

In-vitro-Verfärbungen von Füllungsmaterialien durch UV-Licht und Nahrungsmittel

▼ Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war die vergleichende Prüfung der Farbbeständigkeit von drei Compomer-, einem Hybrid-Ionomer- und vier Kompositmaterialien unter Berücksichtigung von endo- und exogenen Einflüssen. Hierzu wurden zylindrische Proben der Materialien in einem Schnellbelichtungsgerät für 24 und 72 Stunden einer UV-Belastung in Anlehnung an DIN/EN 27491 unterworfen. Im Anschluss daran wurden die Proben in Rotwein bzw. Kaffee für 10 Tage gelagert. Als Vergleich dienten Proben, die für 72 Stunden bzw. 10 Tage unter Lichtausschluss in entionisiertem Wasser gelagert und anschliessend ebenfalls in Rotwein bzw. Kaffee deponiert wurden. Die Farben der Materialien wurden mit einem Laborfarbmessgerät jeweils vor und nach Alterung bzw. Lagerung im CIE-Lab Farbraum bestimmt. Mit Ausnahme des Hybrid-Ionomer-Materials ($\Delta E^* > 4$) sind alle durch die UV-Belastung verursachten Farbveränderungen mit Werten von $\Delta E^* > 2$ zwar sichtbar, aber mit $\Delta E^* < 3,3$ in akzeptablen Grenzen. Die anschliessende Lagerung in verfärbenden Flüssigkeiten bewirkte eine deutliche, im Vergleich zur UV-Exposition etwa doppelt so starke Veränderung der Farbe. Ein synergetischer Effekt von UV-Exposition und Kaffee- bzw. Rotweinelagerung ist nicht festzustellen. Die Auswirkungen von Kaffee sind i. d. R. stärker als die Auswirkungen der Rotweinelagerung.

Acta Med dent Helv 4: 147–152 (1999)

Schlüsselwörter: Farbmessung, UV-Exposition, Füllungsmaterialien

Zur Publikation angenommen: 21. Juni 1999

MARTIN ROSENTRITT, REINHOLD LANG,
MICHAEL BEHR und GERHARD HANDEL

Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Universität Regensburg

Einleitung

Die Beurteilung von Materialeigenschaften und deren In-vivo-Tauglichkeit wird durch die Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Füllungsmaterialien immer schwieriger. Die ästhetischen Eigenschaften spielen für den Patienten eine besondere Rolle, Verfärbungen sind oftmals der Hauptgrund für die Unzufriedenheit von Patienten (STOKES et al. 1986). Aus diesem Grunde werden immer wieder Untersuchungen zur Farbstabilität von Materialien, vorzugsweise auch unter kontrollierten In-vitro-Bedingungen durchgeführt. Hierbei werden nicht nur UV-Beständigkeiten geprüft (FERRACANE et al. 1985, LEIBROCK et al. 1996), sondern auch die Einwirkungen von Nahrungsmitteln, im besonderen auch von stark verfärbenden Materialien wie Tee, Kaffee oder Rotwein (KHOKAR et al. 1991). Da unter klinischen Bedingungen verschiedene Alterungsparameter nicht getrennt, sondern immer in Kombination wirken, können Untersuchungen einzelner Einflusskomponenten gute Rückschlüsse auf die Materialeigenschaften zulassen, aber eine In-vivo-Situation nur bedingt darstellen. Die Ursachen und Auswirkungen der verschiedenen isolierten Belastungen werden kontrovers diskutiert (ELDIWANY et al. 1995, LANG et al. 1998, POWERS et al. 1980, ROSENTRITT et al. 1998 b, SETZ et al. 1990). Hintergrund der Untersuchung war die Überlegung, dass eine aufeinanderfolgende Kombination verschiedener Alterungstypen im In-vitro-Versuch dazu beitragen könnte, Rückschlüsse auf die In-vivo-Situation zu ziehen. Ziel war es also, eine Alterung durchzuführen, in der endo- und exogene Parameter nacheinander berücksichtigt werden sollten.

Material und Methoden

Von 3 Compomer-, 1 Hybrid-Ionomer- und 4 Kompositmaterialien (Tab. I) wurden je Material 24 zylindrische Prüfkörper mit einem Durchmesser von 5 mm und einer Höhe von 5 mm mit Hilfe einer transparenten Schablone (Erkolenfolie, Erkodont, Pfalzgrafenweiler, D) hergestellt. Die Prüfkörper wurden

Korrespondenzadresse:
Martin Rosentritt, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik,
Klinikum der Universität Regensburg,
Franz-Josef-Strauss Allee 11, D-93053 Regensburg,
Tel. +49-(0)941-944-6054, Fax +49-(0)941-944-6171

Tab. I Untersuchte Materialien

	batch no.	Hersteller	Typ	Farbe
Helio Progress	LOT 913085	Vivadent, Schaan, FL	Microfüllerkomposit	A2
Compoglass F Cavifil	LOT 902640	Vivadent, Schaan, FL	Compomer	A2
FHC-Merz light	Ch.-B.: 97420122	Merz Dental, Frankfurt/M, D	Feinhybridkomposit	A2
Hytac Aplitip	LOT FW0041740	Espe, Seefeld, D	Compomer	A2
Élan	LOT 805436	Kerr, Karlsruhe, D	Compomer	A2
Photac-Fil Aplicap	LOT FW00426227	Espe, Seefeld, D	Glasionomer	A2
MFR-Merz lichthärtbar	Ch.-B.: 97370086	Merz Dental, Frankfurt/M, D	Microfüllerkomposit	universal
Pertac-Hybrid	LOT FW0042924	Espe, Seefeld, D	Feinhybridkomposit	A2

schrittweise in ca. 2 mm starken Schichten aufgebaut und entsprechend den Herstellerangaben mit einem Polymerisationsgerät (Heliolux DLX, Vivadent, Schaan, FL) polymerisiert. Im Anschluss wurde die Oberfläche der Proben mit Schleifpapier (Körnung 800) geschliffen, um eine plane und saubere, auch von einer Sauerstoffinhibitionsschicht freie Oberfläche zu erhalten (Ra [mittel] = 0,75; Perthometer S6P-PRK, Mahr-Feinprüf, Ingolstadt, D). Proben und Referenzen wurden für 24 Stunden in entionisiertes Wasser eingelegt und anschliessend erstmals (Initialmessung) farbmessungsmässig (Farbmessgerät Minolta CM-C3500, 3 mm-Blende, Ahrensburg, D) vermessen. Jeweils 8 Proben wurden im Schnellbelichtungsgerät Xenotest (Xenotest CPS+, Heraeus Kulzer, Hanau, D) für A) 24 Stunden und B) 72 Stunden in Anlehnung an DIN/EN 27491 (DIN/EN 1991) einer UV-Bestrahlung (Xenon-Lampe; 1,5 kW) ausgesetzt und farbmessungsmässig vermessen. Die Belastung setzte sich zusammen aus einer 3 min-Spülphase mit 37 °C warmem entionisiertem Wasser und einer abschliessenden 17-minütigen Trockenphase. Die UV-Einwirkung (765 W/m², Tageslichtfilter, 160 lux) wurde über den ganzen Zeitraum aufrechterhalten. Jeweils 4 Referenzproben wurden nach C) 72 Stunden und D) 10 Tagen Wasserlagerung bei 25 °C gemessen. Im Anschluss an die Alterung bzw. Lagerung wurden die Proben in Kaffee (Krönung, Jacobs, Lübeck, D) bzw. Rotwein (Glühwein; Raum, Hersbruck, D) für jeweils 10 Tage bei 25 °C eingelegt und abschliessend erneut vermessen. Vor der Messung wurden die Proben unter fließendem Wasser gereinigt. Aus jeweils drei einzelnen Messungen an einer Probe bzw. an einem Referenzkörper wurde ein Mittelwert errechnet. Die Abweichungen bei dreimaliger Messung betragen dabei max. 0,1 pro Farbwert L*, a* bzw. b*. Aus den Farbwerten wurde nach der Formel $\Delta E^* = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$ der Farbabweichung ΔE^* , in Bezug zur Initialmessung des entsprechenden Materials berechnet (Abb. 1). Es wurden für die ΔE^* -Werte die Mediane sowie die 25% - und 75% - Perzentilen dargestellt. Je nach Art der Einteilung nach abhängigen bzw. unabhängigen Proben wurde das entsprechende Mann-Whitney-U-Testverfahren bzw. eine ONEWAY-Anova auf einem Signifikanzniveau von 0,05 mit dem Programm SPSS für Windows durchgeführt (BROSIOUS & BROSIOUS 1995).

Resultate

Bei einer statistischen Untersuchung der Farbunterschiede im Einzelvergleich der L*a*b*-Werte unterschieden sich die verschiedenen Materialien trotz gleicher Vita-Farbbezeichnung «A2» teilweise bereits vor Alterung signifikant (Tab. II).

UV- Belastung

Alle Veränderungen der Farbwerte durch UV-Exposition sind in Abb. 2a dargestellt. Aus dem Gruppenvergleich ergibt sich ein

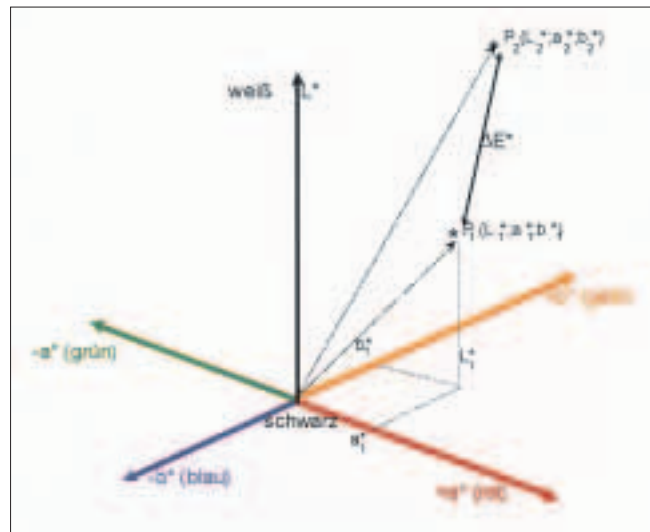


Abb. 1 CIE-L*a*b*-Farbraum (Farbabstand der Messpunkte P1 und P2)

signifikanter Unterschied (p = 0,0454) zwischen einer 24-stündigen und einer 72-stündigen UV-Exposition, wobei bei paarweiser Betrachtung der ΔE^* -Werte lediglich die Materialien Compoglass (p = 0,0223) und Elan (p = 0,0220) signifikante Unterschiede aufweisen. Betrachtet man die Ergebnisse innerhalb der Materialklassen, so unterscheiden sich die Mikrofüller-Composite nicht signifikant voneinander, während in der Gruppe der Feinhybridcomposite sowohl nach 24 Stunden als auch nach 72 Stunden Unterschiede in der Farbveränderung auszumachen sind. Die Compomer-Materialien Hytac Aplitip, Compoglass und Elan zeigen nur nach 24 Stunden signifikante Unterschiede. Der Hybrid-Ionomer-Werkstoff Photac-Fil Aplicap weist insgesamt die stärksten Farbveränderungen auf.

Wasserlagerung

Beim Gruppenvergleich der Farbwerte ergibt sich für eine Wasserlagerung von 72 Stunden im Vergleich zu einer 10-tägigen Lagerung kein signifikanter Unterschied. Im Einzelvergleich zeigt nur Helio Progress signifikante Unterschiede. Alle Δ -Werte liegen mit Ausnahme von Photac-Fil Aplicap ($\Delta E^* > 4$) unter $\Delta E^* = 2$ Einheiten (Abb. 3a).

Vergleich UV-Alterung und Wasserlagerung

Vergleicht man die Einflüsse der Wasserlagerung nach 72 Stunden mit der 72 Stunden dauernden UV-Belastung (Abb. 2a u. 3a), so ist im Gruppenvergleich ein signifikanter Unterschied (p = 0,0154) festzustellen, ein Einfluss der Xenobelastung also

Tab. II Statistischer Vergleich (p-Werte) der L*/a*/b*-Farbwerte vor Alterung (x: signifikant p<0,05; 0: nicht signifikant p>0,05)

	Helio Progress	Compoglass F Cavifil	FHC-Merz light	Hytac Aplitip	Élan	Photac-Fil Aplicap	MFR-Merz lichthärtbar
Helio Progress							
Compoglass F Cavifil	0/x/x						
FHC-Merz light	x/x/0	x/x/x					
Hytac Aplitip	x/x/x	x/0/x	x/x/x				
Élan	x/x/x	x/x/x	x/x/x	0/x/x			
Photac-Fil Aplicap	x/x/x	x/x/x	0/x/x	x/x/x	x/x/x		
MFR-Merz lichthärtbar	0/x/x	0/x/x	x/x/x	x/x/x	x/x/x	x/0/0	
Pertac-Hybrid	0/x/0	0/x/x	x/0/0	x/x/x	x/x/x	x/x/x	0/x/x

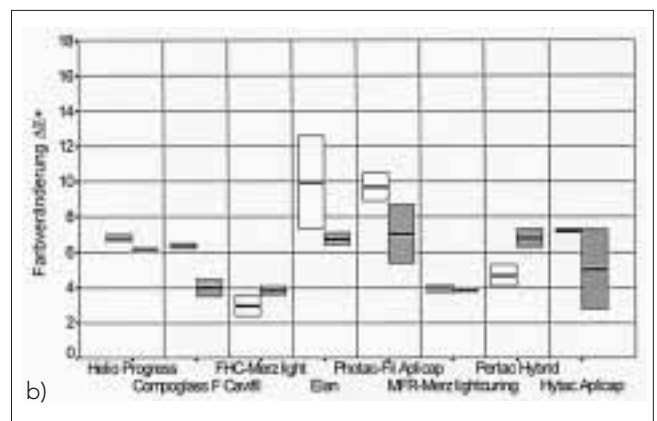
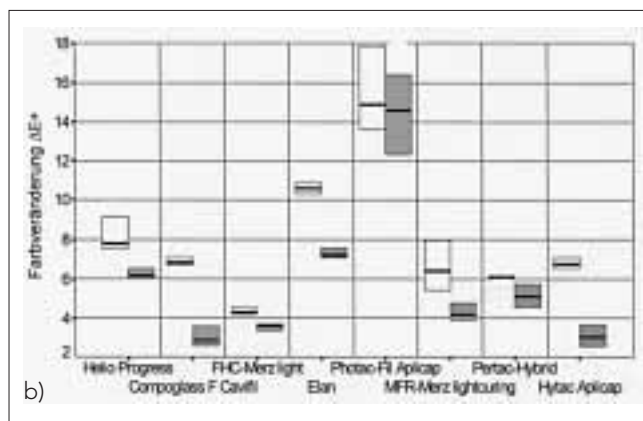
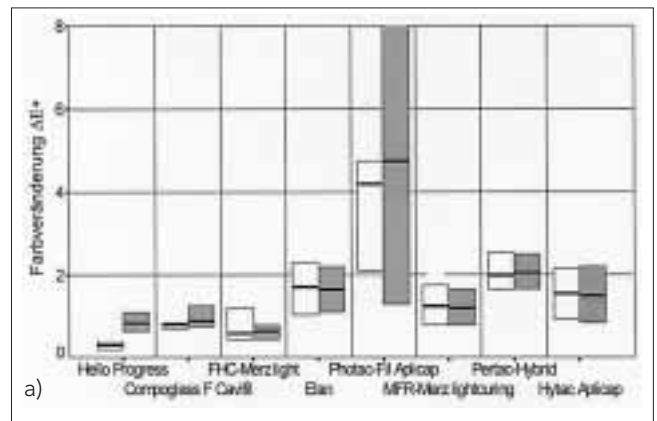
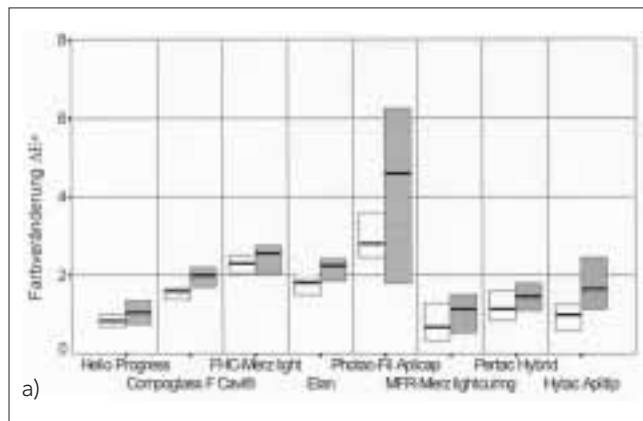


Abb. 2 ΔE*-Werte a) nach 24 h (weisse Flächen) und 72 h (graue Flächen) UV-Belichtung und b) anschliessender Lagerung in Kaffee (weisse Flächen) / Wein (graue Flächen); Median, 25%/75%-Perzentile.

Abb. 3 ΔE*-Werte a) nach 72 h (weisse Flächen) und 10 d (graue Flächen) Wasserlagerung und b) anschliessender Lagerung in Kaffee (weisse Flächen) / Wein (graue Flächen); Median, 25%/75%-Perzentile.

ersichtlich. Bei Einzelvergleichen allerdings sind nur die Materialien Helio Progress, Compoglass F, FHC-Merz light und Pertac-Hybrid signifikant unterschiedlich, d.h. eine Auswirkung der Xenobelastung nachweisbar. Lagert man die Proben für 10d im Dunkeln, ist zwar immer noch ein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich (p = 0,0139) erkennbar, die Einzelwerte unterscheiden sich allerdings nur noch bei den Materialien Compoglass und FHC-Merz light.

Lagerung in Kaffee bzw. Rotwein

Der statistische Vergleich zeigt signifikant stärkere Verfärbungen verursacht durch Kaffee im Vergleich zur Rotweinxposition (p = 0,0004). Nur bei Photac-Fil Aplicap sind durch die Rot-

wein- und Kaffeelagerung mit ΔE* >14 keine statistisch signifikant unterschiedlichen Farbwerte auszumachen. Insgesamt ist die farbverändernde Wirkung der o.g. Flüssigkeiten ca. doppelt so gross wie die Auswirkungen auf die Farbe durch die Belastung mit UV-Licht. Auch hier wieder zeigt der Hybrid Ionomer-Werkstoff mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse. Nach Lagerung in den verfärbenden Flüssigkeiten liegen Schwankungen der Farbänderungen von ΔE*>2 bis sogar ca. ΔE* = 15 vor. Eine Unterscheidung der Einflüsse auf die verschiedenen Materialtypen ist nicht möglich.

Im Gruppenvergleich wirken Kaffee (p = 0,1152) und Rotwein (p = 0,5843) auf UV-Alterung bzw. 10 Tage Wasserlagerung nicht signifikant unterschiedlich, die Auswirkungen einer unter-

schiedlichen «Vorab-Lagerung» sind also gleich. Die Werte nach UV-Alterung fallen allerdings tendenziell höher aus. Der Unterschied zwischen Kaffee und Rotweinlagerung auf die bereits mit UV-Licht gealterten Proben ist signifikant ($p = 0,0004$), er ist bei den Compomermaterialien am stärksten ausgeprägt. Nur bei Photac-fil Aplicap ist kein signifikanter Unterschied ($p = 0,7728$) erkennbar (Abb. 2b u. 3b).

Diskussion

Wie bereits früher angesprochen (GRAJOWER et al. 1979; MUSIL & KITTLER 1983), zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass es teilweise zu Farbabweichungen auch innerhalb der gleichen Farben eines Farbrings kommt. Dies bedeutet, dass verschiedene Materialien mit identischer Farbcodierung «A2» teilweise eine unterschiedliche Farbe besitzen. Dies erscheint besonders bei der In-vivo-Farbauswahl der Materialien, aber auch bei Prüfungen der Farbbeständigkeit von Interesse, da man davon ausgehen kann, dass hellere Werkstoffe sich stärker verfärben können als dunklere (ELDIWANY et al. 1995).

Betrachtet man für Farbveränderungen Werte von $\Delta E^* = 3,3$ (RUYTER et al. 1987) als akzeptable Grenze, erscheinen die von der UV-Exposition verursachten Farbveränderungen insgesamt auch nach einer Belichtungszeit von 72 Stunden als sichtbar (Abb. 2a), aber als klinisch ausreichend gut. Nur der Hybrid-Ionomer Photac-Fil Aplicap liegt nach 72 Stunden UV-Exposition über der genannten Akzeptanzgrenze von $3,3 \Delta E^*$. Bereits DAVIS et al. (1995) konnten für das Hybrid-Ionomer (Photac-Fil Aplicap) starke Verfärbungen und Veränderungen der Oberflächenrauigkeit nach UV-Exposition nachweisen. Sie führt diese Veränderungen auf Sprünge und auf die Anfälligkeit auf Dehydrierung zurück.

Geht man davon aus, dass die Einflüsse der Farbveränderungen als sichtbar gedeutet werden können, sobald $\Delta E^* > 1,5$ (SEGHI et al. 1989) oder auch sobald ein einzelner Farbwert um $> 1,5$ Einheiten variiert (LIBERMANN et al. 1995), so würden sich gerade Änderungen des Δb^* -Wertes besonders nach 72 Stunden Exposition bei 5 der 8 untersuchten Materialien (Helio Progress, Compoglass, FHC-Merz light, Elan und Fotac-Fil Aplicap) und bei zwei der unter Lichtausschluss gelagerten Proben als sichtbar darstellen. Durch die verfärbenden Nahrungsmittel werden sogar fast 80% aller Lab-Einzelwerte mit Werten $> 1,5$ sichtbar verändert (Abb. 2b u. 3b). Bei Betrachtung von «unbunten» Farben, wie sie im Dentalbereich Verwendung finden, ist die Farbänderung mit Werten von durchschnittlich 0,5 Einheiten in Blau-Grün- (Δa^*) -Richtung gering; hingegen gewinnen die Änderungen der Helligkeit (ΔL^*) und die Änderungen der Rot-Gelb- (Δb^*) -Richtung an Bedeutung für die Berechnung des Farbabstandes. Im Allgemeinen zeigen Messungen der Farbänderung für b^* bzw. L^* die grössten Änderungen (ELDIWANY et al. 1995, LEIBROCK et al. 1997). Die Frage nach den Mechanismen, die die beschriebenen Verfärbungen der Materialien verursachen, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Es werden dafür z. B. die Entstehung von verfärbenden Produkten (POWERS et al. 1980), Restmonomere und unverbrauchte Reaktionsagenzien (LANG et al. 1998) verantwortlich gemacht. Zudem werden Einflüsse von UV-Stabilisatoren (ROSENTRITT et al. 1998 a), von Füllstoffart und Grösse (ELDIWANY et al. 1995, SETZ et al. 1990) auf die Farbbeständigkeit vermutet.

Besondere Betrachtung verdienen die Ergebnisse nach Wasserlagerung im Vergleich zur UV-Belastung (Abb. 2a u. 3a). Hier ist eine allgemeine Farbänderung bis max $\Delta E^* < 2$, bei Photac-Fil Aplicap sogar bis $\Delta E^* < 4$ erkennbar. Bei vier Mate-

rialien (Helio Progress, Compoglass, FHC-Merz light, MFR-Merz lichthärtbar) wird durch die UV-Belastung im Vergleich zur Wasserlagerung ohne UV-Exposition keine signifikante Veränderung der Farbe erzielt. Bei den Materialien Helio Progress, Compoglass und FHC-Merz light sind die Auswirkungen der UV-Exposition sehr gering, wohingegen bei Pertac Hybrid nach Wasserlagerung sogar eine stärkere Farbveränderung im Vergleich zur UV-Belastung zu erkennen ist. Ein von SEHER & VIOHL (1992) vermuteter Zusammenhang zwischen Verfärbungen und Wasseraufnahme scheint sich allerdings nicht zu bestätigen, da z. B. bei etwa gleicher Farbänderung Hytac Aplicap eine extrem hohe Wasseraufnahme von $32 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ und Helio Progress von nur $0,9 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ besitzt. Es sollte allerdings überlegt werden, ob nicht vor Alterungs- oder Lagerungsversuchen eine entsprechende verlängerte Lagerung über die hier durchgeführten 24 Stunden hinaus erfolgen sollte. Weitere Untersuchungen, z. B. der Wasseraufnahme auch durch eine kombinierte UV- und Wasserepositionsuntersuchung, könnten hier weitere Erkenntnisse erbringen. Ausschliessen lassen sich bei den hier durchgeführten Untersuchungen auch Austrocknungen während der Messungen – beim Herausnehmen, Trockentupfen und Messen – auf die gemessene Farbveränderung nicht. Unterschiede zwischen Feinhybrid bzw. Microfüllercomposite wie sie verschiedene Autoren (POWERS et al. 1980; POWERS et al. 1988) gefunden haben und z. B. mit der Oberflächenerosion in Verbindung bringen, konnten nicht bestätigt werden.

Wie bereits von BURROW & MAKINSON (1991) bzw. SEHER & VIOHL (1992) dargestellt sind im Vergleich zur UV-Exposition wesentlich stärkere Farbveränderungen durch Kaffee- bzw. Rotweinlagerung zu erzielen. Hier werden sogar Änderungen bis ca. max. $\Delta E^* = 15$ Einheiten nachweisbar. Deutlich sichtbar ist auch die unterschiedlich starke Verfärbungswirkung durch Kaffee bzw. Rotwein, wie sie bereits UM & RUYTER (1991) u. a. auch für Tee feststellen konnten. Ein Synergieeffekt von UV-Alterung und Alterung in verfärbenden Lösungen war entgegen den Vermutungen statistisch nicht signifikant nachweisbar. Nur bei Photac-Fil Aplicap war bei diesem Vergleich ein deutlicher Unterschied bis zu 7 Einheiten erkennbar. Im Gegensatz zu inneren Verfärbungen können Verfärbungen durch Flüssigkeiten, z. B. durch Zahnbürstenreinigung, evtl. wieder entfernt werden (BUYUKYILMAZ & RUYTER 1994, DIETSCHI et al. 1994, PLACEK 1990). Dies würde allerdings auch bedeuten, dass die Oberflächenstruktur, z. B. die Rauheit, sich auf die Verfärbungsneigung auswirken würde. Laut UM & RUYTER (1991) sind allerdings Verfärbungen durch Nahrungsmittel nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in der Tiefe des Materials zu finden. Durch optische Untersuchungen von vertikal geschnittenen Proben konnte ein Eindringen der Farblösung in die Materialien allerdings nicht nachgewiesen werden. Hier wären dann z. B. Abhängigkeiten von der Grösse der Moleküle und der Struktur der Materialien zu vermuten. Bei der Lagerung in verfärbenden Flüssigkeiten zeichnet sich keine der Materialgruppen durch eine besondere Farbbeständigkeit aus.

Vorsicht scheint bei Farbmessungen geboten beim absoluten Vergleich von Messergebnissen verschiedener Autoren auch bei Beurteilung im gleichen Farbraum, aber z. B. mit unterschiedlichen Messgeräten (FABER & HARFFEN 1998). Um dies zu vermeiden, aber auch um Effekte unterschiedlich grosser Messpunkte (BOLT et al. 1994) auszuschliessen, erscheinen wie bereits früher erwähnt (ROSENTRITT et al. 1998 a) nur relative, also vergleichende Messungen sinnvoll.

Es hat sich gezeigt, dass die hier durchgeführte Kombination zweier Alterungsverfahren nicht die vermuteten Synergieeffekte nachweist. Durch die bereits standardisiert durchgeführten Untersuchungen kann eine In-vitro-Beurteilung der Farbbeständigkeit nach einzelnen Parametern vorgenommen werden, eine abschliessende Beurteilung von Verfärbungen auf Grund einer Vielzahl von In-vivo-Einflussparametern bleibt allerdings klinischen Studien (ROSENTRITT et al. 1998 a, SETZ & ENGEL 1994, TYAS 1992) vorbehalten.

Summary

ROSENTRITT M, LANG R, BEHR M, HANDEL G: **In vitro-discoloration of restorative materials caused by UV-light and food colorants** (in German). *Acta Med Dent Helv* 4: 147–152 (1999)

The aim of this study was to compare the discoloration of three compomer, one hybrid ionomer and four composite materials after ageing under endo- and exogenous influences. Cylindrical specimens of the materials were artificially aged by UV-light for 24 hours and 72 hours according to DIN/EN 27491. After this, the specimens were inserted in red wine and coffee respectively for 10 days. As a control group specimens were stored for 72 hours and 10 days respectively in deionised water under light exclusion and finally in red wine / coffee. CIE-L*a*b* colours of the materials were determined using a laboratory colour measuring instrument before and after ageing and storage. All samples showed discernible but acceptable colour changes ($\Delta E^* > 2$) caused by UV-load. Only for the hybrid ionomer material strong discoloration could be determined ($\Delta E^* > 4$). The discoloration caused by agents was about two times higher in comparison to the influence of UV-ageing alone; besides, the influence of coffee is higher than the influence of red wine. No synergetic effects on colour-behaviour after UV-ageing and storage could be determined.

Résumé

Le but de cette étude était de comparer la fiabilité de la teinte de trois compomères, d'un ionomère hybride et de quatre matériaux composites, en tenant compte d'effets endogènes et exogènes. Dans ce but, les matériaux à tester sous forme de cylindres ont été placés dans un appareil à exposition rapide durant 24 heures et 72 heures, respectivement, lors d'une première étape, et soumis à une lumière ultraviolette selon les normes DIN/EN 27491 dans une deuxième phase. Après cela, les échantillons ont été immergés dans du vin rouge et du café, respectivement, pendant dix jours. Ces matériaux ont ensuite été comparés avec des échantillons ayant séjournés 72 heures et dix jours, respectivement, dans de l'eau déminéralisée et dans l'obscurité. Les teintes des matériaux ont été déterminées à l'aide d'un colorimètre de laboratoire lors des différentes étapes des tests. A l'exception du matériau ionomère hybride ($\Delta E^* > 4$), toutes les modifications de teintes liées aux UV se situaient entre des limites acceptables ($\Delta E^* > 2$). Le stockage des échantillons dans des liquides colorants provoquait une nette modification de la teinte. Elle était deux fois plus importante que celle causée par les rayons UV seuls. On n'a pas constaté un effet synergique de l'exposition aux rayons UV et du stockage dans le vin rouge ou le café. Les effets colorants du café sont généralement plus importants que ceux du vin rouge.

Literaturverzeichnis

- BOLT R A, TEN BOSCH J, COOPS J C: Influence of edge loss in small-window color measurement, especially of teeth. *Optics & Photonics News* 4: 36 (1994)
- BROSIUS G, BROSIUS F: SPSS Base System und Professional Statistics, 1st edition. International Thomson Publishing, Bonn, Albany (1995)
- BURROW M F, MAKINSON O F: Color change in light-cured resins exposed to daylight. *Quintessence Int* 22: 447–452 (1991)
- BUYUKYILMAZ S, RUYTER I E: Color stability of denture base polymers. *Int J Prosthodont* 7: 372–382 (1994)
- DAVIS B A, FRIEDL K H, POWERS J H: Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. *J Prosthodont* 2: 111–115 (1995)
- DIETSCHI D, CAMPANILE G, HOLZ J, MEYER J M: Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dent Mater* 10: 353–362 (1994)
- DIN EN 27 491: Zahnheilkunde; Zahnärztliche Werkstoffe; Bestimmung der Farbbeständigkeit bei zahnärztlichen Kunststoffen. Beuth Verlag 1991, Berlin
- ELDIWANY M, FRIEDL K H, POWERS J M: Color stability of light-cured and post-cured composites. *American J Dent* 8: 179–181 (1995)
- FABER F J, HARFFEN S: Metrische Farbunterscheidung von Dentalkeramiken in Abhängigkeit vom Farbmessgerät. *Dtsch Zahnärztl Z* 53: 651–654 (1998)
- FERRACANE J L, MOSER J B, GREENER E H: Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 4: 483–487 (1985)
- GRAJOWER R, FUSS Z, HIRSCHFELD Z: Reflectance spectra of composite resin liners. *J Prosthet Dent* 41: 650–656 (1979)
- KHOKHAR Z A, RAZZOOG M E, YAMAN P: Color stability of restorative resins. *Quintessence Int* 22: 733–737 (1991)
- LANG R, ROSENTRITT M, BEHR M, LEIBROCK A, HANDEL G: Colour stability of provisional restoration materials. *Brit Dent J* 185: 468–471 (1998)
- LEIBROCK A, BEHR M, ROSENTRITT M, HANDEL G: Vergleichende In-vitro-Farbbeständigkeitsprüfung zahnfarbener Werkstoffe. *Dtsch Zahnärztl Z* 51: 242–245 (1996)
- LEIBROCK A, ROSENTRITT M, LANG R, BEHR M, HANDEL G: Colour stability of visible light-curing hybrid composites. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 5: 125–130 (1997)
- LIBERMANN R, COMBE E C, PIDDOCK V, PAWSON C, WATTS D C: Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resins. *J Oral Rehabil* 22: 445–449 (1995)
- MUSIL R, KITTLER H: Ein Beitrag zur Objektivierung der Farbbestimmung in der Prothetik. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 71: 477–450 (1983)
- PLACEK M: Die Farbbeständigkeit von Frontzahnkompositfüllungen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100: 420–424 (1990)
- POWERS J M, BAKUS E R, GOLDBERG A J: In vitro color changes of posterior composites. *Dent Mater* 4: 151–154 (1988)
- POWERS J M, FAN P L, RAPTIS C N: Color Stability of New Composite Restorative Materials Under Accelerated Aging. *J Dent Res* 59: 2071–2074 (1980)
- ROSENTRITT M, ESCH J, BEHR M, HANDEL G: In-vivo colour stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int* 29: 517–522 (1998a)
- ROSENTRITT M, LANG R, BEHR M, HANDEL G: Veränderung der Farbe von Füllungs- und Verblendkunststoffen durch Kurzzeit-UV-Exposition. *Dtsch Zahnärztl Z* 53: 655–658 (1998b)

- RUYTER I E, NILNER K, MÖLLER B: Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 3: 246–251 (1987)
- SECHI R R, HEWLETT E R, KIM J: Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 68: 1760–1764 (1989)
- SEHER J, VIOHL J: In-vitro-Verfärbungen von Kunststoffen durch Farbstoffe und UV-Strahlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 47: 634–636 (1992)
- SETZ J, ENGEL E: Klinische Untersuchungen zur Farbbeständigkeit von Verblendkunststoffen. *Dtsch Zahnärztl Z* 49: 735–737 (1994)
- SETZ J, LIN W, PFEIFER H: Farbbeständigkeit lichtpolymerisierender Komposite. *Dtsch Zahnärztl Z* 10: 666–668 (1990)
- STOKES A N, ROBB N T, SHORTER H R: Ultraviolet-light cured composite-resin restorations on fractured incisor teeth: an evaluation after 10–12 years. *NZ Dent J* 82: 5–16 (1986)
- TYAS M J: Colour stability of composite resins: A clinical comparison. *Australian Dent J* 37: 88–90 (1992)
- UM M, RUYTER I E: Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 22: 377–386 (1991)