



■ C. Zantner<sup>1</sup>, A. M. Kielbassa<sup>1</sup>

## Wie wirksam sind Weißmacher-Zahnpasten?

In den letzten Jahren konnten so genannte Weißmacher-Zahnpasten, die sich nach ihrem Wirkprinzip in zwei Gruppen einteilen lassen, beträchtliche Wachstumsraten erzielen. Die konventionellen Weißmacher-Zahnpasten wirken ausschließlich durch mehr oder weniger stark abrasive Putzkörper. Demgegenüber gibt es Weißmacher-Zahnpasten, die nicht nur die erhärteten farbigen Beläge mit Putzkörpern entfernen, sondern durch den Zusatz verschiedener Wirkstoffe auch chemisch reinigen. Die beste Möglichkeit, extrinsische Zahnverfärbungen zu entfernen und damit die Zähne aufzuhellen, ohne dabei die Zahnhartsubstanz zu schädigen, ist die Kombination aus einer normalen (Weißmacher-) Zahnpasta mit einem mittleren RDA-Wert für den täglichen Gebrauch und einer durch hohen Abrieb gegen Verfärbungen wirksamen Weißmacher-Zahnpasta, die zusätzlich je nach Verfärbungsgrad bis zu zweimal wöchentlich verwendet werden kann.

Bei so genannten Weißmacher-Zahnpasten handelt es sich im Gegensatz zu Produkten für die Bleichtherapie definitionsgemäß um Kosmetika. Die Europäische Kosmetika-Richtlinie (76/768 EWG Kosmetika-Richtlinie) besagt, dass unter kosmetischen Mitteln Stoffe und Zubereitungen verstanden werden, die dazu bestimmt sind, äußerlich mit den verschiedenen Teilen des Körpers oder den Zähnen und den Schleimhäuten in Berührung zu kommen, und zwar zu dem ausschließlichen oder überwiegenden Zweck, diese zu reinigen, zu parfümieren, zu schützen, um sie in gutem Zustand zu erhalten, ihr Aussehen zu verändern oder den Körpergeruch zu beeinflussen [11].

Die Einordnung als Kosmetikum rechtfertigt die selbstständige Auswahl und den beliebig häufigen Gebrauch von Weißmacher-Zahnpasten durch den Verbraucher. Häufig herrscht aber Unklarheit über mögliche Nebenwirkungen wie die unerwünschte Schädigung der Zahnhartsubstanzen. Der Wunsch vieler Menschen, schöne und blendend weiße Zähne zu haben [7], hat dazu geführt, dass so genannte Weißmacher-Zahnpasten, auch Whitening-Zahnpasten oder Zahnweiß-Pasten genannt, mittlerweile einen erheblichen Marktanteil haben. Während ein vergleichbares Produkt für eine ganz bestimmte Zielgruppe, die so genannte

Raucherzahnpasta, schon lange auf dem Markt erhältlich ist, sollen die Weißmacher-Zahnpasten eine Alternative für jeden schönheitsbewussten Kunden darstellen. Nach den Angaben der Hersteller sollen sie daher für den täglichen Gebrauch geeignet sein [6].

Dieser Beitrag soll zur Klärung beitragen, welche Produkte die Zahnhartsubstanz bei täglichem Gebrauch tatsächlich schädigen, welche Produkte zu empfehlen sind, für welche Patienten bestimmte Anwendungseinschränkungen gelten und ob Weißmacher-Zahnpasten tatsächlich weißere Zähne machen als normale Zahnpasten.

### Wie wirken Weißmacher-Zahnpasten?

Weißmacher-Zahnpasten sollen - vergleichbar den herkömmlichen Zahnpasten - weiche Beläge und Nahrungsreste entfernen und zusätzlich Verfärbungen beseitigen, die vor allem durch den Genuss von Tee, Kaffee, Rotwein und/oder Tabak entstehen. Für die Entstehung müssen Auflagerungen organischer Natur auf der Zahnhartsubstanz vorhanden sein, die dann durch mineralische Einlagerungen erhärten [8]. Man bezeichnet solche Verfärbungen auf der Zahnoberfläche als extrinsische Verfärbungen. Davon abgrenzen

<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie (Leiter: Dr. A. M. Kielbassa), Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin

zen sind die intrinsischen Verfärbungen. Damit gemeint sind Verfärbungen im Zahninneren, die in der Regel durch Blutabbauprodukte der nekrotischen Pulpa oder durch Störungen während der Zahnentwicklung auftreten [8]. Intrinsische Verfärbungen können demnach nicht durch die Reinigungsleistung einer Weißmacher-Zahnpasta beseitigt werden.

### Reinigende und aufhellende Bestandteile

Einen Hauptbestandteil jeder Weißmacher-Zahnpaste stellen die Putzkörper dar (Tab.1). Unter Putzkörpern versteht man gesundheitlich unbedenkliche, an-

organische Verbindungen, die in Form von kleinen Partikeln mit einer Korngröße von etwa 1/1000 bis 15/1000 mm vorliegen. Sie dienen der mehr oder weniger schonenden Zahnreinigung [24]. Beim Putzen mit der Zahnbürste unterstützen die Putzkörper das mechanische Abtragen der weichen, sich täglich neu bildenden Beläge. Die am häufigsten verwendeten Putzkörpertypen sind Aluminiumoxidtrihydrat, Aluminiumoxid, Kalziumkarbonat (Kreide), Kalziumpyrophosphat, Kalziumhydrogenphosphatdihydrat, Kieselsäure sowie unlösliche Metaphosphate. Die unterschiedlichen Putzkörper haben aufgrund ihrer unterschiedlichen Kornhärte, Kornform und Korngröße auch unterschiedliche physikalische Eigen-

schaften. Vor allem Kieselsäure wird mit stark variierender Korngröße und -härte eingesetzt, so dass sich daraus für die kieselsäurehaltigen Produkte sehr unterschiedliche Abrasionswerte ergeben können (Tab. 1). Diese physikalischen Eigenschaften und die Menge der verwendeten Putzkörper wirken sich bei der Zahnreinigung zum einen auf den Abrieb der Zahnhartsubstanz, zum anderen auf die Reinigungsleistung der Zahnpasta aus. Die Bestimmung des durch die Zahnpasta bedingten Abriebs erfolgt mit der international anerkannten RDA-Methode (Radioactive Dentin Abrasion). Hierbei wird durch Bestrahlung mit Neutronen radioaktiver Phosphor ( $^{32}\text{P}$ ) in den äußeren Schichten von Zahnwurzeln extrahierter Zähne gebildet. Im Labor kann dann nach dem Bürsten in einer speziellen Bürstmaschine durch Messen des Anteils an  $^{32}\text{P}$  in der Putzlösung der so genannte RDA-Wert (Tab. 1) bestimmt werden [4]. Die methodisch bedingten Schwankungen der Ergebnisse lassen eine Einteilung entsprechend der ermittelten RDA-Werte in niedrig, mittel und hoch abrasive Pasten durchaus sinnvoll erscheinen [4, 20, 21]. Dabei ist dieser Wert ausschließlich zum In-vitro-Vergleich der Pasten geeignet. Der RDA-Wert ist nämlich nur bedingt ein Maß für den Abrieb an Zahnhartsubstanz im Mund [4].

Ein Maß für die Reinigungsleistung der Weißmacher-Zahnpasta ist der so genannte PCR-Wert (pellicle cleaning ratio) [22] (Tab. 1). Bei dieser Methode werden Zahnschmelzplättchen aus Rinderzähnen mit einer Lösung aus Tee, Kaffee und anderen Substanzen angefärbt. Diese so erzeugte Verfärbung wird colorimetrisch gemessen. Anschließend werden die Zähne mit einer Zahnpastasuspension geputzt und die Aufhellung wiederum colorimetrisch bestimmt [22]. Diese Methode ist schon aufgrund der natürlichen Unterschiede der Rinderzähne untereinander großen Schwankungen unterworfen und kann deshalb nur Anhaltspunkte für die Reinigungsleistung der Zahnpasten geben. Auch der menschliche Zahnschmelz ist individuellen Schwankungen unterworfen; somit kann ein und die gleiche Weißmacher-Zahnpaste bei verschiedenen Patienten unterschiedlich wirken. Generell lässt sich sagen, dass ein hoher PCR-Wert mit einer hohen Reinigungsfähigkeit der Zahnpasta korreliert; unter Umständen ist damit jedoch auch eine erhöhte Abrasivität der Zahnpasta verbunden. Ein PCR-Wert von 59 weist auf eine relativ geringe Reinigungsleistung hin, während ein

Produkt	Hersteller	Putzkörper	Wirkstoffe	RDA-Wert	PCR-Wert
Odol-med 3 Samtweiß	GlaxoSmithKline	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Natriumtripolyphosphat, Natriumlaurylsulfat	90-100	gut [21]
Sensodyne Dentalweiß	GlaxoSmithKline	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Tetrakalziumpyrophosphat	50-60	befriedigend [21]
Dr. Best Zahnweiß	GlaxoSmithKline	Kalziumkarbonat, Natriumhexametaphosphat		150-180	
Colgate Sensation White	Colgate-Palmolive GmbH	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Tetrakalziumpyrophosphat	hoch [21]	
Salvamed Seidenweiß	Lidl Stiftung & Co KG	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumoxid	Tetrakalziumpyrophosphat, Pentanatriumtriphosphat, Dinatriumpyrophosphat	80-100	ca. 100
Theramed Naturweiß	Schwarzkopf & Henkel	Kieselsäure (Hydrated Silica)	AHP (Azacycloheptan-2, 2-diphosphonat)	40-45	90-95
Theramed 2in1 Naturweiß	Schwarzkopf & Henkel	Kieselsäure (Hydrated Silica)	AHP (Azacycloheptan-2, 2-diphosphonat)	40-45	80-85
Vademekum Whitening	Schwarzkopf & Henkel	Kieselsäure (Hydrated Silica)	AHP (Azacycloheptan-2, 2-diphosphonat)	40-45	90-95
Denivit Anti-Taches	Schwarzkopf & Henkel	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Pentanatriumtriphosphat	50-55	70-75
el-ce med	DENTAL-Kosmetik GmbH	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Pentanatriumtriphosphat	97	gut [21]
blend-a-med Medicweiß	Procter & Gamble	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Pyrophosphat	100	sehr gut [21]
Rembrandt	Medipharma Homburg GmbH	Aluminiumoxid	Zitronensäure, Papain	64	zufriedenstellend [20]
Pearis & Dents	Dr. Liebe	Polyethylenkügelchen, Natriummethaphosphat		50	befriedigend [21]
Signal Natürlich Weiß	Lever Fabergé	Kieselsäure (Hydrated Silica), Natriumbikarbonat	Natriumphosphat	65-75	befriedigend [21]
Cleanic Dent	Hawe-Neos Dental AG	Perlit		39 [6]	sehr gut [6]
Clinomint	Biomedica	Kieselsäure (Hydrated Silica)		64	gut [20]
Super White	Dectra Pharm	Natriumbikarbonat		64	zufriedenstellend [20]
Friscodent Zahnweiß	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumoxid	Pentanatriumtriphosphat, Dinatriumphosphat	56	85,2
Eurodont Zahnweiß	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumoxid	Pentanatriumtriphosphat, Dinatriumphosphat	56	85,2
AS Dent	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumoxid	Pentanatriumtriphosphat, Tetrakalziumpyrophosphat	81,8	90,9
durodont medical fresh & white	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Dinatriumpyrophosphat, Polyvinylpyrrolidon (PVP), Zitronensäure	58,7	77,12
durodont medical Zahnweiß intensiv	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica)		150-170	
Denta-Clin	Dr. Scheller Cosmetics AG	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumoxid	Dinatriumphosphat	37	75
First Lady Brilliant-Weiß	Murnauer Markenvertrieb	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Pyrophosphat, Dikalziumphosphatdihydrat, Zitronensäure	<69 [16]	zufriedenstellend [20]
Perl weiß extra - Das Raucher-Zahnweiß	Murnauer Markenvertrieb	Kieselsäure (Hydrated Silica), Hexametaphosphate		<70 [16]	
Perl weiß - Das Schönheits-Zahnweiß	Murnauer Markenvertrieb	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumhydroxid	Kalziumpyrophosphat	mittel [20]	gut [20]
Perl weiß vital - Das Mineral-Zahnweiß	Murnauer Markenvertrieb	Kieselsäure (Hydrated Silica), Aluminiumhydroxid	Kalziumpyrophosphat	mittel [20]	gut [20]
Perl weiß family	Murnauer Markenvertrieb	Kieselsäure (Hydrated Silica)	Tetrakalziumpyrophosphat, Tetranatriumpyrophosphat	mittel [20]	befriedigend [21]

**Tabelle 1** Zusammenfassung aller im Text besprochenen in Europa erhältlichen Weißmacher-Zahnpasten mit Hersteller- bzw. Vertreiberangabe, Angabe von enthaltenen Putzkörpern, sonstigen Wirkstoffen, die helfen, extrinsische Verfärbungen zu entfernen sowie RDA- und PCR-Werte. Die veröffentlichten RDA-Werte differieren methodisch bedingt von Labor zu Labor und sind deshalb nur als Orientierungshilfe anzusehen.

Wert von 128 eine gute Reinigungsleistung erwarten lässt.

Es ist allerdings nur eingeschränkt möglich, allein auf der Basis spezieller physikalischer Kennzahlen von Putzkörpern, die Reinigungseigenschaften einer Zahnpasta vorherzusagen zu können. Bei der Neuentwicklung einer Zahnpasta ist daher eine Prüfung der Reinigungseigenschaften notwendig. Oft kann das Reinigungsverhalten nur durch ein empirisches Vorgehen optimiert werden.

Weitere Bestandteile von Weißmacher-Zahnpasten, die hier von Interesse sind, stellen chemische Zusätze dar (Tab. 1), die anstelle besonders harter Putzkörper (oder diese unterstützend) die Verfärbungen der Zähne entfernen sollen.

### Reinigende und aufhellende Bestandteile der einzelnen Weißmacher-Zahnpasten

Aus den genannten Bestandteilen ergibt sich eine Einteilung in zwei Ansätze hinsichtlich der Wirkungsweise von Zahnweiß-Pasten [1]. Zum einen gibt es Weißmacher-Zahnpasten, die so genannten konventionellen Weißmacher-Zahnpasten, die ausschließlich über die Verwendung von mehr oder weniger stark abrasiven Putzkörpern wirken. Bei den übrigen Weißmacher-Zahnpasten findet nicht nur eine Entfernung der erhärteten farbigen Beläge durch die Putzkörper statt, sondern auch durch den Zusatz von chemisch reinigenden Wirkstoffen.

Reinigung nur durch Putzkörper

Ein Beispiel für eine Weißmacher-Zahnpaste mit rein konventionellem Ansatz ist die Zahnpaste Dr. Best Zahnweiß (Abb. 3). Die hohe Reinigungsleistung wird bei diesem Produkt ausschließlich durch die Verwendung von Kalziumkarbonat- und Natriumhexametaphosphat-Putzkörpern erreicht und geht mit einem hohen Abrieb der Zahnschmelze einher (RDA-Wert 150-180) [21].

Auch bei Clinomint ist die hohe Reinigungsleistung mit hohem Abrieb verbunden [21]. Bei den Putzkörpern handelt es sich um Kieselsäure. Der RDA-Wert liegt bei 64 [20].

Super White gehört zu den Weißmacher-Zahnpasten auf Natriumbikarbonat-Basis, das in hohen Konzentrationen in Zahnpasten auch eine Aufhellung der Zähne bewirken soll [13].

Super White erwies sich in einer In-vitro-Studie, in der die Wirksamkeit

von Zahnpasten anhand von auf dem Zahn verbliebenem Zahnstein nach einer bestimmten Putzzeit beurteilt wurde, effizienter als Colgate Sensation White, eine Paste auf der Basis von Tetrakalziumpyrophosphat und Putzkörpern, und wirksamer als Rembrandt (eine Paste auf Basis einer vom Hersteller als so genannter Enzymkomplex bezeichneten Wirkstoff- und Putzkörpermischung) [19].

Ebenfalls ausschließlich durch die Verwendung von Putzkörpern reinigt Perl weiß - Das Raucher-Zahnweiß. Die Putzkörper bestehen vornehmlich aus Kieselsäure und Hexametaphosphaten. Auch der Wirkmechanismus von Durodont medical Zahnweiß intensiv ist einfach. Das Produkt mit rein konventionellem Ansatz hat nur Kieselsäure-Putzkörper als Bestandteil, die für die Reinigungsleistung zuständig sind (Abb. 3). Diese sind besonders hart und groß, womit auch der hohe RDA-Wert von 150-170 zu erklären ist. Durodont medical Zahnweiß intensiv wird bei besonders hartnäckigen Belägen, ergänzend zur täglichen Pflege, für eine ein- bis zweimal wöchentliche Anwendung empfohlen.

Reinigung durch Putzkörper und chemische Zusätze

Die Zusammensetzungen der Zahnweiß-Pasten Friscodent Zahnweiß und Eurodont Zahnweiß sind bis auf die unterschiedlichen zugesetzten Aromen identisch. Auch hier sind Putzkörper mit Wirkstoffen kombiniert, welche Verfärbungen auflösen sollen. Kieselsäure- und Aluminiumoxid-Putzkörper sorgen für die Reinigung und Belagsentfernung. Zusätzlich löst der Wirkstoff Pentanatriumtriphosphat die nicht durch die Putzkörper zu entfernenden Verfärbungen an. Darüber hinaus bindet Pentanatriumtriphosphat Kalzium-Ionen aus dem Speichel. Die Kalzium-Ionen lagern sich normalerweise bei entsprechend langem Verbleib der weichen Beläge auf der Zahnoberfläche in die Plaque ein und führen zu deren Mineralisation. AS dent Zahnweiß hat die gleiche Putzkörper-Zusammensetzung wie Friscodent Zahnweiß und Eurodont Zahnweiß. In den Wirkstoffen, welche Verfärbungen lösen bzw. deren Bildung verhindern, ist wie bei den beiden vorher besprochenen Produkten Pentanatriumtriphosphat enthalten. Anstelle von Dinatriumphosphat ist als Verfärbungen reduzierender Wirkstoff Tetrakalziumpyrophosphat zugesetzt. Im Gegensatz dazu weist das Produkt Denta-Clin einen sehr geringen

Abrieb mit einem RDA-Wert von 37 auf bei einer guten Reinigungsleistung mit einem PCR-Wert von 75. Erzielt wird diese Reinigungsleistung mit Kieselsäure- und Aluminiumoxid-Putzkörpern sowie durch den Zusatz von Dinatriumphosphat. Bei dem Produkt Odol-med 3 Samtweiß erfolgt die Entfernung der weichen Beläge durch die Verwendung von Kieselsäure als Putzkörper. Natriumtripolyphosphat ist der Wirkstoff, der den so genannten Whitening-Effekt ausmachen soll, also eine Aufhellung der durch Tee, Kaffee, Wein und Tabak verfärbten Zähne. Dabei kommt es zu einer chemischen Reaktion des Phosphates aus dem Natriumtripolyphosphat mit den Kalzium-Ionen in den farbigen Belägen. Die Kalzium-Ionen werden aus den Belägen herausgelöst. So wird die Struktur der Auflagerungen geschwächt, um diese leichter mit der Zahnbürste entfernen zu können. In ähnlicher Zusammensetzung, mit dem Putzkörper Kieselsäure und Triphosphat (Pentanatriumtriphosphat), wirkt auch die Weißmacher-Zahnpaste el-ce med. Beide Produkte weisen einen hohen RDA-Wert auf, der zwischen 80 und 100 liegt [21]. Bei Sensodyne Dentalweiß ist der für den Whitening-Effekt verantwortliche Hauptwirkstoff Tetranatriumpyrophosphat enthalten. Auch hier reagiert das Phosphat mit den Kalzium-Ionen in den harten, farbigen Belägen und löst diese heraus, um die Struktur des Belages zu schwächen. Die Entfernung der Beläge erfolgt nicht nur chemisch, sondern gleichzeitig auch mechanisch durch die Verwendung von Putzkörpern aus Kieselsäure. Die für das Produkt angegebenen RDA-Werte liegen zwischen 50 und 70 [1, 16]. Obwohl auch für blend-a-med Medicweiß Putzkörper aus Kieselsäure und Pyrophosphat als Weißmacher eingesetzt werden (die Putzkörper werden vom Hersteller als Soft-Silikat-Putzkörper bezeichnet), ist der Abrieb mit einem RDA-Wert von 100 erstaunlich hoch. Auch Imfeld [6] stuft blend-a-med Medicweiß als sehr stark abrasiv (RDA >80) ein. Bei Colgate Sensation White wird der Weißmacher-Effekt ebenfalls mit Hilfe von Pyrophosphat und Kieselsäure-Putzkörpern erzielt. Pyrophosphat trägt zu einer im Vergleich zu „normalen“ Zahnpasten signifikant besseren Reinigungsleistung der Weißmacher-Zahnpaste bei. Dies belegt eine klinische Studie, die zeigte, dass es bei einer Anwendung über den Zeitraum von drei Monaten in einigen Fällen zu einer Aufhellung der oberen Schneidezähne um mehrere Vita-Farbstufen kam [12].



Abb. 1 Die Zahnpasten Theramed Naturweiß, Theramed 2in1 Naturweiß und Vademecum Whitening enthalten neben Abrasivstoffen unter anderem den Wirkstoff AHP (Azacycloheptan-2, 2-diphosphonat). Dieser löst verhärtete Verfärbungen durch so genannte Sequestrierung.

Auch Natürlich Weiß Signal enthält sowohl Kieselsäure-Putzkörper als auch Pyrophosphat als chemisches Reinigungsmittel. Die Reinigungsleistung wurde als befriedigend eingestuft [21].

Die Weißmacher-Zahnpasten Perl weiß - Das Schönheits-Zahnweiß, Perl weiß vital - Das Mineral-Zahnweiß und Perl weiß family enthalten ebenfalls Kieselsäure, entweder als alleinige Putzkörper oder kombiniert mit Aluminiumhydroxid. Auch diese drei Produkte enthalten zusätzlich Pyrophosphat.

Theramed Naturweiß enthält eine Mischung von Putzkörpern aus Aluminiumoxid (Poliertonerde) und Kieselsäure. Während die Kieselsäure die weiche Plaque entfernt, wird durch die Poliertonerde auch ein Teil der harten, farbigen Beläge abgetragen. Angelöst werden die Verfärbungen durch Azacycloheptan-2,2-diphosphonsäure (AHP) (Abb. 1). Diese Art des Anlösens von harten, farbigen Belägen wird als Sequestrierung bezeichnet. Im Zusammenhang mit Weißmacher-Produkten ist unter dem Begriff Sequestrierung die chemische Trennung der ionischen Bindung zwischen dem Kalzium des Zahnes und den anionischen Polymeren, die für die Verfärbungen der Zahnoberfläche verantwortlich sind, zu verstehen. Bei Verfärbungen durch Tee und Rotwein sind solche anionischen Bindungen durch Polyphenole bedingt, die durch ihre hohe Haftkraft am Zahn besonders schwierig zu entfernen sind. Nur wenige Zahnpasten beinhalten bisher Substanzen mit se-

questrierenden Eigenschaften. Im Vergleich zu dem zuvor besprochenen Triphosphat, das mit dem Polyphenol um die Bindungsstellen am Zahn konkurriert, ist dabei der Wirkstoff APH die stabilere Verbindung [24]. Dieser ist auch in Theramed 2in1 Naturweiß und in Vademecum Whitening enthalten (Abb. 1). Die Verwendung von pyrophosphat- bzw. phosphonathaltigen Putzkörpern sollte bei Patienten mit hohem Kariesrisiko und manifesten initialen Läsionen besonders umsichtig und erst nach kritischem Abwägen der möglichen Vorteile in Betracht gezogen werden. Neben der Zahnsteinhemmung besteht nämlich gleichzeitig die Gefahr, dass diese Produkte die Remineralisierung vorhandener White-Spots beeinträchtigen.

Reinigung durch den Zusatz von Zitronensäure

Die auf dem deutschen Markt erhältlichen Weißmacher-Zahnpasten enthalten keine Bleichmittel wie z. B. Wasserstoffperoxid, sondern nur die Reinigung unterstützende und auf diese Weise aufhellende chemische Zusätze [25]. Dies liegt an den in Europa restriktiven Bestimmungen für den Zusatz von Peroxiden zu Zahnpasten [10]. Auf dem amerikanischen Markt dagegen sind solche Produkte sehr wohl erhältlich. Zahnpasten mit Peroxidzusatz (in der Regel 1 %) sind in der Lage, extrinsische Verfärbungen aufzulösen und/oder zu bleichen. Bei lang anhaltendem Gebrauch von peroxidhaltigen Weißmacher-Zahnpasten kann, abhän-



Abb. 2 Die Zahnpasten durodont medical fresh & white, First Lady Brillant-Weiß und Rembrandt enthalten neben Abrasivstoffen unter anderem Zitronensäure als chemischen Zusatz, wodurch die Weißmacherwirkung verstärkt werden soll.



Abb. 3 Dr. Best Zahnweiß und durodont medical Zahnweiß intensiv sind Weißmacher-Zahnpasten mit rein konventionellem Ansatz. Beide weisen sehr hohe Abrasionswerte auf (RDA-Wert >150).

gig von der Ursache für eine intrinsische Verfärbung, sogar mit einer geringen Aufhellung (über das natürliche Weiß der Zähne hinaus) gerechnet werden. Ein solches Produkt ist Colgate Tartar Control with Baking Soda & Peroxide Fluoride Toothpaste (Abb. 5).

Eine weitere Möglichkeit, den Reinigungseffekt mit chemischen Zusätzen zu erhöhen, ist der Zusatz von Zitronensäure. Das Produkt Rembrandt enthält laut Hersteller einen Enzymkomplex mit der Bezeichnung Citroxain, welcher Verfärbungen über eine enzymatische Wirkung entfernen soll. Dieses Kunstwort bezeichnet nicht einen einzelnen Wirkstoff, sondern eine Kombination aus drei Stoffen; Citric acid (verantwortlich für die Weißmachere Wirkung), Aluminiumoxid als Putzkörper sowie das aus dem Saft der Papaya vulgaris gewonnene, fleckenlösende Enzym Papain, sollen für die weißmachende Wirkung der Rembrandt-Zahnpasta verantwortlich sein (Abb. 2). Während der reinigende Effekt dieser Zahnpasta im In-vitro-Vergleich mit anderen Weißmacher-Zahnpasten nur relativ gering [6] bzw. zufriedenstellend [20] war, zeigten klinische Studien, dass die Zahnpasta durch Chlorhexidin bedingte Verfärbungen sowohl vermeiden [2] als auch entfernen [3] kann. Im Vergleich zu peroxidhaltigen Weißmacher-Zahnpasten schnitt Rembrandt klinisch jedoch deutlich schlechter ab und war hinsichtlich des in sechs Wochen entstandenen Verfärbungsgrades mit der nor-



Abb. 4 Eine mögliche Kombination von einer Weißmacher-Zahnpaste mit normalem Abrieb und einem ergänzenden Produkt mit besonders starkem Abrieb und damit besonders guter Reinigungsleistung bei besonders hartnäckigen Verfärbungen durch Tee, Kaffee, Wein und Tabak (Friscodent Zahnweiß und durodont medical Zahnweiß intensiv).

malen Kontrollzahnpasta vergleichbar [25]. Der gemessene RDA-Wert liegt zwischen 40 bis 60. Damit ist Rembrandt als mittel abrasiv einzustufen.

Unter Berücksichtigung nicht nur der Reinigungsleistung, sondern auch anderer Parameter (potentieller gesundheitsschädlicher Inhaltsstoffe, Verpackung), erhielten bei dem Verbrauchermagazin ÖKO-TEST [16] lediglich die Produkte First Lady Brillant-Weiß und Sensodyne Dental Weiß im Gesamturteil ein „empfehlenswert“. First Lady Brillant-Weiß hat einen vergleichsweise geringen RDA-Wert (<70) und zeigte im Laborversuch ein geringes Anrauungspotential. Auch First Lady Brillant-Weiß enthält als bleichenden Zusatz Zitronensäure (Abb. 2).

Die Weißmacher-Zahnpaste Durodont medical fresh & white ist im Gegensatz zu durodont medical Zahnweiß intensiv für die tägliche Anwendung konzipiert. Die so genannten „Frischepearls“ in durodont medical fresh & white sind Gelatinekügelchen, die ein erfrischendes Aroma enthalten und während des Putzvorganges aufplatzen. Hinsichtlich der Reinigung und Aufhellung der Zähne haben sie jedoch keine Bedeutung. Als Putzkörper wird bei diesem Produkt Kieselsäure verwendet. Als chemisch reinigende Wirkstoffe sind Dinatriumpyrophosphat und Zitronensäure hinzugefügt (Abb. 2). Durch den Zusatz von Polyvinylpyrrolidon,

das auf der Zahnoberfläche einen feinen Film bildet, soll die Anlagerung von Plaque und Verfärbungen vermindert werden.

Reinigung durch besondere Strukturen der Putzkörper

In einer Untersuchung, in der insgesamt elf Weißmacher-Zahnpasten geprüft wurden, erzielte lediglich die Paste Cleanic Dent (Abb. 6) eine sehr gute Reinigungsleistung bei gleichzeitig wenig abrasiver Wirkung (RDA-Wert 39). Dieses Ergebnis ist auf die günstigen Eigenschaften des in dieser Paste enthaltenen Perlit zurückzuführen [9, 14]. Perlit ist ein vulkanisches Silikat in Plättchenform, das fraktioniert und verrundet ist und sich während des Gebrauchs parallel zur Zahnoberfläche orientiert. Eine Reinigungspaste auf Perlitbasis erzeugt deshalb unerwartet glatte Oberflächen, besitzt eine geringe Abrasivität und hat gleichzeitig eine sehr gute Reinigungswirkung [14].

Eine ganz neuartige Zahnpaste kam mit Pearls & Dents (Abb. 6) vor einigen Jahren auf den Markt. Die Zahnpaste erzielt ihren Reinigungseffekt mit Natriummetaphosphaten und kleinen, weichen Kunststoffkügelchen. Der Reinigungsmechanismus besteht darin, dass sich die Putzkörper bedingt durch ihre Form und Größe voneinander herschieben. Grundlage für die Entwicklung ist ein in der Industrie und Technik seit Jahrzehnten übliches Verfahren, besonders



Abb. 5 Colgate Tatar Control with Baking Soda & Peroxide Fluoride Toothpaste enthält Peroxide und ist damit anderen Zahnpasten-Zusammensetzungen hinsichtlich der aufhellenden Wirkung überlegen. Dieses Produkt ist in Deutschland nicht erhältlich.

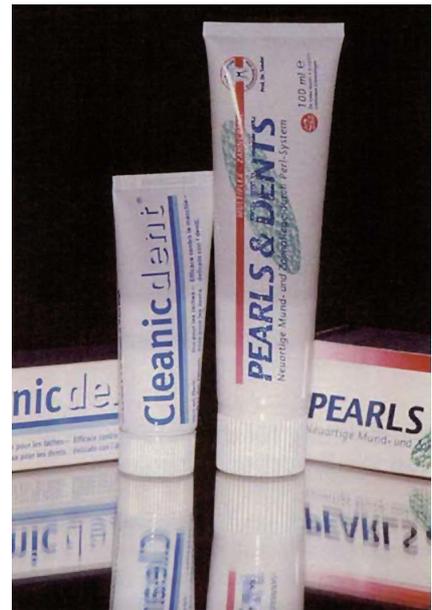


Abb. 6 Patienten mit freiliegendem Dentin sollten Weißmacher-Zahnpasten mit geringem Abrieb der Zahnhartsubstanzen, wie z. B. Cleanic Dent und Pearls & Dents verwenden, um weitere Schädigungen zu vermeiden.

diffizil zu reinigende Gegenstände in sogenannten Rolliertrommeln oder Schüttelfässern zu säubern. Derartige Geräte beinhalten nicht nur die zu reinigenden Gegenstände, sondern auch so genannte Granulate (Stahlkügelchen, Nusschalen). Abhängig von dem Gegenstand, der zu reinigen ist, kommen in den Rolliertrommeln auch weiche Kunststoffkügelchen zum Einsatz [17].

Entwickelt wurde Pearls & Dents von einem Kieferorthopäden für Patienten, die festsitzende kieferorthopädische Apparaturen (Brackets) tragen. Daher wirbt Pearls & Dents nicht an erster Stelle mit seiner Wirkung für natürlich weiße Zähne. Laut Hersteller ist der Härteunterschied zwischen Kügelchen und Zahn so groß, dass der Abrieb am Zahnschmelz trotz intensiver Reinigungsleistung gering ist. Der RDA-Wert wird vom Hersteller mit 50 angegeben.

In der Tabelle (Tab. 1) sind die besprochenen Weißmacher-Zahnpasten aufgeführt. Angaben zum Hersteller, den enthaltenen Putzkörpern und sonstigen Wirkstoffen, die chemisch extrinsische Verfärbungen entfernen, sowie RDA- und PCR-Werte (soweit in der Literatur verfügbar oder vom Hersteller zur Verfügung gestellt) sollen helfen, die auf dem Markt angebotenen Produkte zu beurteilen.



**Abb. 7a** Ausgangssituation - zwei Wochen nach einer professionellen Zahnreinigung - sind die Zähne 32 bis 42 durch häufiges Teetrinken bereits wieder leicht verfärbt.



**Abb. 7b** Reinigung mit durodont medical Zahnweiß intensiv, einer stark abrasiven Weißmacher-Zahnpaste, die bis zu zweimal wöchentlich verwendet werden kann.



**Abb. 7c** Zustand nach Reinigung.

### Empfehlung für die Verwendung von Weißmacher-Zahnpasten

Grundsätzlich sind extrinsische Verfärbungen durch eine professionelle Zahnreinigung, aber auch durch die kontrollierte Anwendung von Weißmacher-Zahnpasten teilweise oder ganz zu beseitigen (Abb. 7 a-c) [5]. In einer der wenigen Studien zur klinischen Wirksamkeit von Weißmacher-Zahnpasten wurden die Produkte Friscodent Zahnweiß, durodont medical fresh & white und durodont medical Zahnweiß intensiv untersucht. Diese Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass die Kombination aus einer normalen (Weißmacher-)Zahnpasta mit einem mittleren RDA-Wert und einer Weißmacher-Zahnpasta mit einem hohen RDA-Wert, die zusätzlich zweimal wöchentlich verwendet werden soll, eine gute Möglichkeit bietet, extrinsische Zahnverfärbungen zu entfernen und damit das natürliche Weiß der Zähne wieder herzustellen (Abb. 4). Man kann davon ausgehen, dass unter diesen Bedingungen größere Schäden an der Zahnhartsubstanz vermeidbar sind. Da selbst normale Zahnpasten wie Colgate total oder Odol-med3 RDA-Werte von über 70 aufweisen [18], dürfte die Kombination einer Zahncreme mit einem RDA-Wert von 50 bis 60 und die hier parallel verlaufende, niedrig frequente Anwendung einer hochabrasiven Weißmacher-Zahnpasta zur Intensivreinigung mit einem RDA-Wert von etwa 160 kaum schädlicher sein. Es ist jedoch zu beachten, dass Weißmacher-Zahnpasten häufig Abrasivstoffe enthalten, die bei hochfrequenter An-

wendung eine mehr oder weniger ausgeprägte Schädigung der Zahnhartsubstanz bewirken können [15]. Deshalb sind freiliegende Zahnhäse bzw. freiliegendes Dentin, auch auf der Okklusalfäche, bei der Auswahl der Weißmacher-Zahnpasta zu berücksichtigen. Bei völlig intaktem Gebiss und richtiger Putztechnik können aber zu Gunsten der Reinigungsleistung und einer einfachen Handhabung als alleiniges Produkt auch Zahnpasten mit einem höheren Abrieb gewählt werden, z. B. blend-a-med Medicweiß und Colgate Sensation White [21]. Patienten mit freiliegendem Dentin sollten bei der Entscheidung für ein einziges Produkt in jedem Fall eine Weißmacher-Zahnpaste mit geringerem Abrieb und gleichzeitig guter Reinigungsleistung verwenden. Für diese Patienten sind beispielsweise die Zahnpasten mit einer besonderen Struktur der Putzkörper, also Cleanic Dent oder Pearls & Dents gut geeignet (Abb. 6). Mit einem RDA-Wert von 40 bis 50 ist der Abrieb dieser Zahnpasten nicht nur im Vergleich mit anderen Weißmacher-Zahnpasten, sondern auch im Vergleich mit Werten normaler Zahnpasten gering, deren RDA-Werte üblicherweise zwischen 20 und 80 liegen [23].

### Abschließende Beurteilung

Selbst wenn die meisten Weißmacher-Zahnpasten eine gewisse, mehr oder weniger ausgeprägte Reinigungsleistung erzielen und die Zähne abhängig von der Reinigungsleistung des Produktes messbar heller werden [5, 18],

können sie weder von Natur aus gelbliche Zähne weißer machen noch intrinsische, also durch eine nekrotische Pulpa oder durch Entwicklungsstörungen bedingte Verfärbungen entfernen. Für diese Indikationen ist die Bleichtherapie oder gegebenenfalls die restaurative Therapie das Mittel der Wahl [10]. Darüber hinaus sollten viele Weißmacher-Zahnpasten vorsichtig beurteilt werden, da bisher keine klinischen Untersuchungen über langfristige potentielle Schädigungen der Zahnhartsubstanzen durch deren Anwendung vorliegen.

Unter der Beachtung der Tatsache, dass die meisten Weißmacher-Zahnpasten eine der klassischen Zahnpasta vergleichbare Wirkungsweise haben, lässt sich konstatieren, dass ihr Einsatz unter der Voraussetzung, dass ein wirksamer Fluoridzusatz gewährleistet ist, empfohlen werden kann. In diesem Sinne sind die „vielversprechenden“ Werbeaussagen unter karies- und parodontalprophylaktischen Gesichtspunkten bei kariesfreien Patienten sogar als förderlich zu betrachten. Die regelmäßige, professionelle Zahnreinigung in der Zahnarztpraxis wird jedoch trotz der weiten Verbreitung von Weißmacher-Zahnpasten unverzichtbar bleiben.

### Literatur

1. Colgate: Colgate Sensation White Report (2000).
2. Emling, R. C., Levin, S., Shi, X., Yankell, S. L.: Rembrandt toothpaste stain prevention with or without the use of peridex. *J Clin Dent* 3, 59 (1992).
3. Emling, R. C., Shi, X., Yankell, S. L.: Rembrandt toothpaste: Stain removal following the use of peridex. *J Clin Dent* 3, 66 (1992).
4. Hefferen, J. J.: A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. *J Dent Res* 55, 563 (1976).
5. Hellwig, E.: Doppelblinde, parallele, randomisierte, klinische Studie zur Prüfung der aufhellenden Wirkung von 3 Zahnpasten: Friscodent-Zahnweiß, Durodont medical fresh & white und Durodont medical Zahnweiß intensiv. Forschungsbericht für Dr. Scheller Cosmetics AG/Esslingen. März 2001.
6. Imfeld, T., Sener, B.: In-vitro-Untersuchung der mechanischen Wirkung von Whitening-Zahnpasten des Schweizer Marktes. *Acta Med Dent Helv* 4, 195 (1999).
7. Initiative proDente: Hoher Stellenwert für gute Zähne. *Zahnärztl Mitt* 89, 1898 (1999).

### Summary

**How effective are whitening toothpastes?** Whitening toothpastes have gained enormous popularity, and can be divided into two groups. The conventional whitening toothpastes contain abrasive particles only. The second group of whitening toothpastes uses chemical additives in addition to abrasive particles to remove dental discolorations. The best way to clean teeth with discolorations is by using a combination of a toothpaste with low abrasivity for daily use plus a highly abrasive whitening toothpaste twice a week.

8. Kielbassa, A. M., Wrbas, K.-Th.: Extrinsische und intrinsische Zahnverfärbungen. Teil 1: Ursachen. Zahnärztl Welt 109, 177 (2000).
9. Wrbas, K.-Th., Kielbassa, A. M.: Extrinsische und intrinsische Zahnverfärbungen. Teil 2: Therapie extrinsischer Zahnverfärbungen. Zahnärztl Welt 109, 246 (2000).
10. Kielbassa, A. M., Wrbas, K.-Th.: Extrinsische und intrinsische Zahnverfärbungen. Teil 3: Weißmacher-Pasten oder Bleichtherapie? Zahnärztl Welt 109, 322 (2000).
11. Kielbassa, A. M., Zantner, C.: Zur Einordnung der Bleichtherapie im zahnärztlichen Behandlungsspektrum. Quintessenz 52, 1105 (2001).
12. Kleber C. J., Millemann, J. L., Curtis, J. P., Christina, L. M., Putt, M. S.: Clinical study of whitening toothpastes for stain removal and enamel polish. J Dent Res 75 (IADR Abstract 226), 46 (1996).
13. Kleber, C. J., Moore, M. H., Nelson, B. J.: Laboratory assessment of tooth whitening by sodium bicarbonate dentifrices. J Clin Dent 9, 72 (1999).
14. Lutz, F., Imfeld, T., Schüpbach, P.: Prophylaxepasten – Das neue Abrasiv Perlit im Vergleich zu konventionellen Putzkörpern. Schweiz Monatsschr Zahnmed 105, 30 (1995).
15. Nanninga, C., Janisch, G., Veith, B., Nell, A., Havlik, E., Sperr, W.: Abrasivität von Zahnpasten. Phil J 6, 279 (1993).
16. Öko-Test: Schneller, höher, weißer. Öko-Test-Magazin, Ausgabe 10/99, 25 (1999).
17. Sander, F. G.: Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Putzsystems. Zahnärztl Mitt 87, 22 (1997).
18. Schemehorn, B. R., Orban, J. C., Ley, F.: Vergleichende Dentinabrasionswerte deutscher Zahnpasten. Prophylaxe Impuls 4, 224 (1999).
19. Sharif, N., MacDonald, E., Hughes, J., Newcombe, R. G., Addy, M.: The chemical stain removal properties of „whitening“ toothpaste products: studies in vitro. Br Dent J 188, 11 (2000).
20. Stiftung Warentest: Zurück zur Naturfarbe. Test, Ausgabe 8/97, 74 (1997).
21. Stiftung Warentest: Auf die Tube gedrückt. Test, Ausgabe 1/01, 84 (2001).
22. Stookey, G. K., Burkhard, T. A., Schemehorn, B. R.: In vitro removal of stain with dentifrices. J Dent Res 61, 1236 (1982).
23. Wülknitz, P.: Cleaning power and abrasivity of European toothpastes. Adv Dent Res 11, 576 (1997).
24. Wülknitz, P.: Zahnkrankheiten die Zähne zeigen. Chemie Heute; Ausgabe 1998/99, 84 (1998).
25. Yankell, L., Emling, R. C., Petrone, M. E., Rustogi, K., Volpe, A. R., DeVizio, W., Chaknis, P., Proskin, H. M.: A six-week clinical efficacy study of four commercially available dentifrices for the removal of extrinsic tooth stain. J Clin Dent 10, 115 (1999).

■ **Korrespondenzadresse:**

Dr. Catharina Zantner  
 Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin,  
 Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie  
 Alßmannshäuser Straße 4-6  
 D-14197 Berlin

Telefon: (0 30) 84 45-61 29  
 Fax: (0 30) 84 45-62 04  
 e-mail: catharina.zantner@medizin.fu-berlin.de

**Mehr Fluorid – besser geschützte Milchzähne**

**Kinder-Zahnpasta mit 500 ppm Aminfluorid besonders wirksam – Von zuckersüßem Bonbongeschmack raten Experten ab.**

Lörrach, 2. November 2001 (dk) – Kinderzähne brauchen Schutz vor Karies – von Anfang an. Deshalb rät die Deut-

sche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) in ihren aktuellen Empfehlungen, Milchzähne sofort nach dem Durchbruch regelmäßig mit fluoridhaltiger Kinder-Zahnpasta zu reinigen. Diese Zahnpasta sollte nach dem Expertenstatement bis zu 500 ppm (parts per million) Fluorid enthalten und nicht – wie bislang meist üblich – nur 250 ppm. Aber bringt der höhere Fluoridgehalt für den Schutz von Milchzähnen tatsächlich Vorteile? Eindeutig ja. Das hat eine Untersuchung mit elmex Kinder-Zahnpasta klar ergeben.

Professor Dr. *Elmar Hellwig* von der Universität Freiburg und seine Mitarbeiter haben gemessen, wie sich Zahnpasten mit verschiedenen hohen Konzentrationen von Aminfluorid auf die Remineralisation, also die „Reparatur“, von bereits geschädigtem (demineralisiertem) Milch-Zahnschmelz auswirken. Aminfluorid ist das in elmex Präparaten enthaltene Fluorid. Aminfluorid verbindet sich mit dem im Speichel enthaltenen Kalzium zu einer besonders stabilen Deckschicht, die den Zahnschmelz vor Säure und damit vor Karies schützt. Nach Angaben der Freiburger Zahnmediziner war bei ihren Messungen zur Remineralisation „klar ersichtlich, dass es bei Milchzähnen eine Dosis-Wirkungs-Relation gibt“. So war die Zunahme des Mineralgehaltes bei Zahnpasta mit 500 ppm Aminfluorid deutlich größer als bei solcher mit 250 ppm. Das klare Fazit der Wissenschaftler: „Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Erhöhung des Fluoridgehaltes von Kinder-Zahnpasten auf 500 ppm zu einer verbesserten Remineralisation initialer Kariesläsionen führt.“

Zum effektiven Kariesschutz reicht bereits eine erbsengroße Menge Kinder-Zahnpasta aus. Zudem rät die DGZMK von Kinder-Zahnpasten mit Frucht- oder Bonbongeschmack ab, um die Kinder nicht zum zusätzlichen Verschlucken der Zahnpasta zu animieren.

Und wie häufig sollten Kleinkindern die Zähne mit fluoridhaltiger Kinder-Zahnpasta geputzt werden? Dazu lautet die Empfehlung der Fachgesellschaft: Ab dem Durchbruch des ersten Milchzahns einmal täglich, ab dem zweiten Geburtstag zweimal täglich. Mit dem Durchbruch des ersten bleibenden Zahnes im Alter von etwa sechs Jahren sollte von Kinder- auf Erwachsenen-Zahnpasta umgestellt werden.

■ **GABA elmex Forschung**  
 Berner Weg 7, 79515 Lörrach,  
 Fax 07621/907-124, Email: presse@gaba-dent.de

**Fachwortschatz Zahnmedizin Englisch**

*Friedbichler, L., Friedbichler, M.,*  
 Thieme, Stuttgart 2001, 256 Seiten,  
 39,95 €

Zunächst mag man denken, es sei einfach nur ein weiteres Wörterbuch Deutsch-Englisch / Englisch-Deutsch erschienen, um Verständnis sowie Abfassen englischsprachiger Fachtexte zu erleichtern. Beginnt man mit dieser Einstellung im vorliegenden Buch zu blättern, so ist man enttäuscht, denn erst auf verhältnismäßig kleinem Raum am Ende des Buches findet sich das Übersetzungswerk. Nein, dieses Werk will viel mehr sein als bloßes Wörterbuch, und um das Buch erfolgreich nutzen zu können, ist ein Durchlesen und Verstehen der Benutzeranleitung unumgänglich. Dann wird der Leser feststellen, dass er kein bloßes Nachschlagewerk vor sich hat, sondern ein Werk, welches beim Erwerb eines auf konkrete Situationen abgestimmten Fachwortschatzes sehr hilfreich ist.

Das Buch ist in 6 Teile gegliedert, in denen in 50 Kapiteln zahnmedizinische Themenkomplexe wie zum Beispiel Behandlungsvorgänge, aber auch Abläufe der Grundlagenforschung im sprachlichen Kontext dargestellt werden. Die Anordnung im Buch erfolgt nach inhaltlichen Zusammenhängen, nicht in erster Linie nach alphabetischer Reihenfolge. Insofern kann das Werk auch als Textbuch zum Auffrischen fachspezifischer Englischkenntnisse dienen.

Die Autoren verwendeten große Mühe darauf, Fachbegriffe in ihrem semantisch korrekten Umfeld darzustellen. Hierzu wurde aktuelle zahnmedizinische Literatur gesichtet. Typische englischsprachige Beispielsätze aus angloamerikanischer Originalliteratur finden sich bei den jeweiligen Hauptstichwörtern. Damit wird durch dieses Werk Neuland betreten. Nach Verständnis von Aufbau und Idee des Buches erscheint es als große Hilfe beim Abfassen englischsprachiger Fachaufsätze. Dies wird nicht zuletzt dadurch unterstützt, dass auch englischsprachige Abkürzungen aufgeführt sind. Zahlreiche synonyme Ausdrucksweisen, welche nach der Häufigkeit ihrer Anwendung in englischsprachigen Originalartikeln aufgeführt sind, erleichtern die Wahl der richtigen Ausdrucksform. Das Buch kann daher eine wertvolle Unterstützung beim Abfassen englischsprachiger Artikel darstellen.

*U. Schiffner, Hamburg*