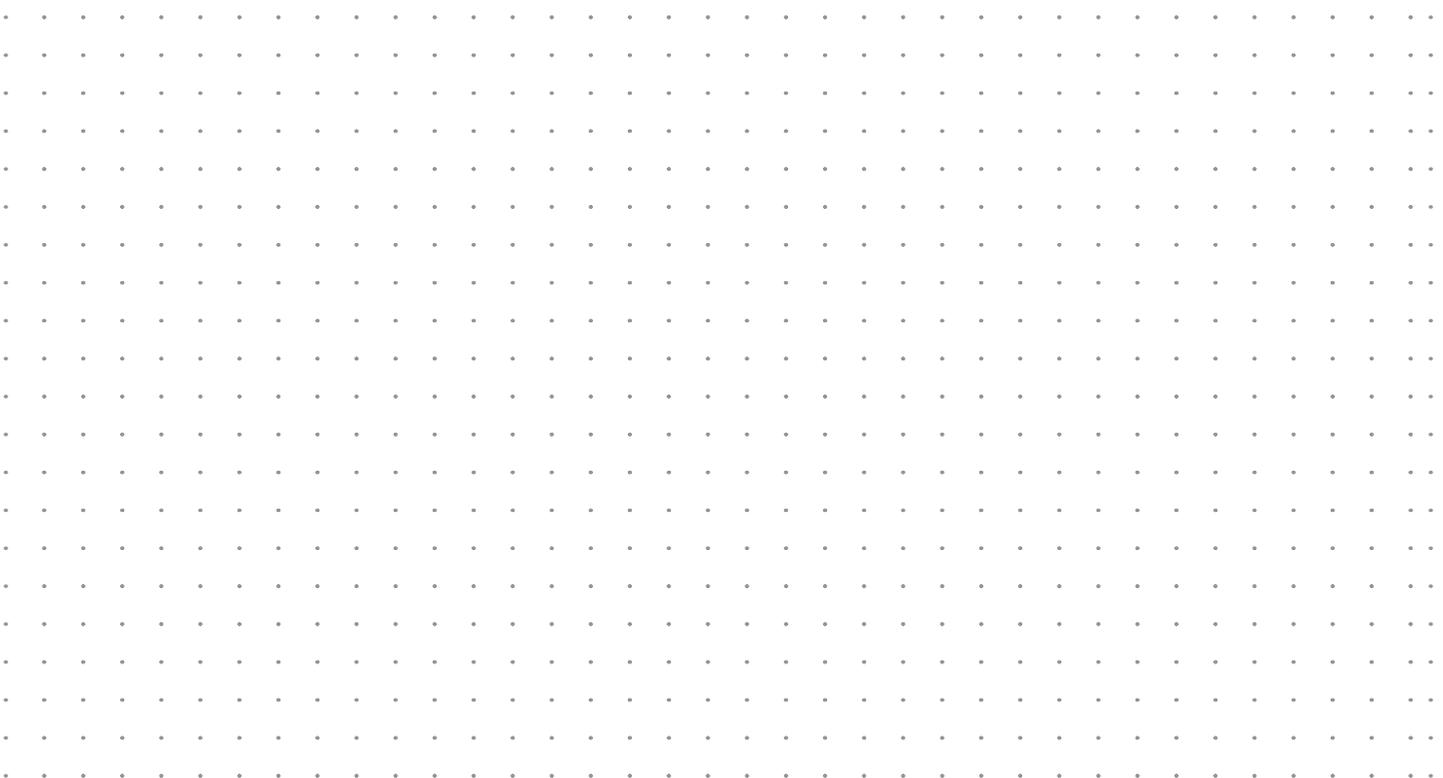


Fachliteratur Prothetik

## Gestaltungskriterien und Klassifikation von individuellen Fingerprothesen aus Silikon

M. Schäfer, Verlag Orthopädie-Technik 2002/8



M. Schäfer

## Gestaltungskriterien und Klassifikation von individuellen Fingerprothesen aus Silikon

Design Criteria and Classification of individual Finger Protheses made of Silicon

Die Verwendung von Silikon zur Herstellung eines adäquaten Fingersersatzes hat sich gegenüber allen alternativen Werkstoffvarianten auf breiter Ebene durchgesetzt. Der hohe Tragekomfort, in Verbindung mit einer hohen mechanischen Wertigkeit und den unterschiedlichsten materialtechnischen Variationsmöglichkeiten, gewährleistet eine Versorgungsqualität, die sowohl funktionell als auch ästhetisch Maßstäbe setzt. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit der prothetischen Versorgung nach Fingeramputationen, deren Anforderungen und den daraus resultierenden Gestaltungsmöglichkeiten von Fingerprothesen aus Silikon. In einer Klassifikation werden die Varianten der Prothesenversorgung in Bezug auf die jeweilige Versorgungsebene strukturiert dargestellt.

The use of silicones for the manufacture of adequate finger replacement has been proved successfully compared to alternative materials. The high wearing comfort combined with excellent mechanical features and the possibility of variation of the material characteristics allow for a quality of prosthetic management which enables high standards with respect to function and aesthetics. This article describes the fitting procedure after finger amputations, there specific requirements and the design possibilities of silicon finger protheses. In an additional classification the solutions according the different amputation levels are listed.

### Einführung

Die prothetische Versorgung der Hand als Folge von Amputationen oder angeborenen Fehlbildungen stellt weit mehr dar, als das reine Streben nach einer Wiederherstellung der verloren gegangenen oder fehlenden funktionellen Eigenschaften.

Bereits Aristoteles bezeichnete die Hand als „Werkzeug aller Werkzeuge“ und bezieht sich dabei keineswegs ausschließlich auf die fein- und grobmotorischen Fähigkeiten der Hand.

Die Gestik der Hände widerspiegelt eine Ausdrucksform, die jederzeit und in allen Kulturkreisen Verständnis findet. Sie unterstreicht das gesprochene Wort oder vermag es gar zu ersetzen.

Die Durchführung der Zeichen- und Gebärdensprache, sowohl in gestikulärer Interaktion, als auch auf zeichnerischem und handschriftlichem Weg vollzogen, wäre ohne den Einsatz der Hände kaum vorstellbar.

Der Tastsinn, das so genannte „Fingerspitzengefühl“, befähigt die Hände zu weitaus differenzierteren Handlungen und Funktionsweisen, als diese beispielsweise durch die Füße durchführbar wären. Dabei spielen auch die sensorischen Eigenschaften, z. B. das Erkennen von Temperaturunterschieden, eine wichtige Rolle für das alltägliche Handeln.

In Kombination mit ausgereiften fein- und grobmotorischen Möglichkeiten, wie z. B. die Ausübung unterschiedlichster Griffarten und

Griffkraftdosierungen, hat die Evolution die Hand binnen Jahrmillionen zu einem multifunktionalen Instrument des Geistes, der Gedanken und den daraus entstehenden willkürlichen und reflektorischen Handlungsweisen heranreifen lassen.

Es scheint nahezu unmöglich, ein solches facettenreiches und vielschichtiges Organ wie die menschliche Hand jemals durch technische Konstruktionen ersetzen zu können. Selbst die raffiniertesten myoelektrischen Komponenten vermögen, gemessen an den vielfältigen Möglichkeiten der Hand, nur einen bescheidenen Ersatz darzustellen. Die Komplexität dieses Versorgungsbereiches führt den Orthopädie-Techniker permanent an die Grenzen der technischen Möglichkeiten. Dennoch kann für Patienten eine noch so kleine Wiederherstellung von Form- und Funktionalität der Extremität eine große Bedeutsamkeit besitzen. Selbst kleinste funktionelle Gewinne können die Lebensqualität des Betroffenen erheblich steigern. Speziell im Bereich der Fingerprothetik sind die Gestaltungsmöglichkeiten und Anforderungen an eine adäquate Versorgung sehr eng zu definieren. Dabei ist es ratsam, für jeden Patienten ein individuelles Anforderungsprofil zu erstellen, das die Bedürfnisse, Wünsche und Möglichkeiten festlegt und als Forderung in der prothetischen Konstruktion Berücksichtigung findet. Primäres Ziel dieser Bestrebungen sollte stets die (Re-)Integration in den gesellschaftlichen sowie beruflichen Lebensalltag sein.



**Abb. 1** Funktionelle Einsatzmöglichkeiten von Fingerprothesen im Alltag.



**Abb. 2** Pohlicone-Klassifikation nach Amputationsniveau.

## Anforderungen

Die Anforderungen an eine adäquate fingerprothetische Versorgung lassen sich im Wesentlichen durch zwei Bereiche definieren:

### 1. Funktionalität

Funktionalität bedeutet im Bereich der Fingerprothetik nicht unbedingt, dass sich jedes Fingerglied der Prothese im Ausmaß eines normalen Fingers frei bewegen lässt. Bei einer Fingerprothese wäre diese Funktion sogar ungünstig, da die Prothese nicht über aktive Muskeln verfügt, die sie in der jeweiligen Flexionsstellung der Gelenke zum Greifen stabilisieren könnten. Eine myoelektrische Steuerung und Stabilisation der Gelenke, wie dies z. B. beim Ersatz der ganzen Hand oder des Unterarmes möglich wäre, ist aus technischer Sicht aufgrund

der mangelnden Integrationsräume noch nicht durchführbar.

Funktion bedeutet in diesem Fall vielmehr, dass der Patient in der Lage ist, mit der Prothese eine Tätigkeit durchzuführen, die ohne Prothese nicht möglich ist. Dabei bekommen so alltägliche Situationen, wie z. B. das Bedienen eines PC sowie das Halten, Führen und Bewegen wichtiger Alltagsgegenstände wie Essbesteck, Telefon, Schreibgeräte, Kochwerkzeuge, Lenkgeräte etc. eine elementare Bedeutung (Abb. 1). Die Vergrößerung der Griff-Fläche und die Wiederherstellung der ursprünglichen Hebellänge des Fingers sind hierbei wesentliche Anforderungen an die prothetische Rekonstruktion.

Funktion meint auch, die Prothese so zu gestalten, dass der Prothesenträger selbst bei kürzeren Stumpfverhältnissen in der Lage ist,

eine ausreichende Griffkraft mit der Prothese zu erzeugen. Die Integration speziell eingearbeiteter Verstärkungselemente ermöglicht eine unterschiedliche Positionierung des Fingers und somit die Beeinflussung der Anschlagsdynamik. Dieser funktionelle Aspekt kann sich sowohl auf das Betätigen eines Musikinstrumentes als auch auf das Tragen leichter Gegenstände (Einkaufstaschen, Handtaschen etc.) günstig auswirken.

Je kürzer der Stumpf ist, umso schwieriger wird die Gewährleistung einer hohen Funktionalität. Entscheidend ist hierbei neben einer differenzierten Materialauswahl die Einbettungstechnik: Der Stumpf muss in einen Vollkontakt-Schaft unter leichter Kompression des Silikones integriert werden. Dies ist selbst bei empfindlichen Stumpfregionen, z. B. bei knöchernen



**Abb. 3** Typ I – Fingerprothese DIII re. mit Acrylnagel.



**Abb. 4** Typ IIa – Fingerprothese DII li. mit Acrylnagel.

Stumpfenden, durch die Einarbeitung gelgefüllter Areale zu gewährleisten. Der Vollkontakt wirkt sich nicht nur positiv auf den Tragekomfort und die Vermeidung von Schweißbildung aus, sondern ermöglicht gleichfalls eine bestmögliche Ansteuerung und Führung der Prothese.

## 2. Ästhetik

Die Ästhetik einer Silikon-Fingerprothese äußert sich über ihre Form- und Farbgebung. Das Streben nach einer möglichst originalgetreuen und den anderen Fingern entsprechenden Nachbildung hat dabei keinesfalls mit übertriebenen kosmetischen Ansprüchen zu tun.

Die Hand ist die Gliedmaße, die der Mensch permanent vor Augen hat. Sie steht in direkter Verknüpfung zu unseren kognitiven und intellektuellen Fähigkeiten und ist dadurch eng mit unserer Identität verbunden. Der Verlust eines oder mehrerer Finger kann daher häufig auch einen Verlust der Identität bedeuten.

Ähnlich der prothetischen und

epithetischen Defekt-Versorgung des Gesichtes, die ebenfalls mit einem Identitätsverlust einhergehen kann, stehen die Patienten oft unter einer enormen psychischen Belastung.

Viele fingeramputierte Patienten schildern bereits beim Erstgespräch den Eindruck, dass sich die Aufmerksamkeit ihres gesamten Umfeldes auf die amputierte Situation fokussiere. Speziell bei Patienten, die verstärkt in einem öffentlichen Arbeitsgebiet (Büro, Verkauf etc.) tätig sind, ist eine Korrelation zwischen der psychischen Belastung und der Situationsbewältigung zu erkennen.

Als Schutzreaktion wird die betroffene Hand unter der Kleidung oder ähnlichem versteckt, um eine Konfrontation mit der Umwelt zu vermeiden.

Die Tatsache, dass es sich bei der Hand um ein Körperorgan handelt, das sich im permanenten Sichtfeld unserer Umwelt bewegt, steigert die Forderung nach einer möglichst unauffälligen Wiederherstellung der körperlichen Integrität. Diese Forderung beschreibt einen ganz

wesentlichen Teil der rehabilitativen Maßnahmen zu Bewältigung des Fingerverlustes.

Wesentliche Bestandteile einer adäquaten kosmetischen Gestaltung liegen in einer detaillierten Tiefenkolorierung, der Integration der Hautstruktur und Textur, einer bestmöglichen Formimitation, einem dünnen transluzenten Randabschluss der Fingerprothese sowie der Integration von form- und farb-echten Fingernägeln.

## Materialauswahl

Bei der Auswahl des geeigneten Silikon-Types zur Herstellung von Silikon-Fingerprothesen, muss zunächst das patientenspezifische Anforderungsprofil erstellt werden. Die daraus resultierende Materialauswahl findet grundsätzlich nach drei Kriterien statt:

### 1. Anforderung an die Mechanik des Silikones

Je nach Einsatzgebiet erfüllen die Silikone unterschiedliche Eigenschaften, z. B. die mechanisch stark



**Abb. 5** Amputationsniveau Typ IIb - DII li.



**Abb. 6** Erhaltung der Flexionsmöglichkeit im PIP.



**Abb. 7** Typ IIb – Fingerprothese DII li..



**Abb. 8** Amputationsniveau Typ IIIa – DII re..

beanspruchte Führung der Prothese oder aber die weiche Bettung empfindlicher Areale.

Diese Anforderungen sind den produktspezifischen Parametern wie Härte (Shore-Härte A), Reißfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>), Weiterreißwiderstand (N/mm), Druckverformungsrest (in Prozent) sowie dem Elongationswert (in Prozent) des jeweiligen Silikon-Typen zu entnehmen. Die Gestaltung von individuellen Fingerprothesen aus Silikon erfordert häufig eine Beeinflussung der Gegengriffkraft – durch die Verwendung eines partiell eingearbeiteten härteren Silikontypen – sowie die Integration weicher Areale zur Einbettung druckempfindlicher Bereiche.

## 2. Verarbeitungsrelevante Anforderungen

Bei der manuellen Herstellung einer Silikon-Fingerprothese entscheidet die Konsistenz (Viskosität in mPas), der Verarbeitungszeitraum (Topfzeit in h/min) sowie die Kolorierbarkeit (Farbe transparent/

transluzent) des Silikones über die Möglichkeiten der Verwendung. Speziell in den warmen Jahreszeiten gilt es zu berücksichtigen, dass sich die Topfzeit bei 7°C wärmerer Außentemperatur im Regelfall halbiert und daher an vielen Tagen klimatisierte Laborbedingungen notwendig werden.

### 3. Einsatzbereich

Die Unterteilung der Silikone nach Einsatzbereichen verweist im Wesentlichen auf drei Qualitätsgruppen:

1. Industrial grade,
2. Healthcare grade,
3. Medical/Implant grade.

Diese Gruppen unterscheiden sich nach dokumentierter Reinheit (Biokompatibilitätsstudien, Kontaminationsprüfungen) der Basis-komponenten, die von internationalen Gremien z. B. FDA (USA) oder Ecetoc (Europa) überprüft und klassifiziert werden.

Für den Bereich der Orthopädie-

Technik ist demnach zu differenzieren, ob das Silikon-Produkt ohne oder in direktem Kontakt zu körpereigenen Flüssigkeiten (Hautkontakt) steht.

Unter Berücksichtigung der oben angeführten Auswahlkriterien schränkt sich die Angebotsbreite für den prothetischen Einsatz in der Orthopädie-Technik ein. Bei direktem Hautkontakt, wie dies beispielsweise bei einer Fingerprothese der Fall ist, ist die Verwendung eines medical grade-Silikones obligat. Empfehlenswert sind hier die durch zwei Komponenten additions-vernetzenden Systeme, die im Regelfall durch einen Platinkatalysator hochwertig vernetzen. Bezüglich der mechanischen Eigenschaften lässt sich die generalisierte Aussage treffen, dass Hoch-Temperatur-Vernetzende (HTV) – Silikone von der mechanischen Belastbarkeit den Raum-Temperatur-Vernetzenden (RTV) – Silikonen weit überlegen sind. Da der Schaft-Führungsbereich sowie die Außenhaut einer Silikon-Fingerprothese erheb-



**Abb. 9** Typ IIIa – Fingerprothese DII re.; Einsatzbeispiel am PC.



**Abb. 10** Mehrfachamputation Typ IIIa - DII, DIV, DV li. ; Typ IIIb – DIII re..



**Abb. 11** Prothesenversorgung Typ IIIa - DII, DIV, DV li. ; Typ IIIb - DIII re..

lichen mechanischen Belastungen standhalten müssen, empfiehlt sich hier die Verwendung eines HTV-Systemes im Härtebereich Shore A 35-70.

Der Nachteil dieser Systeme besteht in dem notwendigen und kostenintensiven maschinellen Equipment (Walze, Vakuumpührwerk, Küvetten, Pressen etc), das wegen des hochviskosen bis pastösen Zustandes der Einzelkomponenten zur Verarbeitung unabdingbar ist. Aufgrund der hohen Viskosität und des Füllstoffgehaltes der Basiskomponenten haben die HTV-2-Silikone ein unteres Härte-limit, welches sich um die Grenze Shore A 20 bewegt. Die Gestaltung der druckentlastenden Bereiche erfolgt daher mit einem RTV-2-Silikon, welches im Shore-Härte-Bereich 00 - 35-60 angesiedelt ist. Dieses wird in einer speziellen Verbundtechnik in prävulkanisiertem Zustand mit den tragenden Komponenten der Prothese verbunden.

Im Folgenden wird eine Klassifikation vorgestellt, die eine eindeutige Zuordnung der Silikon-Fingerprothesen und deren Gestaltungskriterien in Bezug auf das jeweilige vorhandene Amputationsniveau ermöglicht.

## Pohlicone-Klassifikation

Das Ziel einer Klassifikation von Silikon-Fingerprothesen liegt in der differenzierten Abstufung der unterschiedlichen Konstruktionskriterien in Bezug auf die jeweilige Restlänge des Fingerstumpfes. Die Einteilung der fünf Typen (Abb. 2) orientiert sich dabei ausschließlich an der Höhe des Amputationsniveaus.

Die Typen I-III umfassen die prothetische Versorgung der Langfinger (DII-DV), während die Typen IV und V die prothetische Versorgung nach Amputationen des Daumens beschreibt. Bei den Versorgungstypen der Typ II und Typ III - Prothetik erfolgt eine zusätzliche Unterteilung, die

aufgrund konstruktionsbedingter Unterschiede bei unterschiedlichen Stumpflängen notwendig wird.

In alle Typen dieser Klassifikation können bei Bedarf wahlweise partielle Entlastungsareale für sensible Stumpfregionen integriert werden. Die individuelle Form- und Farbgebung der Fingerprothese, angepasst an das Aussehen der noch vorhandenen Finger sowie an das kontralaterale Pendant, ist zum Erreichen einer ausreichenden Patientenzufriedenheit und Akzeptanz der Prothese unabdingbar.

## TYP I

### Definition

Silikon-Fingerprothese / DIP-Kurzschaffprothese mit individueller Form- und Farbgebung, Shorehärtestufe A35, Acryl- oder Silikonagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen der Langfinger bis einschließlich der Gelenklinie des distalen Interphalangealgelenkes (DIP).

### Konstruktionsmerkmale

Die Amputation des Fingerendgliedes (Abb. 3) geht meist mit einem Totalverlust des Fingernagels einher. Hier ist die Verwendung eines Acrylnagels aufgrund der guten Haltbarkeit und Optik indiziert. Bei gliedmaßenerhaltenden Amputationen mit partiellem Vorhandensein des Nagels lassen sich durch die Integration von Silikonageln die besten Ergebnisse erzielen.

Durch das häufig in unversehrtem Zustand erhaltene PIP-Gelenk,



**Abb. 12** Übernahme der Griffkraft durch DII, DIV und DV.

sind die funktionellen Eigenschaften des Fingers für die meisten Tätigkeiten günstig. Dennoch lassen sich bei der alltäglichen Fingerarbeit ohne Prothese Defizite erkennen. Patienten, die z. B. viel am PC arbeiten und das 10-Fingersystem beherrschen, beklagen sich oftmals über die fehlende Fingerlänge. Gerade in diesen Fällen ist es wichtig, ein ausreichend hartes Silikon (Shore A35) zum Erreichen der anschlagsdynamischen Eigenschaften der Prothese zu wählen.

Der Silikon-Kurzschaff endet vor der Gelenklinie des proximalen Interphalangealgelenkes mit einem äußerst dünnen und transparenten Randabschluss. Zur Gewährleistung der optimalen Haft- und Führungseigenschaften ist eine leichte Vor-komprimierung des Silikones zu berücksichtigen.

## TYP IIa

### Definition

Silikon-Fingerprothese / PIP-Kurzschaffprothese mit individueller Form- und Farbgebung, Shorehärtestufe A35-A50, Acryl- oder Silikonagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen der Langfinger bis einschließlich der Gelenklinie des



**Abb. 13** Amputationsniveau und Prothesenversorgung Typ IV – DI re..



**Abb. 14** Funktionelle Einsatzmöglichkeiten von Daumenprothesen im Alltag.

proximalen Interphalangealgelenkes (PIP) mit einer Stumpf-Mindestlänge von 1,5 cm ab PIP.

#### Konstruktionsmerkmale

Ähnlich der Typ I-Prothese kann man bei Total-Amputationen des DIP (Abb. 4) bis einschließlich 1,5 cm Stumpflänge ab der PIP-Gelenklinie eine Kurzschafthprothese anfertigen. Die konstruktiven Elemente entsprechen in ihren wesentlichen Zügen dem Aufbau einer Typ I-Prothese. Ergänzend werden bei der Typ IIa-Prothese der palmare Schaftbereich sowie der Übergang zum Fingerausgleich mit einem härteren Silikon (Shore A50) gestaltet. Aufgrund der vergrößerten Hebellänge können dadurch verbesserte anschlagdynamische Eigenschaften beim Bedienen von Instrumenten, Tastenelementen etc. sowie eine erhöhte Griffkraft gewährleistet werden. Bei wenigen hochbeanspruchten Tätigkeiten (z. B. Klavierspielen) hat sich die zusätzliche Integration eines Kevlarzugelementes bewährt.

### TYP IIb

#### Definition

Silikon-Fingerprothese / PIP-Standardversorgung, Langschafthprothese mit individueller Form- und Farbgebung, Integration eines Foam-Spacers, Shorehärtestufe A35-A65, Acryl- oder Silikonagel.

#### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen der Langfinger bis einschließlich der Gelenklinie des proximalen Interphalangealgelenkes (PIP) mit einer Stumpflänge von 0 - 1,5 cm ab PIP.

#### Konstruktionsmerkmale

Bei Amputationen und angeborenen Fehlbildungen bis einschließlich zur Gelenklinie des PIP-Gelenkes ist bei einer Stumpflänge von 0-1,5 cm die Grenzindikation zu einer Kurzschafthversorgung zu sehen (Abb. 5). Durch die Stumpfkürze ist das Erzielen einer ausreichenden Funktionalität der Prothese nicht möglich. In diesen Fällen ist eine Langschafthprothese

sinnvoll. Da das PIP-Gelenk in vielen Fällen trotz der kurzen Stumpfverhältnisse über eine gute Beweglichkeit verfügt, ist bei der Gestaltung des Langschafthes auf eine dünne Schaftwandung zu achten (Abb. 6). Durch die Einarbeitung von feinen Silikonstegen aus mit 65 Shore HTV-Silikon kann die Elongation der Prothese verhindert werden. Im Bereich des Fingerausgleiches wird ein Spacer aus Silikon-schaum integriert um das Gewicht der Prothese möglichst gering zu halten. Der Randabschluss der Prothese endet vor der proximalsten Stelle des Fingers, so dass beim Tragen eines Ringes ein etwas stabilerer Prothesenrand als bei der Kurzstumpfversorgung gewählt werden kann (Abb. 7).

### TYP IIIa

#### Definition

Silikon-Fingerprothese / MCP-Standardversorgung mit individueller Form- und Farbgebung, Integration eines Foam-Spacers mit Justierelement, Shorehärtebereich



**Abb. 15** Amputationsniveau Typ V re..



**Abb. 16** Typ V - Fingerprothese DI re..

A35-A65, Acryl- oder Silikon nagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen der Langfinger bis einschließlich zur Gelenklinie des Metacarpophalangealgelenkes (MCP) mit einer Mindeststumpflänge von 2-2,5 cm ab MCP-Gelenk.

### Konstruktionsmerkmale

Durch die Amputation von zwei Gelenken (PIP/DIP) existieren bei den Typ III- Versorgungen bis zur Gelenklinie des Metacarpophalangealgelenkes deutlich weniger funktionelle Möglichkeiten als bei den Typen I und II der Klassifikation. Ab einer Mindeststumpflänge von 2-2,5 cm ab dem MCP-Gelenk (Abb. 9) findet man ausreichende Möglichkeiten für eine prothetische Gestaltung mit Abschluss im Ring-Bereich des Fingers vor. Da die Länge des Fingerausgleiches häufig bis zu 9 cm betragen kann, treten bei der funktionellen Benutzung der Prothese hohe Kräfte im Übergangsbereich zwischen Schaft und Fingerausgleich auf. Zum Erzielen eines ausreichenden Druckaufbaues ist es daher notwendig, in den palmaren ebenso wie in den dorsalen Bereich der Fingerprothese ein hochshoriges Silikon (Shore A65) zu integrieren. Dabei ist auf die komprimierende Wirkung des Silikones zu achten, da der Schaft durch die Einarbeitung dieser Versteifungen bei gleicher Form eine wesentlich stärkere Kompression auf den Fingerstumpf ausübt. In den elastischen Bereichen, z. B. der bilateralen Schaftführung, kommt ein Silikon mit 35 Shore zum Einsatz. Zur Gewichtsreduktion der Prothese wird auch hier ein Silikon-Schaumspacer integriert. In diesen Schaum wird ein Justierelement eingebaut, das es dem Prothesenträger erlaubt, den Finger in verschiedenen funktionellen Stellungen zu arretieren. Dabei ist wichtig, dass das Justierelement über eine ausreichende Festigkeit zum Druckaufbau verfügt.

## TYP IIIb

### Definition

Silikon-Fingerprothese / MCP-Standardversorgung mit individueller Form- und Farbgebung, Klebschaft-Lappentechnik, Integration eines Hohlraumes Shorehärtebe-

reich A20-A50, Acryl- oder Silikon nagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen der Langfinger bis einschließlich zur Gelenklinie des Metacarpophalangealgelenkes (MCP) mit einer Stumpflänge von 0-2,5 cm ab MCP-Gelenk.

### Konstruktionsmerkmale

Bei einer Stumpflänge von 0-2,5cm ab dem MCP-Gelenk ist nur eine minimale Funktionalität z. B. beim Halten leichter Gegenstände zu erreichen. Der Fingerstumpf (Abb. 10, DIII li.) verfügt über keine ausreichende Stumpflänge, um die Prothese anzusteuern, bzw. einen Gegengriff aufzubauen. Es handelt sich bei dieser Prothesenart vordergründig um eine Wiederherstellung des Körperbildes.

Der Grundaufbau der Prothese wird mit einem HTV-Silikon mit 35 Shore gefertigt. Einzelbereiche des Innenschafes, wie der Schaftboden, werden mit einem etwas weicherem und elastischerem Silikon (Shore A20) ausgekleidet. Die Fingerprothese, aufgebaut in einer leichten und natürlich wirkenden Flexionsstellung, wird in kompletter Länge mit einem Hohlraum versehen, um das Prothesengewicht so gering als möglich zu halten. Als Befestigungsmöglichkeit kann man die Prothese entweder an einem Ring des benachbarten Fingers befestigen oder eine Fixation mittels eines medizinischen Hautklebers wählen. Dazu werden in den Prothesenschaft zwei hauchdünne transluzente Silikonlappen mit einer Härte von 50 Shore integriert, die die zu klebende Fläche vergrößern und der Prothese eine gute Haftung verleihen. Letztere Variante hat den Vorteil, dass die Einzelbeweglichkeit der Finger erhalten bleibt und hat sich dadurch, speziell bei Versorgungen von Mehrfachamputationen (Abb. 11 u.12) der Langfinger, bewährt.

## TYP IV

### Definition

Silikon-Daumenprothese / DI-Standardversorgung mit individueller Form- und Farbgebung, Integration eines Foam-Spacers, Shorehärtebereich A30-A65, Acryl- oder Silikon nagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen und angeborene Fehlbildungen des Daumens bis einschließlich der Gelenklinie des Metacarpophalangealgelenkes (MCP) des Daumens mit einer Mindeststumpflänge von 1,5 cm ab MCP-Gelenk.

### Konstruktionsmerkmale

Der Ersatz des Daumens, bei einer vorhandenen Mindeststumpflänge von 1,5 cm ab dem MCP-Gelenk, stellt im Rahmen der fingerprothetischen Versorgung eine äußerst funktionelle Versorgung dar. In einer manövrierbaren Oppositionsstellung ermöglicht die Daumenprothese nahezu alle möglichen Griffarten, erzeugt den notwendigen Gegendruck beim Halten und Führen von Gegenständen (Abb. 14) und bietet damit dem Patienten die bestmögliche Wiederherstellung von Funktion, Form und Ästhetik des Daumens.

Der Grundaufbau der Prothese erfolgt mit einem 35 Shore Silikon. Im palmaren und dorsalen Bereich von Schaft und Fingerausgleich werden Versteifungselemente aus einem HTV-Silikon mit 65 Shore eingearbeitet. Dadurch wird ein Abklappen der Prothese bei Druckaufbau verhindert. Die Stellung des Daumens, wie auch die komprimierende Passform des Schaftes müssen ausgiebig getestet werden. Meist sind bei der daumenprothetischen Versorgung zwei bis drei Testschäfte notwendig, um zu einem optimalen Ergebnis zu gelangen. Der proximale Abschluss der Prothese endet in Höhe des MCP-Gelenkes in einem hauchdünnen transparenten Silikonrand. Je nach Länge des vorhandenen Stumpfes kann ein Spacer aus Silikon schaum integriert werden.

## TYP V

### Definition

Silikon-Daumenprothese mit Mittelhandführungselement, individueller Form- und Farbgebung, Integration eines Foam-Spacers mit Federstahlelement, Shorehärtebereich A20-A65, Acryl- oder Silikon nagel.

### Einsatzgebiet

Amputationen des Daumens bis einschließlich der Gelenklinie des Metacarpophalangealgelenkes

(MCP) des Daumens mit einer Reststumpflänge von 0-1,5 cm ab MCP-Gelenk.

### Konstruktionsmerkmale

Bei Exartikulationen oder Kurzstumpfverhältnissen im Bereich des Daumens (Abb. 15) ist eine einzelprothetische Versorgung nahezu ausgeschlossen. Im Vordergrund steht eindeutig die bestmögliche Wiederherstellung der funktionellen Eigenschaften.

Der Grundaufbau des Daumens erfolgt mit einem HTV-Silikon mit 35 Shore. In die gesamte Länge des Daumens wird ein Silikonschaummanteltes Federstahlelement integriert, das mit einer Unterfütterung von 65 Shore im Mittelhandbereich endet (Abb. 16). Zur Stabilisation und bestmöglichen Adaptation des Daumens wird der gesamte Mittelhandbereich mit einem elastischen und vorkomprimierenden HTV-Silikon der Shore-Härte A20 gefasst. Bei aktiven Patienten empfiehlt sich die Einbindung der einzelnen Fingeransätze in das Mittelhandelement. Der proximale Abschluss der Prothese ist so kurz als möglich zu halten, so dass eine negative Beeinflussung der Handgelenksbeweglichkeit ausbleibt.

### Schlussbetrachtung

Die Verwendung des Werkstoffes Silikon hat sich bei der Herstellung von individuellen Fingerprothesen in einem hohen Maße etabliert. Die Möglichkeit, unterschiedliche Härtegrade des Silikones auf die patientenspezifischen Gegebenheiten exakt abzustimmen und mit den elastisch-komprimierenden und hochwertigen mechanischen Eigenschaften des Materiales zu kombinieren, hat zu einer wesentlichen funktionellen Verbesserung im Vergleich zu herkömmlichen Versorgungsvarianten geführt. Trotz einer permanenten und hohen mechanischen Belastung durch die täglich auftretenden Beanspruchungen und das ungeschützte Tragen im Freien ist eine durchschnittliche Tragezeit, wie beispielsweise im maxillofaszillaren Versorgungsbereich von 18-24 Monaten erreichbar. Reparaturen sowie Farbangleichungen sind in vielen Fällen durchführbar und verlängern die Tragezeit des Hilfsmittels.

Die Kombination von Funktion,

Form und Ästhetik stellt im Bereich der Fingerprothetik eine elementare Forderung zur adäquaten Versorgung dar. Alle drei Forderungen sind in das silikonprothetische Versorgungskonzept integriert und durch eine strukturierte Klassifikation übersichtlich dargestellt und zuzuordnen.

### **Der Autor:**

*M. Schäfer*

*Orthopädietechniker-Meister*

*c/o POHLIG GmbH*

*Grabenstätter Straße 1*

*83278 Traunstein*

### **Literatur:**

- [1] Baumgartner, R., P. Botta: Amputation und Prothesenversorgung der oberen Extremität, Stuttgart, Enke 1997
- [2] Beasley, R.W.: Hand and finger prostheses; The journal of hand surgery 1 (1987), 144-147
- [3] Buckner, H., J.W. Michael: Options for finger prostheses; Journal of prosthetics and orthotics, 6 (1993), 10-19
- [4] Clarke, C.D.: Prosthetics; Standard Art Press Maryland, 1963
- [5] Flatt, A.E.: The care of congenital hand anomalies; Quality medical publishing Missouri, 1994
- [6] Jung, B., E. Freund: Befunderhebungen; Zeitschrift für Handtherapie 1 (1998), 6-22
- [7] Noll, W.: Chemie und Technologie der Silikone; Weinheim, Verlag Chemie, 1968
- [8] O'Farrell, D., B. Montell, J. Babor, L. Levin: Long-term follow-up of 50 Duke Silicone prosthetic fingers; Journal of hand surgery, B&E volume (1996), 696-700
- [9] Pereira, B., A. Kour, E. Leow, R. Pho: Benefits and use of digital prostheses; Journal of hand surgery 3 (1996), 222-228
- [10] Pillet, J.: Esthetic hand prostheses; The journal of hand surgery 9 (1983), 778-781
- [11] Thomanek, A.: Silicone und Technik, München, Hanser Verlag, 1990
- [12] Thomas, K.F.: Prosthetic Rehabilitation, Quintessence Publishing, 1994
- [13] Waldner-Nilsson, B., et al.: Ergotherapie in der Handrehabilitation, Berlin-Heidelberg, Springer, 1997
- [14] Wilson, F.: Die Hand - Geniestreich der Evolution, Klett-Cotta, 1998

