3M Science. Applied to Life.™

3M℠ Health Care Academy

Präzisionsabformungen – Ein Leitfaden für Theorie und Praxis

Abformkompendium

In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. med. dent. Bernd Wöstmann und
Prof. John M. Powers, Ph.D.

Präzisionsabformungen – Ein Leitfaden für Theorie und Praxis

Vorwort

Als weltweiter Marktführer bei Abformungen möchte 3M der Partner Ihrer Wahl für Präzisionsabformungen in Praxis und Lehreinrichtungen sein. Wir nutzen unsere Kenntnisse bei innovativen Werkstoffen, Technologien und der Herstellung, um unseren Kunden die besten Abformsysteme und Arbeitsabläufe zu bieten. Wir haben von Zahnärzten weltweit eine überwältigende, positive Resonanz auf die erste und zweite Ausgabe von „Präzisionsabformungen – Ein Leitfaden für Theorie und Praxis“ erhalten. Dies bestätigt die Bedeutung unseres prozessorientierten Ansatzes und zeigt unser kontinuierliches Engagement für kundenorientierte Lösungen.

In den vergangenen neun Jahren haben Tausende Zahnärzte und ihre Teams mit unserem Handbuch gearbeitet. Zudem nutzen viele Universitäten und Schulungszentren den Leitfaden für Präzisionsabformungen als Referenz. Viele Zahnärzte schätzen insbesondere die klaren, prägnanten Schritte der Verfahren sowie die unterstützende Funktion bei der beruflichen Schulung und Weiterbildung in der Praxis. Diese dritte Ausgabe legt noch mehr Wert auf den Ablauf der Abformung, weil sie der wichtigste Schritt in der Herstellung von hochwertigen, ästhetischen Restaurationen ist. Aufgrund der Fortschritte in Werkstoffkunde und zahnmedizinischen Verfahren sowie wichtiger Veränderungen der Arbeitsabläufe haben wir nahezu alle Kapitel aktualisiert.

3M ist Herrn Prof. Dr. med. dent. Wöstmann als einem der Autoren der ersten und zweiten Ausgabe für seinen kompetenten klinischen und prozessorientierten Beitrag sehr verbunden. Die Kapitel 1, 2, 4 und 6 – 11 haben erheblich von seinen hervorragenden klinischen Fähigkeiten profitiert. 3M möchte auch Herrn Dr. Powers danken, der in Kapitel 3 auf intelligente und benutzerfreundliche Weise eine Verbindung zwischen chemischer Zusammensetzung von Abformmaterialien und ihren klinisch relevanten Eigenschaften herstellt.

3M ergänzt die Beiträge aufgrund der langjährigen Erfahrung in der Mischtechnik für Abformmaterialien in Kapitel 5.

Wir hoffen, dass Ihnen die Änderungen der aktuellen Ausgabe helfen, die Qualität Ihrer Abformungen und der Restaurationen, die Sie in der Praxis oder zu Schulungszwecken anfertigen, weiter zu verbessern.

Dr. Joachim Zech
Division Scientist
Seefeld, Deutschland
Juni 2017

Kurzportrait

Bernd Wöstmann, Prof. Dr. med. dent.

Dr. Wöstmann hat sein Studium 1985 an der Universität Münster abgeschlossen. Von 1986 bis 1992 war er Assistenzarzt und von 1993 bis 1995 Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. 1995 wurde er als Dozent und 1998 als Professor an die Justus-Liebig-Universität in Gießen berufen, wo er seit 2009 den Lehrstuhl für Zahnärztliche Prothetik innehat. Seine Hauptinteressengebiete sind Elastomere für die Zahnmedizin und damit verbundene Aspekte der Werkstoffkunde, insbesondere die Abformung in der Zahnmedizin. Er ist außerdem auf den Gebieten Gerodontologie und Implantologie tätig. Dr. Wöstmann ist Mitglied in mehreren wissenschaftlichen Organisationen (u. a. in der IADR) und DIN-ISO-Arbeitsgruppen. Er ist derzeit 2. Vizepräsident des Dachverbandes der Gerontologischen und Geriatrischen Wissenschaftlichen Gesellschaften Deutschlands (DVGG), sowie Beiratsmitglied der DGPro.

Dr. Wöstmann ist Autor von über 200 wissenschaftlichen Artikeln, Abstracts, Büchern und Kapiteln. Er ist in der Redaktion vieler zahnmedizinischer Fachzeitschriften tätig und hat über 400 wissenschaftliche und berufliche Vorträge und Vorlesungen abgehalten. Dr. Wöstmann hat 1999 den Friedrich-Hartmut-Dost-Preis für besondere Verdienste in der zahnmedizinischen Lehre erhalten und war Co-Autor mehrerer Präsentationen, die von der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro), der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie (DGG) und der Österreichischen Gesellschaft für Geriatrie ausgezeichnet wurden.

Prof. Dr. med. dent. Bernd Wöstmann
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Schlangenzahl 14
35392 Giessen
Deutschland
Telefon: +49 64199-46 141
Fax: +49 64199-46 139
E-Mail: Bernd.Woestmann@dentist.med.uni-giessen.de

John M. Powers, Ph.D.

Dr. Powers hat das Studium an der University of Michigan 1967 mit einem B.S. in Chemie und 1972 mit einem Ph.D. in Dentalwerkstoffen und Maschinenbau abgeschlossen. Er ist Vizepräsident von Dental Consultants, Inc. und Herausgeber des zahnmedizinischen Magazins „The Dental Advisor“. Er ist außerdem Professor für orale Biomaterialien, Abteilung für Zahnerhaltung und Biomaterialien, sowie Senior Scientist des Houston Biomaterials Research Center an der zahnmedizinischen Fakultät der University of Texas in Houston. Des Weiteren ist er Mitglied des Lehrkörpers der Graduate School of Biomedical Sciences sowie außerordentlicher Professor an der zahnmedizinischen Fakultät der University of Michigan, der Universität Regensburg und der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Er ist in der angewandten Forschung und der Grundlagenforschung von Bindungen an Zahnsubstanz, Farben und optischen Eigenschaften von ästhetischem Material sowie von physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Dentalzementen, Composites und anderem Füllungsmaterial tätig. Dr. Powers ist derzeit im Gremium von DMG/IADR und Vorsitzender der ANSI/ADA-Arbeitsgruppen über Wachse und Zemente. Dr. Powers ist Autor von über 875 wissenschaftlichen Artikeln, Abstracts, Büchern und Kapiteln. Er ist Co-Autor des Lehrbuchs „Dental Materials – Properties and Manipulation“ und Mitherausgeber von „Craig’s Restorative Dental Materials“. Er ist in der Redaktion vieler zahnmedizinischer Fachzeitschriften tätig und hat zahlreiche wissenschaftliche und berufliche Vorträge und Vorlesungen in den Vereinigten Staaten, Europa, Asien, Mexiko und Südamerika gehalten.

Dental Consultants, Inc.
(THE DENTAL ADVISOR)
3110 W. Liberty
Ann Arbor, MI 48103
Telefon: 734-665-2020 (x113)
Fax: 734-665-1648
E-Mail: jpowers@dentaladvisor.com
www.dentaladvisor.com

Präzisionsabformungen – Ein Leitfaden für Theorie und Praxis

Vorwort 2

Kurzportrait 3

1. Klinische Bedeutung der Präzisionsabformung 6
- 1.1. Einleitung 6
- 1.2. Gründe für eine Diskrepanz zwischen Laborergebnissen und Präzision in der Praxis 7
- 1.3. Bessere Ergebnisse durch Standardisierung 8
- 1.4. Standardisierung in der Alltagsroutine von Zahnarztpraxis und Dentallabor 9

2. Einfluss klinischer Parameter auf die Abformung 10
- 2.1. Parodontalstatus und Mundhygiene 10
- 2.2. Präparation des Operationsgebiets 11
- 2.3. Anästhesie 12
- 2.4. Löffelwahl und spezielle Abformtechniken 12

3. Eigenschaften moderner Abformmaterialien 13
- 3.1. Geschichte der Präzisionsabformungen 13
- 3.2. Additionsvernetzende Präzisionsabformmaterialien 14
- 3.3. Polyether Präzisionsabformmaterialien 15
- 3.4. Kondensationsvernetzende Elastomere 17
- 3.5. Abformmaterialien für provisorische Abformungen 18
- 3.6. Materialunverträglichkeiten und Entsorgung von Abformungen 19
- 3.7. Übersicht über Materialtypen und -konsistenzen gemäß ISO 4823:2015 20

4. Abformlöffel 21
- 4.1. Löffelwahl 21
- 4.2. Konfektionierte Löffel für Abformungen des gesamten Zahnbogens 21
- 4.3. Konfektionierte Löffel mit optimierter Passform 23
- 4.4. Individuelle Löffel 23
- 4.5. Dual-Arch-Abformlöffel 25
- 4.6. Löffeladhäsiv 25

5. Anmischen von Abformmaterialien 26
- 5.1. Anmischen von Abformmaterialien per Hand 26
- 5.2. Hand-Dispenser 27
- 5.3. 3M™ Intra-oral Syringes Einwegspritzen für Polyether und A-Silikon 28
- 5.4. Automatische Mischgeräte 29

6. Abformtechniken 32
- 6.1. Einzeitige Abformtechniken 32
- 6.2. Zweizeitige Abformtechniken 33
- 6.3. Abformnahme 35
- 6.4. Entnahme der Abformung aus dem Mund 37

7. Indikationen 38
- 7.1. Kieferorthopädische Schienen 38
- 7.2. Veneers 38
- 7.3. Adhäsivbrücken 39
- 7.4. Inlays und Teilkronen 39
- 7.5. Brücken 40
- 7.6. Kombinierte Prothesen 41
- 7.7. Implantate 42
- 7.8. Zusammenfassung der Indikationen und Techniken 43

8. Desinfektion 44

9. Lagerung der Abformung und Transport zum Dentallabor 45

10. Herstellung des Gipsmodells 46
- 10.1. Standardisierung der Modellherstellung 46
- 10.2. Modellsysteme 46
- 10.3. Zeitliche Planung der Modellherstellung 47

11. Fazit 48

12. Abformung im klinischen Arbeitsablauf – Übersicht 49

13. Gewinnen Sie mit jedem Schritt mehr Sicherheit 50

14. Das richtige Material für einen erfolgreichen Abformprozess 51

15. Literaturnachweis 52

16. Glossar 55

17. Übersicht 3M Abformmaterialien und Verarbeitungszeiten 56

1. Klinische Bedeutung der Präzisionsabformung (B. Wöstmann)

1.1. Einleitung

Passgenaue Restaurationen, die sich ohne Korrekturen einsetzen lassen, sind der Wunsch eines jeden Zahnarztes. Nicht nur, weil passgenaue Restaurationen einen effizienten Praxisablauf ermöglichen, sondern auch, weil sie der Prophylaxe dienen. Letztendlich sind ästhetisch anspruchsvolle Arbeiten ohne exakte Passung undenkbar. Was bliebe vom ästhetischen Reiz einer Vollkeramikkrone, wenn sie wegen eines massiv abstehenden Kronenrands von einer chronischen Gingivitis mit ihrer charakteristischen lividen Verfärbung umgeben wäre?

Die Abformung ist ein wichtiger Schritt für eine perfekte Restauration. Ziel der Abformung ist die Herstellung eines dimensionsstabilen „Negativs“, das als Gussform für ein Modell eingesetzt werden kann. Aufgrund der Tatsache, dass indirekte Restaurationen üblicherweise im Dentallabor gefertigt werden, muss das Modell exakt dem Original entsprechen, damit die im Labor hergestellte Arbeit optimal passt. Trotz enormer technischer Fortschritte bei CAD/CAM-Systemen bleibt die Abformung für die Prothetik immens wichtig. Zumindest in naher Zukunft behält die Abformung ihre wichtige Funktion der Informationsübertragung vom Zahnarzt zum Dentallabor. Die meisten heute erhältlichen CAD/CAM-Systeme beginnen beim Modell und erfordern daher ebenfalls primär eine Abformung. Trotz vielfältiger Bemühungen ist es bisher nicht gelungen, den konventionellen Abformprozess durch neuere Darstellungsverfahren – etwa „fotographische“ Abformung mit Hilfe eines intraoralen Scans zu ersetzen. In Zukunft werden jedoch bildgebende 3D-Verfahren zunehmend eingesetzt werden. Diese Innovationen sind recht vielversprechend. Insbesondere in tiefen subgingivalen und schwer zugänglichen Bereichen bleibt die herkömmliche Abformung ein notwendiger und unabdingbarer Schritt der Zahnbehandlung.

Aktuelle Trends der digitalen Abformung

In den vergangenen 100 Jahren wurden elastomere Abformmaterialien kontinuierlich weiterentwickelt und hinsichtlich Präzision, Patientenkomfort und Benutzerfreundlichkeit optimiert. Moderne Werkstoffe sind robust, präzise, schnell, hydrophil und lassen sich automatisch anmischen. Dennoch muss der Patient einige sehr lange Minuten lang einen gefüllten Abformlöffel im Mund behalten. Zudem können externe Faktoren wie die Temperatur das Endergebnis beeinflussen.

Um diese Probleme zu umgehen, wurden digitale Verfahren entwickelt. Das erste optische Abformsystem kam in den 1980er Jahren als Teil des CEREC Systems (Sirona Dental Systems) auf den Markt.

Obwohl die Modellherstellung heute immer noch ein notwendiger Schritt ist, könnte er aufgrund von Modellfreier-Workflows an Bedeutung verlieren.

Randgenauigkeit: Was ist notwendig und was ist möglich?

Der Randbereich einer Restauration ist ein kritischer Punkt, weil Randimperfektionen im Nachhinein kaum zu korrigieren sind. Okklusale Interferenzen und ein schlechter Sitz im Bereich der Approximalkontakte sind wesentlich einfacher zu korrigieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um klassische Metallrestaurationen oder CAD/CAM-gefertigte Gerüste aus Zirkoniumdioxid handelt. Voraussetzung zur Erzielung einer guten Randschlussgenauigkeit ist die Erfassung der Präparationsgrenze durch die Abformung. In vitro beträgt die Randfuge einer Zahnrestauration durchschnittlich ca. 50 µm[1–3]. Solch hohe Präzision ist jedoch klinisch selten zu erreichen. Abweichungen ergeben sich vorwiegend bei Restaurationen mit subgingivalen oder paragingivalen Randbereichen. Wenn der Kronenrand vollständig supragingival liegt, lässt sich eine Genauigkeit erzielen, die mit den in vitro Laborergebnissen vergleichbar ist, was in mehreren Studien nachgewiesen wurde[4–9].

Was sind die Gründe für die erhebliche Diskrepanz zwischen den technischen Möglichkeiten der entsprechenden Werkstoffe und den klinischen Ergebnissen? Die Diskrepanz lässt sich hauptsächlich auf klinische Faktoren während der Behandlung zurückführen. Ansonsten würden ähnliche Ergebnisse erzielt werden wie bei Laborversuchen. Daher haben Faktoren im Zusammenhang mit dem klinischen Verfahren einen erheblichen Einfluss auf die Passgenauigkeit, was Gegenstand des nächsten Kapitels ist.

1.2. Gründe für eine Diskrepanz zwischen Laborergebnissen und Präzision in der Praxis

Die Erstellung einer fest sitzenden Restauration mit Hilfe von Präzisionsabformmaterialien erfordert unabhängig von der Wahl einer konventionellen oder einer CAD/CAM-Technik mehrere Behandlungs- und Laborschritte.

Für alle fest sitzenden Restaurationen gelten die gleichen potentiellen Fehlerquellen. Wir erläutern dies beispielhaft anhand einer Krone.

Das Lumen der Krone muss etwas größer als der ursprüngliche Pfeiler sein, sodass die Restauration zementiert werden kann. Daher sollte das Kronenlumen während des Prozesses von der Abformung bis zur Krone etwas größer werden. Aus materialbedingten Gründen (wie Schrumpfung des Gipses oder des Abformmaterials) ist dies jedoch nicht möglich.

Im Allgemeinen werden die Größenfehler der Abformung von einem erfahrenen Zahnlabor durch Abstandhalter oder Veränderung der Abbindeexpansion der Einbettmasse kompensiert, sodass eine gut sitzende Restauration entsteht.

1.3. Bessere Ergebnisse durch Standardisierung

Um reproduzierbare Ergebnisse hinsichtlich passgenauer, fest sitzender Restaurationen zu erzielen, muss man den Vorgang von der Präparation des Zahnes bis zum Einsetzen der endgültigen Restauration standardisieren[10]. Abb. 2 zeigt in vereinfachter Form, dass die in der Abformung reproduzierten Maße des Pfeilers ungefähr einer Gaußschen Normalverteilung entsprechen. Ihre Breite ist durch die nicht 100-prozentige Übereinstimmung der Ausgangsbedingungen wie Abformtechnik, Löffelwahl, Temperatur usw. bedingt. In der Alltagspraxis ist es kaum möglich, die tatsächlichen Maße des reproduzierten Pfeilers in der Abformung zu beurteilen, weil derartige Abweichungen mit bloßem Auge kaum wahrzunehmen sind.

Die folgenden Arbeitsschritte im Labor (Modellherstellung, Schnitt, Einbetten, Ausgießen) erfolgen im Prinzip nach dem gleichen Schema. Der Unterschied besteht darin, dass die Position des Kurvenmaximums nicht mehr dem ursprünglichen Zahn, sondern der mit der Abformung übermittelten Position entspricht (z. B. a, b oder c, Abb. 2).

Jetzt wird das Problem deutlich: Mit jedem weiteren Arbeitsschritt wird die Streubreite der Ergebnisse größer. Sie kann niemals kleiner werden (Abb. 2, blaue Kurve unten).

Es ist daher ein weit verbreiteter Trugschluss, zu glauben, dass sich die Abweichungen durch eine unzureichende Standardisierung selbst „ausgleichen“[19].

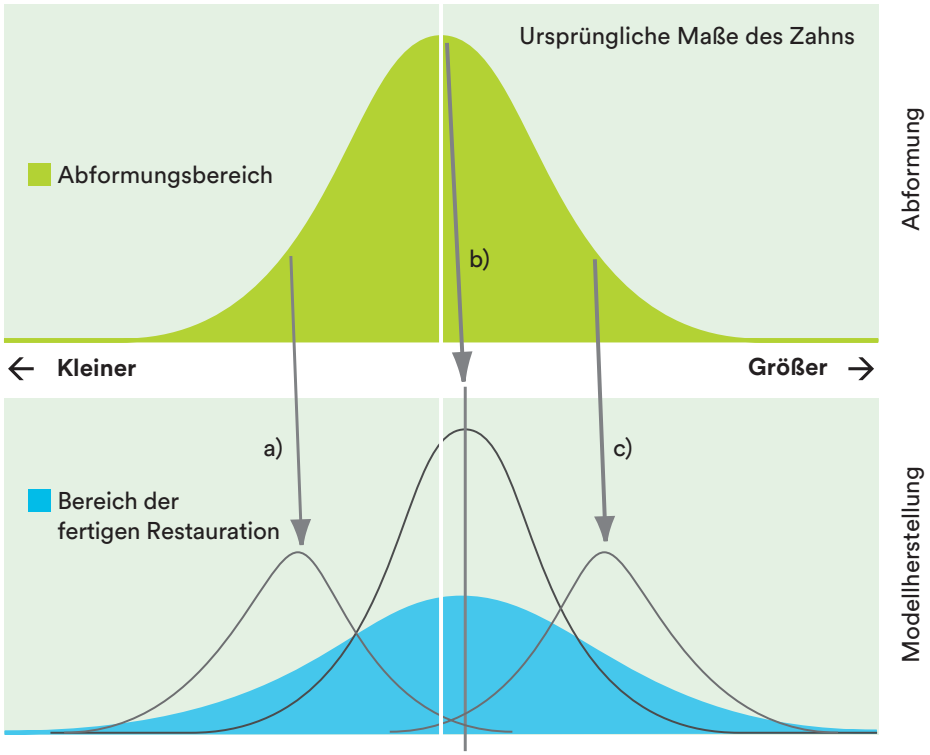


Abb. 2: Schematische Darstellung der Streubreite der Ergebnisse bei einem Arbeitsablauf mit mehreren Schritten.

Die statistische Streubreite der Ergebnisse lässt sich durch standardisierte Verfahren, eine gute Kommunikation zwischen Techniker und Zahnarzt, den Einsatz von modernen, hochwertigen Abformmaterialien (mit konstanten und reproduzierbaren Eigenschaften in allen Produktionschargen) sowie durch die richtige und reproduzierbare Handhabung dieser Werkstoffe, insbesondere durch automatisches Anmischen, reduzieren[11].

1.4. Standardisierung in der Alltagsroutine von Zahnarztpraxis und Dentallabor

In der Alltagspraxis lässt sich die statistische Streubreite insbesondere durch Standardisierung von Verfahren reduzieren. Dies beginnt mit der Behandlungsplanung und endet mit den Versandbedingungen beim Versand der Abformung an das Labor.

Außerdem müssen die Arbeitsschritte in der Zahnarztpraxis und im Labor koordiniert werden.

Für das Zahnlabor ist es sehr wichtig, die allgemeinen Abformbedingungen zu kennen, um die systemimmanenten Fehler durch geeignete Maßnahmen auszugleichen. Im Prinzip würden die Verfahren in der Praxis und im Labor ein Verfahrensmanagement wie in der Industrieproduktion sowie eine intensive **Kommunikation** zwischen Zahnarzt und Zahntechniker erfordern. Der Zahntechniker kann die Materialkette nur dann effektiv koordinieren und schließlich eine genau passende Restauration herstellen, wenn er weiß, welche Abformtechnik und welches Abformmaterial verwendet wurden.

2. Einfluss klinische Parameter auf die Abformung

(B. Wöstmann)

Durch eine systematische Standardisierung lässt sich die Anzahl der Wiederholungen und Korrekturen reduzieren. Zusätzlich wird der letztendliche Erfolg einer Abformung stark von der individuellen klinischen Situation des Patienten beeinflusst.

2.1. Parodontalstatus und Mundhygiene

Parodontalzustand und **Mundhygiene** des Patienten beeinflussen das Ergebnis einer Abformung erheblich, da ein entzündetes Parodont im Bereich eines erkrankten Zahns eine höhere Blutungsneigung aufweist. Da eine Parodontalerkrankung und **Sulkus-Blutungen** untrennbar mit der Mundhygiene des Patienten verbunden sind, muss vor der prothetischen Behandlung, insbesondere im Hinblick auf die Abformung, unbedingt eine ordentliche Mundhygiene erreicht werden. Je schlechter die hygienischen Verhältnisse des einzelnen Patienten sind, desto mehr Ausfälle sind zu erwarten. Der Teufelskreis (s. Abb. 3) ist dann unvermeidbar[64;65].

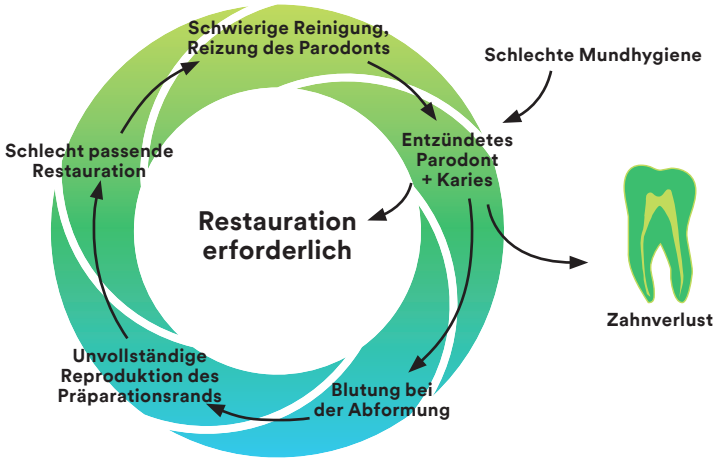


Abb. 3: Unzureichender Parodontalstatus und seine möglichen Auswirkungen.

2.2. Präparation des Operationsgebiets

Retraktion

Unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Abformung ist die genaue Reproduktion der präparierten Zähne. Nur dann lässt sich der Präparationsrand zweifelsfrei am Gipsmodell festlegen.

Man kann nur das reproduzieren, was zugänglich ist. Bei supragingivalen Präparationen ist das Trockenhalten des abzuformenden Bereichs im Allgemeinen recht einfach[5;14]. Wenn ein Zahn jedoch überkront wird, um erhalten werden zu können, ist er häufig stark zerstört und der Präparationsrand liegt komplett oder zumindest zum Teil subgingival. Wenn der Zahn als Brückenpfeiler dienen soll, ist die paragingivale oder subgingivale Präparation ausschlaggebend für den ausreichenden Halt einer Brücke.

Wenn der Präparationsrand nicht zugänglich ist, kann er durch eine Operation nach supragingival verlagert werden und/oder vorzugsweise der Sulkus vorübergehend mit Retraktionsmaterial erweitert werden.

Man kann nur das reproduzieren, was zugänglich ist.

Retraktion mit Fäden

Wenn durch eine gute Mundhygiene und nachfolgendes Gewebemanagement ein guter Parodontalzustand erzielt wurde, muss das Material keine blutstillenden Eigenschaften haben. Gelegentlich muss man jedoch trotz Lokalanästhesie mit **Vasokonstriktor** mit vorimprägnierten Retraktionsfäden arbeiten (Warnhinweis: kardiovaskuläre Risikopatienten). Vorimprägnierte Retraktionsfäden oder zugegebene Retraktionsflüssigkeiten – insbesondere auf der Basis von Metallsalzen – können mit Abformmaterialien reagieren und das Abbinden beeinträchtigen[15;16].

Ziel der Retraktion ist eine eindeutige Darstellung der Präparation mit einem möglichst geringen Gewebetrauma. Es kommen je nach Lokalisation der Abformung **Retraktionen in Einzel- oder Doppelfadentechnik** (Abb. 4,5) zum Einsatz. Bei der Doppelfadentechnik wird zunächst ein dünner Faden am Sulkusgrund platziert. Mit einem darüber liegenden dickeren Faden wird das Gewebe zurückgehalten. Bei beiden Retraktionstechniken wird der zuletzt platzierte Faden erst kurz vor der Abformung entfernt.

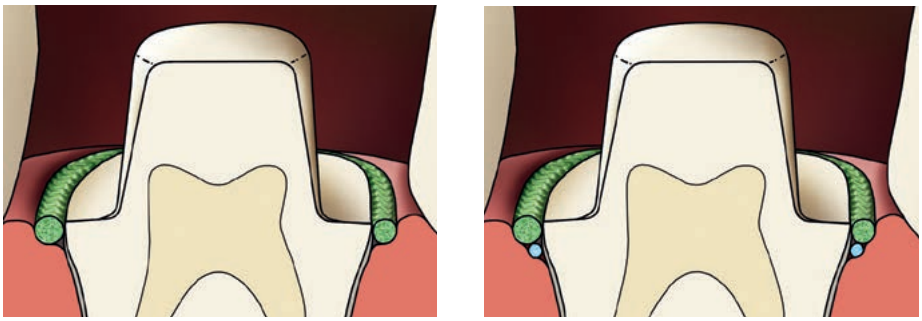


Abb. 4: Einfadentechnik (links) und Doppelfadentechnik (rechts) zur Retraktion.

Die Kompatibilität von Abformmaterialien und Retraktionsmitteln ist einfach zu testen: Ein Retraktionsfaden wird mit dem zu untersuchenden Adstringens getränkt, leicht abgetupft und mit dem Korrekturmaterial überzogen, das später verwendet werden soll. Benutzen Sie zur Kontrolle einen anderen Faden, der mit Speichel oder Salzlösung getränkt wird. Nach dem Abbinden der Abformmaterialien müssen die Fäden fest an den Abformmaterialien haften und man darf sie nicht herausnehmen können. Wenn sie einfach zu entfernen sind und sich sogar noch nicht abgebundenes Abformmaterial auf dem Faden befindet, sind die Materialien NICHT kompatibel.

Abb. 5: Liegender Retraktionsfaden.

Retraktion mit Paste

Die Retraktion mit Fäden ist techniksensitiv. Retraktionspasten erwiesen sich im Vergleich zu Fäden als bessere Retraktionsmethode: Die histologische Untersuchung ergab, dass sie das Parodont schonen.[65]

Die Kapselspitze wird langsam und gleichmäßig in den Sulkus und um den Zahn herum eingeführt. Nach zweiminütiger Einwirkzeit die Paste mittels einem Luft-Wasser-Gemisch und einer Absaugung entfernen.

Ein bereits geöffneter Sulkus kann mit Pasten (z. B. 3M™ Adstringierende Retraktionspaste, oder Expasyl™, Pierre Roland) wirksam getrocknet werden[64].

Bei einzelnen Zähnen sind Retraktionsmanschetten (z. B. Peridenta) zur Öffnung des Sulkus eine Alternative zu Retraktionsfäden.

Bekannte Marken:
- 3M™ Adstringierende Retraktionspaste

Abb. 6: Trocknen des Sulkus mit Retraktionspaste.

Reinigen des präparierten Zahns

Bevor die Abformung erfolgen kann, müssen Stoffe, die zum Reinigen oder zur Desinfektion der Kavität verwendet wurden (z. B. **Wasserstoffperoxid**) sorgfältig mit Wasserspray von der Präparation abgespült werden. Rückstände dieser Stoffe können verhindern, dass das Abformmaterial vollständig abbindet. Beispielsweise können A-Silikone und Polyether-Werkstoffe mit Wasserstoffperoxid-Rückständen reagieren. A-Silikon kann durch Schaumbildung eine genaue Reproduktion des Präparationsrands verhindern. Nicht abgebundene Rückstände von **Methacrylat-Composites** können den Abbindevorgang unterbrechen und müssen sorgfältig mit Alkohol und anschließend mit Wasser entfernt werden *(siehe „Materialunverträglichkeiten", Kapitel 3.6).* Anschließend wird der Zahn mit einem leichten Luftstrom getrocknet (Abb. 7).

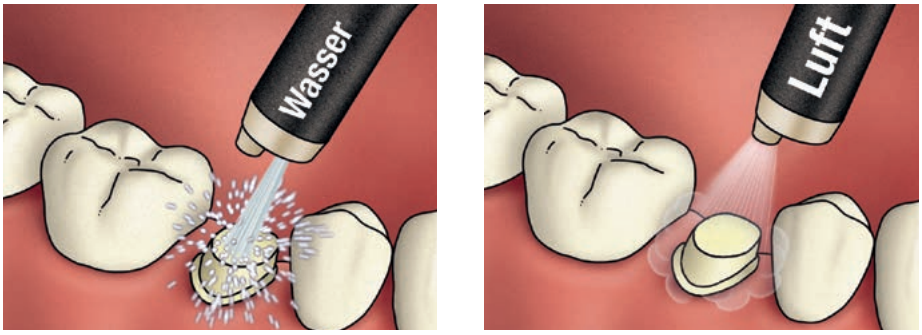


Abb. 7: Sorgfältiges Spülen und Trocknen des Zahns mit Wasserspray und Luft.

2.3. Anästhesie

Abformungen unter Lokalanästhesie sind oftmals erfolgreicher als ohne Lokalanästhesie[12;13]. Ohne **Anästhesie** sind Schmerzen für den Patienten, insbesondere bei Platzierung der Retraktionsfäden und beim Trocknen der präparierten Pfeiler, bei der Abformung fast unvermeidlich. Die Reaktion des Patienten auf Schmerzen führt häufig dazu, dass die Retraktionsfäden falsch platziert oder die Zähne unzureichend getrocknet werden. In diesem Fall ist das Ergebnis eine relativ schlechte Abformung. Zudem enthalten viele Anästhetika Vasokonstriktoren, die durch eine Anämie im betäubten Bereich einer Sulkusblutung entgegenwirken und auf diese Weise ein positives Abformergebnis begünstigen.

2.4. Löffelwahl und spezielle Abformtechniken

Sowohl die Auswahl des richtigen Abformlöffels für die spezielle Indikation und Technik als auch die Wahl der richtigen Abformtechnik für die Indikation haben einen erheblichen Einfluss auf das Endergebnis. Daher haben wir ihnen jeweils ein ganzes Kapitel gewidmet **(Kapitel 4 und 6)**.

3. Eigenschaften moderner Abformmaterialien

(J. M. Powers)

3.1. Geschichte der Präzisionsabformungen

Die Einführung reversibler Hydrokolloide Mitte der 1930er Jahre hat eine neue Ära bei Abformungen eingeläutet. Erstmals wurden Abformungen von Unterschnitten möglich. Mit Aufkommen der Polysulfide zu Beginn der 1950er Jahre wurde in der Zahnmedizin erstmals ein elastomeres Abformmaterial eingesetzt. Vor etwa 61 Jahren wurde mit den C-Silikonen (kondensationsvernetzend) eine Materialklasse eingeführt, die wie eine andere kondensationsvernetzende Materialklasse (Polysulfide) ursprünglich nicht für Anwendungen im Mund gedacht war.

Der große Nachteil dieser Produkte bleibt: systemimmanente Schrumpfung, sei es durch Wasserverdunstung bei Hydrokolloiden oder durch niedrigmolekulare Nebenprodukte wie bei den kondensationsvernetzenden Elastomeren[17;18].

1965 kamen die Polyether von der damaligen Firma 3M ESPE (heute 3M Oral Care) auf den Markt (Abb. 9). Polyether ist ein hydrophiles Abformmaterial, das durch kationische ringöffnende Polymerisation abbindet und Hydrokolloiden und C-Silikonen weit überlegen ist. Er besitzt starke mechanische Eigenschaften, ein gutes elastisches Rückstellvermögen und schrumpft fast nicht. Zu den wesentlichen Vorteilen zählen die Hydrophilie sowie das einzigartige Fließ- und Abbindeverhalten. Da die Abformmaterialien in engem Kontakt mit feuchtem Hart- und Weichgewebe stehen, ist **Hydrophilie** eine wesentliche Eigenschaft eines modernen Abformmaterials. Hydrophilie ist definiert als Affinität gegenüber Wasser (Abb. 8).

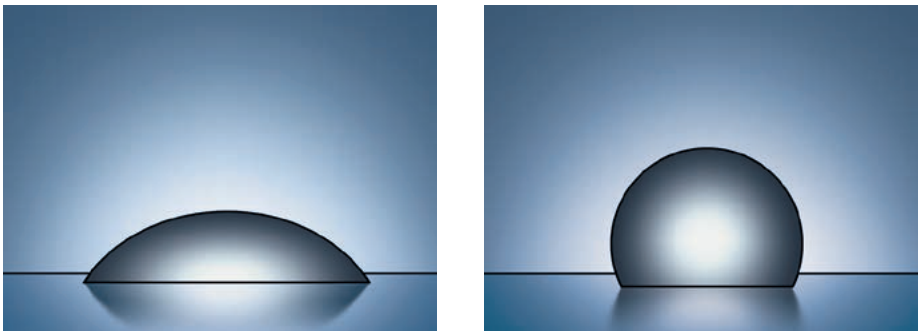


Abb. 8: Wasser kann sich auf hydrophilem Material leicht ausbreiten (links), wohingegen bei hydrophobem Material die Kontaktfläche möglichst klein gehalten wird (rechts).

Zehn Jahre später wurden mit den **additionsvernetzenden Silikonen (A-Silikone oder auch Vinylpolysiloxane, VPS)** verbesserte Silikone als Abformmaterial eingeführt. Aufgrund ihrer molekularen chemischen Zusammensetzung sind sie jedoch hydrophob (wasserabweisend bzw. nicht wasserabsorbierend, das Gegenteil von **hydrophil**). Durch die Einbindung von seifenartigen Molekülen (Tensiden) konnte die **Hydrophobie** reduziert werden. Diese erhöhen insbesondere im abgebundenen Zustand die Hydrophilie des Materials[19–21]. Abgebundene A-Silikone haben auch in feuchter Umgebung eine extrem hohe zeitliche Dimensions- und Temperaturstabilität. Sie sind für ihr überlegenes elastisches Rückstellvermögen bekannt. Einige der jüngsten Werkstoffe wie 3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial weisen hinsichtlich der klinisch relevanten Parameter (Reißfestigkeit, Dehnung, Dehnfestigkeit, Rückstellvermögen nach Dehnung und Hydrophilie) bestens ausgewogene Eigenschaften auf.

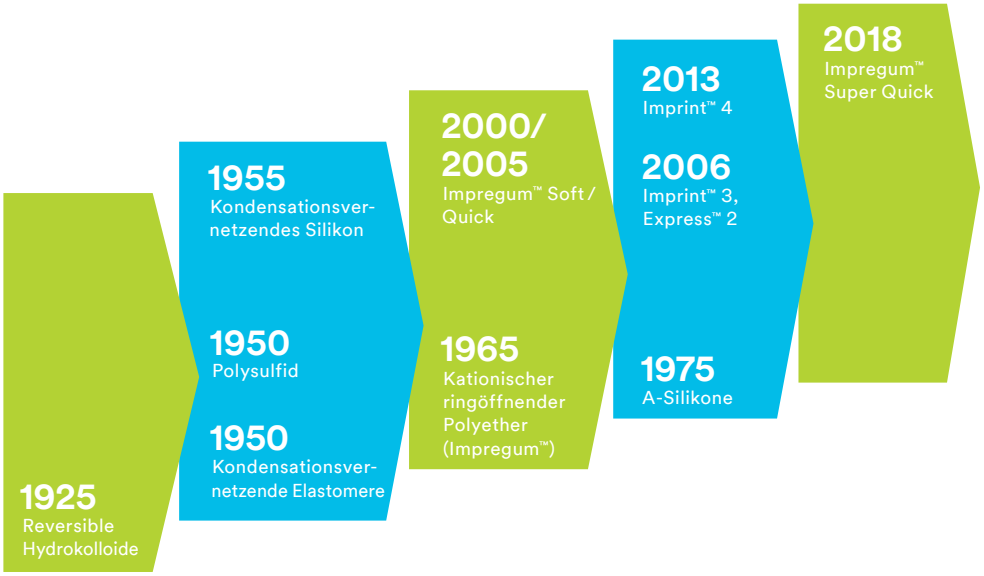


Abb. 9: Geschichte der Präzisionsabformmaterialien.

Mit Markteinführung der Polyether-Abformmaterialien Impregum™ Soft / DuoSoft™ von 3M sind neue Abformmaterialien auf Polyetherbasis verfügbar, die alle positiven Eigenschaften von Polyether besitzen und zudem am Behandlungsstuhl und im Labor einfacher zu handhaben sind.

Die zuletzt eingeführten, schnell abbindenden Polyether-Abformmaterialien Impregum Soft / DuoSoft Quick, die für eine oder zwei Einheiten empfohlen werden, bieten mehr Patientenkomfort und verkürzen die Behandlungszeit.

3.2. Additionsvernetzende Präzisionsabformmaterialien

A-Silikone (additionsvernetzende Silikone, Vinylpolysiloxane, VPS)

A-Silikone nutzen das Prinzip der „Additionsvernetzung“. Im Gegensatz zu kondensationsvernetzenden Stoffen, die durch Verdampfung von Nebenprodukten schrumpfen, sind A-Silikone dimensionsstabil.

Bei A-Silikonen sind verschiedene vorpolymerisierte, silikonfunktionalisierte Kohlenwasserstoffketten (Wasserstoffsiloxan, Vinylsiloxan) und ein Platin-Katalysator an der Reaktion beteiligt. Die Anlagerung von Wasserstoffsiloxan (-O-Si-H) an Vinylsiloxan (CH_2=CH-Si-O) wird **Hydrosilierung** genannt. Bei dieser Reaktion wird am Platin-Katalysator Vinylpolysiloxan gebildet[20;22;23]. Bei dem **Platin-Katalysator** handelt es sich um eine Platinverbindung, die, ausgehend von H_2PtCl_6 durch Reduktion angepasst wird und als molekulare „Andockstation“ für die beiden Reaktionspartner dient, die sich von der Platinverbindung lösen, sobald sie miteinander verbunden sind (siehe Abb. 10).

Abformmaterialien aus A-Silikonen sind aufgrund ihrer chemischen Natur hydrophob (es handelt sich um mehr oder weniger apolare Kohlenwasserstoffketten). Sie können durch geeignete Moleküle hydrophil werden. Diese Moleküle werden jedoch immer von außen zugeführt. Eine **intrinsische Hydrophilie** wie bei den polaren Polyether-Molekülen kann bei diesen Molekülen nicht erreicht werden. Durch Tenside kann nach einer bestimmten Zeit eine gewisse Hydrophilie erreicht werden. **Tenside** enthalten einen hydrophoben Teil, der die Mischbarkeit in der Formulierung ermöglicht, und einen hydrophilen Teil, der für die bessere Benetzung verantwortlich ist.

Um die ursprünglich flüssigen Siloxan-Bestandteile in eine Paste zu verwandeln, werden anorganische Füllstoffe zugesetzt. Die thixotropen Eigenschaften von A-Silikonen lassen sich durch Verwendung geeigneter Füllstoffe steuern. Die Materialfarbe wird durch Zugabe von Farbstoffen und Pigmenten bestimmt.

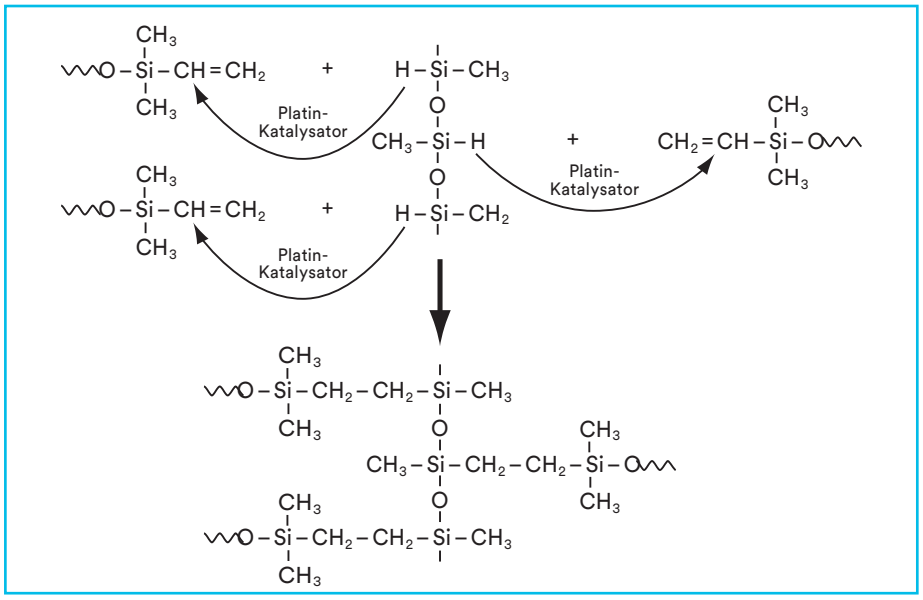


Abb. 10: Polymerisationsmechanismus von Vinylpolysiloxan.

Neuere A-Silikone wie die 3M™ Imprint™ 4 VPS-Materialien enthalten maßgeschneiderte Vernetzer. Die Werkstoffe sind so konzipiert, dass sie eine hohe Zugfestigkeit und damit Reißfestigkeit und ein hohes **elastisches Rückstellvermögen** haben.

A-Silikone unterliegen nahezu keinen Einschränkungen bei der Desinfektion und sind mit den meisten Modellwerkstoffen kompatibel[24].

3.3. Polyether Präzisionsabformmaterialien

Durch ringöffnende Polymerisation abbindende Polyether

Der Polyether der Basispaste ist bereits langkettig (Makromonomer) und stellt ein maßgeschneidertes Copolymer aus Ethylenoxid- und Butylenoxid-Einheiten (Abb. 11) dar. Die Enden der **Makromolekülkette** werden unter Einfluss des kationischen Initiators der Katalysator-Paste in reaktive Ringe umgewandelt, aus denen sich das vernetzte Endprodukt bildet (Abb. 11 und 12).

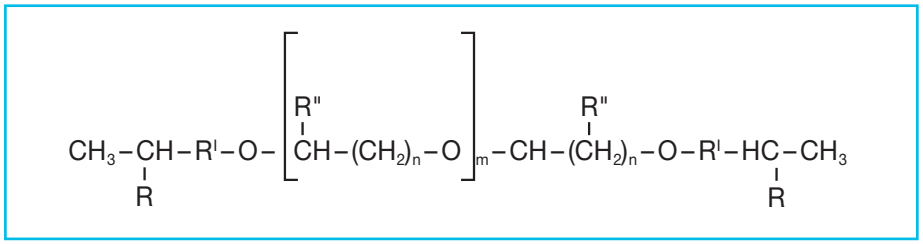


Abb. 11: Polyether-Makromonomer – die Ketten enden mit hochreaktiven Ringgruppen (mit einem R gekennzeichnet).

Der reaktive Ring des Polyether-Copolymers (Polyether-Basismolekül) wird durch einen kationischen Initiator geöffnet (Abb. 12) und kann dann im Rahmen eines Schneeballeffekts als eigenes Kation andere Ringe angreifen und öffnen. Bei der Öffnung eines Rings bleibt der kationische Initiator am ehemaligen Ring gebunden und verlängert auf diese Weise die Kette[20]. Dieser einzigartige Abbindemechanismus bedingt das so genannte **„Snap-Set-Abbindeverhalten“**, mit dem der schnelle Übergang vom Verarbeitungsstadium zum abgebundenen Stadium bezeichnet wird[25] (Abb. 13).

Bekannte Marken:
- Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial (3M™ Oral Care)
- Aquasil™ Ultra (Dentsply Caulk)
- Affinis™ (Coltene/Whaledent)
- Honigum™ (DMG)

Bekannte Marken:
- Impregum™ Polyether-Abformmaterial (3M™ Oral Care)
- Permadyne™ Polyether-Abformmaterial (3M™ Oral Care)

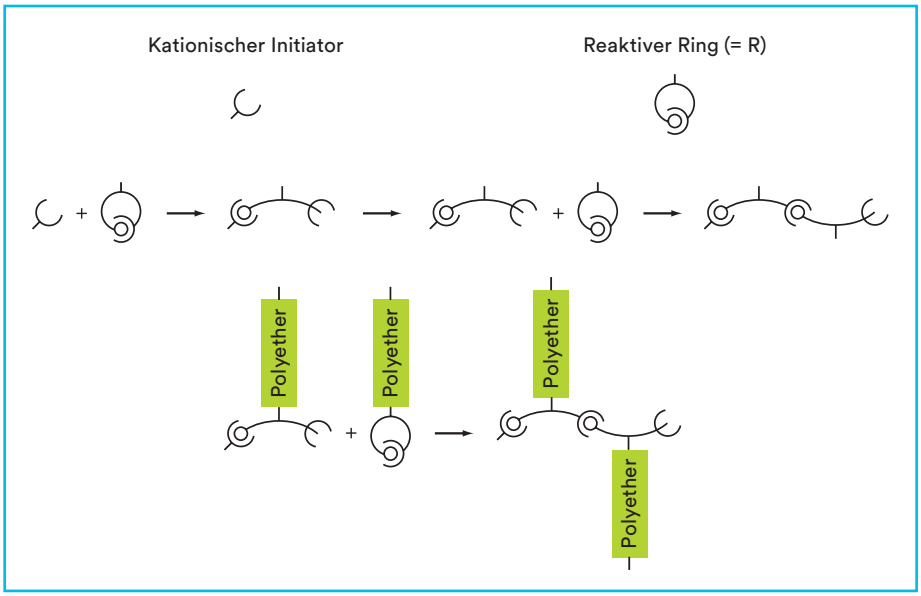


Abb. 12: Polymerisationsvorgang beim Abbinden von Polyether.

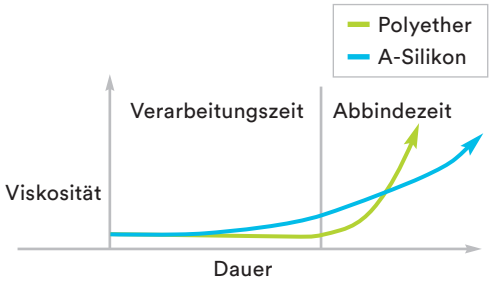


Abb. 13: Snap-Set-Abbindeverhalten von Polyether-Abformmaterialien von 3M im Vergleich zu A-Silikon.
Quelle: 3M interne Daten. Daten auf Anfrage bei 3M erhältlich. Kontaktinformationen siehe Rückseite.

Das eigentliche Polyether-**Makromonomer** (Abb. 11) besteht aus einer langen Kette alternierender Sauerstoffatome und Alkylgruppen (O-[CH_2]$_n$). Die hohe Hydrophilie des Polyethers selbst beruht auf der großen Anzahl von Sauerstoffmolekülen in der langen Kette und dem starken Polaritätsunterschied zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff (bzw. Wasserstoff). Das heißt, bei Kontakt mit Feuchtigkeit machen sich die hydrophilen Eigenschaften sofort bemerkbar.

Neben additionsvernetzenden Silikonen sind Polyether-Werkstoffe die wichtigsten Produkte bei hochpräzisen Abformmaterialien. Die natürliche Hydrophilie der Polyether, die auf ihrer einzigartigen Molekülstruktur, der Formulierung und der chemischen Abbindereaktion beruht, eignet sich gut für das stets feuchte Milieu des Mundes. Diese Eigenschaft ist besonders nützlich bei Abformungen im Zahnfleisch- oder Sulkusbereich (z. B. bei subgingivalen Präparationen)[26].

Polyether zeigt aufgrund seiner hydrophilen Makromonomere ein präzises Fließverhalten, was die starke anfängliche Haftung der Polyether-Abformung bei der Entnahme erklärt. Für die speziellen Fließeigenschaften sind Triglyceride verantwortlich, die eine optimale Benetzung der Präparationsoberfläche nach dem Umspritzen der Präparationen sicherstellen. Anorganische Füllstoffe bewirken die hohe Festigkeit der Abformung und tragen zur Dimensionsstabilität nach der Entnahme der abgebundenen Polyether-Masse bei.

Aufgrund der identischen chemischen Basis lassen sich alle drei Konsistenzen der Polyether-Abformmaterialien von 3M frei untereinander kombinieren (z. B. für Vollabformungen). Ein chemischer Verbund nach dem Abbinden ist so gewährleistet.

3.4. Kondensationsvernetzende Elastomere

Polysulfide (Thiokole)

Die Vernetzung von Polysulfiden erfolgt durch eine Polykondensationsreaktion, in der Wasser als Nebenprodukt entsteht. Einige Polysulfide sind hauptsächlich aufgrund der Schwermetalloxide (insbesondere Blei) in der Katalysatorpaste als toxisch einzustufen[27].

Im Vergleich zu Polyether und Silikonen weisen Polysulfide kein gutes elastisches Rückstellvermögen auf. Auch nach der klinisch erkennbaren Aushärtung dauert die Vernetzung an. Während der noch laufenden Abbindereaktion nehmen Elastizität und elastisches Rückstellvermögen erheblich zu. Daher sollten Abformungen aus Polysulfid nach dem klinisch erkennbaren Abbinden mindestens weitere 5 Minuten im Mund belassen werden[28].

Heutzutage spielen Polysulfide keine wichtige Rolle mehr[20;22], werden jedoch für einige Indikationen noch eingesetzt[29].

Bekannte Marken:
- Permalastic™ (SDS/Kerr)

Kondensationsvernetzende Silikone

Die Basiskomponente der Kategorie der **kondensationsvernetzenden Silikone** besteht aus Polydimethylsiloxan öliger Konsistenz mit hydroxylterminierten Gruppen und Füllstoffen wie Diatomit, TiO_2 und ZnO. Die Basiskomponente enthält auch tetrafunktionelle Alkoxysilane, die in Anwesenheit eines Katalysators (z. B. Dibutylzinndilaurat oder Zinkoktoat) mit den Hydroxylgruppen reagieren, ein Kondensat abspalten (im Allgemeinen Alkohol) und dadurch die Vernetzung bewirken. Nach dem Abbinden führt die nachfolgende, unvermeidbare Verdunstung von Alkohol zum Schrumpfen des Materials.

Da kondensationsvernetzende Silikone per Hand angemischt werden müssen, ist es oft schwierig, die richtigen Anteile der einzelnen Komponenten zu treffen. Dadurch ist eine Abweichung von +/– 25 Prozent vom Sollwert zu erwarten. Hierdurch können Verarbeitungs- und Abbindezeit des Materials schwanken und somit indirekt die Qualität der Abformung beeinflussen[20–22].

C-Silikone sind mit den meisten Modellwerkstoffen kompatibel. Es wurde jedoch über allergische Reaktionen auf die Katalysatorpaste berichtet. Daher sollte beim Anmischen ein Hautkontakt vermieden werden.

Bekannte Marken:
- Optosil / Xantopren (Heraeus Kulzer)
- Speedex (Coltène Whaledent)

Reversible Hydrokolloide

Hauptbestandteil von Hydrokolloiden ist Wasser, das zusammen mit Agar-Agar (langkettiges Galaktose-Polysaccharid) das reversible Hydrokolloid formt. Es entsteht eine gelatinöse Masse, die bei Raumtemperatur fest ist. Wenn die Masse erhitzt wird, erfolgt ein Sol-Gel-Übergang und das Material verflüssigt sich. Da dieser Vorgang reversibel ist, verfestigt sich das Material nach dem Abkühlen wieder. Der Phasenübergang hängt neben anderen Faktoren von der Reinheit des Agars und der Zugabe anderer Substanzen ab. Talkum, Kalk und Borax werden Hydrokolloiden beigemischt, um ihre Fließfähigkeit zu beeinflussen.

Bei ordnungsgemäßer Handhabung sind Hydrokolloide sehr genau. Die Genauigkeit ist vergleichbar mit der von anderen elastomeren Abformmaterialien. Anderseits ist die Handhabung bei einer Hydrokolloid-Abformung gelegentlich recht mühsam. Eine breitere Anwendung ist aufgrund der begrenzten Lagerfähigkeit und unzureichenden Reißfestigkeit nicht zu empfehlen.

Folglich hat sich mit der Zeit der Einsatz von Hydrokolloiden auf eine kleine Anzahl von Anwendern reduziert und Agar-Abformmaterialien spielen bei weitem keine so große Rolle wie vor der Einführung von Polyether und A-Silikon[20;22]. Hydrokolloid-Abformungen müssen sofort ausgegossen werden (innerhalb von 20 Minuten).

Bekannte Marken:
- AccuLoid™
- Identic™ (Dux Dental)

3.5. Abformmaterialien für provisorische Abformungen

Für die Erstellung einer prothetischen Restauration muss ein Modell des Gegenkiefers erstellt werden, da anders keine korrekte Okklusion gewährleistet ist. Daher muss man auch über Werkstoffe für vorläufige Abformungen sprechen:

Alginate – irreversible Hydrokolloide

Alginate sind irreversible elastische Abformmaterialien. Die Grundsubstanz von Alginaten ist Alginsäure, ein Polyglykosid von D-Mannuron- und L-Gulonsäure, die selbst nicht in Wasser löslich ist. Übliche Alginat-Pulver enthalten neben Füllstoffen Natrium- oder Kalium-Alginat, Kalziumsulfat als Reagens und Natrium- oder Kaliumphosphat als Verzögerer.

Alginate werden üblicherweise per Hand angemischt. Mit den verfügbaren Mischgeräten lassen sich, je nach Gerätetyp, die Materialeigenschaften nur wenig verbessern.

Alginat-Abformungen sollten innerhalb von 15 bis 30 Minuten ausgegossen werden, da die Abformung bei weiterer Lagerung durch Synärese und Verdunstung von Wasser aus dem Alginat-Gel zwangsläufig schrumpft. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich Alginat-Abformungen nicht lagern lassen, sie haben eine geringe Reißfestigkeit[19] und das elastische Rückstellvermögen nach Deformierung ist nicht so gut wie bei Präzisionsabformmaterialien[30]. Der Einsatz einer derartigen Abformung für die Herstellung von Provisorien ist begrenzt, da sie nicht über längere Zeit gelagert werden kann.

Obgleich die Handhabung sowie die Materialeigenschaften von Alginaten insgesamt nicht sehr effizient sind, hat die geringe Reißfestigkeit unter bestimmten Bedingungen, wie beispielsweise bei einer Abformung eines parodontitisch befallenen Zahns oder über fest sitzenden, kieferorthopädischen Vorrichtungen, die mit reißfesten Werkstoffen nicht reproduzierbar sind, weil die Abformung sich nicht entfernen lassen würde, auch Vorteile.

Bekannte Marken:
- 3M™ Palgat™ Plus / Quick Alginat-Abformmaterial (3M™ Oral Care)

Alginat-Ersatzmaterial

Zur Vermeidung der beschriebenen Nachteile von Alginaten wurden so genannte **Alginat-Ersatzmaterialien** entwickelt (z. B. Imprint™ 4 Preliminary Penta™/Penta™ Super Quick VPS Situationsabformmaterial). Da sie mit automatischen Mischgeräten verarbeitet werden **(z. B. mit dem automatischen Mischgerät Pentamix™ 3 von 3M, *siehe Kapitel 5.4.)***, können Anmisch- und Verarbeitungsfehler nahezu ausgeschlossen werden.

Alginat-Ersatzstoffe sind kostengünstige A-Silikone, die wie andere A-Silikone eine hohe Dimensionsstabilität aufweisen.

Bei Anwendung in Verbindung mit vorgefertigten Einweg-Abformlöffeln (3M™ Impression Tray Einweg-Abformlöffel) **(siehe Kapitel 4)** liefern Alginat-Ersatzstoffe schnell und effizient vorläufige Abformungen.

Der Einsatz von Alginat-Ersatzstoffen in Verbindung mit derartigen Löffeln bietet insbesondere bei der **Herstellung von Provisorien** mehrere Vorteile. Die glatte Silikonoberfläche erleichtert die Bearbeitung von Provisorien erheblich. Aufgrund der unbegrenzten Halbwertszeit der Abformung lassen sich Provisorien später problemlos ohne eine erneute Abformung erneuern. Die Vorbereitung des Löffels (Adhäsiv, individuelle Anpassung usw.) sowie seine Reinigung und Sterilisation entfallen.

Bekannte Marken:
- 3M™ Imprint™ 4 Preliminary Penta™/ Penta™ Super Quick VPS Situationsabformmaterial (3M™ Oral Care)
- AlgiNot (Kerr)

3.6. Materialunverträglichkeiten und Entsorgung von Abformungen

Allgemeine Unverträglichkeiten

Metallsalze, die in vielen Adstringenzien für die Blutstillung enthalten sind, können das Abbinden des Abformmaterials hemmen. Das Ergebnis ist – zumindest teilweise – ein unzureichendes Abbinden des Materials, insbesondere im kritischen Sulkus-Bereich ***(siehe auch Kapitel 2.2.).***

Im Allgemeinen sollten *nur* Werkstoffe der gleichen Materialklasse zusammen verwendet werden ***(siehe beispielsweise Kapitel 4.2. „Individuelle Anpassung von konfektionierten Löffeln“ oder Kapitel 6.1. „Doppelmisch-Abformtechniken“)***. Alle Polyether von 3M (kationische ringöffnende Polymerisation, ***Kapitel 3.2.)*** können untereinander, jedoch nicht mit anderen Materialklassen kombiniert werden.

Wenn ein **Methacrylat-Composite** für die abschließende Bearbeitung eines Pfeilers oder den Stumpfaufbau verwendet wurde oder ein Provisorium aus Methacrylaten vor der Abformung gefertigt wurde, muss die entstandene **Schmierschicht** mit Alkohol und einem Wattepellet entfernt werden, damit das Abformmaterial an den Kontaktflächen abbindet. Schleifen und Polieren reicht in diesem Fall nicht.

Der Abformbereich sollte daher vor der Abformung immer sorgfältig gereinigt und getrocknet werden **(Kapitel 2.2.)**.

Bei der Handanmischung von A-Silikon Putty-Materialien ist zu beachten, dass die Handschuhbestandteile das Abbindeverhalten des Abformmaterials negativ beeinflussen können ***(Kapitel 5.1.).***

Warnung: Es kann zu Unverträglichkeiten kommen bei
- der Retraktion (→ 2.2.)
- der individuellen Löffelanpassung (→ 4.2.)
- der Korrekturtechnik (→ 6.1.)
- dem Stumpfaufbau oder der Erstellung von Provisorien

Entsorgung

Abformmaterialien können mit dem Hausmüll entsorgt werden. Eventuell gelten spezielle Bestimmungen. Hinsichtlich der Müllvermeidung sind Materialien in Folienbeuteln, die in automatischen Mischgeräten verarbeitet werden, besonders umweltfreundlich, weil sie genau dosiert werden können und nur wenig Verpackungsmüll anfällt.

3.7. Übersicht über Materialtypen und -konsistenzen gemäß ISO 4823:2015

Typ 0 Putty-Konsistenz

Alternative Terminologie:
Knetbares Material / Putty

Anwendung (Technik):
Löffelmaterial (Doppelmisch- und Korrekturtechnik)

Typ 1 Feste Konsistenz

Alternative Terminologie:
Heavy-Body

Anwendung (Technik):
Löffelmaterial (Doppelmisch- und Korrekturtechnik)

Typ 2 Mittlere Konsistenz

Alternative Terminologie:
Medium Body, mittlere Viskosität, Regular Body

Anwendung (Technik):
Material für Löffel / Spritze (Doppelmischtechnik, Monophase)

Typ 3 Dünne Konsistenz

Alternative Terminologie:
Light Body / Wash / geringe Viskosität

Anwendung (Technik):
Spritzenmaterial (Doppelmisch- und Korrekturtechnik)

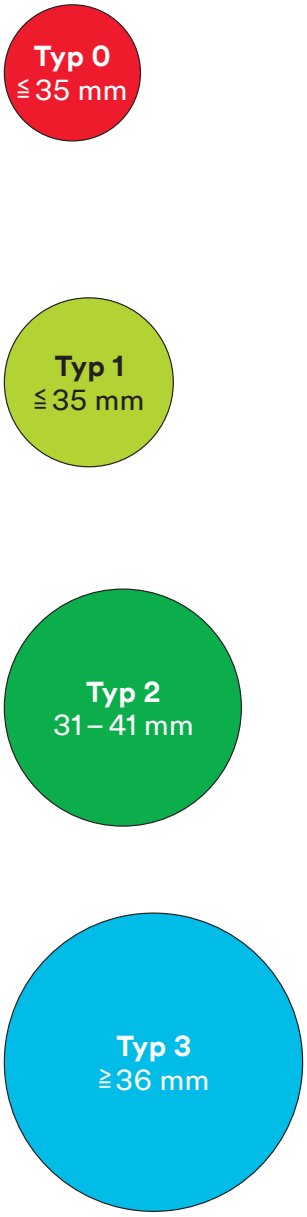


Abb. 14: Materialtypen und -konsistenzen gemäß ISO 4823:2015.
Die Werkstoffe werden nach dem Scheibendurchmesser im ISO-Test 4823:2015 klassifiziert; je größer die Scheibe ist, desto dünner ist das Material, d. h. desto dünner ist die Konsistenz des Abformmaterials.

4. Abformlöffel

(B. Wöstmann)

4.1. Löffelwahl

Abgesehen von Abformungen bei zahnlosen Kiefern hat man es normalerweise mit **Unterschnitten** zu tun. Diese Unterschnitte befinden sich entweder in der natürlichen Form des nicht präparierten Zahns oder sind das Ergebnis einer entgegengesetzten Neigung der Zahnachsen. Meistens weist sogar der Kieferkamm Unterschnitte auf. In jedem Fall wird die Abformung bei der Entnahme aus dem Mund zwangsläufig komprimiert. Elastomere Abformmaterialien können sowohl elastisch (reversibel) als auch plastisch (irreversibel) verformt werden. Daher ist darauf zu achten, das Material nicht zu stark zu komprimieren, sodass keine plastische Deformierung erfolgt. Die Materialkompression kann durch ausreichend Platz zwischen Zähnen und der Löffelwand reduziert werden. Als Faustregel gilt, dass A-Silikon- und Polyethermassen *nicht mehr als 1/3* ihrer ursprünglichen Länge oder Dicke komprimiert werden sollen. Für die Löffelwahl bedeutet dies, dass der Abstand der Zähne zur Löffelwand im Bereich von Unterschnitten mindestens doppelt so groß wie die Tiefe des Unterschnitts sein muss (Abb. 15).

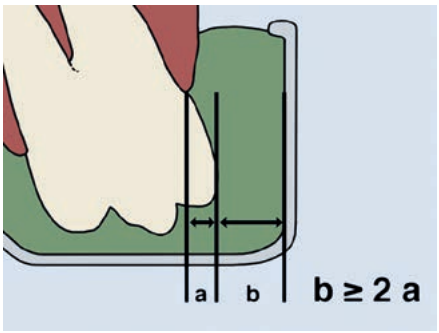


Abb. 15: A-Silikone und Polyether erfordern einen Abstand zur Löffelwand, der doppelt so groß ist wie der Unterschnitt (insgesamt 3fache Tiefe des Unterschnitts vom Zahn zum Löffel).

4.2. Konfektionierte Löffel für Abformungen des gesamten Zahnbogens

Man sollte konfektionierte Metalllöffel, die den Zahnbogen distal vollständig erfassen, bevorzugen. Wenn dies nicht möglich ist, kann dorsal ein individueller Stopp erstellt werden ***(siehe „Individuelle Anpassung von konfektionierten Löffeln" in diesem Kapitel)***. Bei Polyethern wird der Einsatz von nicht perforierten Löffeln empfohlen. A-Silikon-Puttys können in perforierten Löffeln appliziert werden, weil die Perforation die Retention des Materials im Löffel verstärkt.

Die Verwendung von Puttys in einem einfachen Kunststofflöffel (konfektionierter oder individuell hergestellter Löffel) kann problematisch sein, weil der Löffel bei der Abformung deformiert werden kann. Das Abformmaterial bindet dann in dieser Position ab und wird nach der Entnahme aus dem Mund durch die elastische Rückstellung des Löffels unkontrolliert verformt. Bei Verwendung eines individuell hergestellten oder eines konfektionierten Kunststofflöffels sollte man für die Abformung ein Material fester oder mittlerer Konsistenz wählen ***(siehe auch Abb. 14, Kapitel 3.7.)***.

Individuelle Anpassung von konfektionierten Löffeln

Wenn kein passender Abformlöffel erhältlich ist, kann man einen konfektionierten Löffel anpassen. Die Anpassung kann mit einem Composite-Löffelmaterial, mit Schellack oder einem Putty-Abformmaterial erfolgen. Insbesondere wenn der Löffel verlängert werden muss, ist ein stabiles Composite-Löffelmaterial zu bevorzugen. Im Allgemeinen gilt, dass das verwendete Dämmmaterial mit dem Abformmaterial kompatibel sein muss. Wenn beispielsweise ein A-Silikon für die Abformung verwendet wird, sollten für die Dämmung keine C-Silikone verwendet werden, da der Katalysator der C-Silikone die Abbindereaktion des A-Silikons hemmt.

Die **dorsale Dämmung** (Abb. 16a – d) hilft dem Zahnarzt, distal eine exakte, reproduzierbare Position des Abformlöffels zu finden, und ist angenehmer für den Patienten, da sie verhindert, dass das Abformmaterial in den Rachen fließt.

Okklusale Stopps (Abb. 16c, d) verhindern, dass insbesondere bei drucklosen Abformungen (z. B. mit Polyether) oder bei Verwendung von Material mit geringer Viskosität der Löffel mit der Okklusalfläche in Kontakt kommt. Okklusale Stopps werden hauptsächlich mit Composite-Löffelmaterial im Bereich der Inzisive und/oder an weit von der Präparation entfernten Stellen appliziert.

Außerdem ist die Applikation einer Stütze im Gaumenbereich möglich (z. B. mit A-Silikon-Putty) (Abb. 16c, d). Diese wird durch schnelles Einsetzen und Entfernen des Löffels mit einem schnell abbindenden Putty-Material an den Patienten angepasst.

Die optimale Passform von individuell angepassten Löffeln reduziert das Auftreten von **Fließdefekten** ***(siehe auch Kapitel 6.1.).***

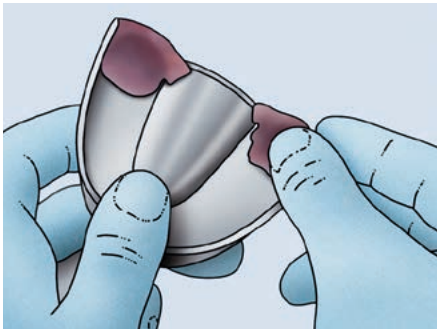


Abb. 16a: Applikation von dorsalen Stopps.

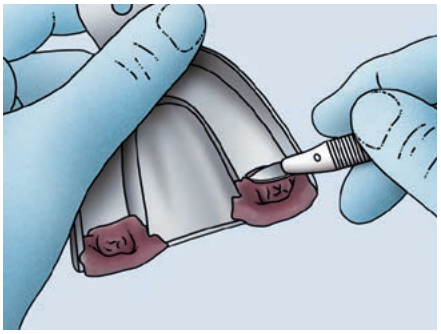


Abb. 16b: Versuchsweiser Einsatz und ggf. Anpassung mit dem Skalpell.

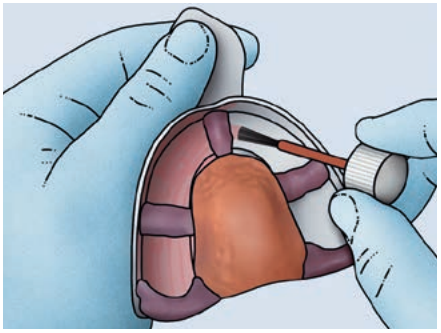


Abb. 16c: Zusätzliche Applikation von Gaumen- (individuelles an den Patienten angepasstes Putty-Material) und okklusalen Stopps, Applikation des Löffeladhäsivs und mindestens 5 Minuten Trocknungszeit.

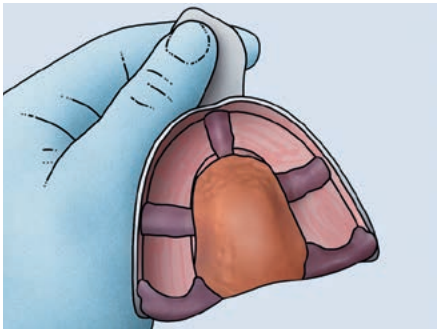


Abb. 16d: Beispiel für einen individuell angepassten Löffel mit Gaumen- und okklusalen Stopps, einer dorsalen Dämmung und appliziertem Adhäsiv.

4.3. Konfektionierte Löffel mit optimierter Passform

Die Wahl eines Löffels für den Oberkiefer ist im Allgemeinen nicht schwer. Zu Problemen kann es bei einem voll bezahnten Unterkiefer kommen. Die meisten erhältlichen konfektionierten Löffel für den Unterkiefer sind entweder breit genug, aber dorsal zu kurz, oder lang genug, aber zu breit[31;32]. Daher sollte man Abformlöffel verwenden, die speziell für die Abformung eines voll bezahnten Unterkiefers entwickelt wurden.*

Für vorläufige Abformungen können stattdessen 3M™ Impression Tray verwendet werden (Abb. 17). Da dieser Löffelsatz nach einer Analyse von Kieferformen von über 1500 Testpersonen in Europa und den USA entwickelt wurde, lässt sich im Allgemeinen ein passender Löffel finden[31]. Der Löffel ist mit Haftgewebe beschichtet, das die Haftung des Abformmaterials am Löffel gewährleistet und ein **Löffeladhäsiv** überflüssig macht.

Abb. 17: 3M™ Impression Trays (3M Oral Care) – verfügbar in drei Größen S, M und L – für Ober- und Unterkiefer.

Für Präzisionsabformungen können statt konfektionierter Metalllöffel autoklavierbare Kohlefaserlöffel** verwendet werden. Sie sind fast so stabil wie Stahllöffel.

4.4. Individuelle Löffel

Anforderungen

Ein individueller Löffel soll ein optimales Anfließen an die Zähne und eine gleichmäßig dicke Schicht des Abformmaterials in allen Bereichen der Abformung sicherstellen. Der absolute Wert der unvermeidbaren Dimensionsänderung der Abformung sollte also niedrig sein[33;34].

Dieser Idealzustand ist nur zu realisieren, wenn der Bereich, von dem die Abformung genommen werden soll, keine Unterschnitte aufweist. Wenn Unterschnitte vorhanden sind, muss ihre dreifache Tiefe vor Herstellung des Löffels am Gipsmodell ausgespart werden. Hierdurch wird eine zu starke Kompression des Abformmaterials vermieden[35] und die Entnahme aus dem Mund erleichtert – ähnlich wie bei einem konfektionierten Löffel.

Hauptanwendungsgebiet für individuelle Löffel ist der zahnlose oder teilweise bezahnte Kiefer. Auch unter besonderen Abformbedingungen (z. B. überdurchschnittlich kleiner oder großer Kiefer, ungewöhnliche Pfeiler-Lokalisation, Implantate) ist die Anfertigung eines individuellen Löffels erforderlich.

Individuelle Löffel erfordern eine sorgfältige Herstellung. Heutzutage verwendet man hauptsächlich lichthärtende Werkstoffe, da sie ausreichend starr und dimensionsstabil sind[38;39].

Thermoplastische Werkstoffe (z. B. Schellack) sind stark verformbar und eignen sich daher nur bedingt für die Herstellung individueller Löffel[36;37]. Selbstpolymerisierende Werkstoffe unterliegen einer längeren Polymerisationsschrumpfung und tendieren zur Ausdehnung aufgrund von Wasseraufnahme.

* Aesculap, Tuttlingen, Deutschland
** Clan BV, Eindhoven, Niederlande

Herstellung

Für die Herstellung eines individuellen Löffels wird ein Schaumodell benötigt. Zeichnen Sie die voraussichtlichen Löffelgrenzen am Modell ein (Abb. 18a). Dann sind die Unterschnitte ausreichend auszublocken *(siehe Kapitel 4.1.).* Eventuell ist es zweckmäßig, die Tiefe der Unterschnitte mit einer Messvorrichtung zu bestimmen. Anschließend werden die Zähne bis zu den späteren Löffelgrenzen mit Wachsplatten bedeckt (2 Wachsplatten übereinander ➔ ergibt eine Schichtdicke von ca. 2,5 – 3 mm (Abb. 18b)). Wenn keine modernen lichthärtenden, sondern selbstpolymerisierende Harze („kaltes Polymer“) verwendet werden, sollte das Wachs mit einer dünnen Zinn- oder Aluminiumfolie abgedeckt werden, um es vor der Polymerisationshitze zu schützen. Anschließend wird die weiche Kunststoffplatte an das Modell anmodelliert (Abb. 18c). Achten Sie darauf, dass die Platte nicht durch zu starkes Dehnen ausgedünnt wird. Dies würde die Steifigkeit des Löffels beeinträchtigen. Anschließend wird das Löffelmaterial gehärtet. Zur Verbesserung der Stabilität wird empfohlen, eine weitere Kunststoffplatte zu verwenden (doppelte Dicke → 8fache Biegefestigkeit). Schließlich kann man durch Polymerisation noch einen Löffelgriff anbringen. Vor Gebrauch des Löffels sollte die Innenseite aufgeraut werden, um die Wirkung des Löffeladhäsivs zu verbessern[40].

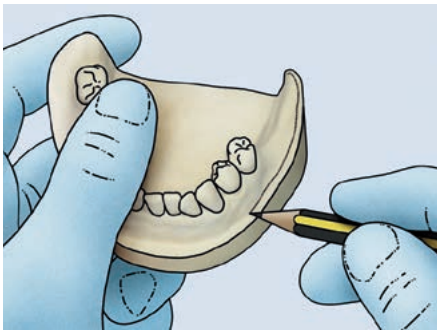


Abb. 18a: Markierung der voraussichtlichen Löffelränder.

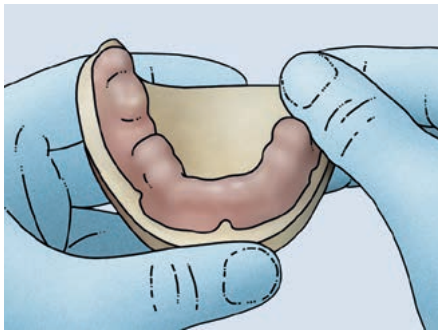


Abb. 18b: Abdeckung der Zähne mit Wachsplatten. Die Dicke der Wachsschicht bestimmt den Raum, der später für das Abformmaterial zur Verfügung steht.

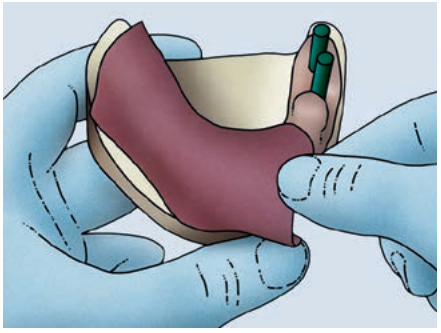


Abb. 18c: Anmodellierung der Kunstharzplatten, hier mit Platzhaltern für eine Implantatabformung mit offenem Löffel.

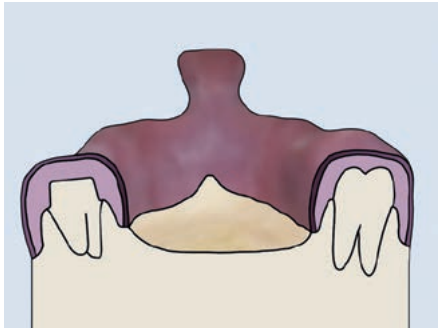


Abb. 18d: Querschnitt eines gut sitzenden individuellen Löffels mit optimaler Dicke der Abformmaterialschicht.

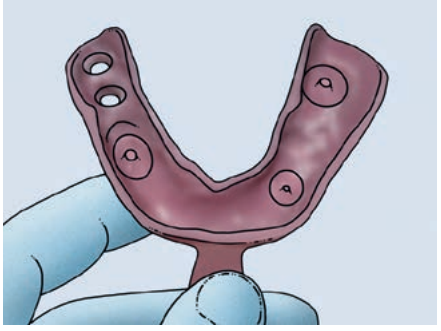


Abb. 18e: Individueller Löffel für eine offene Implantatabformung mit okklusalen Stopps.

4.5. Dual-Arch-Abformlöffel

Insbesondere bei Einzelzahnrestaurationen ist das Verhältnis der erforderlichen Zeit für die eigentliche Präzisionsabformung des präparierten Zahns, eine zusätzliche Abformung des gegenüberliegenden Kiefers und das Bissregistrat zur verbleibenden Behandlungszeit sehr ungünstig.

Um in diesem Fall effizienter arbeiten zu können, werden **Dual-Arch-Abformlöffel** angeboten. Das Besondere an dieser Abformtechnik ist, dass gleichzeitig eine (partielle) Abformung des bezahnten Ober- und Unterkiefers sowie ein Bissregistrat erfolgen. Hierzu sind Abformunterlage bzw. -löffel so konstruiert, dass der Patient den Mund bei der Abformung in fast maximaler Interkuspidation schließen kann. Der Abformlöffel ist meistens U-förmig. Zwischen den Teilen befindet sich im Allgemeinen ein feines Metall- oder Kunststoffnetz, das bei der Abformung die Zahnreihen vom oberen und unteren Bogen trennt (Abb. 19). Wenn der Patient zubeißt, liegt die Schlaufe des „U“ distal des letzten Zahns.

Bekannte Marken:
- Triple Tray® (Premier Dental)

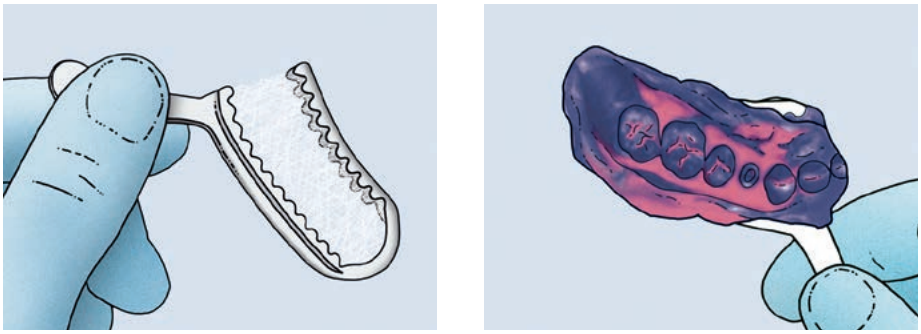


Abb. 19: Dual-Arch-Abformlöffel (posterior).

Diese Löffel erlauben nur Doppelmischabformungen mit Löffelmassen mit einer ausreichenden Fließfähigkeit ***(siehe Kapitel 6.1.).*** Da sichergestellt sein muss, dass die Bissrelationen korrekt sind, sollten Abformungen von mehr als einem präparierten Zahn oder von Endzähnen mit Dual-Arch-Abformlöffeln vermieden werden. Damit die Abformung ausreichend stabil für die Herstellung eines Gipsmodells ist, muss man ein Abformmaterial verwenden, das nach dem Abbinden eine hohe Shore-Härte aufweist[41]. Bei richtiger Indikation und Anwendung unterscheidet sich die Genauigkeit der Abformungen in Dual-Arch-Abformlöffeln unter vergleichbaren Bedingungen nicht oder nur unwesentlich von der mit herkömmlichen Abformlöffeln[42].

4.6. Löffeladhäsiv

Da durch die Verwendung eines **Löffeladhäsivs** die zuverlässige Haftung des Abformmaterials am Abformlöffel verbessert wird, ist es ein wesentlicher Faktor für die Standardisierung eines guten Abformergebnisses. Alle Abformlöffel sollten vor Gebrauch mit einer dünnen Schicht eines geeigneten Löffeladhäsivs versehen werden. Das verwendete Adhäsiv muss zu dem entsprechenden Abformmaterial passen, damit die Haftung sichergestellt ist. Aus dem gleichen Grund sollte die vom Hersteller empfohlene Trocknungszeit eingehalten werden.

Eine ausreichende Trocknungszeit erleichtert die spätere Reinigung des Löffels.

Bei Verwendung von 3M™ Impression Trays ist kein Adhäsiv erforderlich, weil das Retentionsvlies für die Haftung des Abformmaterials sorgt.

5. Anmischen von Abformmaterialien (3M™ Oral Care)

Die Bedeutung **standardisierter Arbeitsabläufe** wurde in den Kapiteln 1.3. und 1.4. bereits besprochen. Moderne Abformmaterialien sind Hightech-Produkte mit hochentwickelter chemischer Zusammensetzung, die in engen Toleranzgrenzen hergestellt werden.

Alle Abformmaterialien müssen vor Gebrauch aus mindestens zwei Bestandteilen angemischt werden (diese werden im Allgemeinen als Basis- und Katalysatorpaste bezeichnet). Nur eine homogene, blasenfreie Mischung der Komponenten im richtigen Mischungsverhältnis ermöglicht eine perfekte Präzisionsabformung, in der alle Eigenschaften moderner Abformmaterialien ausgeschöpft werden.

Die meisten Abformungen erfolgen weltweit noch immer mit per Hand angemischtem Material, obgleich es seit 1983 automatische Mischgeräte auf der Basis von Hand-Dispensern mit zweizylindrigen Kartuschen (3M™ Garant™ Dispenser) und seit 1993 **automatische Mischgeräte** für Schlauchbeutel (3M™ Pentamix™ Automatisches Mischgerät) gibt.

Mittlerweile lassen sich alle gängigen Konsistenzen, einschließlich des hochviskösen Putty-Materials, mit dem Pentamix™ System automatisch, homogen und blasenfrei anmischen.

Die heutzutage gebräuchlichsten Anmischverfahren sind:

5.1. Anmischen von Abformmaterialien per Hand

Bei Pasten-Material (Typ 1 – 3) gleich lange Stränge der Basis- und Katalysatorpaste nebeneinander auf einem Anmischblock ausbringen (Abb. 20a). Bei Verwendung von Polyether (z. B. von 3M) hat die Ausgabe von zu wenig oder zu viel Katalysator keine Auswirkung auf die Verarbeitungszeit, beeinträchtigt jedoch die Abformqualität. Die Verarbeitungszeit von Polyether kann in komplexen Fällen mit **Verzögerer** um bis zu eine Minute verlängert werden. Dies ist insbesondere bei Funktionsabformungen eine sehr nützliche Eigenschaft.

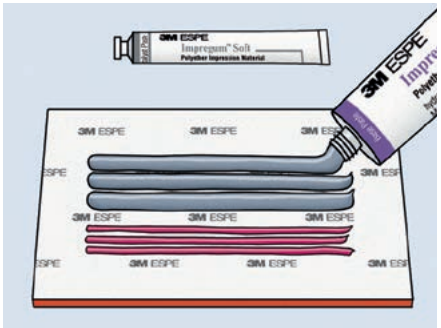


Abb. 20a: Ausgabe von Basis- und Katalysatorpaste im richtigen Verhältnis.

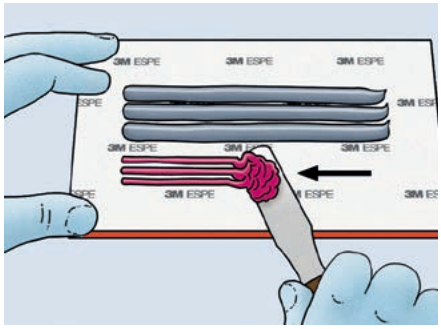


Abb. 20b: Anmischen von Polyether-Abformmaterial per Hand.

Mit einem Spatel die Pastenstränge zu einer homogenen Masse vermischen, bis die Farbe einheitlich ist (Abb. 20b). Durch die wiederholte Ausbreitung über den Anmischblock und die Aufnahme mit dem Spatel entsteht eine homogene Mischung. Der Anmischprozess sollte nicht länger als 45 Sekunden dauern (Abb. 20c – e). Die Pasten sollten unter keinen Umständen mit rührenden Bewegungen vermischt werden.

Verfügbare Produkte von 3M:
- 3M™ Impregum™ F Polyether-Abformmaterial
- 3M™ Permadyne™ Polyether-Abformmaterial
- 3M™ Ramitec™ Polyether-Bissregistrat

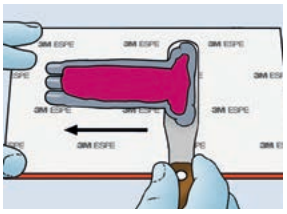


Abb. 20c – e: Anmischen von Polyether-Abformmaterial per Hand.

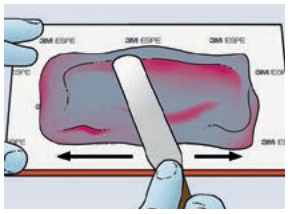


Abb. 20d

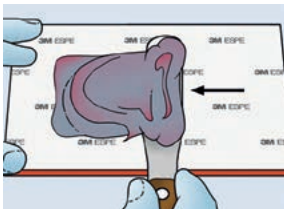


Abb. 20e

Verwenden Sie für Abformmaterialien vom Typ 2 oder 3 zum Füllen der Spritze eine Einfüllvorrichtung (rot) (Abb. 20 f – h). Aufgrund der höheren Viskosität lassen sich Polyether-Pasten bei Temperaturen unter 18 °C nicht aus der Tube drücken. Bei Rückkehr zur Raumtemperatur lassen sie sich ohne Qualitätsverlust wieder verarbeiten.

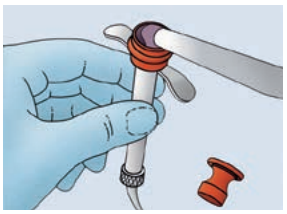


Abb. 20f: Einfüllen von per Hand angemischtem Abformmaterial in eine Spritze für die intraorale Applikation.

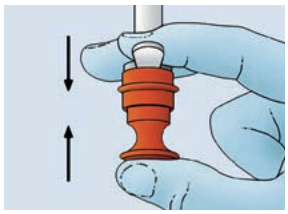


Abb. 20g

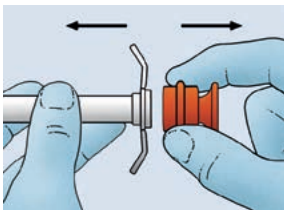


Abb. 20h

Zum Anmischen von 3M Putty-Material mit den farbcodierten Putty-Löffeln gleiche Volumina von Putty-Basis und -Katalysator abmessen. Basis und Katalysator mit den Fingerspitzen vermischen, bis eine homogene Farbe entsteht. Der Mischvorgang sollte nicht länger als 30 Sekunden dauern.

Putty-Material sollte nicht mit Latex-Handschuhen angemischt werden, weil die Latex-Komponenten die Polymerisationsreaktion des Abformmaterials beeinträchtigen können. Möglichst Handschuhe aus anderem Material verwenden (z. B. Nitril).

Verfügbare Produkte von 3M:
- 3M™ Express™ STD Putty

5.2. Hand-Dispenser

Seit 1983 kommen automatische Mischgeräte mit Hand-Dispensern und zweizylindrigen Kartuschen zum Einsatz (3M™ Garant™ Dispenser). Diese Systeme wurden kontinuierlich weiterentwickelt und sind heute Standard für Spritzenmaterial mit geringer Viskosität. Sogar viele einphasige Werkstoffe oder Löffelmassen für die Doppelmischtechnik werden in dieser Applikationsform angeboten (z. B. **3M™ Garant™ Dispenser**). Derartige Systeme bestehen im Allgemeinen aus einer zweizylindrigen 50-ml-Kartusche, die mit Basis- und Katalysatorpaste gefüllt ist, den entsprechenden Mischkanülen, Applikationskanülen und Hand-Dispensern.

Das Mischprinzip besteht aus der wiederholten Trennung und Vermischung von Pastensträngen in den so genannten **statischen Mischkanülen**. Mit zunehmender Anzahl Strangtrennungen (Anzahl der Mischelemente) in der Mischkanüle steigt die Qualität der Mischung an, allerdings auch die Ausbringkraft.

Diesem unerwünschten Effekt kann man durch einen größeren Durchmesser der Mischkanüle entgegenwirken. Je höher jedoch die Konsistenz des zu mischenden Materials ist, desto schwieriger ist es, einerseits akzeptable **Ausbringkräfte** bei guter Mischqualität und andererseits eine akzeptable Abfallmenge im Mischer zu erhalten. Daher gibt es bei diesen Systemen eine Konsistenz-Obergrenze für Löffelmaterial. Sie sind für Putty-Material nicht geeignet.

Verwenden Sie für Abformmaterialien von 3M den Garant™ Dispenser 1:1 / 2:1. Um ein optimales Anmischen sicherzustellen, müssen unbedingt für jedes Material die richtigen, farbcodierten Mischkanülen und intraoralen Kanülen verwendet werden (Abb. 22).

Die Kartusche mit dem Abformmaterial in den Dispenser einlegen. Stellen Sie vor dem Aufsetzen der Kanüle sicher, dass die Kartuschenöffnungen nicht blockiert sind, und entlüften Sie die Kartusche, bis Basis- und Katalysatorpaste gleichmäßig austreten.

Setzen Sie die 3M™ Garant™ Mischkanüle und ggf. die intraorale Applikationsdüse auf.

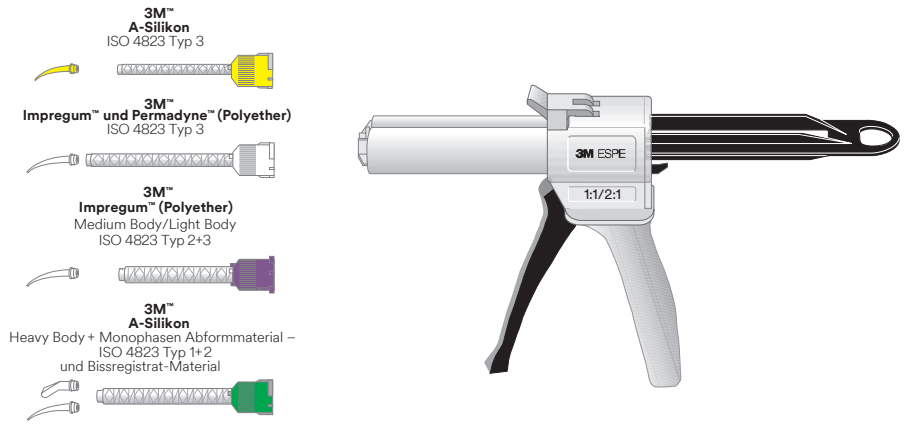


Abb. 22: 3M™ Garant™ Dispenser, Mischkanülen und Applikationsdüsen.

Stellen Sie sicher, dass Basis- und Katalysatorpaste komplett vermischt sind und in einheitlicher Farbe austreten. Alternativ kann auch die 3M™ Penta™ Elastomer-Spritze von 3M direkt von der Mischkanüle befüllt werden. Dies erleichtert evtl. die Handhabung beim Spritzen.

Die gebrauchte Mischkanüle sollte als Abdichtung auf der Kartusche belassen werden.

5.3. 3M™ Intra-oral Syringes Einwegspritzen für Polyether und A-Silikon

Die 3M™ Intra-Oral Syringe Einwegspritze (Abb. 21) für Polyether und A-Silikon kann bis zu 12 Stunden im Voraus vorgefüllt werden ohne dass das Material abbindet. Sie ermöglicht Umspritzmaterialien einfach und präzise zu applizieren. Die Doppelkammerspritze ist einfach aus dem Garant™ Dispenser befüllbar.

Durch ihr schlankes Design ist sie praktisch in der Anwendung und bietet einen direkten Zugang zum Sulkus. Die Materialmenge kann exakt und genau nach Bedarf dosiert werden.

Abb. 21: Intra-oral Syringes Einwegspritzen für Polyether und A-Silikon.

5.4. Automatische Mischgeräte

Eine exakte Dosierung und sorgfältiges, homogenes Anmischen der Werkstoffe sind Grundvoraussetzungen für erfolgreiche Präzisionsabformungen. Daher hat 3M das **vollautomatische Mischgerät Pentamix™** entwickelt, das gegen Ende des Jahres 1993 in den Markt eingeführt wurde.

Der Name Pentamix stammt vom griechischen Wort für fünf (penta) ab, was dem Mischungsverhältnis von Basispaste und Katalysatorpaste (5:1) entspricht. Das System wird mittlerweile in der dritten Generation hergestellt und hat zur Standardisierung der klinischen Arbeitsabläufe beigetragen, und somit in vielen Praxen die Belastung und Unsicherheit von Handanmischung beseitigt. Das automatische Mischgerät 3M™ Pentamix™ 3 liefert eine völlig homogene und blasenfreie Mischung für absolut akkurate Abformungen und perfekt sitzende Restaurationen (Abb. 23).

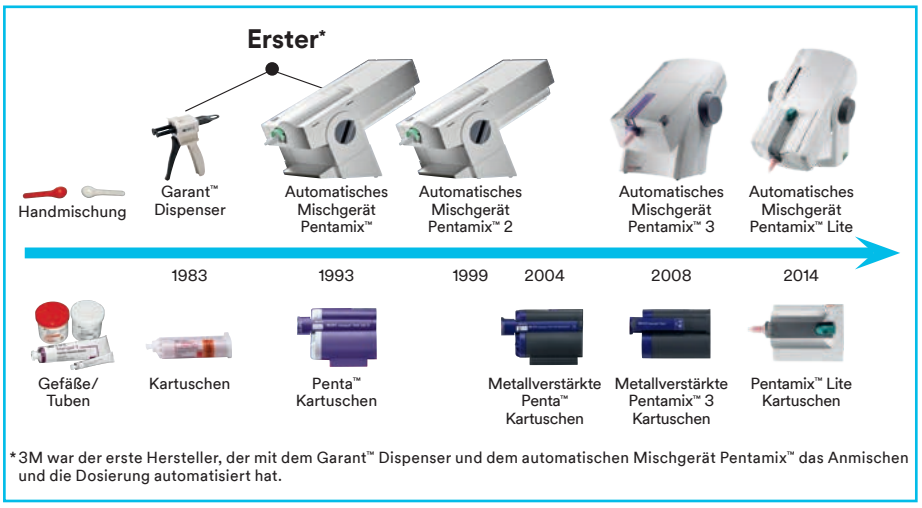


Abb. 23: Wichtige Meilensteine.

Die Direktbefüllung von Löffeln und Spritzen aus dem automatischen Mischgerät ist hygienisch. Zudem wird für die Reinigung und Desinfektion weniger Zeit benötigt und die Gefahr einer Kontamination sinkt.

Das klinische Zeitregime ist beim Pentamix Gerät zuverlässig und reproduzierbar. Je schneller die Paste ausgegeben werden kann, desto deutlicher werden zwei Vorteile des maschinellen Anmischens:

- Durch kürzere Löffelbefüllungszeiten steht mehr Verarbeitungszeit zur Verfügung.
- Durch kürzere Löffelbefüllungszeiten hat der Helfer mehr Zeit für die Unterstützung am Behandlungsstuhl.

Abb. 27: Bessere Mischqualität von 3M™ Express™ 2 Penta™ Putty aus dem Mischgerät Pentamix™ (links) im Vergleich zu einem per Hand angemischten Putty (rechts, 3M™ Express™ STD Putty).

Mischprinzip

Das 3M™ Pentamix™ System basiert auf dem Prinzip des **dynamischen Mischens**, d. h. die Mischspirale der Mischkanüle wird über einen Schaft von einem separaten Motor angetrieben. Die Rotation der Mischspirale erzeugt in Verbindung mit der Ausgabe einen turbulenten Fluss im Material, wodurch eine vollständige Vermischung erzielt wird. Im Vergleich zu statischen Mischsystemen oder der Handmischung ist die Qualität der Mischung wesentlich homogener[62,63] (Abb. 24/25).

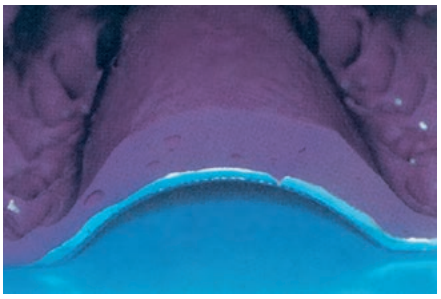


Abb. 24: Beispiel einer Abformung mit per Hand angemischtem Abformmaterial. Wenn diese Luftblasen im Bereich der Okklusalfläche oder der präparierten Pfeilerzähne auftreten, kann dies zu Ungenauigkeiten führen, die den Erfolg der Arbeit gefährden.

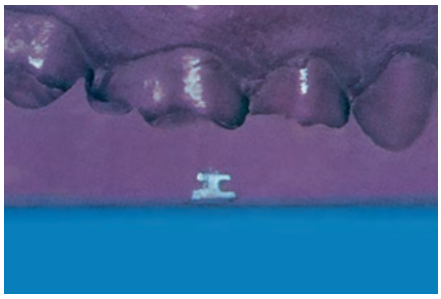


Abb. 25: Beispiel einer Abformung nach Anmischen mit Pentamix™: absolut blasenfreie, homogene Abformung.

Ein weiterer Vorteil des dynamischen Mischprinzips besteht darin, dass hochvisköse Werkstoffe wie Puttys vom Typ 0 automatisch angemischt werden können.

Das 3M™ Pentamix™ System und seine Komponenten

Kernstück des Pentamix Systems ist das automatische Mischgerät Pentamix™, das ein entspannteres und kostengünstigeres Arbeiten ermöglicht.

Mit der Zeit wurden die Komponenten weiter verbessert, sodass das System noch robuster und zuverlässiger wurde.

Abb. 28: 3M™ Penta™ Mischkanülen, rot.

3M™ Penta™ Mischkanülen, rot

Die 3M Penta Mischkanülen rot (Abb. 28) bieten eine optimale Geometrie, um bei allen 3M™ Pentamix™ Mischgeräten das Aufstecken auf die Kartusche zu erleichtern. Die graue Einfärbung der Aufsteckseite (vorher transparent) sorgt für bessere Erkennbarkeit und Kontrolle des Aufsteckvorgangs. Nur die Verwendung der original 3M™ Penta™ Mischkanülen rot führt zu dem homogenen, blasenfreien Mischergebnis mit erheblich reduzierten Fließwiderstand in 3M Qualität. Die Verwendung von Nachahmerprodukten kann zu inhomogenem Mischen sowie einem Austreten des Abformmaterial beim Füllen des Löffels führen. Beides beeinträchtigt die Qualität der fertigen Abformung.

Abb. 29: 3M™ Penta™ Schlauchbeutel mit Penta™ Echtheitszertifikat.

3M™ PentaMatic™ automatisch öffnende Schlauchbeutel

Die Penta Schlauchbeutel (Abb. 29) müssen nicht separat aktiviert werden und sind farbcodiert. Ein Penta™ Echtheitszertifikat gewährleistet echte 3M Qualität.

Penta™ Kartuschen

Penta Kartuschen (Abb. 26) sind aufgrund der Verstärkung durch Innenrohre aus Stahl weniger bruchanfällig als die ursprünglichen Kunststoffkartuschen.

Abb. 26: Stahlverstärkte Penta™ Kartuschen mit neuer Farbcodierung und Automatisches Mischgerät Pentamix™ 3.

Anmischen mit dem Pentamix™ System

Setzen Sie den 3M™ Penta™ Schlauchbeutel in die entsprechende 3M™ Penta™ Kartusche ein (Abb. 30a).

Setzen Sie die Kartusche in das 3M™ Pentamix™ System ein (Abb. 30b) und setzen Sie eine rote 3M™ Penta Mischkanüle auf.

Die Starttaste gedrückt halten. Wird ein Paar neue Schlauchbeutel angebrochen, kann es 10 – 15 Sekunden dauern, bis sich die Schlauchbeutel automatisch öffnen. Geben Sie etwas Material aus, bis die Farbe einheitlich ist (Abb. 30c).

Das Material in den Löffel und die 3M™ Penta™ Elastomerspritze ausbringen (Abb. 30d, e).

Lassen Sie die benutzte Mischkanüle zur Abdichtung auf den Schlauchbeuteln. Gefüllte Kartuschen immer waagerecht (mit der Mischkanüle nach unten) lagern (Abb. 30f).

Automatische Mischung und Dosierung von Abformmaterialien mit dem automatischen Mischgerät Pentamix™ 3

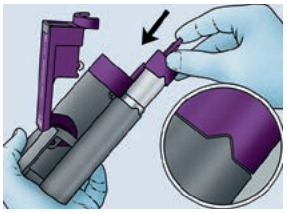


Abb. 30a: Einsetzen von 3M™ Penta™ Schlauchbeuteln in die passende, entriegelte 3M™ Penta™ Kartusche.

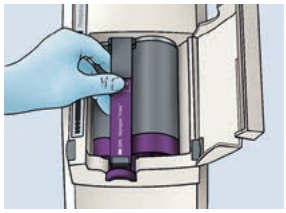


Abb. 30b: Einsetzen der Kartusche in das Gerät parallel zur Geräteöffnung.

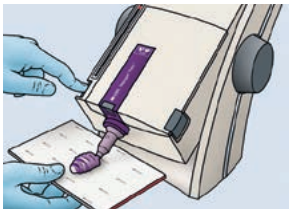


Abb. 30c: Materialausgabe bis die Mischung homogen ist.

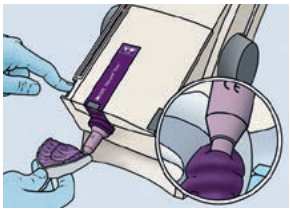


Abb. 30d: Direktbefüllung des Abformlöffels.

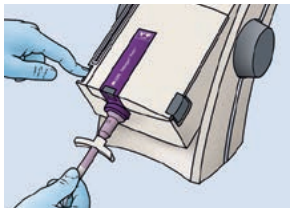


Abb. 30e: Direktbefüllung einer 3M™ Penta™ Elastomer Spritze

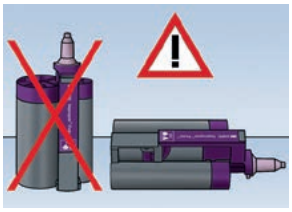


Abb. 30f: Korrekte Lagerung von Kartuschen mit angebrochenen Schlauchbeuteln.

In der Übersicht am Ende des Kompendiums sind die gängigsten Abformmaterialien von 3M aufgeführt, die sich mit dem 3M™ Pentamix™ System automatisch anmischen und ausgeben lassen. Diese Übersicht enthält Abformmaterialien, die alle Indikationen und Techniken für Präzisionsabformungen abdecken, ebenso wie puttyartige Konsistenzen, Material für Bissregistrate und Alginat-Ersatzstoffe. (Per Download verfügbar auf www.3m.de/oralcare).

6. Abformtechniken

(B. Wöstmann)

6.1. Einzeitige Abformtechniken

Doppelmischabformung, einzeitige zweiphasige Abformmethode Putty-Wash-Technik, Sandwich-Technik

Bei der Putty-Wash-Technik wird ein Putty- oder „weiches“ Putty-Material als Löffelmaterial in Verbindung mit einem Light-Body-Material (Typ 3 oder 2, ***siehe Kapitel 3.7.)*** verwendet. Wenn der präparierte Zahn mit dem Light-Body-Material umspritzt wird, wird der Begriff **Doppelmischtechnik** im Gegensatz zur Sandwich-Technik verwendet, bei der das Light-Body-Material als zweite Schicht („Sandwich“) auf das Putty-Löffelmaterial aufgetragen wird[43].

Die einzeitige Technik ermöglicht eine sehr gute Reproduktion von epi- und supragingivalen Bereichen. Dies ist heute Stand der Technik bei der ästhetischen, minimalinvasiven zahnmedizinischen Behandlung. Die Reproduktion von Bereichen tief im Sulkus ist eventuell schwierig, weil das Material häufig nur mit geringem Druck in den Sulkus gedrückt werden kann[6;44]. Gelegentlich sind **Fließdefekte** und **Nasen** im Bereich der Unterschnitte des abgeformten Zahns zu sehen. Sie verlaufen immer parallel zur Einsetzrichtung des Löffels. Diese Fließdefekte können auftreten, wenn das Löffelmaterial beim Einsetzen zu schnell über einen Rand läuft und somit den dahinter liegenden Unterschnitt nicht vollständig füllen kann. (Abb. 31) Dies lässt sich beispielsweise durch ausreichend Druck mit der zweizeitigen Abformtechnik vermeiden. Das Problem lässt sich auch vermeiden, wenn man einen Löffel, der sich besser für die anatomische Kieferform eignet, oder einen individuellen Löffel verwendet ***(siehe Kapitel 4.2. – 4.4.).*** Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung eines Light-Body-Materials mit sehr guten Fließeigenschaften.

Im Allgemeinen trägt das langsame Einsetzen des Abformlöffels (nehmen Sie sich 5 Sekunden Zeit) dazu bei, Fließdefekte zu vermeiden.

Abb. 31: Verziehungen der Abformung treten auf, wenn das Löffelmaterial über einen Vorsprung läuft und den dahinter liegenden Unterschnitt nicht füllt. Die Verziehungen verlaufen immer parallel zur Einsetzrichtung.

Heavy-Body-/Light-Body-Technik

Die **Heavy-Body-Wash-Technik (oder Heavy-Body-/Light-Body-Technik)** ist wie die Sandwich- oder Putty-Wash-Technik eine einzeitige, zweiphasige Abformmethode. Im Gegensatz zu den beiden zuvor beschriebenen Techniken wird bei dieser Technik keine knetbare Masse (Putty, Typ 0, ***siehe Kapitel 3.7.)***, sondern eine hochviskose Masse (Heavy-Body, Typ 1, ***siehe Kapitel 3.7.)*** eingesetzt. Gelegentlich wird auch eine Masse mittlerer Konsistenz (Typ 2, ***siehe Kapitel 3.7.)*** als Löffelmaterial verwendet. Der Einsatz eines individuellen und individuell angepassten Löffels mit optimalem Sitz ist zweckmäßig, um den Materialfluss in kleine Lücken zu unterstützen und Fließdefekte zu vermeiden.

Bei allen Zweiphasen-Abformtechniken können nur Abformmaterialien der gleichen Materialklasse kombiniert werden, weil die Massen anderenfalls nicht abbinden würden.

Monophasentechnik

Bei der **Monophasentechnik** wird ein Material mit einer Konsistenz vom Typ 2 ***(siehe Kapitel 3.7.)*** als Löffelmaterial und zum Umspritzen der Pfeiler verwendet. Da konfektionierte Löffel beim Einsetzen im Allgemeinen weniger Druck erzeugen, eignet sich für die Monophasentechnik am besten ein individueller Löffel oder ein Löffel mit optimierter Passform sowie Abformmaterial mit hervorragenden Fließeigenschaften. Mit individuellen Löffeln und einer automatisch angemischten Polyether- oder A-Silikonmasse lassen sich äußerst präzise Abformungen erstellen[22;45].

6.2. Zweizeitige Abformtechniken

Korrekturtechnik

Bei der **Korrekturtechnik** mit Silikonen wird eine erste Abformung nach der Präparation mit einem fließfähigeren Material „korrigiert". Die Erstabformung erfolgt mit einem konfektionierten Löffel und einem Putty (Typ 0, ***siehe Kapitel 3.7.)*** oder einem Material mit fester Konsistenz (Typ 1, ***siehe Kapitel 3.7.)***. Anschließend ist die sorgfältige Entfernung aller Unterschnitte und interproximalen Septen von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Abformung. Wenn Unterschnitte nicht entfernt werden, wird das erste Abformmaterial durch den Druck des fließfähigen Materials bei der Zweitabformung verdrängt und es kommt zwangsläufig zu Fehlern in der Abformung.

Abb. 32a und 32b zeigt eine beschnittene Erstabformung. Alle störenden Bereiche wurden mit einem Skalpell entfernt, um das erneute Einsetzen zu erleichtern. Außerdem wurden Kanäle geschnitten, damit überschüssiges Fließmaterial abfließen kann. Andernfalls würde es zu Verformungen kommen, die wiederum dazu führen, dass die Restauration nicht passt (z. B. zu enge Kronen). Die Abformung muss mit viel Wasser (oder Alkohol) und Luft gereinigt werden, um überschüssiges oder abgelöstes Material zu entfernen. Bei diesem Vorgang muss die Abformung vollständig von Speichel gereinigt und anschließend sorgfältig getrocknet werden.

Abb. 32a: Richtig beschnittene Erstabformung mit Imprint™ 4 Penta™ Putty für die Korrekturtechnik. Die Abformung wurde für Imprint™ 4 Super Quick Ultra-Light nicht stark bearbeitet, da es sehr dünne Schichten bildet.

Abb. 32b: Abformung mit der Korrekturtechnik.

Bearbeitung von Korrekturabformungen:

- Schneiden Sie nicht an den präparierten Flächen.
- Das Schnittinstrument sollte scharf sein, da das Abformmaterial sonst teilweise abreißen könnte (z. B. im Bereich der Interdentalsepten), was sich später durch zufällige Verhüllung des fließfähigen Materials äußert. Außerdem könnte sich das Putty-Material unbemerkt vom Löffel lösen und Verformungen verursachen.

Ansonsten haftet das fließfähige Material der Zweitabformung eventuell nicht vollständig an der ersten Masse.

Auch wenn die Abformung sorgfältig bearbeitet wurde, werden die Zähne aufgrund der Verformung des Löffelmaterials, die sich wegen der materialinhärenten Flexibilität nicht völlig vermeiden lässt, etwas zu klein reproduziert[46–48]. Dies kann jedoch vom Zahntechniker, z. B. durch Applikation einer zusätzlichen Abstandsschicht, ausgeglichen werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Erstabformung vor der Präparation der Zähne durchzuführen. In diesem Fall entsteht am präparierten Zahn bei der Zweitabformung eine große Lücke, sodass es zu keinem Stau der zweiten Masse kommt. Nach sorgfältiger Bearbeitung der Abformung können Verdrängungseffekte nahezu vollständig vermieden werden.

Eine weitere Variante ist die so genannte **Folientechnik** (z. B. Plicafol). Hierbei wird eine hochelastische, ca. 0,2 mm dicke Kunststofffolie über den mit Putty-Material gefüllten Löffel gelegt und anschließend die Abformung genommen (Abb. 33a, 33b). Auf diese Weise kann die erforderliche Bearbeitung der Abformung erheblich reduziert werden. Allerdings ist etwas mehr dünnflüssiges Material erforderlich.

Abb. 33a: Erstabformung mit 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty in Folientechnik (Plicafol).

Abb. 33b: Korrekturabformung mit 3M™ Imprint™ 4 Light.

Die zweizeitige Abformtechnik verlängert die Behandlung, da die Abformung in zwei Schritten erfolgt. Fehler, die bei der einzeitigen Abformung häufig auftreten, weil einerseits das Löffelmaterial und andererseits das Spritzenmaterial nicht rechtzeitig vorliegen und abbinden, lassen sich auf ein Minimum beschränken. Der Nachteil der zweizeitigen Abformtechnik ist der höhere Zeitaufwand im Vergleich zu einzeitigen Abformungen.

Die zweizeitige Abformtechnik ist für Polyether-Material von 3M nicht zu empfehlen.

6.3. Abformnahme

Umspritzen der Präparation

Unmittelbar vor dem Umspritzen der Zähne werden die Retraktionsfäden entfernt und die Zähne leicht mit Luft gereinigt. Wenn **Retraktionslösungen** eingesetzt wurden, sollte der Sulkus vorsichtig ausgespült und getrocknet werden, um Probleme beim Abbinden zu vermeiden. Bei Einsatz der Zweifadentechnik vor der Abformung sorgfältig spülen und darauf achten, dass der Faden, der im Sulkus bleibt, keine Retraktionsstoffe mehr enthält.

Die Spitze der mit Abformmaterial gefüllten Applikationsspritze wird im Sulkus platziert. Dann wird die Präparation, ausgehend vom Sulkus, ohne Unterbrechung mit reichlich Material umspritzt.

Der Pfeiler dient als Referenz. Die Spritzenspitze sollte sich immer im Material befinden, um Lufteinschlüsse und mögliche Luftblasen in der Abformung zu vermeiden (Abb. 34).

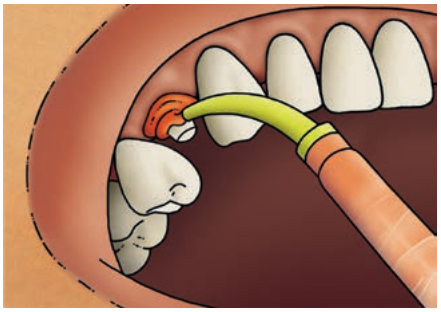


Abb. 34: Umspritzen des präparierten Zahns.

Einsetzen des Abformlöffels

Beim Einsetzen des gefüllten Löffels in den Mund wird zunächst ein Löffelende eingesetzt (Abb. 35a). Dann wird die andere Wange zurückgezogen, der Löffel komplett eingesetzt (Abb. 35b) und mit einer Drehbewegung im Mund platziert, ohne den Zahnbogen zu berühren, von dem die Abformung erfolgen soll.

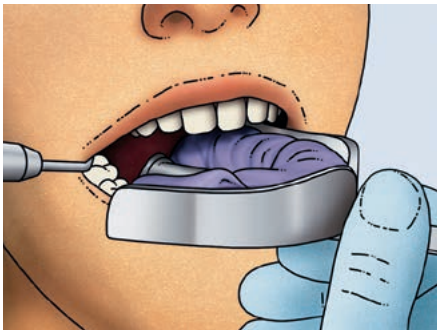


Abb. 35a: Zurückziehen der Wange auf der Gegenseite und Einsetzen des Löffels an der Seite ...

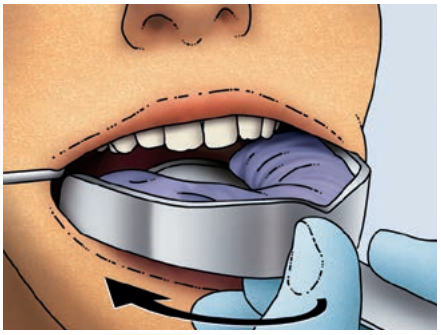


Abb. 35b: ... mit einer Drehbewegung.

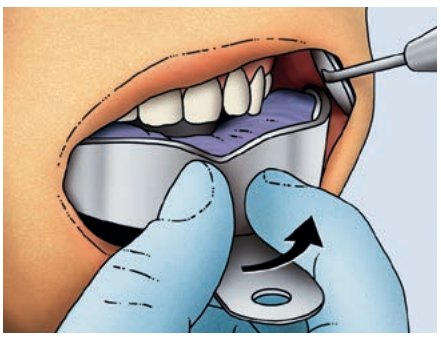


Abb. 35c: Ggf. kann die Wange auf der anderen Seite nach dem Einsetzen des Löffels ebenfalls mit Spiegeln zurückgezogen werden.

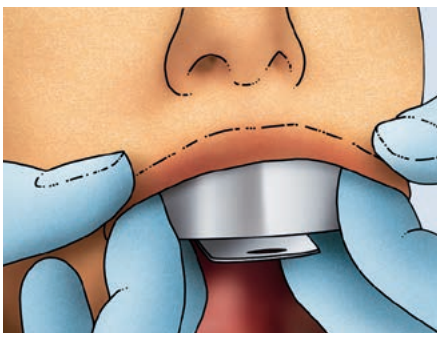


Abb. 35d: Anpassung der Lippe an den Löffelrand, um den Bereich der Umschlagfalte korrekt zu erfassen.

Einsetzen des Löffels: Vermeiden Sie den Kontakt zwischen Zähnen und Löffel. Verwenden Sie beispielsweise ggf. okklusale Stopps (siehe Kapitel 4.2.) und wählen Sie die richtige Löffelgröße (siehe Kapitel 4.1.).

Gegebenenfalls kann die Wange wie gezeigt auch mit zwei Spiegeln zurückgehalten werden (Abb. 35c). Der Löffel wird langsam in Richtung der Präparation eingestellt und von derselben Person ohne Druck so lange in der Position gehalten, bis das Material abgebunden ist.

Abbindevorgang des Abformmaterials

Bei der Abformung des Oberkiefers kann man sich leicht am Kinn oder Wangenknochen des Patienten abstützen (Abb. 36). Hierdurch vermeidet man ein Verrutschen der Abformung und man kann den Patientenbewegungen folgen. Bei Abformungen des Unterkiefers wird empfohlen, den Löffel an der Mandibula abzustützen. Der Patient sollte zudem den Mund so weit wie möglich schließen, um Verformungen der Mandibula und daraus resultierende Abformfehler zu vermeiden.

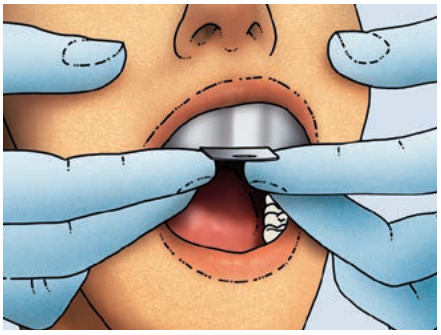


Abb. 36: Extraorale Abstützung der Finger am Jochbein und intraoral an beiden Seiten im distalen Bereich des Abformlöffels.

Beachten Sie bitte, dass sich die in der Gebrauchsanweisung des Herstellers angegebenen Verarbeitungszeiten (gemäß ISO 4823) meistens auf Raumtemperatur beziehen. Einige Hersteller (z. B. 3M) führen zusätzlich die klinisch relevante Verarbeitungszeit (z. B. bei Mundtemperatur) auf, da das Material zum Umspritzen der präparierten Zähne aufgrund der höheren Temperaturen im Mund schneller abbindet. Bei einem optimierten Arbeitsablauf sollten das Umspritzen der Zähne und die Löffelbefüllung koordiniert ablaufen, sodass beide Vorgänge gleichzeitig beendet sind.

6.4. Entnahme der Abformung aus dem Mund

Selbst bei einem anscheinend unkomplizierten Vorgang wie der Entnahme der Abformung aus dem Mund sind einige grundlegende Dinge zu beachten, um eine **permanente Verformung** des Abformmaterials zu vermeiden. Da die **Zahnachsen** auf beiden Seiten nicht parallel verlaufen, sondern entweder konvergieren (Unterkiefer) oder divergieren (Oberkiefer), hängt die Entnahmetechnik insbesondere bei Löffeln für den gesamten Zahnbogen von der Lokalisation und Anzahl der präparierten Zähne ab. Eine permanente Deformierung der Abformung am präparierten Zahn lässt sich nur vermeiden, wenn die Abformung exakt in der Zahnachse *des präparierten Zahns* entfernt wird. Bei Präparationen im Seitenzahnbereich des Unterkiefers erfolgt dies am besten durch Lockerung der Abformung an der Seite der präparierten Zähne, sodass sie um eine Stütze im kontralateralen Vestibulum rotiert. Abformungen von präparierten Zähnen im Seitenzahnbereich des Oberkiefers werden vorzugsweise zunächst auf der Gegenseite gelöst (Abb. 37). Bei Frontzähnen sollte die Abformung zunächst beidseits dorsal gelöst werden. Wenn dies nicht beachtet wird, kann das Abformmaterial erheblich komprimiert werden, was zur Deformierung des Materials führt. Wenn eine Abformung mit Präparationen auf beiden Seiten des Kiefers genommen werden muss, ist eine Deformierung des Abformmaterials im Präparationsbereich unvermeidbar. Unter diesen Bedingungen muss der Abformlöffel sorgfältig gewählt werden. Er muss im Bereich der Unterschnitte groß genug sein ***(siehe „Abformlöffel“, Kapitel 4).***

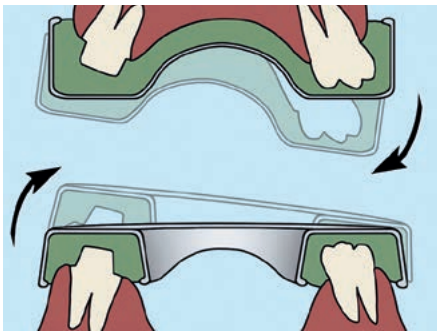


Abb. 37: Optimale Entnahme des Abformlöffels: am Oberkiefer den Löffel auf der Gegenseite lösen, am Unterkiefer auf der Seite der Präparation.

Insbesondere bei Abformungen mit hoher Präzision bildet sich zwischen den Zähnen und dem Abformmaterial beim Abbinden ein Vakuum, was die Entnahme des Löffels erschwert. Lösen Sie die Versiegelung durch Mobilisation der Mundschleimhaut mit einer Innenrotation des Zeigefingers an geeigneter Stelle, um dieses Vakuum zu öffnen. Die zusätzliche Applikation von Druckluft kann auch hilfreich sein (siehe Abb. 38).

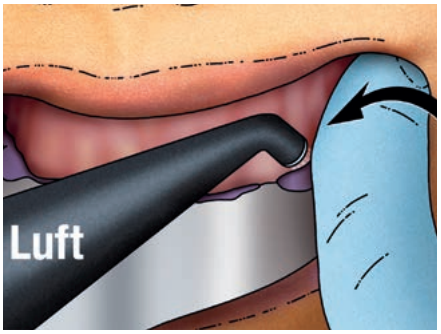


Abb. 38: Lösen der Abformung mit dem Finger und einem Luftstrom.

7. Indikationen

(B. Wöstmann)

Bei Abformungen von nicht präparierten Zahnstrukturen (z. B. für ein Schaumodell oder die Herstellung einer kieferorthopädischen Schiene) sind weniger Punkte zu beachten als bei einer Präzisionsabformung für eine im Labor gefertigte Restauration.

7.1. Kieferorthopädische Schienen

Eine Abformung für die Herstellung von transparenten **Aligner-Schienen** (z. B. Invisalign®) muss den Zahnbogen vollständig wiedergeben. Der Abformlöffel sollte groß genug gewählt und gut gefüllt werden, um die endständigen Molaren komplett zu erfassen. Da keine subgingivalen Details erfasst werden müssen, ist in diesem Fall eine einzeitige Abformtechnik wie die Sandwich-Technik mit einem Heavy-Body-Material (nicht Typ 0) am effizientesten (Abb. 39). Aber auch die Korrekturabformung findet bei der Herstellung eines Aligners seine Verwendung (Abb. 40).

Abb. 39: Abformung mit 3M™ Imprint™ 4 Preliminary zur Herstellung eines Aligners.

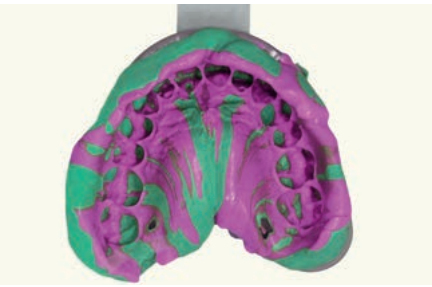


Abb. 40: Korrekturabformung mit 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty und 3M™ Imprint™ 4 Light.

Die Abformung einer präparierten Zahnstruktur erfordert ein differenziertes, indikationsabhängiges Vorgehen. Die Wahl einer geeigneten Abformtechnik und des geeigneten Abformmaterials für eine bestimmte Indikation hat einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der endgültigen Versorgung. Die verschiedenen Abformtechniken haben je nach klinischer Situation Vor- und Nachteile.

7.2. Veneers

Die Herstellung von Veneers erfordert äußerste Präzision bei der Abformung (Abb. 41). Ansonsten könnte ein sichtbarer Zementspalt das endgültige ästhetische Ergebnis beeinträchtigen. Im Allgemeinen liegt der Präparationsrand supragingival. Tiefe subgingivale Präparationen kommen nur selten vor. In diesem Fall sind einzeitige Abformtechniken zu bevorzugen.

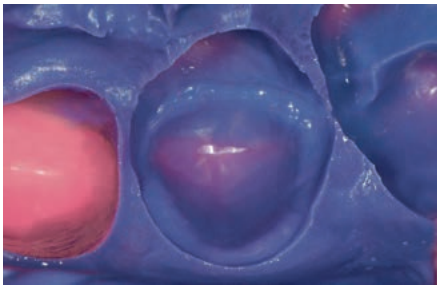


Abb. 41: Abformung für eine Keramikverblendung mit Permadyne™ Polyether-Abformmaterial (3M). (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Zafiriadis, Zürich, Schweiz)

7.3. Adhäsivbrücken

Im Allgemeinen liegen die Präparationsränder bei Adhäsivbrücken supragingival und sind sichtbar, sodass die Abformung unter diesem Aspekt unproblematisch sein sollte. Um einen optimalen Sitz zu erzielen, wird für die Abformung der Einsatz der Monophasentechnik empfohlen. Man kann jedoch auch die Heavy-Body-/Light-Body- oder Sandwich-Technik einsetzen, wenn die Löffelkomponente nicht zu viskös ist (z. B. 3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ oder 3M™ Permadyne Polyether-Abformmaterial) (Abb. 42).

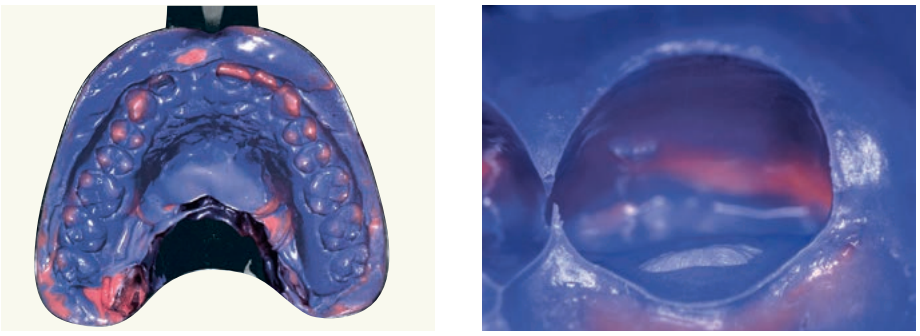


Abb. 42: Heavy-Body-/Light-Body-Abformung für eine Adhäsivbrücke mit 3M™ Permadyne™ Polyether-Abformmaterial (3M).

7.4. Inlays, Einzel- und Teilkronen

Die Präparation von Teilkronen und Inlay-Kavitäten ist am schwierigsten zu reproduzieren, da sie meistens eine komplizierte geometrische Form aufweisen. Daher ist eine einzeitige Abformtechnik mit additionsvernetzendem Silikon oder Polyether-Abformmaterial von 3M zu bevorzugen (Abb. 44). Insbesondere für Einzelrestaurationen ist die Dual-Arch-Abformtechnik eine effiziente und schnelle Alternative (Abb. 43). Aufgrund des drohenden Verdrängungseffekts ist die Korrekturabformung nur bedingt zu empfehlen. Wenn Unterschnitte direkt am präparierten Zahn lokalisiert sind, ist eine sorgfältige Bearbeitung zeitraubend und oftmals unmöglich.

Abb. 43: Heavy-Body-/Light-Body-Abformung mit 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy und 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light im Dual-Bite-Arch-Tray für eine Inlay-Restauration.

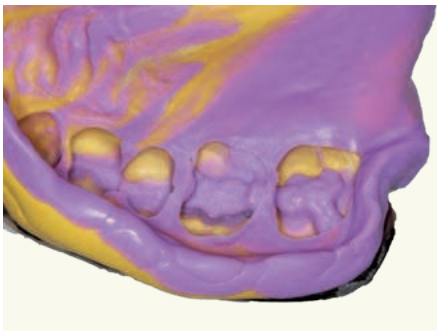


Abb. 44: 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy und 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light im konventionellen Löffel für zwei Teilkronen.

Für die Abformung eines präparierten Kronenpfeilers, insbesondere mit tiefen subgingivalen Präparationsrändern, eignet sich die Korrekturtechnik. Das niedrigviskose Abformmaterial wird durch den Druck bei der zweiten Abformung zuverlässig in den Sulkus gepresst (Abb. 45). Bei Einsatz einer einzeitigen Abformtechnik können Fließdefekte insbesondere bei einer Putty-Wash-Technik mit einem konfektionierten Löffel häufiger auftreten. Dies lässt sich vermeiden, indem man statt des Putty-Materials ein Heavy-Body- oder Monophasenmaterial für den Löffel verwendet (Abb. 46). Ebenfalls empfehlenswert ist die Verwendung eines Löffels mit optimiertem Sitz (z. B. Border-Lock® oder 3M™ Impression Tray) oder eines individuellen Löffels. Bei sorgfältiger Anwendung kann auch die Dual-Arch-Abformtechnik eingesetzt werden.

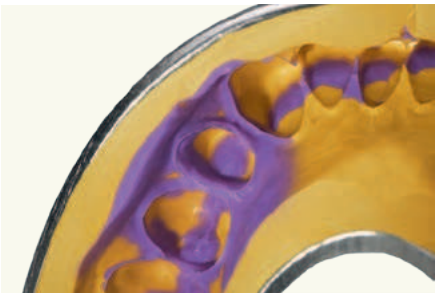


Abb. 45: Heavy-Body-/Light-Body-Abformung mit 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy und 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light für die Versorgung mit einer Einzelkrone.

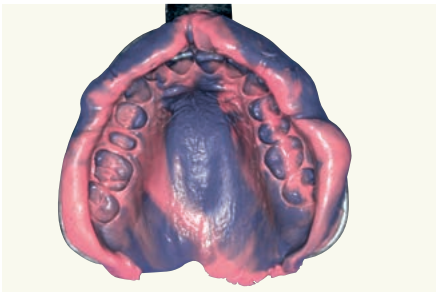


Abb. 46: Heavy-Body-/Light-Body-Abformung mit 3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ Quick und 3M™ Impregum™ L DuoSoft™ Quick Polyether-Abformmaterial für die Versorgung mit einer Einzelkrone.

7.5. Brücken

Unter dem Aspekt der Abformung gibt es zwischen Pfeilern für eine Brücke und einer Einzelkrone kaum einen Unterschied. Je mehr Pfeilerzähne vorhanden sind und je tiefer die Präparationsränder liegen, desto schwieriger ist der Einsatz einer einzeitigen Abformtechnik. Wählen Sie entweder die Korrekturtechnik oder die Doppelmischtechnik (Monophasen- oder Heavy-Body-/Light-Body-Technik), möglichst in Kombination mit einem individuellen oder individualisierten Löffel (Abb. 47). Bei kleinen Brücken (3-gliedrig) kann man auch die Dual-Arch-Abformtechnik anwenden. Für größere Einheiten eignet sich diese Technik nicht.

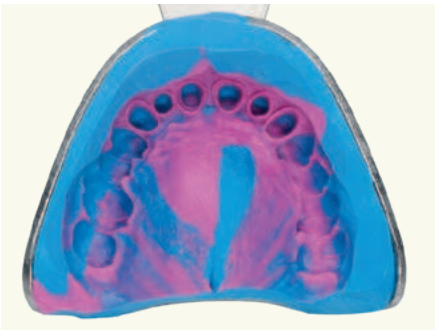


Abb. 47: Doppelmischabformung mit 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy und 3M™ Imprint™ 4 Light für eine dreigliedrige Brücke.

7.6. Kombinierte Prothesen

Bei der Herstellung von kombinierten Prothesen sind zwei unterschiedliche Abformprobleme zu lösen. Einerseits müssen die Pfeilerzähne, andererseits die mukogingivalen Bereiche und ihr Bezug zu den Zähnen reproduziert werden. Für die Reproduktion der Pfeilerzähne gelten die gleichen Leitlinien wie für die Abformung von Kronen und Brücken. Nach Fertigung und Einsetzen der Primärkappen erfolgt die Abformung mit einem individuellen Löffel (Abb. 48). Hierbei empfiehlt sich Polyether-Material, da es aufgrund seiner guten Haftung die sichere Fixierung der Primärkappen in der Gesamtabformung begünstigt. Zudem ist ein funktionaler Randschluss möglich, da der Patient in der Abbindephase des Abformmaterials Funktionsbewegungen ausführen kann, sodass die mobilen Schleimhautbereiche in voller Ausdehnung reproduziert werden können.

Bei Verwendung eines Polyethers für die **Funktionsabformung** des zahnlosen Kiefers kann der Einsatz eines Polyether-Verzögerers vorteilhaft sein, um die Verarbeitungszeit zu verlängern und optimal an die klinischen Bedingungen anzupassen. Alternativ kann das Sekundärgerüst auf dem primär hergestellten Schaumodell erstellt werden, sofern es alle notwendigen Informationen enthält.

Abb. 48: Monophasen-Abformung mit 3M™ Impregum™ Penta™ Polyether Abformmaterial mit fixierten Primärkappen.
(Mit freundlicher Genehmigung von Dr. P. Chlum, Saalburg, Deutschland.)

7.7. Implantate

Bei der Abformung für implantatgetragene Prothesen sind weitere Aspekte zu berücksichtigen.

Da die Implantatsysteme mit vorgefertigten Präzisionsteilen arbeiten, muss man Implantatoberfläche und -rand nicht mehr so exakt abbilden wie bei einer Präparation des natürlichen Zahns. Implantate sind jedoch in den Knochen integriert und bewegen sich im Vergleich zu natürlichen Zähnen nicht im Geringsten. Daher muss man die dreidimensionalen Implantatpositionen und ihre Beziehungen zueinander exakt erfassen und die fehlerlose Übertragung der Informationen auf das Modell sicherstellen[49–51]. Im Gegensatz zu Implantaten kann eine konventionelle Brücke auch dann noch eingesetzt werden, wenn die Pfeilerabstände des Modells etwas von der tatsächlichen Zahnposition abweichen, da das Parodont eine Bewegung des einzelnen Zahns von 30 bis 50 µm zulässt.

Die Abformbedingungen für Implantate unterscheiden sich, je nach klinischen Gegebenheiten, dem gewählten Implantattyp und der entsprechenden Übertragungstechnik für die Implantatposition, grundlegend (siehe Übersicht in Tabelle 1).

Übertragungstechnik für Implantatposition	Löffel	Abformtechnik	Abformmaterial
Einzelner Stumpfaufbau	Geschlossen	Alle Abformtechniken	Polyether (alternativ A-Silikon)
Transferkappen, die in der Abformung verbleiben (Pfeilerebene)	Geschlossen	Einzeitige Abformtechnik mit individualisiertem oder konfektioniertem Löffel	Polyether (alternativ A-Silikon)
Eingeschraubte Abformpfosten, die in der Abformung verbleiben (Implantatebene)	Offen	Einzeitige Abformtechnik mit offenem, individualisiertem oder individuellem Löffel	Polyether (alternativ A-Silikon)
Eingeschraubte Abformpfosten, die in der Abformung neu positioniert werden* (Implantatebene)	Offen	Einzeitige Abformtechnik mit offenem, individuellem Löffel	A-Silikon

* Die Neupositionierung ist im Allgemeinen weniger genau[52] und daher nicht zu empfehlen.

Tabelle 1: Wahl von Abformtechnik und -material nach Übertragungstechnik und Implantatsystem.

Abb. 49: Offener individueller Löffel.

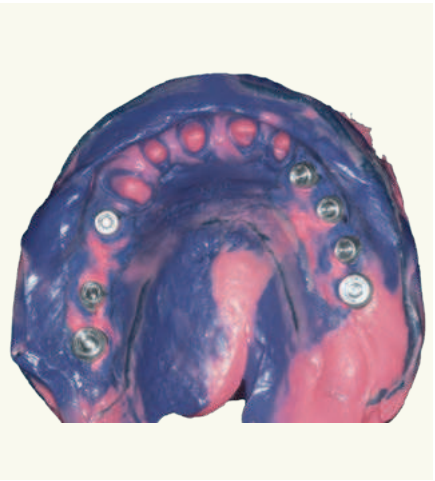


Abb. 50: Heavy-Body-/Light-Body-Abformung für implantatgetragene Restaurationen und mehrere Kronen mit 3M™ Permadyne™ Polyether-Abformmaterial. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. S. Gracis, Mailand, Italien.)

7.8. Zusammenfassung der Indikationen und Techniken

Indikation	Präparationsrand		Abformtechnik	Abformlöffel	Empfohlene Abformmaterialien von 3M
	Iso- oder supragingival	subgingival			
Abformungen ohne Präparationen (Schienen usw.)	–	–	Monophase	Konfektionierter Löffel oder Impression Tray	3M™ Imprint™ 4 Preliminary Penta™/ 3M™ Penta™ Super Quick VPS Situationsabformmaterial
			Doppelmischtechnik	Konfektionierter Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint 4™ Super Quick Light
Inlay, Veneer, Adhäsivbrücke	x	–	Monophase	Individualisierter oder individueller Löffel	3M™ Impregum™ Penta™ Soft 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB) (≤ 2 Einheiten)
			Doppelmischtechnik	Konfektionierter oder individualisierter Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB/HB) 3M™ Impregum™ Super Quick (LB) (≤ 2 Einheiten)
Onlay, Teilkrone	x	x	Monophase	Individualisierter oder individueller Löffel	3M™ Impregum™ Penta™ Soft 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB)
			Doppelmischtechnik	Konfektionierter oder individualisierter Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB/HB) 3M™ Impregum™ Super Quick (LB)
Krone	x	(x)	Doppelmischtechnik	Individualisierter oder individueller Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light oder 3M™ Impregum™ Penta™ DuoSoft™ 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB/HB) 3M™ Impregum™ Super Quick (LB)
			Korrekturtechnik	Konfektionierter oder individualisierter Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Ultra-Light
Brücke	x	x	Doppelmischtechnik	Individualisierter oder individueller Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light oder 3M™ Impregum™ Penta™ DuoSoft™ 3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (MB/HB) 3M™ Impregum™ Super Quick (LB) (≤ 3 Einheiten)
			Korrekturtechnik	Konfektionierter oder individualisierter Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Ultra-Light
Kombinierte Prothese	x	x	Primäre Abformung einzeitig	Individualisierter oder individueller Löffel	3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy 3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy 3M™ Imprint™ 4 Light 3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light oder 3M™ Impregum™ Penta™ Soft/DuoSoft™
			Sekundäre-/ Fixierungsabformung einzeitig/ partiell funktional	Individueller Löffel	3M™ Impregum™, 3M™ Permadyne™

Tabelle 2: Abformtechniken für verschiedene klinische Situationen.

Verfügbare Produkte von 3M:
3M™ Impression Trays

Abb. 51: 3M™ Impression Trays (3M Oral Care) – verfügbar in drei Größen S, M und L – für Ober- und Unterkiefer.

8. Desinfektion

(B. Wöstmann)

Die Infektionskontrolle ist eine wichtige Aufgabe der Zahnarztpraxis. Abformungen sind wesentliche Träger von Bakterien und Viren, da sie mit Speichel und oftmals mit Blut kontaminiert sind.

Die Desinfektion gewährleistet eine Unterbrechung der Infektionskette zwischen Zahnarztpraxis und Labor und schützt den Zahntechniker. Daher sollte jede Abformung vor der Weitergabe ans Zahnlabor routinemäßig desinfiziert werden, um Infektionen zu vermeiden.

Die Abformungen sollten umgehend nach Entnahme aus dem Mund desinfiziert werden. Jede Verzögerung kann zu einem Anstieg der Zahl der Mikroorganismen führen. Jede Abformung sollte vor der Desinfektion sorgfältig unter fließendem Wasser abgespült werden, da ansonsten die zu zerstörenden Bakterien und Viren durch Speichel oder Bluteiweiße geschützt werden könnten und die Desinfektionslösung die Erreger in der angegebenen Einwirkzeit nicht zuverlässig abtöten könnte.

Die Desinfektion dient zur Reduktion der Keimzahl um mindestens den Faktor 105. Daher ist eine Sprühdesinfektion meistens nicht ausreichend, weil eine Benetzung der gesamten Oberfläche nicht gewährleistet ist. Eine ausreichende Desinfektion wird durch das vollständige Eintauchen in eine Desinfektionslösung erzielt[53]. Das Tauchbad sollte sich in einem verschließbaren Gefäß befinden, damit das Desinfektionsmittel nicht verdunstet und sich in der Luft ansammelt (Abb. 52).

Abb. 52: Die Abformlöffel vollständig eintauchen.

Verwenden Sie nur Desinfektionsmittel, die eigens für Abformmaterial entwickelt und freigegeben wurden (z. B. auf der Grundlage von Aldehyd oder Peroxyessigsäure; Alkohol reicht bei einigen Erregern als Desinfektionsmittel nicht aus). Achten Sie darauf, dass sich das Desinfektionsmittel mit dem Abformmaterial und mit dem Gips für die Modellherstellung verträgt[54;55]. Desinfektionslösungen auf Alkoholbasis (anstatt Wasser) als Lösungsmittel können zu einem Aufquellen der Abformung und damit zu schlecht sitzenden Restaurationen führen.

Abb. 53: Lassen Sie die Abformung nach der Einwirkzeit im Korb abtrocknen und spülen Sie sie mit Wasser ab. Wechseln Sie die Lösung nach einer Woche.

Abformmaterial auf Wasserbasis wie Alginate und Hydrokolloide neigen zum Aufquellen und sollten daher nur so kurz wie nötig im Desinfektionsbad bleiben. Polyether, Polysulfide und Silikone (insbesondere additionsvernetzende Werkstoffe) sind weniger anfällig. Nach der Desinfektion sollte die Abformung erneut mit fließendem Wasser abgespült und getrocknet werden (Abb. 53).

Bitte beachten Sie außerdem die Empfehlungen der jeweiligen Hygiene-, Arbeitsschutz- und Sicherheitsverbände sowie die Anweisungen des Herstellers[56].

Abb. 54: Proben von Abformmaterial, die mit menschlichem Speichel kontaminiert sind, enthalten trotz sorgfältigen Spülens mit Wasser zahlreiche potentiell pathogene Mikroorganismen.

Abb. 55: Tauchdesinfektionsmittel töten Mikroorganismen effektiv ab. Nach der Bebrütung auf Blutagar sind keine koloniebildenden Einheiten zu erkennen.

9. Lagerung der Abformung und Transport zum Dentallabor (B. Wöstmann)

Auf dem Weg von der Praxis zum Zahnlabor wird die Abformung am besten sicher in Schaumstoff gebettet in einem Behälter transportiert. Falsche Transport- und Lagerungsbedingungen können zu weiteren Veränderungen der Maße führen[57] (z. B. durch Überhitzung oder Aufnahme bzw. Abgabe von Feuchtigkeit).

Alginate und Hydrokolloide sollten umgehend ausgegossen werden (im Allgemeinen in der Zahnarztpraxis). Wenn ein Transport unvermeidbar ist, sollte die Abformung in einem Hygrophor oder in einem verschließbaren Kunststoffbeutel mit einem feuchten (nicht nassen) Papiertuch transportiert werden. Abformungen aus C-Silikon oder Polysulfid sollten ebenfalls so schnell wie möglich ausgegossen werden, da sie nicht dimensionsstabil sind.

Polyether-Abformungen müssen separat von Alginat-Abformungen versandt und trocken, kalt und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt transportiert und gelagert werden. Unter diesen Bedingungen können sie bis zu zwei Wochen lang aufbewahrt werden.

Die Eigenschaften von A-Silikonen eignen sich am besten für eine Lagerung. Sie sollten jedoch ebenfalls trocken und nicht über Raumtemperatur aufbewahrt und transportiert werden. In jedem Fall ist die Gebrauchsanweisung des Herstellers zu beachten.

10. Herstellung des Gipsmodells

(B. Wöstmann)

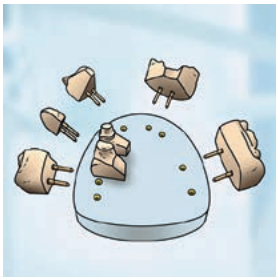


Abb. 56: Unterteiltes Gipsmodell.

Abformungen und Modelle sind eng miteinander verbunden. Im Prinzip stellt ein erfolgreich gefertigtes Modell die Vollendung des Behandlungsschritts „Abformung“ dar.

10.1. Standardisierung der Modellherstellung

Insbesondere bei Verwendung von A-Silikonen sollte man die thermische Kontraktion des Materials beim Abkühlen von Mund- auf Raumtemperatur nicht unterschätzen, da sie verhältnismäßig groß ist[58]. Ein Aufheizen der Abformung auf Mundtemperatur vor dem Gießen ist nicht zweckmäßig, weil dieser Vorgang nie reproduzierbar und damit auch nicht standardisierbar ist. Für eine konsequente Standardisierung des Vorgangs ist es wesentlich vorteilhafter, den Größenfehler durch gezielte Methoden der Dentaltechnik auszugleichen. Der Zahntechniker gleicht Vorgänge entsprechend dem Abformmaterial, dem Löffel und den vom Zahnarzt erhaltenen Informationen (z. B. Einsatz von Abstandhaltern, Einbettmasse, Gipsausdehnung, Steuerung der Fräsmaschine usw.) aus und gießt die Abformung unter konstanten Bedingungen (Raumtemperatur, Wassertemperatur usw.) aus.

Modellwerkstoffe auf Kunstharzbasis (z. B. **Epoxidharze**) werden seltener eingesetzt. Einige dieser Werkstoffe sind mit Polyether-Abformmaterialien von 3M nicht direkt kompatibel und können nur mit einer Trennvorrichtung verwendet werden, die die Oberfläche vollständig abdichtet.

Die Versilberung von Polyether-Abformmaterialien von 3M im Galvanisationsbad ist möglich, die Verkupferung aus chemischen Gründen jedoch nicht.

10.2. Modellsysteme

Das **unterteilte Modell** ist noch immer eines der am häufigsten verwendeten Modellsysteme (Abb. 56).

Zum Arbeiten am Modell muss man im Allgemeinen im Bereich des Präparationsrands Gips entfernen. Diese Gipsteile, die oft als überflüssig gelten, stellen jedoch das Weichgewebe dar. Meistens erleichtern sie die korrekte Gestaltung der Krone, da sie richtig auf den präparierten Zahn passen und mit dem Parodontalgewebe harmonisieren muss. Ggf. muss ein abnehmbares Gewebe (Zahnfleischmaske) gefertigt werden.

Alternativ können Modellsysteme mit vorgefertigter Basis oder Basisform verwendet werden.

Das Problem bei diesen Systemen ist jedoch, dass die Gipsbögen sich beim Abbinden ausdehnen und bei der Befestigung an der stabilen Basis unter Spannung geraten. Diese Spannungen werden durch Herausnehmen aus der Basisplatte gelöst. Dies könnte später zu Schwierigkeiten bei der korrekten Positionierung des Zahnbogens führen. Die Zähne müssen verstiftet und anschließend in kleine Abschnitte unterteilt werden, die jeweils wieder exakt positioniert werden können. Bei geschickter Anwendung dieser Technik lassen sich jedoch äußerst präzise Modelle erstellen[59–61]. Modellsysteme mit einer sehr detaillierten Basisplatte sollte man meiden, da eine vollständige vertikale Positionierung gelegentlich schwierig oder unmöglich ist.

10.3. Zeitliche Planung der Modellherstellung

Guss

Vor dem Gießen des Meistermodells sollte die Abformung beschnitten werden. Dabei wird überschüssiges Abformmaterial entfernt, das keine Informationen für die Herstellung des Meistermodells enthält. Da jede Abformung bei der Entnahme aus dem Mund verformt wird, benötigt das Abformmaterial vor der Modellherstellung Zeit für die elastische Rückstellung. Im Allgemeinen sind hierfür mindestens 30 Minuten bis 2 Stunden erforderlich. Alle Polyether von 3M können nach 30 Minuten gegossen werden.

Beachten Sie immer die Herstelleranweisungen. Insbesondere bei A-Silikonen können bei zu frühem Gießen Luftblasen im Gipsmodell entstehen, weil die Polymerisationsreaktion, bei der Wasserstoffgas freigesetzt wird, weiterläuft.

Das Modell darf erst nach der vom Hersteller angegebenen Zeit aus der Form genommen werden. Der Zahnbogen muss vorsichtig entnommen werden. Ggf. kann er am Rand vorsichtig mit einem Messer gelöst werden (dies ist mit der Beseitigung des Vakuums beim Lösen der Abformung im Mund vergleichbar; ***siehe Kapitel 6.4.)***. Anschließend die Abformung in einer flüssigen Bewegung in Richtung Frontzähne entfernen.

Bei Verwendung von Abformmaterialien mit einer hohen Endhärte ist der Abformlöffel nach Möglichkeit zuerst zu lösen. Dann lässt sich das flexible Abformmaterial wesentlich einfacher aus dem Modell entfernen. Wenn die Abformung nochmals gegossen werden muss, muss man ihr Zeit für die Rückstellung nach der Verformung beim Entfernen aus dem ersten Modell lassen.

Basis

Die Modellbasis sollte aus einem Gips vom Typ IV oder V oder einem speziellen Basisgips mit niedrigem Ausdehnungskoeffizienten bestehen, um die Ausdehnung und somit Fehler möglichst gering zu halten. Derartige spezielle Basisgipse sind weniger hart als Gips vom Typ IV, weisen jedoch das gleiche oder ein besseres Ausdehnungsverhalten auf (geringere Ausdehnung). Der übliche Gips vom Typ III ist obsolet. Er führt zu erheblichen Dimensionsänderungen des Modells. Der sich stark ausdehnende Gips dehnt den daran befestigten fertigen Zahnbogen noch weiter aus.

Die Modellbasis wird im Idealfall unmittelbar nach dem Entfernen des Modellbogens oder innerhalb von 24 Stunden danach erstellt. Wenn die Modellbasis sofort erstellt wird, ist der Zahnbogen nicht sofort zu unterteilen, da Basis und Bogen das gleiche Ausdehnungsverhalten zeigen.

Nach Erstellung und kompletter Abbindung der Modellbasis muss der Zahnbogen von der Basis getrennt werden. Ansonsten gerät der Bogen unter Spannung, was zu Brüchen und Rissen führen könnte. Gehärteter Gips ist hygroskopisch: Er nimmt Feuchtigkeit aus der Luft auf und sollte daher trocken gelagert werden, um Veränderungen der Oberfläche und Dimensionen zu vermeiden.

Abb. 57: Mit freundlicher Genehmigung von ZTM J. H. Bellmann, Rastede, Deutschland.

11. Fazit

(B. Wöstmann)

Welche weiteren Entwicklungen sind auf dem Gebiet der Abformungen zu erwarten? Hightech-Verfahren in Verbindung mit der optischen Abformung werden immer weiterentwickelt. Dies löst jedoch nicht die grundlegenden klinischen Probleme. Alle verfügbaren Abformmethoden ermöglichen lediglich eine Reproduktion von zugänglichen Bereichen. Dabei spielt es keine Rolle, ob ein elastomeres Abformmaterial oder ein Scanner als Reproduktionsmittel verwendet wird.

Zugängliche, sichtbare Bereiche lassen sich ohne große Probleme reproduzieren. Die anschließenden Arbeits- und Materialabläufe sind so exakt, dass gute Restaurationen erstellt werden können.

Im Prinzip lassen sich mit den heutigen Abformmaterialien und -methoden hervorragende Ergebnisse erzielen. Um ihre Möglichkeiten voll auszuschöpfen, muss man die hier vorgestellten **klinischen** und **prozessrelevanten** Parameter berücksichtigen. Sie werden häufig unterschätzt, sind jedoch der Schlüssel, um Resultate zu erzielen, die dem hohen materialkundlichen Anspruch heutiger Abformmaterialien entsprechen.

Durch ein strukturiertes Vorgehen bei der Abformung und eine gute Kommunikation und Zusammenarbeit mit dem Zahntechniker (und natürlich die konsequente Ausschaltung klinischer Fehlerquellen) können Sie Restaurationen erstellen, die höchsten biologischen und ästhetischen Ansprüchen genügen.

12. Abformung im klinischen Arbeitsablauf – Übersicht

*Muss nur bei der zweizeitigen Technik einmal mit dem Abformmaterial und einmal mit dem Umspritzmaterial durchgeführt werden.

Abb. 58: Behandlungsvorgang für Abformungen für (subgingivale) Kronen und Brücken.

Bei einer supragingivalen oder minimal-invasiven Versorgung eines Zahns (z. B. mit einem Inlay) finden Pfeilerpräparation und Präzisionsabformung im Allgemeinen zum selben Termin statt. In diesem Fall wird das Provisorium nach der Abformung erstellt.

13. Gewinnen Sie mit jedem Schritt mehr Sicherheit

Retrahieren

Umspritzen und Mischen

Abformen

Situationsabformung (optional)

Bissregistrierung (optional)

3M™ Adstringierende Retraktionspaste
Die schnelle und angenehme Art der Gingivaretraktion mit lang anhaltender Hämostase.

3M™ Intra-oral Syringes Einwegspritzen für Polyether und A-Silikon
Für die präzise und einfache Applikation von Umspritzmaterialien.

3M™ Pentamix™ 3 Automatisches Mischgerät
Homogenes, blasenfreies Mischen in höchster Geschwindigkeit.

3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial
Kürzeste Mundverweildauer unter allen VPS-Abformmaterialien.

3M™ Impregum™ Polyether Abformmaterial
Das „Original“ Polyether Präzisions-Abformmaterial, ideal geeignet für die Monophasentechnik.

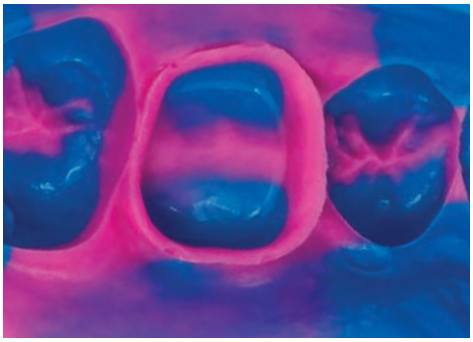
3M™ Impression Tray Einweg-Abformlöffel
Das integrierte Retentionsvlies hält das Abformmaterial zuverlässig im Löffel – für einen schnellen und einfachen Arbeitsablauf.

3M™ Imprint™ 4 Preliminary VPS Situationsabformmaterial
Kein lästiges Handmischen, kein Saubermachen – nur stressfreies Abformen: Liefert eine genaue und dimensionsstabile Abformung, die mehrmals ausgegossen werden kann. Hohe Hydrophilie für einfaches Modellausgießen.

3M™ Imprint™ 4 Bite VPS Bissregistriermaterial
Exzellente Fließeigenschaften, hohe Endhärte und Dimensionsstabilität, angenehme Verarbeitungszeit sowie eine kurze Abbindezeit von nur 60 Sekunden.

14. Das richtige Material für einen erfolgreichen Abformprozess

Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial



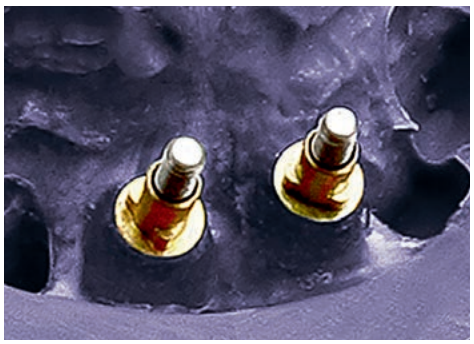
Zeitsparende Abformungen

3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial

Machen Sie Präzision zu etwas Alltäglichem – mit 3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial:

- Lässt Ihnen ausreichend Zeit, um den Abformlöffel zu befüllen und einzusetzen.
- Reduziert Behandlungsdauer und Stress für Ihre Patienten: Imprint 4 Abformmaterial hat die kürzeste Mundverweildauer unter allen führenden VPS-Abformmaterialien.

Impregum™ Polyether Abformmaterial



Für anspruchsvolle Fälle und Implantate

3M™ Impregum™ Polyether Abformmaterial

Je weniger Sie unter Stress stehen, desto besser können Sie arbeiten. Bei anspruchsvollen Fällen bietet Ihnen 3M™ Impregum™ Polyether Abformmaterial:

- Herausragende hydrophile Eigenschaften für blasenfreie Abformungen – selbst in feuchter Umgebung.
- Konstante Fließfähigkeit über einen langen Verarbeitungszeitraum hinweg.
- Einzigartiges Snap-Set-Abbindeverhalten – bindet erst dann ab, wenn die Verarbeitungszeit beendet ist.

15. Literaturnachweis

Referenzen

1. Tjan AH, Li T, Logan GI, Baum L. **Marginal accuracy of complete crowns made from alternative casting alloys.** J Prosthet Dent 1991;66:157–164.
2. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann H, Anusavice KJ. **Marginal fit of alumina- and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system.** Oper Dent 2001;26:367–374.
3. Gelbard S, Aoskar Y, Zalkind M, Stern N. **Effect of impression materials and techniques on the marginal fit of metal castings.** J Prosthet Dent 1994;71:1–6.
4. Wöstmann B, Kraft A, Ferger P. **Accuracy of impressions attainable in vivo.** J Dent Res 1998;77:798.
5. Kern M, Schaller HG, Strub JR. **Marginal Fit of Restorations Before and After Cementation.** Int J Prosthodont 1993;6:585–591.
6. Wöstmann B, Blösser T, Gouentenoudis M, Balkenhol M, Ferger P. **Influence of margin design on the fit of high-precious alloy restorations in patients.** J Dent 2005;33:611–618.
7. Diedrich P, Erpenstein H. **Rasterelektronenmikroskopische Randspaltanalyse von in vivo eingegliederten Stufenkronen und Inlays.** Schweiz Monatsschr Zahnmed 1985;95:575–586.
8. Wolf BH, Walter MH, Boening KW, Schmidt AE. **Margin quality of titanium and high-gold inlays and onlays – a clinical study.** Dent Mater 1998;14:370–374.
9. Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kastner K, Walter MH. **Clinical fit of Procera AllCeram crowns.** J Prosthet Dent 2000;84:419–424.
10. Meiners H. **Prophylaxe und Werkstoffkunde.** Zahnärztl Welt 1985;94:792–798.
11. Pospiech P, Wildenhain M. **Zur Frage der Mischbarkeit von Polyetherabformstoffen – ein Vergleich zwischen Hand- und dynamischer Mischung.** Dental Spiegel 1998.
12. Wöstmann, B. **Klinische Parameter of impression techniques in dentistry.** Z Stomatol 93, 531–532. 1996.
13. Wöstmann B. **Klinische Bestimmungsvariablen bei der Abformung präparierter Zähne.** Z Stomatol 1996;93:51–57.
14. Kern M, Schaller HG, Strub JR. **Randschluß von Konuskronen vor und nach der Zementierung.** Quintess Zahnärztl Lit 1994;45:37–48.
15. Kimoto K, Tanaka K, Toyoda M, Ochiai KT. **Indirect latex glove contamination and its inhibitory effect on vinyl polysiloxane polymerization.** J Prosthet Dent 2005;93:433–438.
16. Rodrigues Filho LE, Muench A, Francci C, Luebke AK, Traina AA. **The influence of handling on the elasticity of addition silicone putties.** Pesqui Odontol Bras 2003;17:254–260.
17. Clancy JM, Scandrett FR, Ettinger RL. **Long-term dimensional stability of three current elastomers.** J Oral Rehabil 1983;10:325–333.
18. Lin CC, Donegan SJ, Dhuru VB. **Accuracy of impression materials for complete-arch fixed partial dentures.** J Prosthet Dent 1988;59:288–291.
19. Meiners H, Lehmann KM. **Klinische Materialkunde für Zahnärzte.** München – Wien: Carl Hanser, 1998.
20. Anusavice KJ. **Phillips' Science of Dental Materials.** 11 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2003.
21. Eichner K, Kappert HF. **Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung.** 6 ed. Heidelberg: Hüthig, 1996.
22. Wöstmann B. **Zum gegenwärtigen Stand der Abformung in der Zahnheilkunde.** Berlin: Quintessenz, 1998.
23. Wöstmann B. **Accuracy of impressions obtained with the Pentamix automixing system.** J Dent Res 1997;76:139.
24. Gerrow JD, Schneider RL. **A comparison of the compatibility of elastomeric impression materials, type IV dental stones, and liquid media.** J Prosthet Dent 1987;57:292–298.

25. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. **Impression materials. Craig's restorative dental materials.** Elsevier, 2019:229-250.
26. Hembree JH, Jr., Andrews JT. **Accuracy of a polyether impression material.** Ark Dent J 1976;47:10–11.
27. Spranley TJ, Gettleman L, Zimmerman KL. **Acute tissue irritation of polysulfide rubber impression materials.** J Dent Res 1983;62:548–551.
28. Nayyar A, Tomlins CD, Fairhurst CW, Okabe T. **Comparison of some Eigenschaften of polyether and polysulfide materials.** J Prosthet Dent 1979;42:163–167.
29. Petrie CS, Walker MP, Williams K. **A survey of U.S. prosthodontists and dental schools on the current materials and methods for final impressions for complete denture prosthodontics.** J Prosthodont 2005;14:253–262.
30. Kandelman D, Meyer JM, Lamontagne P, Nally JN. **Etudes comperative de 3 hydrocoillides irreversibles.** Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 1978;88:134–152.
31. Wöstmann B, Lammert U, FP. **Analysis of fit of stock trays for dentate jaws.** J Dent Res 2002;81:A–60.
32. Wöstmann B. **Entwicklung neuer Abformlöffel für vollbezahnte Unterkiefer.** Dent Magazin 1991;62–66.
33. Bomberg TJ, Hatch RA, Hoffmann WJ. **Impression material thickness in stock and custom trays.** J Prosthet Dent 1985;54:170–173.
34. Wirz J. **Materialien für individuelle Abformlöffel.** Dtsch Zahnärztl Z 1982;92:207–211.
35. Marxkors R. **Abformung bezahnter Kiefer mit individuellen Löffeln.** Zahnärztl Welt 1978;87:682–684.
36. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. **Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time.** J Prosthodont 2002;11:98–108.
37. Wirz J, Schmidli F. **Individuelle Abformlöffel.** Schweiz Monatsschr Zahnmed 1987;97:141–142.
38. Millstein P, Maya A, Segura C. **Determining the accuracy of stock and custom tray impression/casts.** J Oral Rehabil 1998;25:645–648.
39. Martinez LJ, von Fraunhofer JA. **The effects of custom tray material on the accuracy of master casts.** J Prosthodont 1998;7:106–110.
40. Abdullah MA, Talic YF. **The effect of custom tray material type and fabrication technique on tensile bond strength of impression material adhesive systems.** J Oral Rehabil 2003;30:312–317.
41. Ceyhan JA, Johnson GH, Lepe X. **The effect of tray selection, viscosity of impression material, and sequence of pour on the accuracy of dies made from dual-arch impressions**. J Prosthet Dent 2003;90:143–149.
42. Ceyhan JA, Johnson GH, Lepe X, Phillips KM. **A clinical study comparing the three-dimensional accuracy of a working die generated from two dual-arch trays and a complete-arch custom tray.** J Prosthet Dent 2003;90:228–234.
43. Wirz J, Jäger K, Schmidtli F. **Abformungen in der zahnärztlichen Praxis.** Stuttgart: Gustav Fischer, 1993.
44. Kraft A, Wöstmann B, Ferger P. **Marginal fit of crowns resulting from different impression materials and techniques.** J Dent Res 2001;80:245.
45. Wöstmann B, Höing M, Ferger P. **Vergleich von hand- und maschinengemischten Abformmassen (Pentamix-System).** Dtsch Zahnärztl Z 1998;53:753–756.
46. Lehmann KM, Zacke W. **Untersuchungen zur okklusalen Schichtdicke des Korrekturmaterials bei der Korrekturabformung.** Dtsch Zahnärztl Z 1983;38:220–222.
47. Lorenzoni M, Pertl C, Penkner K, Polansky R, Sedaj B, Wegscheider WA. **Comparison of the transfer precision of three different impression materials in combination with transfer caps for the Frialit-2 system.** J Oral Rehabil 2000;27:629–638.
48. Kohavi D. **A combined impression technique for a partial implant-supported fixed-detachable restoration.** Quintessence Int 1997;28:177–181.
49. Giordano R. **Issues in handling impression materials.** Gen Dent 2000;48:646–648.
50. Wöstmann B, Hassfurth U, Balkenhol M, Ferger P. **Influence of Impression Technique and Material on the Transfer Accuracy of the Implant Position onto the Working Cast.** J Dent Res 2003;82:3060.
51. Borneff M, Behneke N, Hartmetz G, Siebert G. **Praxisnahe Untersuchung zur Desinfektion von Abformmaterialien auf der Basis eines standardisierten Modellversuches.** Dtsch Zahnärztl Z 1983;38:234–237.
52. Hutchings ML, Vandewalle KS, Schwartz RS, Charlton DG. **Immersion disinfection of irreversible hydrocolloid impressions in pH-adjusted sodium hypochlorite. Part 2: Effect on gypsum casts.** Int J Prosthodont 1996;9:223–229.
53. Abdelaziz KM, Combe EC, Hodges JS. **The effect of disinfectants on the Eigenschaften of dental gypsum, part 2: surface Eigenschaften.** J Prosthodont 2002;11:234–240.

54. Jagger DC, Vowles RW, McNally L, Davis F, O'Sullivan DJ. **The effect of a range of disinfectants on the dimensional accuracy and stability of some impression materials.** Eur J Prosthodont Restor Dent 2007;15:23–28.
55. Wirz J. **Klinische Material- und Werkstoffkunde.** Berlin: Quintessenz, 1993.
56. Brown D. **An Update on Elastomeric Impression Materials.** Br Dent J 1981;150:35–40.
57. Aramouni P, Millstein P. **A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts.** Int J Prosthodont 1993;6:533–539.
58. Lehmann KM, Wengeler U. **Untersuchungen zur Genauigkeit verschiedener zahntechnischer Modellsysteme.** Dent Labor 1985;33:613–617.
59. Reiber T, Dertinger K. **Zur Präzision von Präparationsmodellen nach der Sägeschnittmethode.** Zahnärztl Prax 1988;39:257–263.
60. Gramann J. and Hartung M.: AADR 2006 Orlando, Abstract No 1297; **"Mixing quality of static and dynamic mixers for impression materials"** http://iadr.confex.com/iadr/2006Orld/techprogram/abstract_74418.htm.
61. P. Pospiech, M. Wildenhain. **Zur Frage der Anmischung von Polyetherabformstoffen – Ein Vergleich zwischen Hand- und dynamischer Mischung.** Dental Spiegel 5/98.
62. Müller N, Pröschel P. **Kronenrand und parodontale Reaktion.** Dtsch Zahnärztl Z 1994;49:30–36.
63. Padbury Jr A, Eber R, Wang H-L. **Interactions between the gingiva and the margin of restorations.** J Clin Periodontol 2003;30:379–385.
64. Wöstmann B, Haderlein D, Balkenhol M, Ferger P. **Influence of Different Retraction Techniques on the Sulcus Exudate Flow.** J Dent Res 2004;83:A–4087.
65. S. Phatale, P.P. Marwar, G. Byakod, S. B. Lagdive, J. V. Kalburge, **Effect of retraction on gingival health: A histopathological study,** J Ind Soc Periodontology 2011 14(1): 35–39.

16. Glossar

A
A-Silikone 12 – 15, 18, 21, 45 – 47
Abbindevorgang 12, 36
Additionsvernetzende Silikone 14
Alginat 18, 19, 31, 44, 45
Alginat-Ersatzstoff 18, 19, 31
Aligner 38
Anästhesie 12, 49
Ausbringkräfte 27
Automatische Mischgeräte 26, 27, 29, 30

D
Doppelfaden-Retraktionstechnik 11
Doppelmischtechnik 20, 27, 32, 40, 43, 56
Dorsale Dämmung 22

E
Einsetzen 6, 7, 8, 22, 31 – 33, 35, 39, 41, 49
Elastische Rückstellung 21, 47
Epoxidharze 46

F
Fließdefekte 22, 32, 40
Folientechnik 34
Funktionsabformungen 26, 41, 56

G
Garant™ 26 – 29

H
Heavy Body 20, 28, 32, 38 – 42, 56, 57
Heavy-Body-Wash-Technik (oder Heavy-Body-/ Light-Body-Technik) 32,40
Hydrophilie 13, 14, 16, 50
Hydrophob 13, 14
Hydrophobie 13
Hydrosilierung 14

I
Implantatebene 42
Infektionskontrolle 44
Intrinsische Hydrophilie 14
Irreversible Hydrokolloide 18

K
Kommunikation 9, 48
Kondensationsvernetzende Stoffe 14
Korrekturtechnik 19, 20, 33, 40, 43, 56

L
Latex 27
Light Body 20, 28, 32, 38 – 42, 56, 57
Löffeladhäsiv 22 – 25

M
Makromonomer 15, 16
Medium Body 20, 28, 32, 38 – 42, 56, 57
Metallsalze 11, 19
Methacrylat-Composite 12, 19, 49
Monophasentechnik 33, 39, 50
Mundhygiene 10, 11

O
Okklusale Stopps 22, 35

P
Parodont 10, 11, 18, 42, 46, 49
Pentamix™ Automatisches Mischgerät 18, 26, 29, 30, 31, 50
Permanente Verformung 37
Pfeilerebene 42
Platin-Katalysator 14, 15
Polyether-Verzögerer 41
Polysulfide 13, 17, 44, 51
Provisorien 18, 19
Putty 19 – 22, 26, 27, 30 – 34, 38, 40, 43, 56, 57

R
Reißfestigkeit 13, 15, 17, 18
Retraktionslösungen 35
Retraktionspaste 11, 12, 50
Reversible Hydrokolloide 14, 17

S
Sandwich-Technik 32, 38, 39
Snap-Set 15, 16, 51
Statisches Mischen 27, 30
Sulkusblutung 12

T
Tenside 13, 14

U
Umspritzen 16, 33, 35, 36, 50
Unterschnitte 13, 21, 23, 24, 32, 33, 37, 39

V
Vasokonstriktor 11, 12
Verziehungen 32
VPS 12 – 15, 18, 21, 45 – 47

W
Wasserstoffperoxid 12

Z
Zahnachsen 21, 37

17. Übersicht 3M Abformmaterialien und Verarbeitungszeiten

Polyether Präzisionsabformmaterialien

Indikationsempfehlung	Abform-technik	Einzelkrone	Implantat (≤ 2 Einheiten)	Inlay/Onlay (≤ 2 Einheiten)	Brücke (≤ 3 Einheiten)	Veneer	Brücke (> 3 Einheiten)	Implantat (> 2 Einheiten)	Fixations-abformung	Funktions-abformung
Super schnell abbindende Materialien										
3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (Medium Body)	Monophase	✓	✓	✓	✓					
3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (Medium Body oder Heavy Body) 3M™ Impregum™ Super Quick (Light Body)	Doppelmisch									
Schnell abbindende Materialien										
3M™ Impregum™ Penta™ Soft Quick (Medium Body)	Monophase	✓	✓	✓	✓	✓				
3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ Quick (Heavy Body) 3M™ Impregum™ L DuoSoft™ Quick (Light Body)	Doppelmisch									
Normal abbindende Materialien										
3M™ Impregum™ Penta™ Soft (Medium Body)	Monophase					✓	✓	✓	✓	✓
3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ (Heavy Body) 3M™ Impregum™ Penta™ L DuoSoft™ (Light Body) 3M™ Impregum™ Garant™ L DuoSoft™ (Light Body)	Doppelmisch									
3M™ Impregum™ Penta™ (Medium Body)	Monophase					✓	✓	✓	✓	✓

3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial

Löffelmaterial	Empfohlenes Umspritzmaterial
Doppelmischtechnik	
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy	3M™ Imprint™ 4 Light
	3M™ Imprint™ 4 Regular
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy	3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light
	3M™ Imprint™ 4 Super Quick Regular
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty	3M™ Imprint™ 4 Regular
Korrekturtechnik	
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty	3M™ Imprint™ 4 Super Quick Ultra-Light
	3M™ Imprint™ 4 Light

Polyether Präzisionsabformmaterialien – Verarbeitungszeiten

	Mischver-fahren	Viskosität wenig – hoch	Abformtechnik	Verarbeitungszeit (Min:Sek)	Mundverweildauer (Min:Sek)
Super schnell abbindende Materialien					
3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (Medium Body)			Monophase oder Doppelmisch	0:45	2:00
3M™ Impregum™ Penta™ Super Quick (Heavy Body)			Doppelmisch	0:45	2:00
3M™ Impregum™ Super Quick (Light Body)			Doppelmisch	0:45	2:00
Schnell abbindende Materialien					
3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ Quick (Heavy Body)			Doppelmisch	1:00	3:00
3M™ Impregum™ Penta™ Soft Quick (Medium Body)			Monophase	1:00	3:00
3M™ Impregum™ L DuoSoft™ Quick (Light Body)			Doppelmisch	1:00	3:00
Normal abbindende Materialien*					
3M™ Impregum™ Penta™ Soft (Medium Body)			Monophase	1:45	4:15
3M™ Impregum™ Penta™ (Medium Body)			Monophase	1:45	4:15
3M™ Impregum™ Penta™ H DuoSoft™ (Heavy Body)			Doppelmisch	1:45	4:15
3M™ Impregum™ Penta™ L DuoSoft™ (Light Body)			Doppelmisch	1:45	4:15
3M™ Impregum™ Garant™ L DuoSoft™ (Light Body)			Doppelmisch	1:45	4:15

*Verarbeitungszeit inkl. Mischen 6:00

3M™ Imprint™ 4 Vinyl Polysiloxan Abformmaterial – Verarbeitungszeiten

	Misch-verfahren	Viskosität wenig – hoch	Abbinde-verhalten	Max. Verarbeitungszeit (23°C) Min:Sek	Verarbeitungszeit im Mund (37°C) Min:Sek	Mundverweil-dauer (37°C) Min:Sek
Löffelmaterialien						
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Putty		Putty	Normal abbindend	1:30	–	2:30
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Heavy		Heavy Body	Normal abbindend	2:00	–	2:00
3M™ Imprint™ 4 Penta™ Super Quick Heavy		Heavy Body	Schnell abbindend	1:15	–	1:15
Umspritzmaterialien						
3M™ Imprint™ 4 Super Quick Ultra-Light			Schnell abbindend	1:15	oder 0:35	1:15
3M™ Imprint™ 4 Light			Normal abbindend	2:00	oder 1:00	2:00
3M™ Imprint™ 4 Super Quick Light			Schnell abbindend	1:15	oder 0:35	1:15
3M™ Imprint™ 4 Regular			Normal abbindend	2:00	oder 1:00	2:00
3M™ Imprint™ 4 Super Quick Regular			Schnell abbindend	1:15	oder 0:35	1:15

3M Deutschland GmbH
ESPE Platz · 82229 Seefeld

Freecall: 0800-2753773
Freefax: 0800-3293773
E-Mail: info3mespe@mmm.com
Webseite: 3m.de/dental

3M (Schweiz) GmbH
Eggstr. 93 · CH-8803 Rüschlikon

Fax: (044) 724 94 80
E-Mail: 3mespech@mmm.com
Webseite: 3mschweiz.ch/dental

3M Österreich GmbH
Kranichberggasse 4 · A-1120 Wien

Tel.: (01) 86 686 434
Fax: (01) 86 686 330
E-Mail: dental-at@mmm.com
Webseite: 3maustria.at/dental

3M, 3M Science. Applied to Life., DuoSoft, Express, Garant, Impregum, Imprint, Palgat, Penta, Pentamix, Permadyne, Position und Ramitec sind Marken der 3M Company.
Alle anderen Marken gehören anderen Unternehmen. © 3M 2019. Alle Rechte vorbehalten.

EF04-0003/02 (02.2020)

Med-Dent24

Dieses Dokument wird Ihnen zur Verfügung gestellt von:

Med-Dent24 Handelsgesellschaft mbH
Gotenweg 7
63128 Dietzenbach

Telefon: +49 (0)6074 803 3615
Telefax: +49 (0)6074 803 4092
E-Mail: info@med-dent24.com

Registergericht: Offenbach am Main
Registernummer: HRB 56518
Umsatzsteuer-Identifikation-No.: DE307869540

Geschäftsführerin: Ana Ban