

## Abformverfahren und Abformmassen für festsitzenden Zahnersatz – eine Übersicht

Die Abformung für festsitzenden Zahnersatz stellt eine zentrale Aufgabe zahnärztlichen Handelns dar, dennoch existieren zu diesem Thema in der Literatur unterschiedliche Standpunkte. Den Befürwortern einzeitiger Abformverfahren mit variablen Abdruckmassen, wie Polyäthern, additionsvernetzenden Silikonen oder reversiblen Hydrokolloiden, stehen auf der anderen Seite Verfechter zweizeitiger Abformmethoden (sog. Korrekturabformung) mit kondensationsvernetzenden Silikonen gegenüber.

### Einleitung

Übereinstimmung besteht darüber, daß eine isolierte Betrachtung des Themas verfehlt ist. Ohne die Vorbereitung eines gesunden Parodontiums sowie die gründliche Darstellung der Präparationsgrenze kann kein Abformverfahren die Mundsituation befriedigend darstellen.

Grundlage der Abformung ist die Präparation, d. h. die möglichst supragingivale Lage des Präparationsrandes und die Schonung paradontaler Strukturen. Darüber hinaus steht die Abformung bekanntermaßen am Anfang einer Reihe zahntechnischer Schritte und bildet damit eine Fehlerquelle. Die Kontrolle des aus der Abformung resultierenden Modelles gibt dem Zahnarzt die Möglichkeit, Abformergebnis und -technik zu überprüfen. Im Mund kann sich eine Kontrolle, besonders bei subgingivaler Präparation, schwierig gestalten. Lehmann sieht die Abformung untrennbar mit der Modellherstellung verbunden und verlegt sie deshalb in die zahnärztliche Praxis.

### Zweizeitige Verfahren

Die Korrekturabformung (Ergänzungsverfahren), meist in Kombination mit kondensationsvernetzenden Silikonen, stellt in Deutschland die übliche Metho-

de dar. Die relativ einfache Handhabung hat dieses Verfahren in der universitären Ausbildung verbreitet. Der entscheidende Schritt besteht in dem korrekten Ausschneiden der Erstabformung (Abb. 1), weil es ansonsten zu einer Kompression der Stumpflumina durch Verdrängungseffekte und in der Folge zu einer zu engen Restauration kommt.

Der Vorteil des sich günstig auf die Darstellung der Präparationsgrenzen auswirkenden Stempeldruckes wird jedoch mit einer aufwendigen Prozedur erkauft. Marxkors empfiehlt dem Behandler deswegen, die Abformmethode nach der Art der Bezahnung und des Ersatzes auszuwählen. Lehmann stellt das Korrekturverfahren neben verschiedene andere Abformmethoden, die ähnlich



Abb. 1: Erstabformung mit Basismaterial



Abb. 2: Beschnittene Korrekturabformung (Spezialmesser für dünne Furchen)

gute Ergebnisse erzielen. Wie andere Autoren warnt er vor einer Anwendung ohne Abflußbrillen.

Um Zusammenhänge zwischen der Paßgenauigkeit von Kronen sowie der Abformung präparierter Zähne herauszustellen, ist der Laborversuch die gängige Methode. Die Zahl der klinischen Untersuchungen ist im Vergleich dazu deutlich kleiner. Selten können alle Faktoren, die zum Erfolg oder Mißerfolg geführt haben, aufgedeckt werden. Die in deutschen Veröffentlichungen geforderte Randschlußgenauigkeit von 50 µm (Dreyer-Jorgensen) wird nur selten er-

Parameter	Gute Voraussetzungen	Schlechte Voraussetzungen
Abformverfahren	Korrekturabformung	Sandwichabformung
Zeitpunkt der Abformung	10 Tage nach der Präparation	sofort nach der Präparation
Anästhesie bei der Abformung	Ja	Nein
Abformmaterial	K-Silikon	A-Silikon
Präparationsgrenze	supragingival	infragingival
Sulcusblutung bei der Abformung	Nein	Ja
Parodontalzustand	gesund	erkrankt
Mundhygiene	sehr gut	mäßig
Legierung	hochgoldhaltig	Palladiumbasis
Wahrscheinlichkeit, ein passendes Gußstück zu erhalten	ca. 98%	ca. 4%

Tab. 1: Erfolgswahrscheinlichkeit einer Abformung bei guten und bei schlechten Voraussetzungen (nach Wöstmann)

reicht: Meist werden klinisch erheblich größere Randspalten an feststehendem Zahnersatz gemessen als dies technisch machbar wäre. Donath konnte in Sektionsgut nur bei einem Prozent (!) der Restaurationen die Erfüllung dieser Kriterien nachweisen. Als Ursachen werden Abform- und Präparationsfehler angesehen. Einige Autoren bezweifeln, daß Kronenpassungen im Bereich des Dreyer-Jorgensenschen Grenzwerts erreicht werden können.

Von einem der Zweifler, Wöstmann, stammt ein interessanter Ansatz: Wöstmann mißt in einer Untersuchung an einer Universitätsklinik Randspalten um 150 µm und entwickelt daraufhin ein logistisches Regressionsmodell, das eine Vorhersage einer für eine Abformung günstigen Situation erlaubt. Neben anderen allgemein anerkannt günstigen Faktoren zur Stumpfabformung enthält dieses statistische Modell die Korrekturabformung (Abb. 2).

Die größte Gefahr bei der Korrekturtechnik besteht in der Verdrängung des Vorabdruckmaterials durch das Zweitmaterial. Dieses Phänomen tritt auf, wenn das Zweitmaterial nicht abfließen kann und somit das Erstmaterial elastisch deformiert. Bei Herausnahme der Abformung stellt sich das Erstmaterial zurück, ohne daß dies mit bloßem Auge sichtbar ist.

## Einzeitige Abformmethoden

Die Grundprobleme der Korrekturabformung, daß eine gummielastische Masse als Widerlager eine Gefahrenquelle für mögliche Deformationen sowie mögliche Verdrängungen bildet, werden von Materialkundlern mit Skepsis betrachtet. Einzeitige Methoden vermeiden diese Risiken<sup>10</sup>. Schwieriger ist bei diesen Methoden die Trockenlegung des Arbeitsfeldes. Nachteilig wirkt sich der fehlende Stempeldruck bei der Darstellung tiefgehender subgingivaler Präparationsgrenzen aus, so daß Blasen auftreten können oder gar Anteile der Präparation nicht erfaßt werden. Das Aufbringen der dünnerfließenden Komponente erfordert Zeit. Im ungünstigen

Fall ist der Abbindevorgang der Abformmasse bereits zu weit fortgeschritten, bevor sie eingebracht werden kann. Bei der Verwendung von Elastomeren in der einzeitigen Technik besteht die Gefahr der Bildung von Fließfalten, beispielsweise beim Eindringen von Feuchtigkeit. Vorteilhaft wirkt sich der geringere Zeitaufwand bei den einzeitigen Abformmethoden aus. Auf die Vielfalt der einzeitigen Abformmethoden – Doppelmischabdrücke mit A- oder C-Silikon, Polyäthern, Polysulfiden, Hydrokolloiden oder Alginate-Hydrokolloid-Kombinationen – kann hier nicht näher eingegangen werden.

Grundsätzlich sind einphasige oder zweiphasige Abformungen mit individuellem oder konfektioniertem Löffel möglich. Die Verwendung eines individuellen Löffels erleichtert das Trockenhalten des Arbeitsgebietes und stellt eine ausreichende Materialstärke sicher. Hydrokolloide werden eingesetzt, um das Problem der Trocknung zu verringern. Ihr Vorteil liegt in der Hydrophilie, da eine Restfeuchtigkeit im Sulcus toleriert wird. Die Doppelmischtechnik mit knetbaren und mittel- bzw. dünnfließenden Massen kommt in der Regel ohne individuellen Löffel aus. Hier sollte die Darstellung der Präparationsgrenze in knetbarem Material vermieden werden, da dies zu Ungenauigkeiten führt (Abb. 3).

## Fehlerquellen

Zu der Frage des zu bevorzugenden Abformmaterials könnten problemlos einander widersprechende Zitate aneinandergereiht werden. Während einige Autoren den Einfluß der Abdrucktechnik über den des Materials stellen, sprechen andere, unabhängig von der Technik, selbst innerhalb einer Gruppe (A-Silikone) von entscheidenden Unterschieden im Material<sup>10</sup>. Die schon erwähnte Bewertung Lehmanns, daß eine Gleichwertigkeit verschiedener Techniken und Materialien besteht, teilen eine Reihe anderer Verfasser, darunter namhafte Autoren wie Shillingburg und Autoren der Harvard Medical School. Diese Aussage gilt mit der Einschränkung, daß Techniken und Massen regional



Abb. 3: Unerwünscht: Darstellung der Präparationsgrenze in knetbarem Material



Abb. 4: Blättereartige Struktur eines K-Silikons (Resultat falscher Anmischweise)

verschieden verbreitet sind. So finden sich beispielsweise im amerikanischen Schrifttum relativ selten Hinweise auf die Korrekturtechnik, vergleichsweise häufig werden dort als Abformmaterialien die Polysulfide eingesetzt.

Ein weiteres Problem bei der Verwendung von Elastomeren besteht im Auftreten endogener Spannungen. Die langkettigen Moleküle der Elastomere vernetzen sich während des Abbindevorganges. Die vorbereitete Abformmasse muß mit einem möglichst geringen Vernetzungsgrad in die Endposition gebracht werden, da es ansonsten zu einer elastischen Deformation kommt, die mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist. Eine Methode, die Gefahr endogener Spannungen zu reduzieren, besteht in der Beeinflussung der Abbindegeschwindigkeit durch ein bewußtes Unterdosieren des Härterers, was die Materialeigenschaften verändert. Unterdosierung des Härterers bzw. Katalysators führt bei Silikon zu einem geringeren Vernetzungsgrad und damit zu einer verminderten Elastizität und Endhärte. Nur nach Herstellerangabe und in den vorgeschriebenen Grenzen ist diese Maßnahme akzeptabel. Eine Temperaturerniedrigung ist in der Regel besser geeignet, die Verarbeitungszeit zu verlängern. Verschiedene Elastomere müssen je-



Abb. 5: Korrekt vorbereitetes, knetbares Material mit gleichmäßig verteiltem Härter



Abb. 6: Auseinanderziehen des Silikons gewährleistet richtiges Durchmischen, da der Härter nur an der Oberfläche adsorbiert wird.



Abb. 7: Eine ruhige Verarbeitung vermeidet Unregelmäßigkeiten im Abformmaterial.



Abb. 8: Doppelfadentechnik: Zwei Fäden sind eingelegt.

doch auf verschiedene Temperaturen gekühlt werden. Polyäther können beispielsweise bei einer Temperatur von 6° C nicht mehr verarbeitet werden. Additionsvernetzende Silikone können

über einen Verzögerer (Retarder) beeinflusst werden.

Eine weitere Möglichkeit, die zur Verfügung stehende Zeit für die Abformung zu verlängern, besteht in der Benutzung von Anmischgeräten. Die seit etwa zehn Jahren bekannten Statikmischsysteme (Abb. 3) haben ebenfalls diesen Effekt und führen zusätzlich zu blasenärmeren Anmischungen als das Mischen von Hand<sup>5</sup>. Der erhöhte technische Aufwand wird durch eine Einsparung von Abformmaterial ausgeglichen.

Dem Anmischen des knetbaren Anteils der kondensationsvernetzenden Silikone sollte besondere Sorgfalt gelten, da ansonsten blätterartige Strukturen entstehen (Abb. 4 und 5). Pastenförmiger Härter sollte bevorzugt werden. Es kommt immer zu Abweichungen von der richtigen Dosierung, die nicht vollständig durch das thixotrope Verhalten der dünnfließenden Komponente verhindert werden kann.

## Sulcusstabilität

Bei der Verwendung der gebräuchlichen Abdruckmaterialien können ungünstige anatomische Verhältnisse am Sulcus Probleme bereiten. Dünne, tiefe Zahnfleischfurchen führen relativ häufig zu Defekten in der Abformung. Die Kräfte, die beim Abziehen der Abformung einwirken, können bei den Hydrokolloiden zum Abriß dünnerer Anteile führen. Bei tiefem Sulcus bewähren sich Polysulfide, deren Nachteile – der unangenehme Geschmack, die lange Abbindezeit sowie die aufwendige Verarbeitung – bekannt sind. Die Einhaltung der biologischen Breite, das heißt die Einhaltung eines Mindestabstands von zwei bis drei Millimetern zwischen Präparationsgrenze und Alveolarknochen, erleichtert die Abformung und sollte angestrebt werden. Zur Vergrößerung des Abstandes zwischen Zahnfleisch und Präparationsgrenze gibt es mehrere Möglichkeiten: erstens die reversible Verdrängung des Zahnfleisches mit der Doppelfadentechnik, zweitens die Freilegung der Grenze mit dem Elektrotom und drittens die Anwendung eines Dentallasers (in Erprobung).



Abb. 9: Doppelfadentechnik: Vor dem Abdruck wird der obere Faden entfernt, der untere verbleibt im Sulcus.

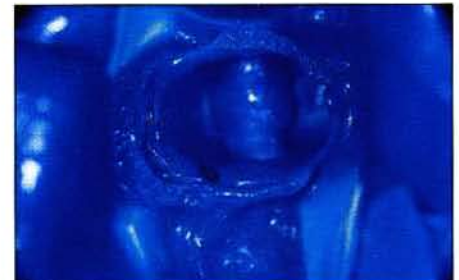


Abb. 10: Wiedergabegenauigkeit eines K-Silikons (zweifacher Abbildungsmaßstab)

Die Doppelfadentechnik erleichtert die Abformung, weil der während der Abformung verbleibende Faden verhindert, daß Flüssigkeit aus dem Sulcus austritt. Gleichzeitig weitet der herauszunehmende Faden die Zahnfleischfurchen. Bei der Verwendung des Elektrotoms am Zahnfleischrand besteht die Gefahr des Attachmentverlustes, so daß diese Methode von einigen Autoren abgelehnt wird<sup>12</sup>. Im Frontzahngelände dürfen aus Gründen der Ästhetik Freilegungen ohnehin nur in geringem Maße durchgeführt werden.

## Schrumpfung

Allen Abformmaterialien ist eine durch thermische Effekte hervorgerufene Schrumpfung gemeinsam. Zusätzlich kommt es beim Abbinden und bei der Lagerung zu einer Schrumpfung. Deswegen sollten die am stärksten schrumpfenden, kondensationsvernetzenden Silikone nicht liegengelassen werden. Trotzdem darf man Elastomere nicht sofort ausgießen. Damit es zur Rückstellung der Materialien kommt, muß nach der Abformung eine Zeit-

spanne eingehalten werden, die mit einer bis drei Stunden angegeben wird. Additionsvernetzende Silikone und in geringerem Maße auch Polyäther können längere Zeit gelagert werden. Bei der Verarbeitung von kondensationsvernetzenden Silikonen gilt es, einen engen Zeitrahmen einzuhalten.



## Elastische Verformung

Bei der Verwendung von Elastomeren kommt es während des Entfernens des Abformlöffels aus dem Mund zu einer Stauchung des Werkstoffs. Das Abformmaterial stellt sich nur zum Teil zurück, so daß eine bleibende Deformation entsteht. Es gilt, diese so gering wie möglich zu halten. Ausreichende Schichtstärke, ruckartiges Entfernen des Löffels und geringe Verkantung werden günstig bewertet. Besondere Aufmerksamkeit verdienen Situationen mit starken Unterschnitten, die, wenn möglich, mit Wachs oder Zellstoff ausgeblockt werden sollten. Können Unterschnitte nicht vermieden werden, sollten die Abformmassen mindestens einige Minuten länger im Mund verbleiben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die Haftung der Abformwerkstoffe an Füllungsmaterialien unterschiedlich ist. Die Haftung bestimmt die Kraft, die zum Lösen der Abformung benötigt wird, mit. Kunststoffe, die als Aufbaumaterialien immer häufiger zum Einsatz kommen, entwickeln erhebliche Bindungskräfte mit Polyäthern. Der Effekt ist nicht abschließend geklärt. A-Silikone weisen die geringste bleibende Deformation unter den gebräuchlichen Elastomere auf.

## Verarbeitungsprobleme

Die Weiterentwicklung der additionsvernetzenden Silikone ist auf einigen Gebieten erfolgreich: Vinylhandschuhe führen bei Polyvinylsilanen seltener zu Abbindeproblemen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird dennoch vor der Verwendung von Vinylhandschuhen

beim Anmischen gewarnt. Adstringentien haben auf die Abbindung der meisten Abformmaterialien keinen Einfluß<sup>4</sup>. Die Entwicklung veränderter Siloxanmoleküle und der Zusatz von Tensiden führt zu weniger wasserabstoßenden Polyvinylsiloxanen, deren Benetzbarkeit nahe an die der Polyäther reicht. Eine Hydrophilie ähnlich der reversiblen Hydrokolloide wird nicht erreicht, dafür wird die Wiedergabegenauigkeit der neuen Silikone positiv beurteilt.

Hydrophobe Elastomere müssen vor der Modellherstellung mit einem Benetzer behandelt werden, um Blasen im Gips zu vermeiden und um ähnliche Ergebnisse wie mit Polyäthermassen oder Hydrokolloiden zu erlangen. Als eine echte Neuerung wird die Entwicklung eines Benetzers angesehen, der vor der Abformung eingesetzt wird und der im Laborversuch zu einer Herabsetzung der Menge von Hohlräumen geführt hat.

## Desinfektion und Verträglichkeit

Seit der Verbreitung des HI-Virus wird der Desinfektion von Abformungen größere Aufmerksamkeit geschenkt, ohne daß gerade dieser Erreger besonders leicht über eine Abformung übertragbar wäre. Die Tauchdesinfektion wird der herkömmlichen Sprühdesinfektion vorgezogen, wobei häufig Mittel auf Peressigsäure- oder Aldehydbasis eingesetzt werden. Die Dauer der Desinfektion reicht von zehn Minuten bis zu 18 Stunden. Die Oberflächeneigenschaften der Abformmassen werden auch bei kürzerer Einwirkzeit verändert (Benetzbarkeit etc.)

Polyäther sollten nicht länger als eine Stunde in der Desinfektionslösung verbleiben, da sie ansonsten Wasser aufnehmen. Kondensationsvernetzende Silikone sind wegen der erwähnten Kontraktion zur Langzeitdesinfektion ungeeignet. Für Patienten mit infektiösen Erkrankungen werden demzufolge Polyvinylsilikone empfohlen.

Abschließend soll daran erinnert werden, daß trotz seltener Zwischenfälle alle gebräuchlichen elastischen Abform-

werkstoffe bis zu einem gewissen Grad zytotoxisch sind. Sie können durchaus zu irritativen oder allergischen Erscheinungen führen.

## Fazit

Nach wie vor bestimmt neben der apparativen Ausstattung die Handhabung des Behandlers den Erfolg, auch wenn einige neue Materialien mehr Freiheiten bei der Verarbeitung erlauben. Einige Verfahren bieten sich zur Anwendung als Standardmethode in der Praxis an. Das Wissen um die Abformtechnik und das Abformmaterial unterstützt den Behandler in der Auswahl der passenden Methode.

*Korrespondenzadresse:*

*ZA Goetz Parloh  
Humboldt Universität Berlin  
Universitätsklinikum Charité  
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik  
und Alterszahnheilkunde  
Schumannstr. 20/21  
10117 Berlin*

*Dr. Jörg Brachwitz  
Bergisch Gladbacherstr. 576  
51067 Köln*