

Abformfehler und deren Vermeidung

Marxkors, Reinhard

First published in:

Das Deutsche Zahnärzteblatt, 94. Jg., Heft 6, S. 466 - 473, Stuttgart 1985

Münstersches Informations- und Archivsystem multimedialer Inhalte (MIAMI)

URN: urn:nbn:de:hbz:6-67429427224

Abformfehler und deren Vermeidung*

R. Marxkors, Münster

Wenn nachfolgend über Fehler bei der Abformung und deren Vermeidung die Rede ist, so ist zu berücksichtigen, daß die Abformung nur ein Glied in der Kette der für die Anfertigung von Kronen und Brücken notwendigen klinischen und labortechnischen Verrichtungen einschl. ihrer Werkstoffe darstellt (Abb. 1).

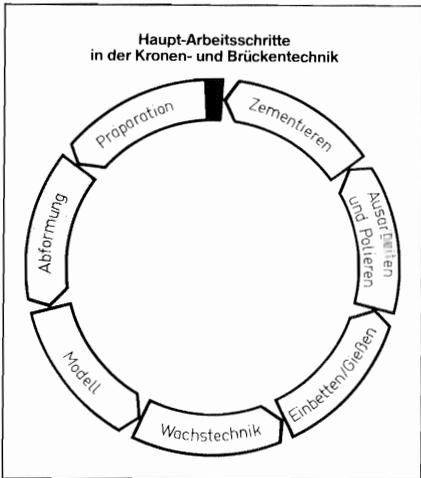


Abb. 1: Kette der für die Anfertigung von Kronen- und Brückenarbeiten notwendigen klinischen und labortechnischen Verrichtungen

Innerhalb dieser Kette sollten die Ketenglieder gleichmäßig stark sein.

Es ist in sich unlogisch, wenn man sich bei einem Arbeitsschritt um Genauigkeit im Bereich von wenigen Mikrometern bemüht, an anderer Stelle aber Fehler von mehreren zehntel Millimetern macht.

Fehler und deren Auswirkungen

Angesichts solcher Überlegungen kommt der Abformung eine besondere

Bedeutung zu, weil sie relativ große Fehlermöglichkeiten in sich birgt.

Die durch Abformfehler verursachten Ungenauigkeiten festsitzender Restaurationen bestehen vor allem darin, daß das Lumen von Kronen nicht kongruent mit dem Zahnstumpf ist. Ist die Krone zu groß, entstehen unvermeidbar große Randspalten, ist die Krone zu eng, resultieren okklusale Störungen.

Anzustreben ist, daß das Lumen der Kronen um die Schicht des Befestigungszementes größer ist als der Stumpf.

Bei den zu engen Kronen ist das Ausmaß der okklusalen Störungen stets größer als die Fehler im Durchmesser; weil die vertikale Versetzung nach der Formel:

$$\Delta h = \Delta r / \text{tg} \alpha$$

abhängig ist vom Präparationswinkel (Abb. 2).

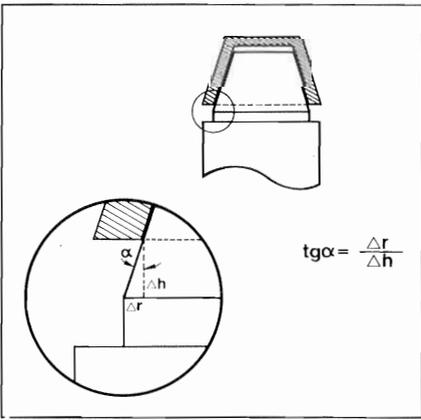


Abb. 2: Okklusale Versetzung von zu kleinen Kronen in Abhängigkeit vom Präparationswinkel

Einige Beispielrechnungen sollen den Sachverhalt verdeutlichen:

Grad	Δr	Δh
1	10 μm	571 μm
6	10 μm	95 μm
10	10 μm	56 μm

Daraus darf man aber nicht die falsche Konsequenz ziehen, möglichst konisch zu präparieren. Auf zu konischen Stümpfen findet die Krone keinen ausreichenden mechanischen Halt. Die Folge wäre ein Mißerfolg durch Lockerung.

Zu große Randspalten stellen Schlupfwinkel für Bakterien dar und führen damit über die Plaque zu Karies und Parodontopathien. An extrahierten überkronen Zähnen ist die Genauigkeit von Kronen- und Brückenarbeiten am besten zu erkennen. Aus entsprechenden Studien geht hervor, daß zur Zeit bei subgingival gelegener Präparationsgrenze die Breite der Randspalte durchschnittlich größer als 100 μm ist (Abb. 3). Unter Randspalte verstehen wir den Abstand



Abb. 3: Randspalte einer Gußkrone

* Herrn Prof. Dr. med Heinz Losse zur Vollendung seines 65. Lebensjahres gewidmet

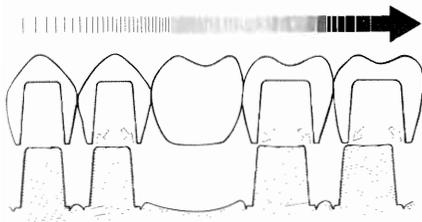


Abb. 4: Abstandsänderungen von Stumpfmodellen und deren Auswirkungen

zwischen Innenwand der Krone und Außenwand des Zahnstumpfes in Höhe des zervikalen Kronenrandes und zwar in radiärer Richtung.

Beide beschriebenen Fehler, nämlich der unzureichende zervikale Randschluß und die okklusale Störung, können gleichzeitig an einer Krone auftreten, wenn das Lumen der Krone gegenüber dem Stumpf verzerrt ist, wenn z.B. der Stumpf im Querschnitt rund, das Kronenlumen aber oval ist.

Abstandsveränderungen von Brückenpfeilern führen stets zu beiden dargestellten Ungenauigkeiten (Abb. 4).

Es ist selbstverständlich, daß prothetische Arbeiten keine Noxe darstellen dürfen. Deshalb müssen material- und methodenimmanente Ungenauigkeiten so gering wie möglich gehalten werden. Aufgrund dessen lohnt es sich, über die Abformung nachzudenken, damit vermeidbare Fehler eliminiert werden und gleichzeitig aufgezeigt wird, in welche Richtung die Abformmaterialien zweckmäßigerweise weiterzuentwickeln sind.

Fehlerquellen

Die Aufgabe, einzelne oder mehrere Stümpfe mit den sie umgebenden Weichgeweben und zusammen mit unpräparierten Zähnen abzuformen, stellt höchste Anforderungen an Abformmaterialien und Abformtechniken. Neben den Eigenschaften der Abformmaterialien entscheidet vor allem deren Verarbeitung über den Erfolg.

Löffelauswahl

Bei der Abformung von Zähnen mit Unterschnitten ist der Löffelauswahl hohe Aufmerksamkeit zu schenken, da von der Löffelgröße die Schichtdicken der

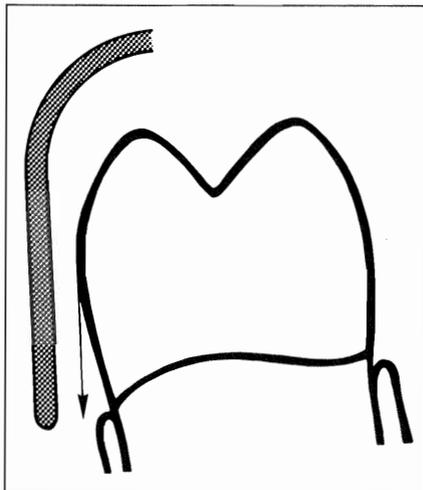


Abb. 5: Zu eng anliegender Löffelrand im Bereich des Unterschnittes

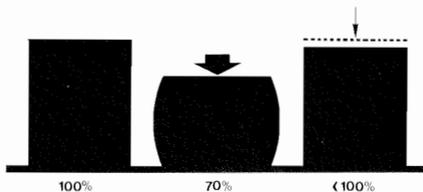


Abb. 6: Stauchung von elastomeren Abformmaterialien und Rückstellung (Umzeichnung nach H. Meiners)

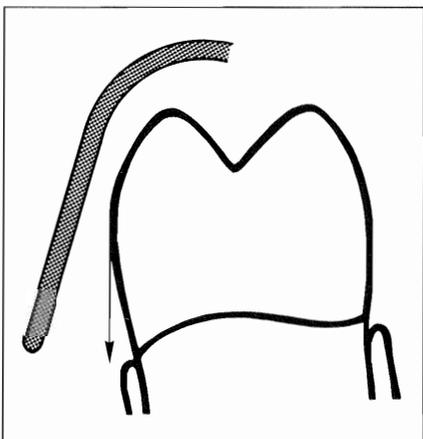


Abb. 7: Ausreichender Abstand der Löffelwand im Bereich des Unterschnittes

Abformmaterialien im Bereich der Unterschnitte abhängen.

Ist im Bereich des Unterschnittes die Schicht des Abformmaterials doppelt so dick wie der Unterschnitt, so wird beim Herausnehmen des Abdrucks dieser stark verformt (Abb. 5). Der Stauchungsgrad beträgt dann 50%. Es bleibt ein stärkerer Verformungsrest zurück.

Im allgemeinen sollten elastomere Abformmaterialien nicht mehr als 30% ge-

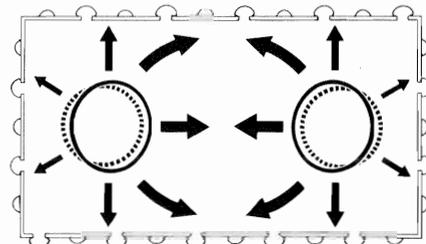


Abb. 8: Veränderungen der Stumpflumina bei unterschiedlicher Schichtdicke des Abformmaterials und behinderter Schrumpfung infolge Haftung an der Löffelwand

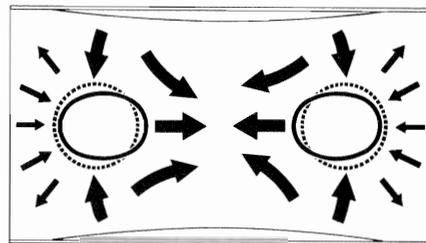


Abb. 9: Wie Abb. 8, jedoch bei teilweiser Lösung des Abformmaterials von der Löffelwand

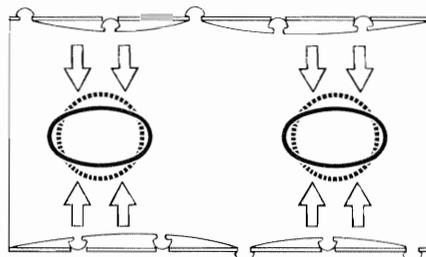


Abb. 10: Wie Abb. 8, jedoch bei teilweiser Lösung des Abformmaterials durch Ausreißen von Perforationen

staucht werden (Abb. 6). Da aber der Abdruck selten senkrecht zur Kauebene herausgenommen werden kann, ist es sinnvoll, einen Sicherheitsspielraum einzukalkulieren. Die Gesamtschichtdicke des Abformmaterials sollte somit das Drei- bis Vierfache des Unterschnittes betragen (Abb. 7).

Ein schrumpfendes, am Abformlöffel verhaftetes Abformmaterial führt wegen der die Lumina umgebenden unterschiedlichen Schichtdicken zu einer Verzerrung der Negativform (Abb. 8). Deformationen der Abformlumina treten auch auf, wenn schrumpfendes Abformmaterial sich stellenweise von der Wandung der Abformlöffel löst oder wenn es aus Perforationen ausreißt (Abb. 9 und 10).

Steifheit des Löffels

Für Korrekturabformungen sind starre Löffel notwendig. Der zu flexible Abformlöffel kann bei der Erstabformung durch die hohen Kräfte, die zum Fließen des knetbaren, hochviskosen Materials erforderlich sind, im Bereich der Löffelwände elastisch verformt werden (Abb. 11). Kann sich die Verformung nicht zurückstellen, solange das Material noch fließfähig ist, werden Spannungen eingefroren, die sich nach dem Abziehen des Abdrucks vom Stumpf teilweise lösen können (Abb. 12).

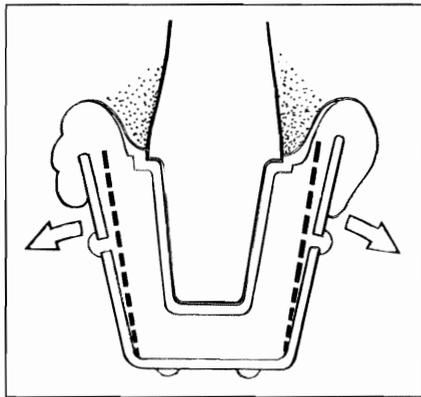


Abb. 11: Verformung der Löffelwänden bei der Abformung

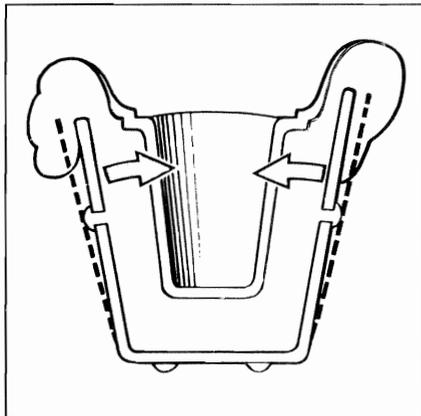


Abb. 12: Zurückstellung der verformten Löffelwänden nach der Abformung

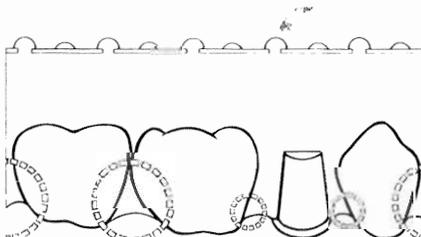


Abb. 13: Beim Korrekturabdruck müssen alle Interdentalsepten und Unterschnitte im Erstabdruck entfernt werden

Konfektionierte Stahlöffel sind daher wegen ihrer Starrheit zu bevorzugen. Werden individuelle Löffel angefertigt, so ist der Starrheit und Festigkeit besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Korrekturabformung

Der Begriff Korrekturabformung ist dadurch entstanden, daß ein ungenauer Vorabdruck mit einem zähplastischen Material präzisiert bzw. korrigiert wird mit einem dünnflüssigen Material gleicher chemischer Provenienz.

Folglich muß der Erstabdruck wieder in situ gebracht werden. Dazu ist es erforderlich, daß alle Interdentalsepten vorher entfernt werden (Abb. 13).

Ein entsprechendes Beschneiden ist zwar für das Replazieren ausreichend, nicht aber für eine kongruente Wiedergabe der Zähne.

Diese These soll näher erläutert werden:

In der Negativform eines für die Aufnahme einer Krone beschliffenen Zahnes ist wegen der Konusform die Schichtdicke der Korrekturmasse auf dem Boden der Hohlform immer dicker als an den Wänden.

Es kommt also gegenüber der ursprünglichen Zuordnung von Stumpf und Erstabformung zu einer Versetzung in der Vertikalen (Abb. 14). Für die getreue Wiedergabe des Stumpfes müssen daraus – isoliert betrachtet – keine Nachteile entstehen.

Die beschriebene Versetzung in der Vertikalen vollzieht sich aber auch in den Negativen der unterschrittenen nicht präparierten Zähne. Dadurch kommt es zu einer Verdrängung und damit zu einer elastischen Verformung des gummielastischen Vorabdruckmaterials im Bereich der Unterschnitte und zu der entsprechenden Rückstellung nach Herausnahme des Abdrucks (Abb. 15 und 16).

Solche Effekte wirken sich besonders negativ aus bei der Abformung von Inlaykavitäten oder von Zähnen, die für Teilkronen beschliffen sind, da die Lumina für die Restaurationen und die Unterschnitte dicht beieinander liegen.

Vor der Korrektur müssen alle in der Erstabformung vorhandenen Unterschnitte entfernt werden, so daß alle Lumina Konusform aufweisen. Wenn dann durch

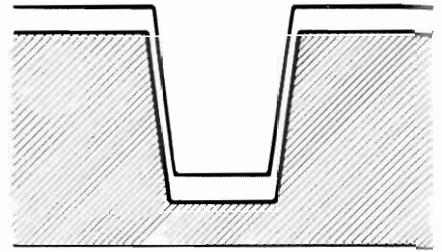


Abb. 14: Durch das Korrekturmaterial ergibt sich eine vertikale Versetzung von Zahnstumpf und Erstabdruck

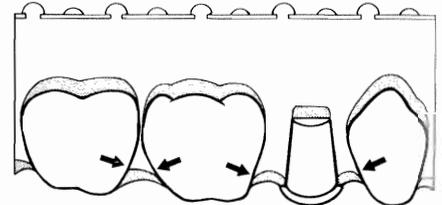


Abb. 15: Unterbleibt das Ausschneiden des Erstabdrucks, ergibt sich durch das Korrekturmaterial eine Deformation im Bereich der Unterschnitte

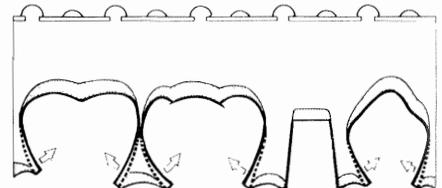


Abb. 16: Wie Abb. 15. Durch Rückstellung des elastisch deformierten Erstmaterials entstehen Veränderungen der Lumina

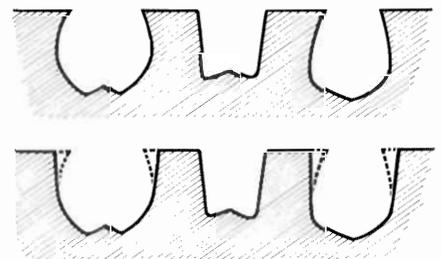


Abb. 17 a+b: Umformung der Lumina nicht beschliffener Zähne in Koni

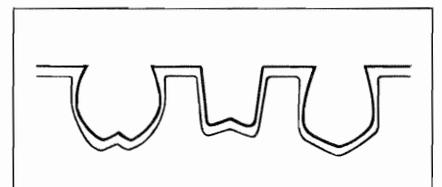


Abb. 18: Versetzung von Zähnen und Erstabformung durch das Korrekturmaterial ohne nachteilige Folgen

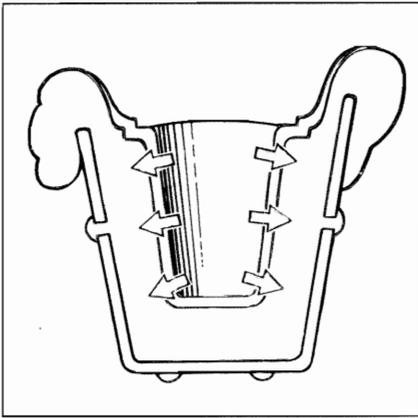


Abb. 19: Verformung des Erstabdruckes durch zu langanhaltenden Druck bei der Korrektur

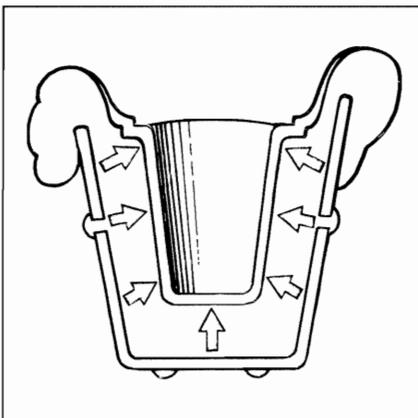


Abb. 20: Rückstellung des deformierten Erstabdruckes nach Nachlassen des Druckes

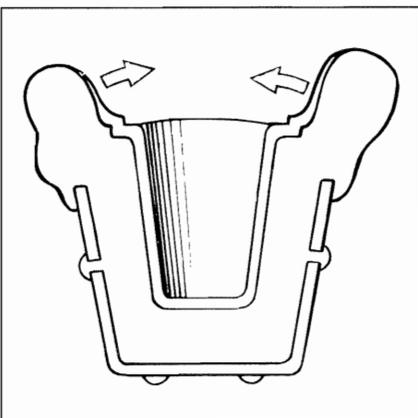


Abb. 21: Verformung von Material des Erstabdruckes infolge fehlender Stützung durch den Löffel

die Korrektur eine kleine vertikale Versetzung des gesamten Erstabdruckes erfolgt, so resultieren daraus keine Nachteile (Abb. 17a+b und 18).

Beim Korrekturabdruck selbst darf nur über wenige Sekunden Druck ausgeübt werden. Durch den für das Fließen des Zweitmaterials notwendigen Druck wer-

den auch elastische Deformationen des Erstmaterials erzeugt. Diese müssen sich zurückstellen können, bevor das Korrekturabformmaterial auszuhärten beginnt (Abb. 19 und 20). Ausgehärtetes Vorabdruckmaterial, das nicht durch Löffelränder gestützt ist, kann durch das Korrekturabformmaterial elastisch deformiert werden (Abb. 21).

Anmischen der Abformmaterialien

Im Augenblick der Abdrucknahme muß der Vernetzungsgrad so gering wie möglich sein. Die Vernetzungsgeschwindigkeit ist im wesentlichen abhängig von der Härterdosierung, von der Temperatur und vom Härter selbst.

Bei der Verarbeitung kann man den Vernetzungsvorgang nur über die Temperatur und je nach Chemismus des Materials über die Härterdosierung beeinflussen.

Dosierungsvorschriften des Herstellers sollten exakt beachtet werden. Die Materialien sollten stets kühl gelagert sein.

Es wird davon abgeraten, das Ankneten des zähplastischen Materials von vornherein in der Hand vorzunehmen. Dadurch wird eine exakte Dosierung erschwert und gleichzeitig zu viel Wärme auf das Material übertragen. Am besten beginnt man das Ankneten auf einer vorgekühlten Kachel mit einem harten Spatel. Abschließen kann man den Mischungsvorgang durch intensives Kneten in der Hand während etwa 10 Sekunden.

Die Begründung dafür, daß der Vernetzungsgrad bei der Abformung gering sein muß, ist folgende:

Die Grundmasse des Silikons besteht aus langen Fadenmolekülen (Abb. 22 oben). Diese werden durch den Härter miteinander verbunden, was zur Verfestigung und zu gummielastischen Eigenschaften führt (Abb. 22 unten).

In dem Augenblick nun, in dem man das Material über die Zähne stülpt, darf noch kein zusammenhängendes gummiartiges Geflecht entstanden sein (Abb. 22 Mitte), sonst wird dieses bei der Abformung gespannt, ohne daß es sich zurückstellen kann, weil die räumliche Enge und der stürmisch fortschreitende Prozeß der Vernetzung dies verhindern. Somit werden Spannungen eingefroren, die sich zum Teil lösen, wenn der Ab-

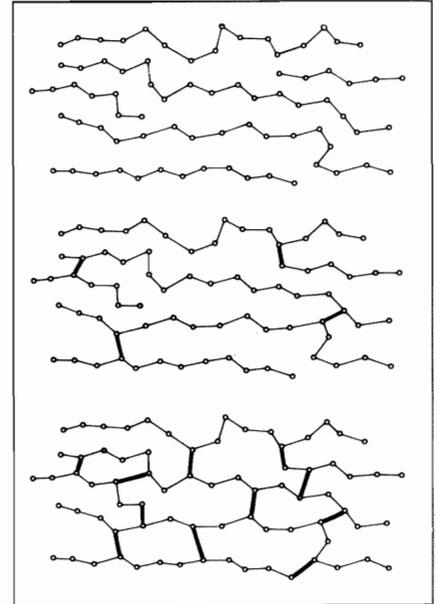


Abb. 22: Vernetzung des Silikons (schematisch)

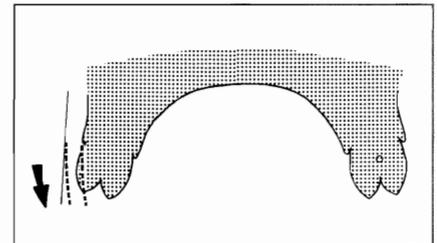


Abb. 23: Herausnehmen des Abdruckes aus dem Oberkiefer. Durch Druck gegen den Unterschnitt stärkere Deformation der Abformmasse

druck herausgenommen ist. Die Auswirkungen solcherart innerer Spannungen beim Korrekturmaterial sind besonders ungünstig.

Schließlich sei noch der Vollständigkeit halber erwähnt, daß immer der gesamte Erstabdruck korrigiert werden muß.

Auch das Herausnehmen eines fertigen Abdruckes aus dem Munde muß mit Bedacht geschehen, besonders dann, wenn unpräparierte Zähne sich in der Nachbarschaft von präparierten befinden.

Es muß vermieden werden, daß beim Lösen des Abdruckes auf der relevanten Seite das Material stark gegen den Unterschnitt gedrückt wird (Abb. 23). Befindet sich z. B. der für eine Teilkrone präparierte Zahn im rechten oberen Seitenzahnbereich, so sollte der Abdruck von links gelöst werden.

Da K-Silikone (kondensationsvernetzend) auch nach der primären Aushär-

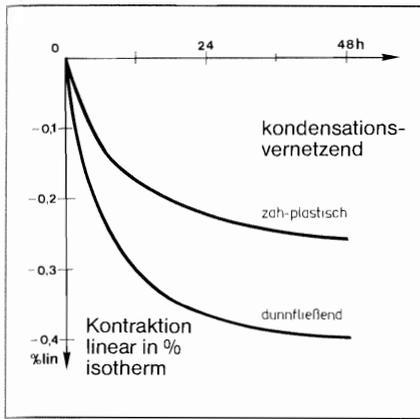


Abb. 24: Kontraktion von K-Silikon

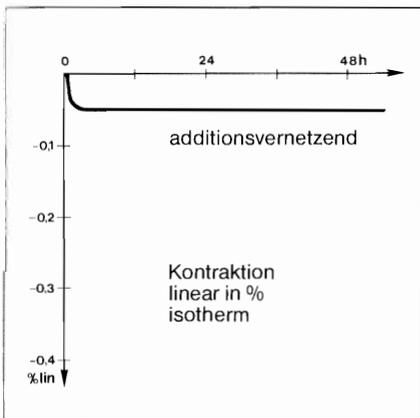


Abb. 25: Kontraktion von A-Silikon

...ung (Herausnahme aus dem Munde) weiterhin schrumpfen können, und zwar um so stärker, je weniger sie gefüllt sind (Abb. 24), sollten Abdrücke mit diesen Materialien möglichst bald ausgesossen werden. Der Zeitpunkt, eine Stunde nach dem Entfernen aus dem Munde, wird als der günstigste angesehen. Eine Stunde Karenzzeit wird deshalb eingeräumt, damit jene Rückstellvorgänge, die als Folge elastischer Verformung Zeit benötigen, abgeschlossen sind.

Weiterentwicklungen

Einige der beschriebenen Fehler sind darauf zurückzuführen, daß die Abformmaterialien relativ stark schrumpfen, und zwar auch noch nach der Abformung; andere resultieren aus Anmischfehlern,

wieder andere sind verfahrensbedingt. Solche Ursachenanalysen sind im Hinblick auf Weiterentwicklungen unerlässlich.

Reduktion der Schrumpfung

Die Reduktion der Schrumpfung sollte auf der Rangliste für Verbesserungen von Abformmaterialien an erster Stelle stehen. Entsprechend hat die Firma Bayer ihre Aktivitäten programmiert. Es wurde das „Provil“ entwickelt. Es handelt sich um ein additionsvernetzendes Silikon. Die Schrumpfung insgesamt beträgt nur noch 0,05% (Abb. 25), ein Wert, der nach der Herausnahme des Abdrucks aus dem Mund erreicht ist.

Der Abdruck vom Freitagnachmittag kann somit getrost übers Wochenende liegenbleiben. Er kann auch ohne Nachteile mit der Post verschickt werden.

Reduktion der Anmischfehler

Die Gefahr von Fehlern wird reduziert, wenn Basis- und Katalysatorpasten in gleichen Mengen dosiert und angemischt werden. Das Anmischen wird erleichtert durch gleiche Konsistenzen, aber unterschiedlicher Einfärbung bei der Pasten (Abb. 26).

Durch die unterschiedliche Einfärbung der beiden Pasten wird erkennbar, wann eine optimale Vermischung erreicht ist, nämlich dann, wenn beide ursprünglichen Farben verschwunden sind und eine neue entstanden ist (Abb. 27).

Ausschalten von Verfahrensfehlern

Von physikalischer Seite wurde der Korrekturabdruck stets mit Mißtrauen betrachtet, weil eine gummielastische Masse, die als Widerlager für einen Zweitabdruck dient, eine Gefahrenquelle für Ungenauigkeiten durch elastische Deformationen darstellt, und in der Tat muß man, wie ausgeführt, beim Korrekturabdruck methodisch viele Klippen geschickt umschiffen, soll das Ergebnis positiv sein.

Folglich wurde von der Firma Bayer auch ein Material für die Einphasentechnik entwickelt, „Baysilex Monophase“, das

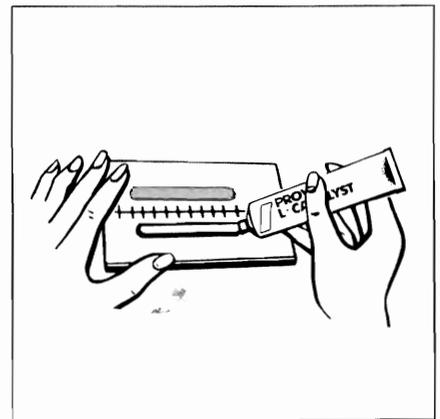


Abb. 26: Anmischen von Silikon; Verfahren: Paste - Paste

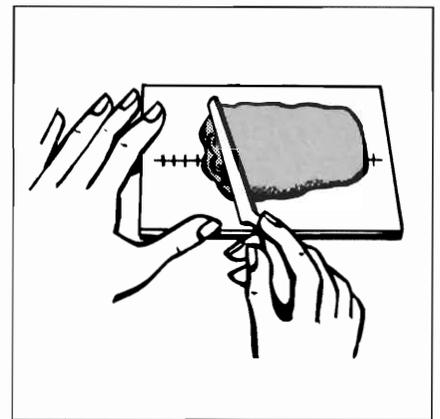


Abb. 27: Wie Abb. 26. Die unterschiedlich eingefärbten Pasten werden so lange vermisch, bis eine neue einheitliche Farbe entstanden ist

einerseits aus der Spritze am Zahn appliziert wird und das andererseits im Löffel nachgeschoben wird.

Strukturviskose Eigenschaften haben beide neu entwickelten Materialien: „Provil“ und „Baysilex Monophase“. Strukturviskosität bedeutet: Zunahme der Fließfähigkeit unter Druck, Standfestigkeit nach Druckentlastung.

Literatur beim Verfasser!

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Reinhard Marxkors
 Direktor der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
 Abteilung für Zahnärztliche Prothetik,
 Waldeyerstraße 30, 4400 Münster