahngesundheit. Al-Otaibi et al., Saker Al Hakim und Gazi et al. [36] entdeckten in ihren Studien neben der benefituellen Antiplaquewirkung auch eine gute Gingivitisreduktion durch die Anwendung des Holzes. In beiden Untersuchungen war die Verminderung der marginalen Entzündungen größer als durch die Zahnbürste. Allerdings setzten zumindest die Probanden, die an der Studie Al-Otaibi teilgenommen hatten, nachweislich die Kunststoffzahnbürsten ohne Zahnpasta und somit ohne Fluoride oder andere antibakterielle Stoffe ein.

Im Widerspruch zu den positiven Ergebnissen aus diesen drei Studien stehen die Erkenntnisse von Al-Teen et al., Sofrata et al. sowie Eid und Selim beziehungsweise Al-Shammery [31] [30] [32] [33]. Sie alle kamen zu unveränderten oder verschlechterten Gingivitiswerten in ihren Zahnputzholztestgruppen. Sie zweifeln aufgrund ihrer Studienergebnisse einen antimikrobiellen Effekt des Zahnputzholzes an, räumen aber ein, dass bezüglich dieser Fragestellung noch weiterer Studienbedarf besteht.

Die fünf in den Review einbezogenen retrospektiven Studien haben sich primär mit der Beurteilung des Einflusses des Zahnputzholzes auf die parodontale Gesamtsituation beschäftigt.

Die Untersucher sind sich bei ihren Ergebnissen einig: Alle – laut Aktenlage beziehungsweise Patientenaussage – Zahnputzholzanwender weisen einen generalisierten erhöhten Attachmentverlust an ihren Zähnen auf. Außerdem begünstigt das Zahnputzholz die Entstehung von gingivalen Rezessionen. Zieht sich das Zahnfleisch nach apikal der Schmelz-Zement-Grenze zurück, liegt zunächst das Zement der Wurzeloberfläche frei. Ist dieses einmal entblößt und wird die Putztechnik nicht verändert, geht mit der Zeit das Zement verloren und das vitale Zahnbein mit seinen vielen kleinen Dentinkanälen ist schutzlos den chemischen, thermischen und mechanischen Reizen der Mundhöhle ausgesetzt und die Zahnwurzel wird anfälliger für kariöse Läsionen. Die unerwünschten Rezessionen resultieren zumeist aus einer unvorteilhaften Putztechnik. Zu dieser gehört die korrekte Anwendung wie auch die angemessene Putzfrequenz. Auf die Bedeutung der korrekten Instruktion und Anwendung des Zahnputzholzes soll in Teil 10 dieses Reviews näher eingegangen werden. Darout et al. [24] fanden bei ihren Probanden zwar weniger sulkuläre Sondierungsblutungen, allerdings stimmen ihre Ergebnisse mit denen von Eid und Selim insofern überein, als dass die untersuchten Zahnputzholznutzer in ihren Studien generell geringere Taschentiefen aufwiesen. Dieser Befund entsteht aus der Kombination von Attachmentverlust mit gingivaler Rezession.

## 9 Untersuchungen des *Salvadora persica*-Extraktes

### 9.1 Die Studien

Zur Erörterung der Bedeutung von *Salvadora persica*-Extrakt für die Mundhygiene wurden die vier nachfolgenden Studien untersucht. In zwei Studien war der Extrakt in Zahnpasta enthalten, in einer Studie lag der Extrakt in Form einer Mundspüllösung vor und in einer Studie als Komponente eines Kaugummis.

#### 9.1.1 Meswak versus chlorhexidine and a commercial toothpaste in plaque formation and gingivitis

Neben seiner Studie von 1990 verglich Gazi, dieses Mal mit Lambourne und Chagla, bereits im Jahre 1987 die Wirkung von *Salvadora persica*-Zahnpasta mit herkömmlicher Fluoridzahnpasta und Chlorhexidin-Mundspüllösung [38].

20 weibliche und männliche Zahnmedizinstudenten und -studentinnen im Alter von 20 bis 23 Jahren erfüllten die Teilnahmevoraussetzungen: vollbezahnte Kiefer, keine relevante medizinische Vorgeschichte, eine gute bis zufriedenstellende Mundhygiene, kaum Beläge oder Anzeichen für Gingivitis sowie keine parodontalen Taschen.

Zu Studienbeginn wurde bei allen Probanden eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt. In der folgenden Woche war ihnen vorgeschrieben – außer dreimal täglichem Spülen mit lauwarmem Wasser – auf jegliche sonstige Mundhygiene zu verzichten. Am Tag 8 wurden Plaqueproben von den Zähnen 17 und 27 zur mikrobiologischen Untersuchung mittels Gram-Färbung entnommen.

Außerdem wurden vier Indices pro Proband erhoben. Die Gingiva wurde mittels Gingival Index nach Löe & Silness [56], die Sulkusblutung mit dem Bleeding Point Index nach Lenox & Kopczyk [53], die generelle Mundhygiene nach dem Patient Hygiene Performance Index (PHP) [64] und das Plaqueaufkommen nach dem modifizierten Quigley-Hein-Index nach Turesky beurteilt [65] [77]. Es erfolgte bei allen Testpersonen eine erneute professionelle Zahnreinigung und die Instruktion, außer den zugewiesenen Mundhygienemitteln keine anderweitige Mundhygiene zu betreiben. Die erste Gruppe der Probanden war angehalten, mit in zehn Milliliter Wasser gelöster *Salvadora persica*-Zahnpasta jeweils dreimal täglich eine Minute eine Woche lang zu spülen. Am Tag 15 wurden ein zweites Mal sowohl Plaqueproben im Oberkiefer entnommen sowie die vier Indices erhoben. Es folgte eine professionelle Zahnreinigung. Anschließend wechselten die beiden Gruppen zu der jeweils anderen Mundspüllösung und verwendeten diese dreimal pro Tag eine Minute lang über den Zeitraum von einer Woche. Nachdem am Tag 22 erneute Plaqueproben genommen, Indices

dokumentiert und Zahnreinigungen durchgeführt worden sind, spülten alle Probanden sieben Tage lang dreimal täglich für eine Minute mit in zehn Milliliter Wasser gelöster Fluorid-Zahnpasta. Abschließend wurden zum vierten Mal Plaqueproben entnommen und die Indices erhoben.

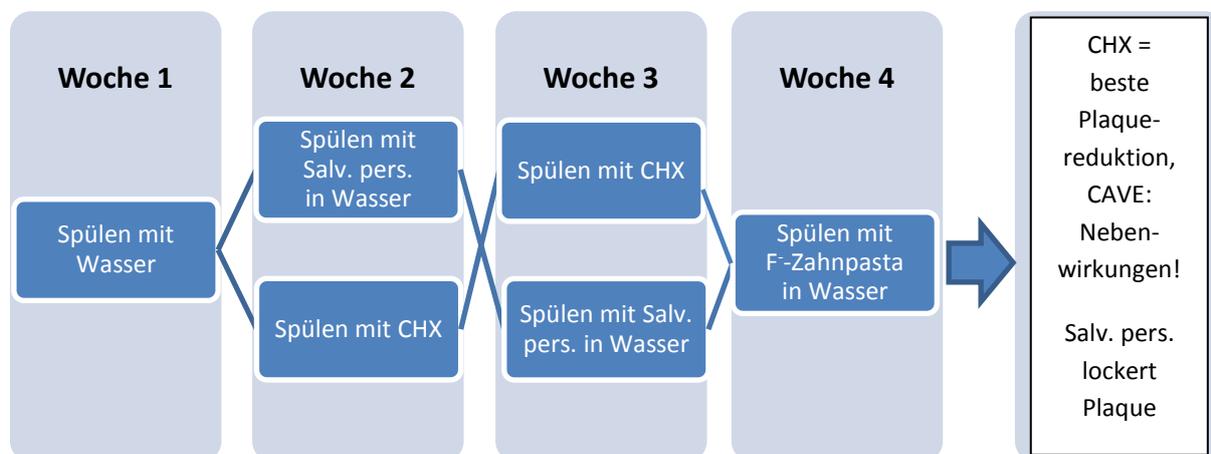


Abbildung 19: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Gazi, Lambourne und Chagla [38]

Bei der Beurteilung von Gingiva und Sulcusblutung zeigte die Zahnpasta mit *Salvadora persica*-Extrakt die besten Endwerte. Hinsichtlich Plaquereduktion und genereller Beurteilung der Mundhygiene der Probanden war die Chlorhexidin-Mundspüllösung im Vorteil. Die *Salvadora persica*- und die herkömmliche Zahnpasta waren in dieser Kategorie hinsichtlich ihrer Effektivität gleichwertig.

	Salv. persica	Chlorhexidin	[F-Zahnpasta]	Wasser
Gingival Index	0,5	1,7	[1]	1
Bleeding Point Index	0,47	0,72	[0,72]	0,87
Mod. Quigley-Hein-Index	3,33	2,67	[3,33]	3,67
Patient Hygiene Performance	0,77	0,67	[0,82]	0,87

Tabelle 16: Durchschnittliche Indexergebnisse nach jeweils einwöchigem Gebrauch von *Salvadora persica*-Zahnpasta als Mundspüllösung, Chlorhexidinspülung, Natriumfluorid-Zahnpasta als wässrige Lösung und lauwarmem Wasser als Kontrolle aus der Studie von Gazi, Lambourne und Chagla [38]  
**CAVE:** Die in Klammern aufgeführten Ergebnisse der F-Zahnpasta-Spüllösung sind unter Vorbehalt zu betrachten, da an diesem letzten Studienabschnitt nur noch acht der vormals 20 Probanden zur Verfügung standen.

Laut der mikrobiologischen Auswertung zeigte sich in den Plaqueproben der Probanden, die die *Salvadora persica*-Zahnpasta und die herkömmliche Zahnpasta benutzt hatten, dass das Streptococcus-Wachstum vollkommen gehemmt wurde. Nach dem Chlorhexidingebrauch war bei den entsprechenden Testpersonen noch ein leichtes Wachstum dieser Bakterienspezies auszumachen. Dass die übrigen Bakterienspezies vermehrt wuchsen, kann durch die Repression des sonst aggressiven Wachstums der pathogenen Streptococcen erklärt werden.

Die Ergebnisse der als Kontrollmedium gedachten Wassermundspülung waren erwartungsgemäß in allen Auswertungen die schlechtesten.

Plaque ist die primäre Ursache der Parodontitis. Chlorhexidin zeigt im Gesamtbild und hinsichtlich der Plaquereduktion die beste Wirkung und ist als Goldstandard zur intraoralen Antisepsis weltweit akzeptiert. Aufgrund seiner starken unerwünschten Nebenwirkungen – wie beispielsweise der Verfärbung von Zähnen, Geschmacksirritationen und Schleimhautdesquamationen – sollte es nicht über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden. Damit erfüllt es nicht die Anforderung als tägliches effizientes, adjuvantes Mundhygienepflegemittel.

Die Mundspüllösung aus *Salvadora persica*-Zahnpasta in Wasser entfernte die Plaque zwar nicht so gut wie das Chlorhexidin, allerdings wirkte auch der Naturextrakt destruktiv auf die Plaquevorkommen. Klinisch war die Plaque in sich gelockert und ließ sich leicht mit Sonde oder Wasserstrahl von der Zahnoberfläche entfernen.

Damit zeigt sich der *Salvadora persica*-Extrakt sowohl als effizientes Mittel zur adjuvanten, intraoralen Plaquekontrolle neben der täglichen obligatorischen mechanischen Zahnreinigung und kann im Gegensatz zu Chlorhexidin auch täglich ohne Gefahr von bis dato bekannten Nebenwirkungen verwendet werden.

### **9.1.2** *Salvadora persica* extract chewing gum and gingival health: Improvement of gingival and probe-bleeding index

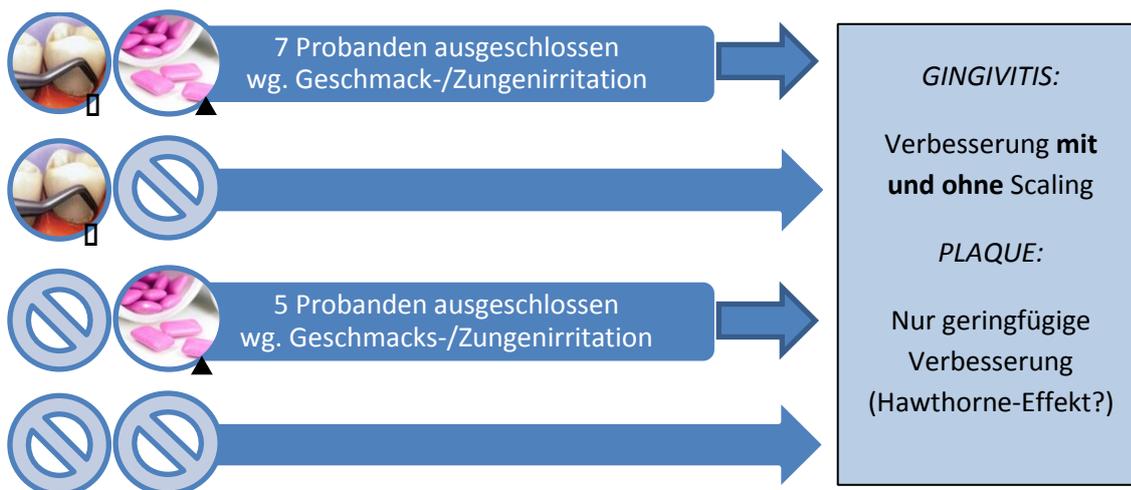
In seiner randomisierten, kontrollierten Studie von 2010 verwendete Amoian mit seinen Kollegen Moghadamnia, Barzi, Sheykhholeslami und Rangiani Kaugummi als Trägerstoff für den *Salvadora persica*-Extrakt [16].

Gegenübergestellt wurden vier Testgruppen zu je 18 männlichen Personen im Alter von 15 bis 18 Jahren. Alle Testpersonen waren systemisch gesund, Nichtraucher, seit mindestens vier Wochen antibiotikaabstinent, ohne jegliche Okklusionsstörungen, Engstände und kariöse subgingivale Läsionen oder Restaurationsränder. Bei den Patienten durfte seit sechs Monaten kein Scaling mehr durchgeführt worden sein. Laut klinischer Erstuntersuchung hatten alle Patienten eine plaqueinduzierte moderate Gingivitis.

Die Gruppen 1 und 2 durchliefen zu Beginn ein Scaling aller vorhandenen Zähne, die Gruppen 3 und 4 nicht. Die Gruppen 1 und 3 bekamen ein Gramm große Kaugummistücke mit 0,6-prozentigem *Salvadora persica*-Extrakt, während die übrigen Probanden Placebo-Kaugummis mit gleichem Aussehen und Gewicht erhielten.

Die Kaugummis wurden von den vier Gruppen jeweils einminütig nach jedem morgendlichen, mittäglichen und abendlichen fünfminütigem Zähneputzen mit Fluorid-Zahnpasta gekaut. Als Putzmethode war den Probanden die Bass-Technik vorgegeben.

Zur Dokumentation des oralen Endzustandes der vier Gruppen nach zweiwöchiger Anwendung der Kaugummis bediente man sich des Plaqueindex nach Loe & Silness [56], des Gingivalindex nach Loe und des Blutungsindex mit Sondierung der bukkalen und palatinalen/lingualen Flächen der Ramfjordzähne 16, 21, 24, 36, 41, 44. Die Messungen wurden jeweils wöchentlich durchgeführt.



**Abbildung 20:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Amoian, Moghadamnia, Barzi, Sheykholeslami und Rangiani [16]

□ = Abbildung 21: Scaling (Quelle: [www.dentistatrajkot.com](http://www.dentistatrajkot.com))

▲ = Abbildung 22: Kaugummi (Quelle: [www.sheila-wolf.de](http://www.sheila-wolf.de))

Nach dem Ausschluss der zwölf Probanden mit Geschmacksirritationen wurden 60 Testpersonen in die Endauswertung miteinbezogen.

In beiden Gruppen, die *Salvadora persica*-haltige Kaugummis eingesetzt hatten, zeigte sich eine statistisch signifikante Reduktion der Blutungs- und Gingivaindices und somit eine deutliche Verbesserung der oralen Gingivitis sowohl über den Zeitraum von einer Woche als auch über die gesamte Studiendauer von zwei Wochen.

Bei der Beurteilung der Plaquevorkommen fand sich hingegen kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Dass in allen Gruppen eine Reduktion der Indices stattfand, kann ähnlich wie in der Studie von Al-Otaibi mit Al-Harthy, Söder, Gustafsson und Angmar-Månsson dem Hawthorne-Effekt zugeschrieben werden. Aufgrund des Bewusstseins an einer wissenschaftlichen Studie teilzunehmen, bemühen sich die Probanden besonders intensiv das vorgeschriebene Studienverhalten, in diesem Fall die tägliche Zahnreinigung, gewissenhaft und ordentlich auszuführen.

Zusätzlich werden die Indicesverbesserungen durch die mastikatorischen Effekte des Kaugummi begünstigt, welche die Speichelproduktion anregt und die Glattflächen reinigt. Den Speichelfluss stimuliert allerdings auch der starke Eigengeschmack des *Salvadora persica*-Extraktes.

Die nur minimale Veränderung der Plaqueindices kann dem Fehlen der abrasiven Silica-Partikel in dem verwendeten *Salvadora persica*-Extrakt attribuiert werden.

	Scaling				Kein Scaling			
	Persica		Kein Salv. persica		Persica		Kein Salv. persica	
	Tag 0-7	Tag 0-14	Tag 0-7	Tag 0-14	Tag 0-7	Tag 0-14	Tag 0-7	Tag 0-14
<b>Gingivaindex</b>	- 0,39*	- 0,44*	- 0,28	- 0,32	- 0,37***	- 0,35*	- 0,18	- 0,17
<b>Plaqueindex</b>	- 0,56	- 0,56	- 0,42	- 0,33	- 0,29	- 0,37	- 0,23	- 0,20
<b>Blutungsindex</b>	- 0,35*	- 0,40**	- 0,20	- 0,23	- 0,28**	- 0,27*	- 0,12	- 0,12

**Tabelle 17:** Durchschnittliche Abnahmen der Indexergebnisse nach jeweils ein- und zweiwöchigem Gebrauch von *Salvadora persica*-haltigem Kaugummi bzw. Placebokaugummi mit und ohne vorangegangenem Scaling aus der Studie von Amoian, Moghadamnia, Barzi, Sheykholeslami und Rangiani [16]

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  = signifikante Verbesserungen von Gingiva- und Blutungsindices durch den *Salvadora persica*-Extrakt im Vergleich zu den Placebo-Kaugummis

Die Reduktion der sulkulären Blutungen und somit der Gingivitis lässt sich durch eine mögliche antimikrobielle Wirkung des Extraktes gegen Parodontitisekeime erklären.

Generell ist das Kaugummi als Trägersubstanz des *Salvadora persica*-Extraktes qualifiziert und in der Lage, mit und ohne vorheriges Scaling Gingivitis mehr als das Plaquevorkommen bei regelmäßiger Anwendung effektiv zu reduzieren.

### 9.1.3 An in vivo study of the plaque control efficiency of Persica: a commercially available herbal mouthwash containing extracts of *Salvadora persica*

Khalessi, Pack, Thompson und Tompkins untersuchten 2004 die Effektivität von zweimal täglich topisch angewandter *Salvadora persica*-Mundspüllösung [50].

Die ausgewählten 28 Probanden, davon 13 weiblich, im Alter von 18 bis 42 Jahren sollten gesund sein, keine Antibiotika einnehmen und keine anderen Mundspüllösungen verwenden oder zahnärztliche Behandlungen während der insgesamt 14-wöchigen Studiendauer durchlaufen.

Testgruppe 1, bestehend aus zwölf Personen, spülte über die Dauer von drei Wochen jeweils 20 Sekunden lang mit der *Salvadora persica*-Mundspüllösung. Die Kontrollgruppe mit 15 Probanden verwendete eine wirkungsneutrale Placebolösung. Beide Gruppen waren angehalten, zusätzlich zur Mundspüllösung ihre normale tägliche Mundhygiene in Form von Putzen und Zahnseide wie gewohnt fortzusetzen.

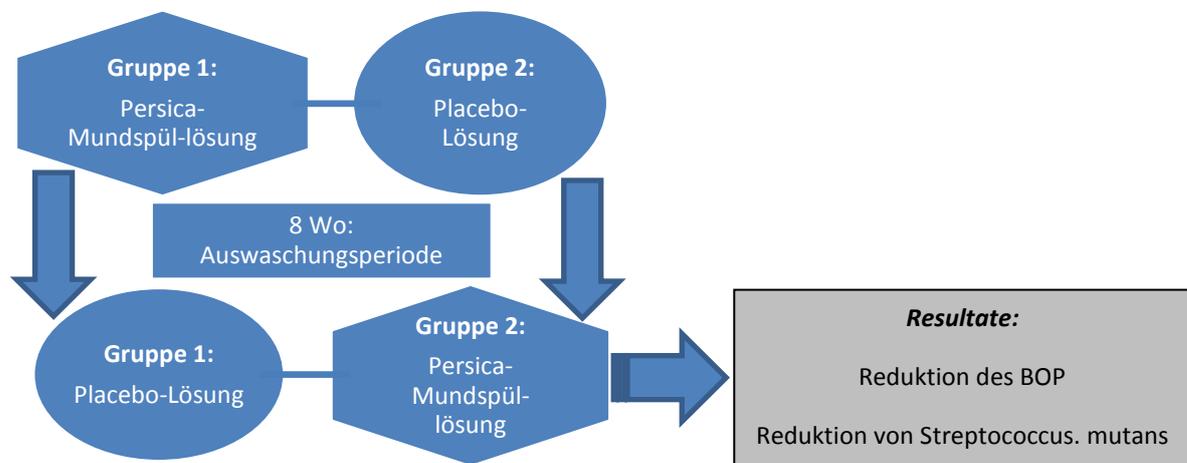
Die zweite Studienphase dauerte erneut drei Wochen. Vor und nach jedem Studienabschnitt wurden insgesamt viermal pro Proband 0,5 ml Speichelproben entnommen, der Plaqueindex nach Loe & Silness [54] bestimmt und das Bleeding on Probing dokumentiert.

	PERSICA-Mundspüllösung		PLACEBO-Mundspüllösung	
	Anfang	Ende	Anfang	Ende
Plaqueindex	0,81	0,62*	0,77	0,68
BOP [%]	62,35	46,65*	55,3	51,25*
Anzahl <i>S. mutans</i> [ $\times 10^6$ /ml Speichel]	1,82	0,52*	0,74	1,18

**Tabelle 18:** Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Blutungswerte und der *Streptococcus mutans*-Zahlen nach jeweils zwei dreiwöchigen Testperioden in der Studie von Khalessi, Pack, Thompson und Tompkins [50]

\*  $p < 0,05$  = signifikant verbesserte Plaquewerte und *Streptococcus mutans*-Zahlen durch die *Salvadora persica*-Mundspüllösung sowie signifikant verringerte Blutungswerte in beiden Gruppen

Die statistischen Auswertungen der Messwerte ergaben eine signifikante Reduktion der Plaquevorkommen sowie der *Streptococcus mutans*-Zahl in beiden Gruppen durch die *Salvadora persica*-haltige Mundspüllösung. Die antimikrobielle Wirkung gegen *Streptococcus mutans*-Keime hielt auch während der achtwöchigen Auswaschungsphase an. Dass in diesem Zeitraum keine Testmundspüllösung eingesetzt wurde, lässt auf einen möglichen Residualeffekt des Baumextraktes schließen.



**Abbildung 23:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Khalessi, Pack, Thompson und Tompkins [50]

Im Gegensatz zur Plaque waren die Blutungsergebnisse nicht eindeutig. Während die eine Gruppe nach der Anwendung der *Salvadora persica*-Mundspüllösung eine signifikante Abnahme der sulkulären Blutungswerte aufwies, zeigte die andere Probandengruppe eine ähnliche Blutungsverminderung nach dem mehrwöchigen Spülen mit der Placebo-Flüssigkeit.

Mundspüllösung auf Chlorhexidinbasis ist nach wie vor der Goldstandard heutzutage. Allerdings sollte aufgrund ihrer zahlreichen, schwerwiegenden Nebenwirkungen bei längerfristiger Anwendung auch weiterhin nach Alternativen gesucht werden, die täglich adjuvant zur mechanischen Mundhygiene eingesetzt werden können.

Die Nebenwirkungen von Chlorhexidin können wiederum zu einer schlechteren Compliance des Patienten führen, da dieser die möglicherweise auftretenden Zahnverfärbungen und Geschmacksirritationen scheut.

Mundspüllösungen mit *Salvadora persica*-Extrakt als Wirkstoff könnten eine angenehmere Langzeit-Alternative bieten. Sie fördern die Mundgesundheit und haben bisher noch keine bekannten unerwünschten Nebenwirkungen. Nichtsdestotrotz wird Chlorhexidin in absehbarer Zeit bei ausgeprägten karies- und parodontitisgeschädigten Dentitionen unverzichtbar bleiben.

#### **9.1.4** A study comparing the efficacy of a toothpaste containing extract of *Salvadora persica* with a standard fluoride toothpaste

1994 führten Quinlan, Robson und Pack eine aus einem in-vitro- und einem klinischen Teil kombinierte Versuchsreihe durch. Sie verglichen eine Zahnpasta auf *Salvadora persica*-Basis mit einer herkömmlichen fluoridhaltigen Zahnpasta auf ihre antimikrobiellen Fähigkeiten und ihre Wirkung gegen Plaque und Gingivitis [66].

Als Testmaterial wurde die britische *Salvadora persica*-Zahnpasta mit dem Markennamen „Sarakan“ verwendet.

Am klinischen Teil der Studie nahmen 15 Parodontitis-Recallpatienten teil, die mindestens 20 Zähne hatten, körperlich gesund waren und sich derzeit nicht in zahnärztlicher Behandlung befanden.

In-vitro wurden die folgenden drei Zahnpasten miteinander verglichen: Colgate Fluorigard mit einem Natriummonofluorophosphatgehalt von 1000 ppm, Colgate Total mit Triclosanbeimischung und Sarakan mit *Salvadora persica*-Extrakt. Steriles Wasser diente als Kontrollmedium.

Jeweils ein Gramm Zahnpasta in zehn Milliliter Wasser bildeten die Versuchslösungen, die auf Agarplatten gegeben wurden. Die gemessenen Hemmhöfe waren bei der Fluoridzahnpasta mit Triclosanzusatz (Colgate Total) am größten, bei der *Salvadora persica*-haltigen Paste (Sarakan) am geringsten ausgeprägt.

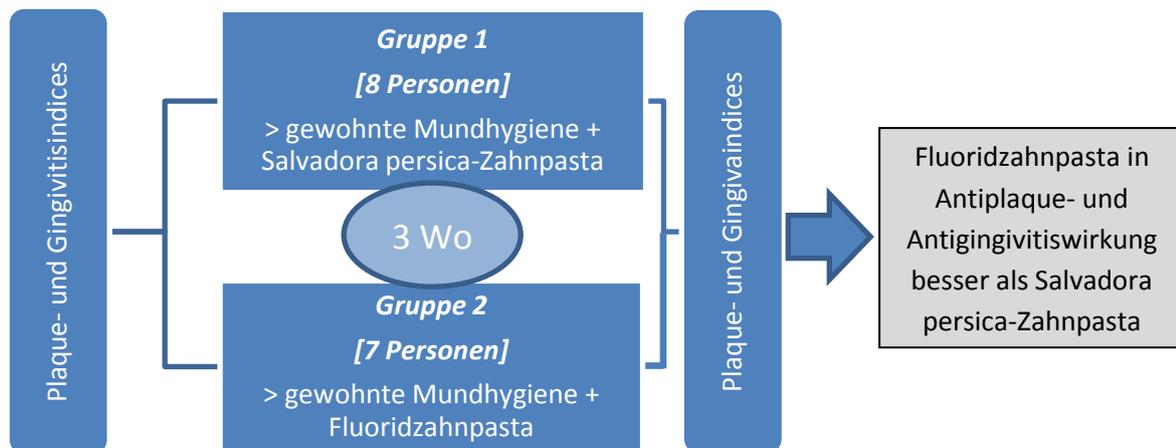


Abbildung 24: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Quinlan, Robson und Pack [66]

Als zweites wurde die Minimalkonzentration bestimmt, die das Wachstum genannter Keime inhibiert. Dieses Experiment sprach der Sarakan-Zahnpaste jegliche antimikrobielle Wirkung ab hinsichtlich der Wachstumshemmung von *Escherichia coli* und *Actinomyces naeslundii*. In diesem Experiment zeigte sich erneut die Zahnpaste mit Triclosanzusatz am effektivsten.

	Größe der Hemmhöfe [mm]				Minimale inhibitorische Konzentration [µg/ml]			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>S. gordonii</b>	8	15	4	0	32	32	4	#
<b>E. coli</b>	2	17	2	0	#	128	#	#
<b>A. naeslundii</b>	6	10	2	0	32	64	#	#

1 = Fluorigard, 2 = Colgate Total, 3 = Sarakan (*Salv.-Persica*), 4 = steriles Wasser

Tabelle 19: Größe der Hemmhöfe sowie minimale inhibitorische Konzentration der drei Zahnpasten und dem Kontrollmedium Wasser aus der Studie von Quinlan, Robson und Pack [66];  
# = keine Inhibition bei jeglicher Konzentration

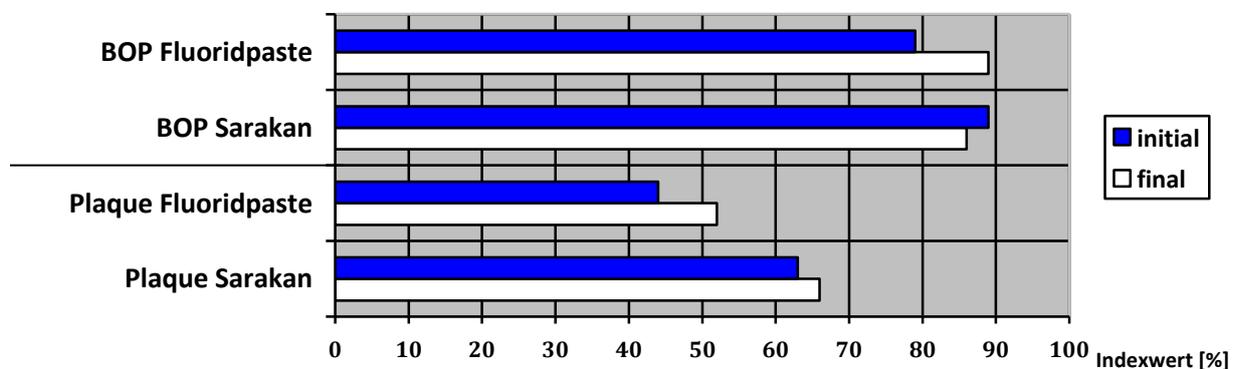
Der klinische Anteil der Studie ergab hinsichtlich der Plaquevorkommen eine Zunahme der mit Grad 0 beurteilten Zahnflächen, also der vollständig plaquefreien Oberflächen, in beiden Gruppen. Dies geschah in der Gruppe der Fluoridzahnpastanutzer mit + 8,3 % stärker als in der Sarakan-Gruppe mit nur + 3,2 %. Allerdings sank neben der Zunahme von Grad 0 gleichzeitig auch bei allen Probanden die Anzahl der mit Grad 2 erfassten Flächen; in der Sarakangruppe mit - 6,1 % im Vergleich zur Fluoridzahnpastagruppe mit nur - 3,8 %.

Beim Bleeding on Probing als Anhaltspunkt der Gingivitis lieferte die Fluoridzahnpaste mit + 8,6 % Zunahme von Grad 0 und - 6,2 % Abnahme von Grad 2 die wesentlich besseren Ergebnisse als die

Anwender der *Salvadora persica*-Zahnpasta. Diese Testpersonen verschlechterten sich sowohl bei Grad 0 (- 2,2 %) als auch bei Grad 2 (+ 1,5 %).

Damit reflektieren die ermittelten Gingivitiswerte nicht die sonstigen positiven Resultate der Sarakan-Zahnpasta in ihrer Antiplaquewirkung.

Generell am besten schneidet die fluoridhaltige Zahnpasta mit Triclosan als zusätzlichen Inhaltsstoff ab. Triclosan wirkt über ein breites Spektrum antiseptisch und mithilfe des enthaltenen Copolymers wird für eine verlängerte Substantivität gesorgt. Bei *Salvadora persica*-Zahnpasta stellt sich die Frage, ob der Erhalt der antimikrobiellen Stoffe und ihrer oralen Wirksamkeit von der Herstellungsweise abhängig ist.



**Abbildung 25:** Diagramm zur Darstellung der Anzahl der Gingivitis- und Plaqueindices Grad 0 vor und nach der dreiwöchigen Versuchsdauer in der Studie von Quinlan, Robson und Pack [66]

Die sulkuläre Blutungssituation ist ein wichtiger Parameter zur Überprüfung der längerfristigen Mundhygiene des Patienten. In dieser Studie von Quinlan hatten die durch Auslosung bestimmten Testpersonen in der Sarakan-Gruppe zufälligerweise von Beginn an bessere Plaque- und Gingivitiswerte. Daher war eine weitere Verbesserung möglicherweise nur schwer erreichbar. In die Verbesserungen, die jedoch dokumentiert werden konnten, spielt der Hawthorne-Effekt mit herein. Somit ist es mit den Ergebnissen dieser Studie kaum möglich, ein eindeutiges Fazit bezüglich der Mundhygiene-Effektivität von *Salvadora persica*-Zahnpasta zu ziehen.

## 9.2 Studienvergleich zur Evaluation der Effektivität des *Salvadora persica*-Extraktes in der täglichen Mundhygiene

Neben der mechanischen Zahn- und Weichteilreinigung kommt auch der Chemoprophylaxe in der Mundhygiene eine besondere Bedeutung zu. Sie kann die Plaqueanhaftung auf der Zahnoberfläche, den Mundschleimhäuten und der geschmackspapillen- und somit kryptenreichen Zunge verhindern beziehungsweise erschweren. Somit leistet sie ihren Beitrag in der Vermeidung und Therapie von Karies, Gingivitis und Parodontitis.

Mundspüllösungen, Zahnpasten und Kaugummis jeglicher Art bieten zwar keine gleichwertige Alternative zur mechanischen Plaqueentfernung, können aber insbesondere bei körperlich oder geistig eingeschränkten Personen zumindest eine reduzierte Mundhygiene ermöglichen.

In den heutigen Zeiten oftmals unbedachter und reichhaltiger Antibiotikaaanwendung in der westlichen Welt, kaum kontrollierbarem Alkoholkonsum und multipler allgemein-systemischer Erkrankungen richtet sich die Suche nach möglichst antibiotika-, alkohol- und nebenwirkungsfreien Produkten aus.

Durch Diskussionen über Gentechnologie und zunehmende Umweltbelastungen erstarkt das Bewusstsein für und das Verlangen nach natürlichen Produkten in allen Lebensbereichen. Dies gilt auch für Mundhygieneprodukte [52].

Sowohl Gazi et al. 1990 [36] als auch Khalessi et al. 2004 [50] untersuchten den *Salvadora persica*-Extrakt als chemoprophylaktischen Wirkstoff in einer Mundspüllösung. Einstimmig befanden beide Studien eine verbesserte Plaquesituation nach Anwendung des natürlichen Agens. Gazi et al. bemerkten bei ihren Probanden eine aufgelockerte Plaquekonsistenz. Diese unterstützt somit die mechanische Reinigung insofern, als dass die Beläge deutlich leichter von der Zahnoberfläche zu entfernen sind.

Khalessi et al. stellten eine Reduktion der Plaquemenge fest und bescheinigten dem Baumextrakt auch – ebenso wie Gazi et al. – eine mikrobiologische Wirkung gegen *Streptococcus mutans*.

Dieser antiseptischen Effizienz widersprechen Quinlan et al. im Jahr 1994. Die von ihnen in-vitro untersuchte *Salvadora persica*-Zahnpasta erzeugte im Vergleich zu herkömmlicher sowie triclosanhaltiger Fluoridzahnpasta die mit Abstand kleinsten Hemmhöfe. Im klinischen Versuch ließen Quinlan et al. ihre Testpersonen mit in Wasser gelöster *Salvadora persica*-Zahnpasta spülen. Die größten Verbesserungen der oralen Plaque- und Gingivitissituation in vivo und zudem die größten Hemmhöfe in vitro erbrachte die Fluoridzahnpasta mit Triclosan.

*Salvadora persica* in Form von Zahnpasta bietet somit keine gleichwertige Alternative zur bewährten triclosan- und fluoridhaltigen Zahncreme.

In der Bewertung der Antigingivitiswirkung kamen Quinlan et al. und Gazi et al. zu vollkommen gegensätzlichen Ergebnissen. Erstere fanden in ihrer Testgruppe, die über einen Zeitraum von drei Wochen die *Salvadora persica*-Mundspüllösung angewandt hatte, keine Verbesserung der Blutungswerte.

Gazi et al. vermerkten hingegen bei den Probanden, die die *Salvadora persica*-Zahnpasta verwandt hatten, sogar eine größere Reduktion der sulkulären Blutungen als durch die Anwendung von herkömmlicher 0,2 %iger Chlorhexidinlösung.

Bei der Beurteilung der sulkulären Blutungswerte und somit der Gingivitis erbringt das Chlorhexidin zwar noch eine geringere Effektivität, bleibt aber als Therapeutikum zur Verminderung der intraoralen Plaquemenge das Mittel der Wahl. Ungleich der *Salvadora persica*-Mundspüllösung lockert es die Beläge nicht nur auf, sondern verhindert durch aktive Bindung der Bakterien deren Anhaftung am Zahn und sorgt anschließend für eine Ausschleusung der Keime aus der Mundhöhle. Die Plaque wird reduziert, eine neue Gingivitis kann nicht entstehen, der etablierten Gingivitis wird die Ursache genommen und die geschädigte, aber dann reizlose Gingiva wird ihren Selbstheilungskräften zur Rehabilitierung überlassen.

Die Studie von Moghadamnia et al. bietet aufgrund ihrer kurzen Dauer nur wenig verwertbare Erkenntnisse. Die Plaquewerte veränderten sich innerhalb der zweiwöchigen Testphase kaum. Die sulkulären Blutungen wurden zwar in allen Gruppen (auch in der Placebo-Gruppe) reduziert, allerdings ist dieses Ergebnis eher dem Hawthorne- und dem mastikatorischen Effekt des Kaugummi zuzuschreiben. Eine antimikrobielle Wirkung des *Salvadora persica*-Extrakts als Bestandteil des Kaugummi ist fraglich. Weder konnte ein gesundheitlicher Gewinn nachgewiesen, noch ein auf konkreten Ergebnissen basierender Gegenbeweis erbracht werden.

## 10 Untersuchungen der mikrobiologischen Wirkung von *Salvadora persica*

### 10.1 Die Studien

Der vorrangig näheren Erörterung des mikrobiologischen Effekts von *Salvadora persica* wurden die drei nachfolgenden Studien zugrunde gelegt. Zwei Studien wurden mit Zahnputzhölzern durchgeführt, eine Studie basierte sowohl auf Zahnputzhölzern als auch auf *Salvadora persica*-Extrakt.

#### 10.1.1 Subgingival plaque microbiota in Saudi Arabians after use of miswak chewing stick and toothbrush

Ein Jahr nach seiner klinischen Studie über die mechanische Reinigungseffektivität des Zahnputzholzes veröffentlichten Al-Otaibi, Al-Harthy, Gustafsson, Johansson und Angmar-Mansson zusammen mit dem Mikrobiologen Claesson 2004 den mikrobiologischen Teil der Untersuchung [12] (siehe auch 8.1.1).

Hierfür waren den 15 Probanden vier Mal Plaqueproben distobukkal der Zähne 26, 46, 23 und 43 mit sterilen Papierspitzen entnommen. An der entnommenen Plaque wurde eine Identifizierung und Quantifizierung vorhandener Keime mittels der sogenannten Checkerboard DNA-DNA Hybridisation [71] vorgenommen. Insgesamt wurde die Plaque auf zwölf Bakterienarten untersucht: *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *P. nigrescens*, *Tannerella forsythensis*, *A. actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*, *T. denticola*, *Peptostreptococcus micros*, *Campylobacter rectus*, *Eikenella corrodens*, *Selenomonas noxia* und *S. intermedius*.

Nach einwöchigem Gebrauch des Zahnputzholzes ergab sich eine signifikante Reduktion ( $p < 0,05$ ) des Bakteriums *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa). Es ist einer der ursächlichen Keime der Parodontitis, insbesondere der schwer therapierbaren aggressiven Ausprägung der Krankheit. Ein die klinische Studie begleitendes in-vitro Experiment bestätigte die antimikrobielle Wirkung gegen Aa. Rund um den *Salvadora persica*-Extrakt bildete sich ein zehn Millimeter großer Hemmhof, in dem jegliches Aa-Bakterienwachstum vollständig inhibiert war.

Die Proliferation der elf weiteren untersuchten Keime blieb von *Salvadora persica* sowohl in der klinischen als auch in der in-vitro Auswertung unbeeinflusst.

Eine antibakterielle Breitspektrumswirkung von *Salvadora persica* wird in dieser Studie ausgeschlossen. Allerdings sollten die vorliegenden Ergebnisse durch weitere, umfangreichere Studien (z.B. mit männlichen und weiblichen Probanden, Untersuchung anderer Keime) überprüft werden.

### 10.1.2 Salivary microbiota levels in relation to periodontal status, experience of caries and miswak use in Sudanese adults

Zwei Jahre nach seiner ersten Studie über den Zusammenhang von Parodontium und Zahnputzholz führte Darout mit Albandar, Skaug und Ali eine weitere Untersuchung im Jahre 2002 durch [25].

Als Teilnahmevoraussetzungen für die 56 systemisch gesunden Probanden im Alter von 19 bis 53 Jahren, davon zwölf weiblich, galten eine Mindestbezahnung von 18 natürlichen Zähnen, Nichtrauchen und eine Antibiotikaabstinenz von drei Monaten. Die Testpersonen wurden in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 nutzte das Zahnputzholz mindestens einmal täglich, Gruppe 2 setzte die Zahnbürste mindestens einmal pro Tag zur Mundhygiene ein.

Die Dokumentation des Parodontalzustands erfolgte mit dem Community Periodontal Index. Kariöse Läsionen wurden als solche erfasst, wenn die Oberfläche sich eingebrochen, unterminiert oder ledrig-weich verändert zeigte oder wenn Restaurationsränder kariös angegriffen waren.

Eine Stunde vor der Entnahme der Speichelproben war den Probanden das Essen und Trinken untersagt.

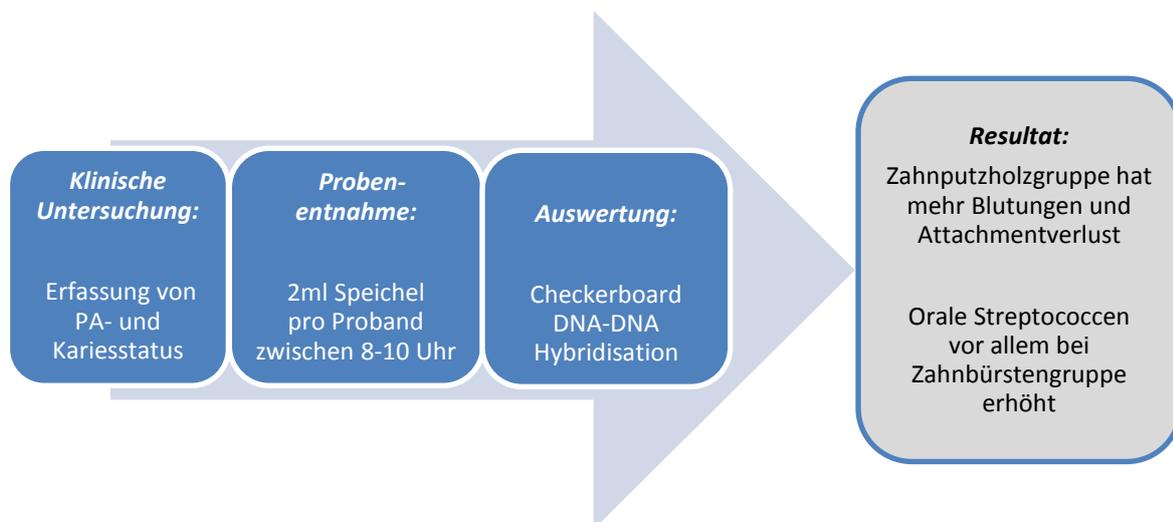


Abbildung 26: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Darout, Albandar, Skaug und Ali [25]

Bei den Zahnputzholznutzern fielen die vermehrten sulkulären Blutungen sowie ein ausgeprägter Attachmentverlust auf. Beide Faktoren waren in der Gruppe der Zahnbürstennutzer weniger umfangreich vorhanden. Allerdings wiesen die Probanden, die mit Zahnbürsten reinigten, eine erhöhte Anzahl kariöser Läsionen auf. Bei ihnen fand sich auch mikrobiologisch ein größeres Keimvorkommen aus der Gruppe der oralen Streptococcen wie *Streptococcus sanguinis*, *salivarius*, *oralis* und *mitis*. Außerdem war die Zahl der Bakterien *Prevotella intermedia* und *Fusobacterium nucleatum* höher als in der anderen Gruppe. Bei den erfahrenen Zahnputzholznutzern wurden

hingegen im Vergleich höhere Zahlen der Bakterien *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Streptococcus mutans* und *anginosus* sowie *Actinomyces israelii* gefunden.

		Zahnputzholz		Zahnbürste	
		Anzahl der Bakterien $10^5$	$\geq 10^6$	Anzahl der Bakterien $10^5$	$\geq 10^6$
PA-Keime	<i>Porphyromonas gingivalis</i>	56,7 %	0	50,0 %	7,7 %
	<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	33,3 %	30,0 %	11,5 %	0
	<i>Prevotella intermedia</i>	56,7 %	3,3 %	50,0 %	26,9 %
	<i>Fusobacterium nucleatum</i>	20,0 %	0	42,3 %	15,4 %
Karies-assoziierte Keime	<i>Streptococcus mutans</i>	26,7 %	0	3,9 %	0
	<i>Streptococcus sobrinus</i>	3,3 %	0	0	0
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	13,3 %	0	46,2 %	0
Keime assoziiert mit oraler Gesundheit	<i>Streptococcus anginosus</i>	50,0 %	46,7 %	19,2 %	19,2 %
	<i>Streptococcus sanguinis</i>	53,3 %	3,3 %	30,8 %	57,7 %
	<i>Streptococcus salivarius</i>	70,0 %	3,3 %	57,7 %	34,6 %
	<i>Streptococcus oralis</i>	20,0 %	0	57,7 %	7,7 %
	<i>Streptococcus mitis</i>	0	0	19,2 %	0
	<i>Actinomyces israelii</i>	50,0 %	0	7,7 %	0

Tabelle 20: Anteil der Probanden [ % ] mit feststellbaren Bakterienmengen aus der Studie von Darout, Albandar, Skaug und Ali [25]

Der mikrobiologische Teil der Studie legt die Vermutung nahe, dass das Zahnputzholz aus dem *Salvadora persica*-Baum einen selektiv inhibitorischen Effekt auf bestimmte Bakterienspezies, insbesondere auf die Gruppe der oralen Streptococci, haben könnte. Diese überwiegend vergrünenden, nicht-hämolyisierenden Bakterien sind unter anderem Verursacher der gefährlichen Endokarditis lenta bei Risikopatienten wie Herztransplantierten oder Klappenersatzpatienten.

### 10.1.3 The immediate antimicrobial effect of a toothbrush and miswak on cariogenic bacteria:

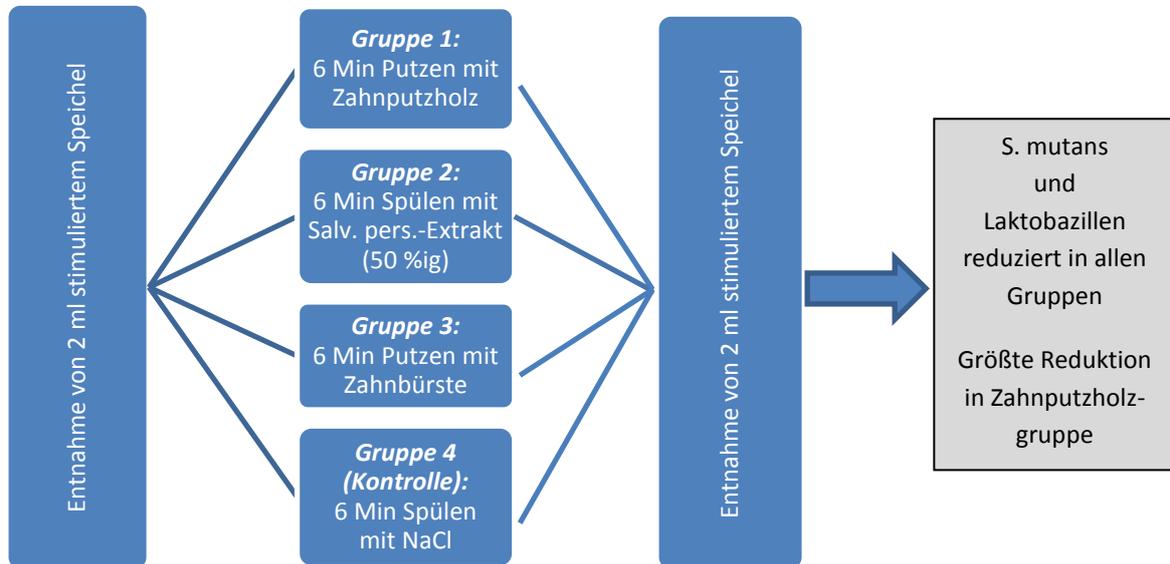
#### A clinical study

In der Studie von Almas und Al-Zeid aus dem Jahre 2004 wurden 40 männliche, systemisch gesunde Parodontitis-Patienten im Alter von 20 bis 45 Jahren, die in den vergangenen zwei Wochen weder Antibiotika noch antiseptische Mundspüllösungen angewandt hatten, vier Gruppen zu jeweils zehn Probanden zugeteilt [10].

Zur Stimulierung des Speichelflusses kauten die Probanden 30 Sekunden auf einem 1 cm langen Paraffinstück.

Zur Anzucht der Bakterien wurde der kommerzielle Kariesrisikotest Vivacare line CRT von Vivadent, Liechtenstein verwendet. Das Probenplättchen ist auf einer Seite mit Saccharose zur Kultivierung von *Streptococcus mutans* und gegenseitig mit Rogosa-Agar für Laktobazillen beschichtet. Die mit

Speichel in Kontakt gekommenen Plättchen wurden zwei Tage lang bei 37°C inkubiert. Die finale Beurteilung der Bakterienmenge im Probandenspeichel wurde mithilfe von Colony forming units (cfu) durchgeführt.



**Abbildung 27:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Almas und Zeid [10]

Eine Reduktion der *Streptococcus mutans*-Zahlen fand in allen Gruppen statt. Allerdings war die Wachstumsinhibition dieses Bakteriums, welches hauptsächlich für die Initiierung einer kariösen Läsion verantwortlich ist, in der Gruppe der Zahnputzholznutzer am größten.

Die Laktobazillen, welche für eine Progression des initialen Kariesschadens sorgen, reduzierten sich ebenfalls in allen vier Gruppen, allerdings nur in statistisch nicht signifikanten Mengen.

Das Ergebnis unterstreicht andere Studien und ihre Ergebnisse, welche die verminderte Zahl kariöser Läsionen bei Zahnputzholznutzern in Simbabwe, dem Sudan und Namibia im Vergleich zu Zahnbürstennutzern untersuchten.

Laut Almas und Al-Zeid zeigt das Zahnputzholz eine mechanische und biochemische Reinigungswirkung. Außerdem profitieren seine Anwender von der oftmals auch nach dem Putzen längeren Verweilzeit im Mund. Somit können die biologisch aktiven Inhaltsstoffe topisch wirken und zusätzlich wird der Speichelfluss angeregt.

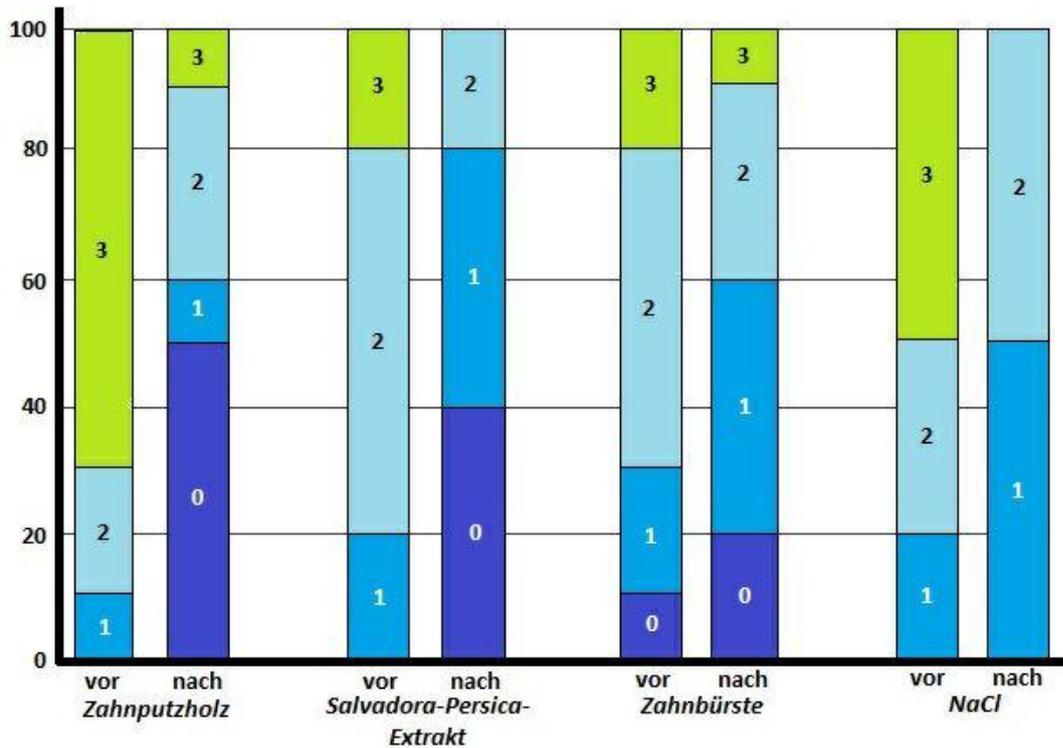


Abbildung 28: Diagramm zur Darstellung der Mengen von *Streptococcus mutans* vor und nach Gebrauch der Mundhygieneutensilien bzw. Mundspüllösungen in der Studie von Almas und Al-Zeid [10]

0 = sehr wenige Colony forming units (cfu) erkennbar	2 = medium, $10^5$ bis $10^6$ cfu
1 = wenig Wachstum, $< 10^5$ cfu	3 = hoch, $> 10^6$ cfu

## 10.2 Studienvergleich zur Evaluation der mikrobiologischen Effektivität von *Salvadora persica*

Schätzungen zufolge besteht der menschliche Körper aus mehr als  $10^{14}$  Zellen. Rund 90 % davon sind keineswegs Säugetierzellen, sondern Mikroorganismen. Der Organismus ist auf diese Residentflora angewiesen, um täglich physiologisch, ernährungstechnisch und immunologisch reibungslos funktionieren zu können [59]. Kippt das Gleichgewicht der residenten Keime zugunsten pathologischer Mikroorganismen, kommt es zu intraoralen Krankheiten wie Karies oder Parodontitis. Gelangen beispielsweise orale Streptococci aufgrund von Zahnfleischbluten oder im Laufe chirurgischer Eingriffe in den Blutkreislauf, neigen insbesondere immunologisch geschwächte Patienten (z.B. koronare Herzkrankheiten, Diabetes) zur Entstehung einer lebensbedrohlichen Endokarditis.

Somit besteht ein enger Zusammenhang zwischen der allgemeinen Gesundheit und dem kontrollierten Erhalt eines physiologischen Bakterienlevels im Mund. Um dies zu gewährleisten, ist

eine regelmäßige Mundhygiene vonnöten, die mechanisch effektiv bakterienreiche Beläge entfernt und bestenfalls durch antiseptisch wirksame Agenzien ergänzt wird.

Für Zahnbürstennutzer ist das adjuvante Hilfsmittel die idealerweise fluoridhaltige Zahnpasta.

Al-Otaibi et al. untersuchten die mikrobiotische Wirkung des Zahnputzholzes auf zwölf intraorale Keime, wobei nur bei Aa ein Hemmhof mit rund zehn Millimetern Durchmesser auf dem Nährboden entstand. Im Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse von Darout et al., welche insgesamt 13 Bakterienarten in ihre Studie miteinbezogen. Sie fanden in ihrer Zahnputzholzgruppe vermehrt die Bakterien Aa, *Streptococcus mutans* und *Actinomyces israelii* vor. Ihren Ergebnissen zufolge, zeigt das Zahnputzholz eine gewisse Effektivität gegen die Gruppe der oralen Streptococci.

Almas und Al-Zeid sowie auch Khalessi et al. entdeckten bei ihren Probanden, die das Zahnputzholz nutzten, eine Hemmung des *Streptococcus mutans*-Wachstums. Diesen Ergebnissen entspricht auch die erhöhte Zahl kariöser Läsionen bei Zahnbürstennutzern, welche vorrangig durch *S. mutans* initiiert werden, in der Studie von Darout et al.

Aufgrund der begrenzten Anzahl von Untersuchungen, die sich in ihrer Methodik auf die mikrobiologischen Eigenschaften des Zahnputzholzes konzentrierten, kann keine eindeutige Aussage über die antiseptische Wirkung getroffen werden. Eine Breitspektrumswirkung konnte definitiv in den berücksichtigten Studien ausgeschlossen werden. Hier ist noch ausgiebiger Raum für weitere Untersuchungen.

## 11 Der Hawthorne-Effekt und sein Einfluss auf wissenschaftliche Studien

Die Hawthorne-Werke der Western Electric Company im US-amerikanischen Cicero, Illinois, waren Herstellungsort für Bestandteile des Bellschen Telefon-Systems.

Von 1924 bis 1932 führten Dickson, Mayo und Roethlisberger in den Fabriken sieben großangelegte Studien zur Untersuchung des Einflusses von Umweltfaktoren auf das Arbeitsverhalten und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter durch. Im bekanntesten Teilexperiment wurden beispielsweise die Lichtverhältnisse in den Werkräumen der Fabrikarbeiterinnen verändert und anschließend dokumentiert, ob und wie sich in der Folgezeit die benötigte wöchentliche Arbeitszeit für bestimmte Handlungsabläufe änderte [63].

Irritierenderweise verkürzte sich in allen Probandengruppen die benötigte Arbeitszeit immer weiter trotz wiederholter Veränderungen von Beleuchtung, Arbeitszeiten, Zwischenmahlzeiten und Pausenverteilung. Selbst als die Veränderungen ohne Wissen der Probanden wieder rückgängig gemacht worden waren, ergaben sich wiederum deutlich verbesserte Arbeitsleistungen.

Diese Ergebnisse lieferten für die Betriebswirtschaftslehre die Erkenntnis, dass ein arbeitendes Individuum nicht nur seine reinen berufsspezifischen Fertigkeiten in seine Arbeitsleistung miteinbringt, sondern sein Leistungsvermögen zu großen Teilen von seinen Emotionen und seinem Sozialverhalten im Kollegenkreis abhängig ist [45].

In forschungsorientierter Hinsicht und insbesondere im Fall dieses Reviews beschreibt der Hawthorne-Effekt das Risiko, verfälschte Untersuchungsergebnisse zu erhalten, da die Probanden allein aufgrund des Bewusstseins, Teilnehmer einer wissenschaftlichen Studie zu sein, ihr natürliches Verhalten ändern. Dies bedeutet für die Zahnmedizin, beziehungsweise das Zahnputzholz, eine nur temporär während erhöhte Motivation und Gründlichkeit bei der Mundhygiene und somit auch letztlich bessere Plaque- und Gingivitiswerte, ohne dass diese den regulären Zustand wiedergeben. Die Studienergebnisse von Amoian et al. [16] unterstreichen mitunter diese Theorie. Sie ließen die Testgruppe *Salvadora persica*-haltige Kaugummis kauen und gaben der Kontrollgruppe reine Kaugummi-substanz ohne den natürlichen Zusatzstoff. Final ergaben beide Gruppen ähnliche Verbesserungen in Bezug auf die sulkulären Blutungen. Diese Verbesserungen können einerseits auf den mastikatorischen Effekt des Kauens zurückgeführt werden oder aber auf verstärkter und gewissenhafter ausgeübter, mechanischer Mundhygiene basieren.

Der Hawthorne-Effekt spricht Studienergebnissen nicht ihre vollständige Aussagekraft ab. Dennoch sollte dieser psychologische Wirkungsaspekt bei der Auswertung in Betracht gezogen werden, ist er doch zumindest in der Lage, die Ergebnisse zu relativieren.

## 12 Resümee der Ergebnisse

### 12.1 Methodische Aspekte

Zur Untersuchung von Fluoriden, die heute als essentieller Bestandteil der täglichen heimischen und regelmäßigen professionellen Karies- und Parodontitisprävention gelten, wurden seit Beginn des Jahres 1987 laut dem Suchportal Pubmed allein über 26.000 Studien durchgeführt, zusätzlich noch mehr als 12.000 Bücher herausgegeben. Das Suchwort „toothbrush“ ergibt über 1500 dem Thema entsprechende Veröffentlichungen.

Über *Salvadora persica* - beziehungsweise dem Zahnputzholz an sich - wurden im selben Zeitraum laut Pubmed nur 57 beziehungsweise 60 Untersuchungen erfasst [80]. Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Forschung zu *Salvadora persica* und dem Zahnputzholz noch am Anfang steht.

Zudem sind die existierenden Studien in ihrer Durchführungsweise thematisch zwar sehr divers, aber in Umfang, Probandenauswahl und Durchführungsort eher beschränkt.

Die Studiendauer der klinischen, prospektiven Studien, die Bestandteil des Reviews sind, erstreckt sich in den längsten Untersuchungen über gerade einmal drei Wochen pro individuellem Proband [13] [72] [50] [66]. Dadurch werden die Studienergebnisse nicht nur durch den möglichen Hawthorne-Effekt relativiert (siehe dazu auch Seite 51). Dieser unwillkürliche Einfluss ließe sich nur durch eine mehrmonatige oder sogar mehrjährige Testphase vermindern.

Ein weiterer Schwachpunkt ist die Größe und Auswahl der Probandengruppen. Eine retrospektive Studie berücksichtigt zwar die Daten von 264 Patienten [31], ist aber aufgrund der Methodik sehr viel anfälliger für Fehler und Ungenauigkeiten und damit weniger aussagekräftig. Die klinische Studie mit der größten Probandengruppe ist die Untersuchung von Amoian et al. mit initial 72 Teilnehmern, von denen allerdings zwölf frühzeitig ausschieden [16]. Sofrata et al. untersuchten insgesamt 68 männliche und weibliche Probanden [72]. Zudem haben die Probanden aus den Review-Studien eine unterschiedliche geografische und soziale Herkunft. Gazi et al. untersuchten weibliche und männliche Zahnmedizinstudenten, Al-Khateeb bezog nur saudi-arabische Stadtbewohner in seine Studie ein, Al-Teen nur Patienten der Kieferorthopädie mit Multiband und Al-Hakim führte seine Studie als einziger in einem Industriestaat an Ärzten und anderem medizinischem Personal durch. Die unterschiedliche Anwendungsfrequenz und die verwendeten Indices (siehe dazu auch die Seiten 9ff) tragen zur erschwerten Vergleichbarkeit der Studien untereinander bei. Mal werden nur einzelne Indexzähne beurteilt, mal alle vorhandenen Zähne miteinbezogen.

Gazi et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass das Zahnputzholz am effizientesten reinigt, wenn es mindestens fünfmal pro Tag benutzt wird [36]. Wichtig ist das aktive Putzen mit dem Holz, nur Kauen und Lutschen erbringen keine reinigende Wirkung. Aufgrund der hohen Anwendungsfrequenz wird

das Zahnputzholz im Vergleich zur Zahnbürste durchschnittlich deutlich länger im Mund gebraucht [13].

Im Falle von *Salvadora persica* ist es schwierig, zur Prüfung des rein mechanischen Effektes eine placebo-kontrollierte Gruppe einzusetzen, da es ethisch nicht vertretbar wäre, Probanden über mehrere Monate beispielsweise nur mit Wasser spülen zu lassen. Daher ziehen die ausgewerteten klinischen Studien einen Vergleich mit der Zahnbürste vor. Bei der Untersuchung der mikrobiologischen Effektivität hingegen wurden von Amoian et al. Placebo-Kaugummi ohne *Salvadora persica*-Extrakt eingesetzt [16]. Sofrata et al. gaben einer Hälfte der Probanden durch Hitze mikrobiologisch inaktivierte Zahnputzhölzer [72]. Damit konnte ein mechanischer Reinigungseffekt des Zahnputzholzes nachgewiesen werden.

## 12.2 Medizinische Aspekte

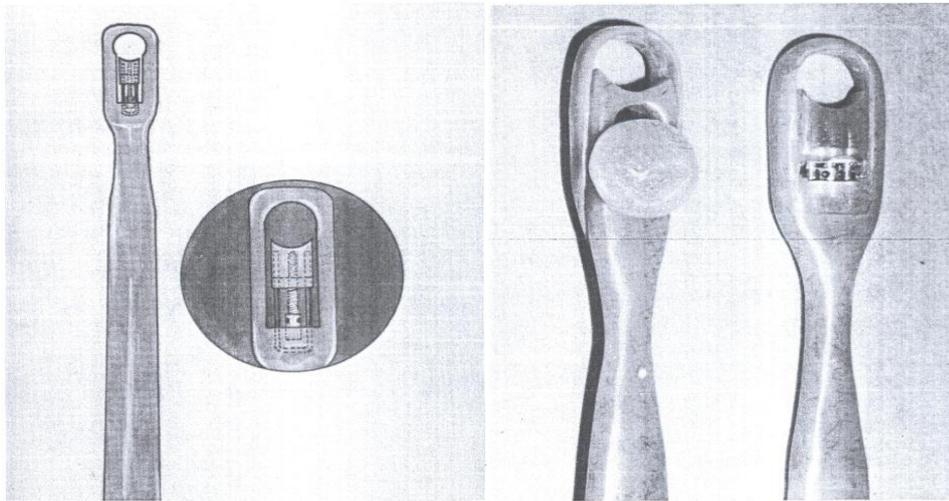
Die Zähne bilden die einzige zur Körperoberfläche freiliegende, harte und nicht abschilfernde Oberfläche des Körpers und sind somit prädestiniert für die Auflagerung von Biofilmen [59]. Kommt es durch Immunschwankungen oder Perioden nachlässiger Mundhygiene zu einem Ungleichgewicht der rund  $10^9$  Bakterien pro Milliliter Speichel in der Mundhöhle, schlägt die physiologische in eine pathologische Mundflora um.

Unzählbar viele Mundhygieneprodukte sind auf dem Markt erhältlich. Demzufolge muss sich auch das Zahnputzholz an den Erwartungen des Käufers messen lassen. Optimal wäre die Wirkungskombination aus Karies-, Gingivitis- und Parodontitisprophylaxe mittels eines Mundhygieneutensils, in diesem Fall des Zahnputzholzes.

Den mit Abstand wichtigsten Beitrag zur Mundhygiene bietet das Zahnputzholz durch seine äußerst effektive mechanische Plaqueentfernung, wie die Studien von Al-Otaibi et al. [13], Sofratat et al. [72] [73], Al Hakim [6] und Khalessi et al. [50] belegen. Interdental ist das natürliche Holz mit seiner feineren Auffaserung den rund 300 µm dicken Zahnbürstenborsten überlegen [13] [6]. Noch im Jahre 1986 kam die Studie von Hawkins et al. zu dem Ergebnis, dass mithilfe einer damals herkömmlichen Zahnbürste in den Zahnzwischenräumen so gut wie keine Plaqueentfernung möglich sei [44]. Heutzutage – rund 25 Jahre später – werden allerdings verstärkt, mit extra für den Interdentalraum vorgesehenen Spezialborsten bestückte Zahnbürsten angeboten (beispielsweise Dr. Best X-Zwischenzahn [28]).

Eine Schwachstelle in der Reinigungsgründlichkeit stellen die Lingualflächen insbesondere der Unterkieferfrontzähne dar. Diese sind aufgrund der starren, geraden Wuchsform des Zahnputzholzes nur schwer erreichbar [14]. Als möglichen Lösungsansatz entwickelte Mohamed I. Gazi 1988

Prototypen seiner Zahnputzholzhalter [39]. Diese ermöglichen, kurze Holzstücke im rechten Winkel zum Griff mittels einer KFO-ähnlichen Schraube einzuspannen und somit auch oral gelegene Zahnflächen leichter zu erreichen.



**Abbildungen 29 und 30: Illustration Zahnputzholzhalter: kieferorthopädisches Schraubendesign und die Prototypen zweier Zahnputzholzhalter [39]**

Das Zahnputzholz wurde von vorneherein in allen Studien ohne zusätzliche Interdentalraum- oder sonstige biochemische Pflegemittel verwendet. Im Gegensatz zur Zahnbürste verbessert die Anwendung des Zahnputzholzes in Kombination mit Zahnpasta nicht die mechanische Plaqueentfernung [22].

Da die supragingivale Plaqueentfernung auch die subgingivale Mikroflora in ihrer Zusammensetzung beeinflusst, ist der antibakterielle Effekt des täglich genutzten Mundhygienemittels von enormer Bedeutung für die Gesundheit von Zahn und Zahnhalteapparat.

Allerdings stellt das antiseptische Potential des Baumes *Salvadora persica* trotz zahlreicher Studien in der näheren Vergangenheit eine große, nicht eindeutige Variable dar.

Diverse Studien ermittelten übereinstimmende Ergebnisse hinsichtlich geringerer parodontaler Taschentiefen bei gleichzeitig ausgeprägteren gingivalen Rezessionen. Durch die Kombination dieser Befunde herrscht zwar bei Zahnputzholznutzern ein größerer Verlust an Desmodont und möglicherweise eine verstärkte Überempfindlichkeit der freiliegenden Wurzeloberfläche vor.

Allerdings lässt sich die Zahnoberfläche besser reinigen, es besteht kein chronischer Entzündungsherd am Gingivalsaum und die Progression der Parodontitis kann entschleunigt werden. Nichtsdestotrotz erleiden Anwender des Zahnputzholzes im Durchschnitt über Jahre gesehen einen stärkeren Knochenrückgang als Zahnbürstennutzer [36], haben aber weniger Behandlungsbedarf [8].

Uneinigkeit herrscht in der Beurteilung der mikrobiologischen Wirkung des Baumes *Salvadora persica*. Zahlreiche in-vitro- und in-vivo-Studien verschiedener Untersucher ergaben diverse, nicht eindeutige Ergebnisse.

Sofrata betrieb mit wechselnden Partnern den größten und umfangreichsten Studienaufwand. In Übereinstimmung mit den klinischen Studien von Quinlan et al. [66] und Al-Otaibi et al. [12] beobachtete er in einer seiner in-vitro-Studien die Wachstumshemmung von Aa durch *Salvadora persica* [75]. Zusätzlich fand er auch ein abgeschwächtes Wachstum von *Escherichia coli*. Darout et al. [25] erhielten hingegen Ergebnisse, die eine deutlich höhere Anzahl an Aa in Zahnputzholznutzern angaben als in der Gruppe der Zahnbürstennutzer. Khalessi et al. und Almas et al. konnten wiederum an ihren Probanden eine verringerte Zahl von *Streptococcus mutans*-Keimen nachweisen, nachdem die Testpersonen drei Wochen lang beziehungsweise nur einmalig mit *Salvadora persica* gespült hatten [50] [10]. Dies entspricht der kleineren Anzahl kariöser Läsionen, die Darout et al. 2002 bei ihren Zahnputzholz anwendenden Probanden fanden [25].

Unter anderem untersuchten Sofrata et al. auch die Auswirkungen von *Salvadora persica* auf den pH-Wert der dentalen Plaque nach dem Spülen mit wässriger, fünfprozentiger Zuckerlösung. Er konnte nachweisen, dass 30 Minuten im Anschluss der Plaque-pH durch die *Salvadora persica*-Lösung auf 6 angestiegen war, bei der Spülung mit sterilem Wasser nur auf 5,5 [73]. Somit eignet sich die *Salvadora persica*-Spüllösung zum Schutz der Zahnhartsubstanz. Der Plaque-pH wird klar über den Grenzwert der Schmelzdemineralsation von 5,2 bis 5,7 angehoben [46].

Insgesamt kamen Sofrata et al. zu dem Schluss, dass der Baum *Salvadora persica* zwar wohl nicht antibakteriell wirksam ist, aber sowohl einen antiinflammatorischen Effekt auf die gingivalen Weichgewebsstrukturen ausübt, als auch durch die Hebung des Plaque-pH kariösen Defekten entgegenwirkt. Auch Darout et al. konnten die antiinflammatorische Wirkung insbesondere an posterioren Zähnen retrospektiv nachweisen [24].

Benzylthioisocyanat gilt als eines der biologisch aktivsten Hauptbestandteile von *Salvadora persica*. Sofrata et al. befanden dieses Pseudohalogenid für exklusiv wirksam gegen gram-negative Bakterien wie die hauptverantwortlichen parodontitisverursachenden Keime Aa und *Porphyromonas gingivalis*. Weitere mikrobiologische Aktivität stellte das Forschungsteam gegen die nicht-oralen Keime *Pseudomonas aeruginosa* und *Haemophilus influenzae* fest [74]. Diese sind in der Regel kein Bestandteil der Mundhöhlenflora beim Gesunden, konnten aber bei immungeschwächten Patienten bereits intraoral isoliert werden. Insbesondere das Auftreten von *Pseudomonas aeruginosa* wird mit älteren Krebspatienten mit Knochenmarksdepression und Zytostatikatherapie assoziiert [59].

Amoian et al. und Khalessi mit seinen Kollegen kamen überein, dass hinsichtlich einer potenziellen mikrobiologischen Wirkung anhand ihrer Ergebnisse keine Schlussfolgerung möglich sei, da auch ihre Placebo-Kontroll-Gruppen ähnliche Werte wie die Testgruppen aufwiesen [16] [50]. Allerdings stellten sie fest, dass in allen Vergleichen von *Salvadora persica* mit Triclosan und Chlorhexidin (CHX) der natürliche Baumextrakt durchweg etwas geringere Verbesserungen bei Plaque- und Gingivitiswerten liefert. Allerdings fielen in allen bisherigen Studien keine unerwünschten Nebenwirkungen des *Salvadora persica*-Extraktes auf. Bei der regelmäßigen Verwendung von triclosanhaltiger Zahnpasta kann es zu einer Resistenzbildung bestimmter Bakterien kommen [21]. Die Langzeitanwendung von chlorhexidinhaltiger Mundspüllösung ist oft mit Zahnverfärbungen, Schleimhautdesquamationen und Geschmacksirritationen verbunden. Unter diesen Nebenwirkungen leiden vor allem die Patienten mit hohem Karies- oder Parodontitisrisiko, die Chlorhexidin als Medikament zur regelmäßigen adjuvanten und verstärkten Prophylaxe einsetzen. In Deutschland dürfen nur wenige Präparate auf CHX-Basis als Medikamente deklariert und mit ihrer therapeutischen Wirkung - beispielsweise gegen Gingivitis - beworben werden [21].

Aus medizinischer Sicht spricht aufgrund der aktuellen Studienlage nichts gegen eine Mundspüllösung auf der Basis von *Salvadora persica*, da sie nebenwirkungsfrei und somit geeignet für die tägliche Prophylaxe ist. Indiziert wäre sie insbesondere für Patienten mit niedriger bis durchschnittlicher Karies- und Parodontisanfälligkeit, weniger für stark karies- und parodontisgefährdete Personen.

### 12.3 Sozioökonomische und sozioökologische Aspekte

Das Zahnputzholz hat heutzutage seine Hauptvorkommen einerseits in der islamischen Welt des Mittleren Ostens und andererseits in den afrikanischen Entwicklungsländern und ärmeren Staaten. Da sich viele Afrikaner und Asiaten keine kommerziellen Zahnpflegeartikel und schon gar nicht teure Zusatzprodukte wie Fluoridmundspülungen oder Interdentalraumpflegemittel leisten können, greifen sie auf das natürliche, billigere und auf Straßenmärkten erhältliche Zahnputzholz zurück [43].

Einer Studie in Saudi-Arabien zufolge hatten dort 44 % der 50- bis 60-Jährigen aus der bildungsfernen Gesellschaftsschicht noch nie in ihrem Leben eine Zahnbürste besessen, waren aber alle regelmäßige Anwender des Zahnputzholzes [12]. Dass das Zahnputzholz vorrangig von den niedrigeren sozialen Schichten angenommen wird, ermittelten schon Dummer et al. 1978 [29].

Motivierend für den täglichen mehrfachen Einsatz des Zahnputzholzes zur Mundhygiene ist in der islamischen Welt die enge Verbindung der Menschen mit ihrem tiefen Glauben. Rund 37 % gläubiger Muslime gaben in einem Fragebogen an, dass sie bei Zahnbeschwerden den Heiligen Koran auf die

schmerzende Gesichtsseite unter ihr Kopfkissen legen und so auf Besserung hoffen [9]. In seinen Überlieferungen, den sogenannten Hadith, sagt der Prophet und Religionsstifter Mohammed: „Der Siwak ist eine Art, die Mundhöhle zu purifizieren, zu Gottes Gefallen.“ [7, Seite 230]. Der Prophet nutzte das Zahnputzholz vor jedem Gebet als Ergänzung der rituellen Waschung [7].

Allerdings wird gleichzeitig auch explizit zur moderaten Nutzung des Zahnputzholzes geraten, „ansonsten könnten der Glanz der Zähne verloren gehen und die Gerüche des Magens verstärkt an die Oberfläche gelangen“ [7, Seite 231].

Das Wissen über die Mundgesundheit ist in den Entwicklungsländern, aber auch im Mittleren Osten und Asien deutlich schlechter als in Europa. 10 % der befragten Saudi-Araber gaben an, zu ästhetischen Zwecken regelmäßig ihre Zähne mit Zitronensaft zu bleichen [9].

Aus diesem Grund ist Aufklärung und insbesondere die Instruktion über Putztechniken und Gesundheitsrisiken bei ausbleibender Mundpflege von zentraler Bedeutung. Laut Ross sind drei Faktoren maßgeblich ausschlaggebend für eine erfolgreiche Mundhygiene: die Kognition (Verstand), die Affektion (Emotion) und die Kompetenz (Geschicklichkeit) [69]. Das Zahnputzholz kann am effektivsten eingesetzt werden, wenn dem Gebrauch eine professionelle Instruktion vorausgegangen ist [29]. Im durch Ölvorkommen wirtschaftlich gesicherten Saudi-Arabien stellt der Staat seinen Einwohnern kostenlose, öffentliche Gesundheitszentren zur Verfügung. Hier wäre es früh möglich, mit Aufklärung und Instruktion zum Thema „Orale Gesundheit“ zu beginnen. Das Gleiche wäre beispielsweise auf dem afrikanischen Kontinent in den Schulen denkbar. Die Menschen zu erreichen, denen es nicht möglich ist, öffentliche Schulen zu besuchen oder sich in ärztliche Behandlung zu begeben, gestaltet sich weitaus schwieriger und sollte im günstigsten Fall über Hilfsorganisationen und -projekte erfolgen.

Die Bedeutung von laiengerechter Aufklärung, detaillierter Erklärung der Anwendungstechnik sowie möglicher Gefahren und eine nicht nachlassende (Re-)Motivation sind nicht zu unterschätzende Faktoren für den erfolgreichen Gebrauch des natürlichen Zahnpflegeproduktes.

## 13 Fazit

Das Zahnputzholz vom Baum *Salvadora persica* ist absolut umweltfreundlich in der Entstehung, nachhaltig in seiner Entwicklung und vollständig kompostierbar und zeichnet sich durch einen angenehm würzig-erfrischenden Geschmack im Mund aus. Es ist preisgünstig und kann ohne Zahnpasta und Wasser angewendet werden. Auch ein Verzicht auf zusätzliche Approximalraumpflegemittel ist bei dem Zahnputzholz eher möglich als bei der Zahnbürste. Die effektivere Reinigung des aufgefasernten Zweigs interdental wurde in klinischen Studien nachgewiesen [13] [6]. An den dentalen Glattflächen gaben alte Studien von vor 1987 an, dass das Zahnputzholz besser in seiner mechanischen Reinigung sei als die Zahnbürste (beispielsweise Elwin-Lewis, 1974 [35] oder Basharahil, 1986 [18]). Die in diesem Review ausgewerteten Studien seit dem Jahr 1987 sehen eher eine ausgeglichene Wirksamkeit der beiden Zahnpflegeprodukte. Dies könnte in der vorangeschrittenen Entwicklung und Verbesserung der heutigen Zahnbürstenvarianten begründet liegen.

In der westlichen Welt ist das Zahnputzholz weitestgehend unbekannt und nur über das Internet käuflich zu erwerben. In der christlich geprägten Gesellschaft fehlt die Ausgestaltung der Lebensweise nach den Regeln und Gebräuchen des Propheten Mohammed, welche unter den Menschen muslimischen Glaubens eine große Motivation zur Anwendung des Zahnputzholzes bewirkt. Außerdem wird sich das Zahnputzholz aufgrund des Überangebots von sowohl teuren als auch preiswerteren Zahnpflegeartikeln und einem anderen, naturferneren Hygieneverständnis, in den Industriestaaten kaum durchsetzen können. Daran werden auch sporadische Werbekampagnen mit Spendenaufrufen für Bedürftige in den nächsten Jahren nichts ändern.



Abbildung 31: Werbeplakat in einer U-Bahn-Haltestelle, USA  
(Quelle: <http://www.behance.net>)

Die aktuelle Studienlage belegt außer der effizienten, mechanischen Plaquentfernung durch das *Salvadora persica*-Zahnputzholz und dessen erhöhter Neigung zur Verursachung gingivaler Rezessionen keine sonstigen mikrobiologischen oder parodontologischen Wirkungen eindeutig. Aus diesem Grund und auf der Basis der doch teils vielversprechenden Ergebnisse ließen sich zukünftige, in Dauer und Probandengruppengröße noch umfangreichere klinische Untersuchungen in jedem Fall rechtfertigen. Ob Versuche in diesem Größenrahmen zustande kommen werden, bleibt abzuwarten. Der wirtschaftliche Gewinn und die Kaufkraft der potenziellen Zielgruppen in den gesellschaftlich niedrigeren Schichten wären recht überschaubar.

Zukünftige Forschungsrichtungen und Fragestellungen könnten beispielsweise sein:

- Wie effizient ist das Zahnputzholz als Zungenreiniger?
- Wie hoch ist das Intoxikationsrisiko (Fluoride und andere chemische Inhaltsstoffe von *Salvadora persica*), wenn Kinder das Zahnputzholz regelmäßig anwenden?
- Wie oder ob stehen *Candida albicans* und der Gebrauch des Zahnputzholzes in Verbindung? Hierzu existiert bis dato nur eine in-vitro-Studie von Al-Baghie et al. [2].
- Wie wertvoll sind fluorid-imprägnierte Zahnputzhölzer als Teil der chemischen Prophylaxe?
- Und wie potenziell allergen sind Bestandteile von *Salvadora persica*? Bisher wurde nur ein einziger Fallbericht über einen 52-jährigen Patienten veröffentlicht, der unter einer IgE-vermittelten *Salvadora-Persica*-Allergie litt. Als Symptome zeigte er eine juckende Gingiva im Anschluss an den Gebrauch des Zahnputzholzes sowie einen Juckreiz mit Hautrötung im Bereich unter der Brusttasche seines Hemdes, wo er den Zweig aufbewahrte. Ein 48-stündiger ImmunoCAP-Test (Pharmacia Diagnostics, Schweden) mit dem Serum des Patienten ermittelte eine Kreuzallergie mit Latex [41].

Innerhalb des vergangenen Jahrzehnts wurden auch vereinzelte klinische Studien zur Bedeutung des Zahnputzholzes hinsichtlich verschiedenster allgemeinmedizinischer Erkrankungen und Fragestellungen durchgeführt. So untersuchten Al-Mohaya et al. den Zusammenhang zwischen oraler Candidiasis bei Nierentransplantationspatienten und dem regelmäßigen Gebrauch eines Zahnputzholzes [11]. Darmani et al. beschäftigten sich mit dem Einfluss von *Salvadora persica*-Extrakt auf die Fruchtbarkeit von Mäusen [23]. Außerdem wurden ein potenzieller antikonvulsiver und sedativer Effekt hinterfragt [62] sowie eine präventive Aktivität von *Salvadora persica* gegen stressbedingte Magengeschwüre [70] und das Auftreten der Urolithiasis [40] vermutet.

Diese Studien sind nicht Teil des Reviews, da sie von der ursprünglichen Fragestellung zur Wertigkeit von *Salvadora persica* in Bezug auf die Mundgesundheit eines systemisch Gesunden zu weit abweichen. Daher werden sie nicht näher erläutert, allerdings soll durch ihre Erwähnung unterstrichen werden, wie vielfältig und multidisziplinär Naturheilstoffe eingesetzt werden können.

Erwiesen ist definitiv, dass eine profunde Mundhygieneinstruktion für den optimalen Einsatz im Falle des Zahnputzholzes noch unverzichtbarer ist als bei der herkömmlichen Zahnbürste, da das abrasive Naturholz weitaus größere Schäden an Parodont, Weichgeweben und Zähnen anrichten kann, wenn es technisch falsch oder unangemessen hoch frequentiert eingesetzt wird.

Eine Empfehlung kann für das Zahnputzholz und den Baum *Salvadora persica* aufgrund der unzureichenden wissenschaftlichen Prüfung nicht ausgesprochen werden. Allerdings wäre es insbesondere für die Mundhygiene und die mit ihr eng verbundene systemische Gesundheit der sozial benachteiligten Menschen auf der Erde – den hauptsächlichlichen Anwendern des Zahnputzholzes – ein großer Benefit, wenn der Baum *Salvadora persica* und das von ihm stammende Zahnputzholz in der internationalen Forschung zukünftig mehr fundierte und klinisch-kontrollierte Beachtung fänden.

## 14 Zusammenfassung

In Zeiten eines steigenden Umweltbewusstseins stehen zunehmend auch Naturprodukte für die Mundhygiene zur Verfügung. Der Baum *Salvadora persica* wächst weltweit in vorwiegend heißen, trockenen Ländern. Neben seiner allgemeinmedizinischen Wirkung, beispielsweise als Antirheumatikum, haben das aus dem Baum gewonnene Zahnputzholz sowie der aus Wurzeln und Ästen gewonnene Extrakt als Bestandteil von Zahnpasten und Mundspüllösungen eine große Bedeutung in der Pflege intraoraler Weich- und Hartgewebe. Vielfach im Rahmen von klinischen prospektiven und retrospektiven Studien untersucht, werden im direkten Vergleich der Untersuchungen Defizite in der Methodik der Experimente evident. Aufgrund von kleinen Probandengruppen und kurzen Testzeiträumen werden die Studienergebnisse in ihrer Aussagekraft vermindert. Obwohl alle Studien die Plaque- und Gingivitiswerte der Probanden untersuchten, wurden die Ergebnisse mithilfe verschiedenster Indices dokumentiert. Dies erschwert den Vergleich.

Hinsichtlich seiner medizinischen Wirkung bescheinigt die aktuelle Forschungslage dem Zahnputzholz übereinstimmend eine mit der manuellen Zahnbürste vergleichbare Effektivität bei der mechanischen Plaqueentfernung. Die Forscher sind sich weiterhin einig, dass die Entstehung gingivaler Rezessionen durch eine ungeschulte Anwendung des Zahnputzholzes begünstigt wird. Aus diesem Grund sind eine detaillierte Demonstration und die mehrmalige Anwendung unter professioneller Anleitung unverzichtbar. Weitgehend ungeklärt verbleibt die Frage nach einer potentiellen antimikrobiellen Wirkung von *Salvadora persica*. Sowohl in vivo- als auch in-vitro-Studien resultieren in variierenden Erkenntnissen und gelangen zu teils widersprüchlichen Aussagen, welche Bakterienarten von *Salvadora persica* gehemmt werden können. Insbesondere in diese Richtung besteht noch ein großer, weiterführender Untersuchungsbedarf mit längeren Studiendauern und umfangreicheren Probandengruppen. Aufgrund der bestehenden Forschungsergebnisse sind weitere Bemühungen zur Klärung des mikrobiologischen Wirkungsgrades durchaus gerechtfertigt und sinnvoll.

Unrealistisch bleibt, dass das Naturholz die Kunststoffzahnbürste in der westlichen industrialisierten Welt zukünftig verdrängen kann. Allerdings bietet der Extrakt von *Salvadora persica* immerhin eine bis dato unbedenkliche Alternative zu oft nebenwirkungsbehafteten oder alkoholhaltigen Mundspüllösungen als Mittel der adjuvanten chemischen Mundhygiene.

Eine direkte Empfehlung für den Zahnbürstenbaum ist nicht möglich. Sollte die Effizienz der *Salvadora persica*-Produkte in Zukunft noch eindeutig wissenschaftlich belegt werden, könnte der nachhaltige Nutzen bei entsprechend fachmännischer Instruktion im Rahmen der Prophylaxe insbesondere für Menschen aus ärmeren oder dem Islam zugeneigten Gesellschaftsschichten enorm sein.

## 15 Poesie



Ein Beispiel klassischer, arabischer Poesie von Bashshâr b. al-Burd (8. Jahrhundert n. Chr.):

*„Sie reinigte ihre Zähne für mich mit einem Miswak  
und möchte mir dadurch sagen, wie angenehm der Geschmack ihres Mundes sei,  
wie sie sich pflegen möchte.  
Und wirklich! Als der Miswak mir den Saft ihres Mundes brachte, kalt wie Eis,  
wie pures Wasser über meine Hand,  
dann küsste ich, was ihren Mund liebkost hatte und rief aus:  
Oh, könnte ich bloß der Miswak sein, der dir, meiner Geliebten, so nah war!“ [15]*



Abbildung 32: Das Zahnputzholz [Quelle: [www.khilafatworld.com](http://www.khilafatworld.com)]

## 16 Literaturverzeichnis

- [1] **Akhtar MS, Ajmal M. 1981.** Significance of chewing sticks (miswak) in oral hygiene from pharmacological view-point.  
*J Pak Med Assoc.* 1981, 31, S. 89-95.
- [2] **Al-Bagieh NH, Idowu A, Salako NO. 1994.** Effect of aqueous extract of miswak on the in vitro growth of *Candida albicans*.  
*Microbios.* 1994, Bd. 80, 323, S. 107-113.
- [3] **Al-Bagieh NH, Weinberg ED. 1988.** Benzylisothiocyanate: a possible agent for controlling dental caries.  
*Microbios Letters.* 1988, 39, S. 143-151.
- [4] **Al-Bagieh NH. 1992.** Antiherpes simplex virus type 1 activity of benzylisothiocyanate.  
*Microbios Letters.* 1992, 47, S. 67-70.
- [5] **Al-Bagieh NH. 1998.** Effect of benzylisothiocyanate on the growth and acid production of *Candida albicans*.  
*Biomed Letters.* 1998, 58, S. 139-145.
- [6] **Al-Hakim, MS. 2003.** Klinisch-kontrollierte Studie zur Überprüfung der Mundhygiene-effektivität der natürlichen Zahnbürste (Siwak) aus der Arak-Pflanze (*Salvadora persica*). Witten-Herdecke, Deutschland: Dissertation.
- [7] **Al-Jawziyya IQ. 1998.** *Medicine of the Prophet*. [Übersetzung: Johnstone P]. Cambridge, Großbritannien: The Islamic Texts Society, 1998.
- [8] **Al-Khateeb TL, O'Mullane DM, Whelton H, Sulaiman MI. 1991.** Periodontal treatment needs among Saudi Arabian adults and their relationship to the use of the Miswak.  
*Community Dent Health.* 1991, Bd. 8, 4, S. 323-328.
- [9] **Almas K, Albaker A, Felembam N. 2000.** Knowledge of dental health and diseases among dental patients, a multicentre study in Saudi Arabia.  
*Indian J Dent Res.* 2000, Bd. 11, 4, S. 145-155.
- [10] **Almas K, Al-Zeid Z. 2004.** The immediate antimicrobial effect of a toothbrush and miswak on cariogenic bacteria: a clinical study.  
*J Contemp Dent Pract.* 2004, Bd. 5, 1, S. 105-114.
- [11] **Al-Mohaya MA, Darwazeh A, Al-Khudair W. 2002.** Oral fungal colonization and oral candidiasis in renal transplant patients: the relationship to Miswak use.  
*Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radiol Endod.* 2002, Bd. 93, 4, S. 455-460.
- [12] **Al-Otaibi M, Al-Harthy M, Gustafsson A, Johansson A, Claesson R, Angmar-Mansson B. 2004.** Subgingival plaque microbiota in Saudi Arabians after use of miswak chewing stick and toothbrush.  
*J Clin Periodontol.* 2004, Bd. 31, 12, S. 1048-1053.
- [13] **Al-Otaibi M, Al-Harthy M, Söder B, Gustafsson A, Angmar-Mansson B. 2003.** Comparative effect of chewing sticks and toothbrushing on plaque removal and gingival health.  
*Oral Health Prev Dent.* 2003, Bd. 1, 4, S. 301-307.

- [14] **Al-Teen RMA, Said KN, Abu Alhaija ESJ. 2006.** Siwak as a oral hygiene aid in patients with fixed orthodontic appliances.  
*Int J Dent Hyg.* 2006, Bd. 4, 4, S. 189-197.
- [15] **al-Washshà I, ed. Brünnow RE, 1886.** *Das Buch des buntbestickten Kleides.*  
[Übersetzung: Bellmann D].  
Leiden, Deutschland: Gustav Kiepenheuer Verlag/Leipzig&Weimar, 1984, S. 103-104.
- [16] **Amoian B, Moghadamnia AA, Barzi S, Sheykholeslami S, Rangiani A. 2010.** Salvadora Persica extract chewing gum and gingival health: improvement of gingival and probe-bleeding index. *Complement Ther Clin Pract.* 2010, Bd. 16, 3, S. 121-123.
- [17] **Axelsson P, Lindhe J. 1981.** Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years.  
*J Clin Periodon.* 1981, Bd. 8, 3, S. 239-248.
- [18] **Basharahil, H. 1986.** The prevalence of dental caries in Saudi school children using the chewing stick (miswak) and those using the toothbrush.  
*Indonesian Dent J.* 1986, 46, S. 45-51.
- [19] **beam.** [Online] Beam Technologies, 2012. [Letzter Zugriff: 16. Juli 2012.]  
<http://beamtoothbrush.com>.
- [20] **Bos, G. 1993.** The miswāk, an aspect of dental care in Islam.  
*Med Hist.* 1993, Bd. 37, 1, S. 68-79.
- [21] **Burghartz, Jeannette. 2008.** Korianderöl als Mundspüllösung.  
Freiburg i. Br., Deutschland: Dissertation, 2008.
- [22] **Danielsen B, Baelum V, Manji F, Fejerskov O. 1989.** Chewing sticks, toothpaste, and plaque removal. *Acta Odontol Scand.* 1989, 47, S. 121-125.
- [23] **Darmani H, Al-Hiyasat AS, Elbetieha AM, Alkofahi A. 2003.** The effect of an extract of *Salvadora persica* (Meswak, chewing stick) on fertility of male and female mice.  
*Phytomedicine.* 2003, Bd. 10, 1, S. 63-65.
- [24] **Darout IA, Albandar JM, Skaug N. 2000.** Periodontal status of adult Sudanese habitual users of miswak chewing sticks or toothbrushes.  
*Acta Odontol Scand.* 2000, Bd. 58, 1, S. 25-30.
- [25] **Darout IA, Albandar JM, Skaug N, Ali RW. 2002.** Salivary microbiota levels in relation to periodontal status, experience of caries and miswak use in Sudanese adults.  
*J Clin Periodontol.* 2002, Bd. 29, 5, S. 411-420.
- [26] **Deutsche Zentralbibliothek für Medizin (ZB MED) und Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI).** MedPilot - Das Suchportal für medizinische Fachliteratur. [Online] [Letzter Zugriff: 10. Juli 2012.]  
<http://www.medpilot.de>.
- [27] **Dörfer CE, Schiffner U, Staehle HJ. 2007.** Häusliche mechanische Zahn- und Mundpflege. *DZZ.* 2007, Bd. 62, 9, S. 616.
- [28] **Dr. Best Forschung.** [Online] GlaxoSmithKline Consumer Healthcare GmbH & Co. KG, 2010. [Letzter Zugriff: 04. Juli 2012.]  
<http://www.dr-best.de>.

- [29] **Dummer P, Addy M, Hicks R, Kingdom A. 1978.** The effect of social class on the prevalence in 11-12 year old children in South Wales.  
*J Dent.* 1978, 15, S. 185-190.
- [30] **Eid MA, al-Shammery AR, Selim HA. 1990.** The relationship between chewing sticks (Miswak) and periodontal health. 2. Relationship to plaque, gingivitis, pocket depths, and attachment loss.  
*Quintessence Int.* 1990, Bd. 21, 12, S. 1019-1022.
- [31] **Eid MA, Selim HA. 1994.** A retrospective study of the relationship between miswak chewing stick and periodontal health.  
*Egypt Dent J.* 1994, 40, S. 589-592.
- [32] **Eid MA, Selim HA, al-Shammery AR. 1990.** Relationship between chewing sticks (miswak) and periodontal health. 1. Review of the literature and profile of the subjects.  
*Quintessence Int.* 1990, Bd. 21, 11, S. 913-917.
- [33] **Eid MA, Selim HA, al-Shammery AR. 1991.** The relationship between chewing sticks (Miswak) and periodontal health. 3. Relationship to gingival recession.  
*Quintessence Int.* 1991, Bd. 22, 1, S. 61-64.
- [34] **Maschinski G. 2008.** *Lexikon Zahnmedizin Zahntechnik.*  
München, Deutschland: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, 2008. S. 84.
- [35] **Elwin-Lewis M, Kevaell K, Lewis WH, Harwood M. 1974.** The anticariogenic potential of African chewing sticks.  
*J Dent Res.* 1974, 55, S. 277.
- [36] **Gazi M, Saini T, Ashri N, Lambourne A. 1990.** Meswak chewing stick versus conventional toothbrush as an oral hygiene aid.  
*Clin Prev Dent.* 1990, Bd. 12, 4, S. 19-23.
- [37] **Gazi MI, Lambourne A, Chagla AH. 1987.** The antiplaque effect of toothpaste containing *Salvadora persica* compared with chlorhexidine gluconate.  
*Clin Prev Dent.* 1987, Bd. 9, 6, S. 3-8.
- [38] **Gazi MI, Lambourne A, Chagla AH. 1987.** Meswak versus chlorhexidine and a commercial toothpaste in plaque formation and gingivitis.  
*Odontostomatol Trop.* 1987, Bd. 10, 1, S. 29-38.
- [39] **Gazi, MI. 1988.** A Toothbrush Handle for the Use of the Meswak Oral Hygiene Aid.  
*Clin Prev Dent.* 1988, Bd. 10, 6, S. 7-9.
- [40] **Geetha K, Manavalan R, Venkappayya D. 2010.** Control of urinary risk factors of stone formation by *Salvadora persica* in experimental hyperoxaluria.  
*Methods Find Exp Clin Pharmacol.* 2010, Bd. 32, 9, S. 623-629.
- [41] **Harfi HA, Lundberg M. 1996.** Meswak, a novel allergen.  
*Allergy.* 1996, Bd. 52, 4, S. 474-475.
- [42] **Hattab FN, Yassin OM. 2000.** Etiology and diagnosis of tooth wear: a literature review and presentation of selected cases.  
*Int J Prosthodont.* 2000, 13, S. 101-107.

- [43] **Hattab FN. 1997.** Meswak: The Natural Toothbrush.  
*J Clin Dent.* 1997, Bd. 8, 5, S. 125-129.
- [44] **Hawkings BF, Kohout FJ, Lainson PA, Heckert A. 1986.** Duration of toothbrushing for effective plaque control.  
*Priondotics.* 1986, 17, S. 361-365.
- [45] **HB, Anne. 2009.** Arbeitslehre Wiki. [Online] 2009. [Letzter Zugriff: 27. 06 2012.]  
<http://www.arbeitslehre.de>.
- [46] **Hellwig E, Klimek J, Attin T. 2011.** *Einführung in die Zahnerhaltung.*  
München, Deutschland: Elsevier GmbH, Urban&Fischer Verlag, 2011.
- [47] **Hirschfeld I. 1939.** *The toothbrush: its use and abuse.*  
New York (Brooklyn), USA: Dental Items Interest, 1939. S. 9, 11, 13, 18-19, 22-27.
- [48] **Hyson, JM. 2003.** History of the Toothbrush.  
*J Hist Dent.* 2003, Bd. 51, 2, S. 73-80.
- [49] **Issa, H. 1966.** Use of the Siwak in Islam.  
*Br Dent J.* 1966, Bd. 120, 4, S. 189-190.
- [50] **Khalessi AM, Pack ARC, Thomson WM, Tompkins GR. 2004.** An in vivo study of the plaque control efficacy of Persica: a commercially available herbal mouthwash containing extracts of *Salvadora persica*.  
*Int Dent J.* 2004, Bd. 54, 5, S. 279-283.
- [51] **Khatak M, Kathak S, Siddqui AA, Vasudeva N, Aggarwal A, Aggarwal P. 2010.** *Salvadora persica.*  
*Pharmacogn Rev.* 2010, Bd. 4, 8, S. 209-214.
- [52] **Kulik E, Lenkeit K, Meyer J. 2000.** Antimicrobial effects of tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) on oral microorganisms.  
*Schweiz Monatsschrift Zahnmed.* 2000, Bd. 110, 11, S. 125-130.
- [53] **Lenox JA, Kopczyk RA. 1973.** A clinical index for scoring a patient's oral hygiene performance. *J Amer Dent Assoc.* 1973, 86, S. 849-852.
- [54] **Löe H, Silness J. 1963.** Periodontal disease in pregnancy: Prevalence and severity.  
*Acta Odontol Scand.* 1963, 21, S. 533-551.
- [55] **Löe, H. 2000.** Oral hygiene in the prevention of caries and periodontal disease.  
*International Dental Journal.* 2000, Bd. 50, 3, S. 129-139.
- [56] **Löe H. 1967.** The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index Systems.  
*J Periodontol.* 1967, 38, S. 610-616.
- [57] **Lukas-Nülle M, Ahrens D, Güntert B. 2007.** Retrospektive versus prospektive Krankheitsstudien - Eine Analyse am Beispiel chronischer Schmerzpatienten.  
*Gesundh ökon Qual manag.* 2007, Bd. 12, 4, S. 247-252.
- [58] **Lutze, K. 2008.** Zahnpflege im frühen Islam: Mit Miswak und Chihal.  
*zm.* 2008, Bd. 98, 22, S. 122, Z. 137-141.
- [59] **Marsh P, Martin MV. 2003.** *Orale Mikrobiologie.*  
Stuttgart, Deutschland: Thieme, 2003.

- [60] **Miller, WD. 1890.** *The microorganisms of the human mouth.* Philadelphia, USA: S. S. White and Co., 1890.
- [61] **Modzelevich, M. 2005-2012.** Flowers in Israel. [Online] 2005-2012. [Letzter Zugriff: 13. Juli 2012.] <http://www.flowersinIsrael.com>.
- [62] **Monforte MT, Trovato A, Rossitto A, Forestieri AM, D'Aquino A, Miceli N, Galati EM. 2002.** Anticonvulsant and sedative effects of *Salvadora persica* L. stem extracts. *Phytother Res.* 2002, Bd. 16, 4, S. 395-397.
- [63] **Parsons, HM. 1974.** What Happened at Hawthorne?: New evidence suggests the Hawthorne effect resulted from operant reinforcement contingencies. *Science.* 1974, Bd. 183, 4128, S. 922-932.
- [64] **Podshadley AG, Haley JV. 1986.** A method for evaluating patient hygiene performance by observation of selected tooth surfaces. *Pub Health Rep.* 1986, 83, S. 259-264.
- [65] **Quigley G, Hein J. 1962.** Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent Assoc.* 1962, 65, S. 26-29.
- [66] **Quinlan R, Robson G, Pack AR. 1994.** A study comparing the efficacy of a toothpaste containing extract of *Salvadora persica* with a standard fluoride toothpaste. *J N Z Soc Periodontol.* 1994, 77, S. 7-14.
- [67] **Reddy, S. 2008.** *Essentials of Clinical Periodontology and Periodontics.* 2.Auflage Neu Dehli, Indien: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd., 2008.
- [68] **Ronse De Craene L, Wanntorp L. 2009.** Floral development and anatomy of Salvadoraceae. *Ann Bot.* 2009, Bd. 104, 5, S. 913-923.
- [69] **Ross CK. 1981.** Factors influencing successful preventive health education. *Health Educ Q.* 1981, 8, S. 187-208.
- [70] **Sanogo R, Monforte MT, Daquino A, Rossitto A, Maur DD, Galati EM. 1999.** Antiulcer activity of *Salvadora persica* L.: structural modifications. *Phytomedicine.* 1999, Bd. 6, 5, S. 363-366.
- [71] **Socransky SS, Smith C, Martin L, Paster BJ, Dewhirst FE, Levin AE. 1994.** "Checkerboard" DNA-DNA hybridization. *Biotechniques.* 1994, 17, S. 788-792.
- [72] **Sofrata A, Brito F, Al-Otaibi M, Gustafsson A. 2011.** Short term clinical effect of active and inactive *Salvadora persica* miswak on dental plaque and gingivitis. *J Ethnopharmacol.* 2011, Bd. 137, 3, S. 1130-1134.
- [73] **Sofrata A, Lingström P, Baljoon M, Gustafsson A. 2007.** The Effect of miswak Extract on Plaque pH - an in vivo study. *Caries Res.* 2007, Bd. 41, 6, S. 451-454.

- [74] **Sofrata A, Santangelo EM, Azeem M, Borg-Karlson AK, Gustafsson A, Pütsep K. 2011.** Benzyl isothiocyanate, a major component from the roots of *Salvadora persica* is highly active against Gram-negative bacteria. *PLoS One*. 2011, Bd. 6, 8, S. e23045.
- [75] **Sofrata AH, Claesson RLK, Lingström PK, Gustafsson AK. 2008.** Strong antibacterial effect of miswak against oral microorganisms associated with periodontitis and caries. *J Periodontol*. 2008, Bd. 79, 8, S. 1474-1479.
- [76] **Stolz A. 2006.** Entwicklung eines Handbuchs und Formulars zum Zahnmedizinischen Assessment. Freiburg i. Br., Deutschland: Dissertation, 2006.
- [77] **Turesky S, Gilmore ND, Glickman I. 1970.** Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *J Periodontol*. 1970, 41, S. 41-43.
- [78] **Turner C. 2006.** Mesmeromania, or, the Tale of the Tub. *Cabinet Magazine*. 2006, 21 [Online] [Letzter Zugriff: 10. Juli 2012.] <http://www.cabinetmagazine.org>.
- [79] **tze.** feelgreen.de. [Online], 2012. [Letzter Zugriff: 28. März 2012.] <http://www.feelgreen.de>.
- [80] **U.S. National Library of Medicine.** PubMed. [Online] [Letzter Zugriff: 10. Juli 2012.] [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed).
- [81] **WHO. 1977.** *Oral health surveys: Basic methods*. Genf, Schweiz: 1977.
- [82] **WHO. 1987.** *Prevention of Oral Diseases*. Genf, Schweiz: 1987. S. 61.
- [83] **World Agroforestry Center.** [Online]. International Center for Research in Agroforestry, 2004. [Letzter Zugriff: 13. Juli 2012.] <http://www.worldagroforestrycentre.org>.

## 17 Anhang

### 17.1 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Übersicht der häufigsten Zahnputzhölzer, ihr Ursprungsbaum und ihr geografisches Vorkommen  
Quelle: [43]
- Tabelle 2: Gradeinteilung zur Plaquebewertung nach Loe & Silness  
Quelle: [76]
- Tabelle 3: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach Loe & Silness  
Quelle: [76]
- Tabelle 4: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach Loe  
Quelle: [76]
- Tabelle 5: Gradeinteilung zur Bewertung der Gingiva nach Mühlemann und Son  
Quelle: [76]
- Tabelle 6: Gradeinteilung zur Beurteilung des Parodontalzustands nach Ainamo  
Quelle: [76]
- Tabelle 7: Durchschnittliche Reduktion [-] bzw. Zunahme [+] der Plaque- und Gingivaindices nach täglichem, dreiwöchigem Zahnputzholz- bzw. Zahnbürstengebrauch bezogen auf die einzelnen Zahnflächen und die durchschnittliche Gesamtverbesserung der Plaque- und Gingivawerte der Probanden  
Quelle: [13]
- Tabelle 8: Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivaindices nach zweiwöchigem Gebrauch (3x/Tag) von Zahnbürste, KFO-Zahnbürste, Zahnputzholz und Zahnputzholz in Kombination mit der KFO-Zahnbürste und die durchschnittliche Gesamtveränderung der Plaque- und Gingivawerte der Probanden  
Quelle: [14]
- Tabelle 9: Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivaindices nach dreiwöchigem Gebrauch (5x/Tag) von biochemisch aktiven und inaktiven Zahnputzhölzern und die durchschnittliche Gesamtveränderung der Plaque- und Gingivawerte der Probanden  
Quelle: [72]
- Tabelle 10: Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Gingivaindices nach jeweils dreiwöchigem Gebrauch (3x/Tag) des Zahnputzholzes und einer herkömmlichen Zahnbürste in Kombination mit *Salvadora persica*-Zahnpasta  
Quelle: [6]
- Tabelle 11: Durchschnittliche Werte der Parodontalparameter von männlichen, sudanesischen Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzern, die seit mindestens einem Jahr einmal täglich eines der beiden Testobjekte anwenden aus der Studie von Darout, Albandar und Skaug  
Quelle: [24]

- Tabelle 12: Durchschnittliche Ausprägung des Parodontalzustandes, der Taschentiefen und der gingivalen Rezessionen der Zahnputzholz- und Zahnbürstennutzer der Studie von Eid und Selim  
Quelle: [31]
- Tabelle 13: Durchschnittliche Anzahl der im Rahmen des CPITN gemessenen Sextanten bei regelmäßigen und unregelmäßigen Zahnputzholznutzern im Alter von 35 bis 44 Jahren (Gruppe 65 Jahre oder älter jeweils in Klammern) aus der Studie von Al-Khateeb, O'Mullane, Whelton und Sulaiman  
Quelle: [8]
- Tabelle 14: Durchschnittliche Plaque- und Gingivaindexergebnisse sowie die Differenz bei fünf- sowie zweimaligem Gebrauch von Zahnputzholz und Zahnbürste aus der Studie von Gazi, Saini, Ashri und Lambourne  
Quelle: [36]
- Tabelle 15: Durchschnittliche Plaque- und Sulkusblutungsergebnisse in Ober- und Unterkiefer bei habituellen Zahnputzholz-, Zahnbürsten- und Zahnputzholz-/Zahnbürstennutzern aus der dreiteiligen Studie von Eid, Selim und Al-Shammery  
Quellen: [30] [32] [33]
- Tabelle 16: Durchschnittliche Indexergebnisse nach jeweils einwöchigem Gebrauch von *Salvadora persica*-Zahnpasta als Mundspüllösung, Chlorhexidinspülung, NaF-Zahnpasta als wässrige Lösung und lauwarmem Wasser als Kontrolle aus der Studie von Gazi, Lambourne und Chagla  
Quelle: [38]
- Tabelle 17: Durchschnittliche Abnahmen der Indexergebnisse nach jeweils ein- und zweiwöchigem Gebrauch von *Salvadora persica*-haltigem Kaugummi bzw. Placebokaugummi mit und ohne vorangegangenem Scaling aus der Studie von Amoian, Moghadamnia, Barzi, Sheykholeslami und Rangiani  
Quelle: [16]
- Tabelle 18: Durchschnittliche Veränderungen der Plaque- und Blutungswerte und des Bakterienvorkommens nach jeweils zwei dreiwöchigen Testperioden in der Studie von Khalessi, Pack, Thompson und Tompkins  
Quelle: [50]
- Tabelle 19: Größe der Hemmhöfe sowie minimale inhibitorische Konzentration der drei Zahnpasten und dem Kontrollmedium Wasser aus der Studie von Quinlan, Robson und Pack  
Quelle: [66]
- Tabelle 20: Anteil der Probanden [ %] mit feststellbaren Bakterienmengen aus der Studie von Darout, Albandar, Skaug und Ali  
Quelle: [25]

## 17.2 Abbildungsverzeichnis

*Alle schematischen Darstellungen wurden selbst erstellt und basieren auf den Angaben und Untersuchungsergebnissen aus den Studien. Dies gilt für die Abbildungen 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27 und 28.*

- Abbildung 1: Der Zahnbürstenbaum  
Quelle: [www.freidenkertv.wordpress.com](http://www.freidenkertv.wordpress.com)
- Abbildung 2: Der Baum *Salvadora persica*  
Quelle: [www.vanherbaryum.yyu.edu.tr](http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr)
- Abbildung 3: Die Blätter des Baumes *Salvadora persica*  
Quelle: [51]
- Abbildung 4: Die Blüten des Baumes *Salvadora persica*  
Quelle: [51]
- Abbildung 5: Aufgefasertes Zahnputzholz vom Baum *Salvadora persica*  
Quelle: [51]
- Abbildung 6: Gradeinteilung QHI (Quigley-Hein-Index)  
Quelle: [www.mah.se](http://www.mah.se)
- Abbildung 7: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Al-Otaibi, Al-Harthy, Söder, Gustafsson und Angmar-Månsson  
Quelle: [13]
- Abbildung 8: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Al-Teen, Said und Abu Alhaija  
Quelle: [14]
- Abbildung 9: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Sofrata, Brito, Al-Otaibi und Gustafsson  
Quelle: [72]
- Abbildung 10: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Mohamed Saker Al Hakim  
Quelle: [6]
- Abbildung 11: Zahnputzholz  
Quelle: [www.khilafatworld.com](http://www.khilafatworld.com)
- Abbildung 12: Zahnbürste mit Zahnpasta  
Quelle: [www.schulbilder.org](http://www.schulbilder.org)
- Abbildung 13: Die WHO-Parodontalsonde TRS 621  
Quelle: [www.hentschel-dental.de](http://www.hentschel-dental.de)
- Abbildung 14: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Darout, Albandar und Skaug  
Quelle: [24]

- Abbildung 15: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der retrospektiven Studie von Eid und Selim  
Quelle: [31]
- Abbildung 16: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der retrospektiven Multicenterstudie von Al-Khateeb, O'Mullane, Whelton und Sulaiman  
Quelle: [8]
- Abbildung 17: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Versuche 1 und 2 der Studie von Gazi, Saini, Ashri und Lambourne  
Quelle: [36]
- Abbildung 18: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der dreiteiligen, retrospektiven Studie von Eid, Selim und Al-Shammery  
Quellen: [30] [32] [33]
- Abbildung 19: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Gazi, Lambourne und Chagla  
Quelle: [38]
- Abbildung 20: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Amoian, Moghadamnia, Barzi, Sheykhoslamy und Rangiani  
Quelle: [16]
- Abbildung 21: Scaling  
Quelle: [www.dentistatrajkot.com](http://www.dentistatrajkot.com)
- Abbildung 22: Kaugummi  
Quelle: [www.sheila-wolf.de](http://www.sheila-wolf.de)
- Abbildung 23: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Khalessi, Pack, Thompson und Tompkins  
Quelle: [50]
- Abbildung 24: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Quinlan, Robson und Pack  
Quelle: [66]
- Abbildung 25: Diagramm zur Darstellung der Anzahl der Plaque- und Gingivitisindices **Grad 0** vor und nach der dreiwöchigen Versuchsdauer in der Studie von Quinlan, Robson und Pack  
Quelle: [66]
- Abbildung 26: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Darout, Albandar, Skaug und Ali  
Quelle: [25]
- Abbildung 27: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes und der Hauptresultate der Studie von Almas und Zeid  
Quelle: [10]
- Abbildung 28: Diagramm zur Darstellung der Mengen von **Streptococcus mutans** vor und nach Gebrauch der Mundhygieneutensilien bzw. Mundspüllösungen in der Studie von Almas und Al-Zeid  
Quelle: [10]

Abbildung 29: Illustration Zahnputzholzhalter: kieferorthopädisches Schraubendesign  
Quelle: [39]

Abbildung 30: Prototypen zweier Zahnputzholzhalter  
Quelle: [39]

Abbildung 31: Werbeplakat in einer U-Bahn-Haltestelle, USA  
Quelle: [www.behance.net](http://www.behance.net)

Abbildung 32: Das Zahnputzholz  
Quelle: [www.khilafatworld.com](http://www.khilafatworld.com)

## 18 Lebenslauf

*Mein Lebenslauf wird aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht.*