

Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGZPW)

Verwendung thermoplastischer Nylon-Kunststoffe als Prothesenbasismaterial

Seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wird Nylon sowohl experimentell als auch klinisch als Basismaterial für herausnehmbaren Zahnersatz genutzt [1, 4, 13, 19]. Damals wurde das Material wegen einiger ungünstiger Eigenschaften überwiegend abgelehnt. Insbesondere die Elastizität des Nylons galt als unerwünscht. Mittlerweile haben moderne Nylon-Materialien in den USA u. a. auch aus wirtschaftlichen Gründen weite Verbreitung gefunden, in Deutschland werden sie bisher nur wenig, aber doch mit steigendem Marktanteil angewendet.

Werkstoffkundliche Bewertung

Nylon ist ein hydrophiles Polyamid, welches je nach Konfiguration zwischen 200 und 350°C plastisch wird und bei etwa 6 Bar Druck in eine Hohlform injiziert werden kann. Der Name Polyamid weist auf die Anordnung von Amidgruppen (-CONH) hin, welche in unterschiedlich lange Carbonketten eingebaut sind. Die modernen Nylonmaterialien sind Hybrid-Kompositionen verschiedener Polyamidmoleküle. Man nutzte zunächst Nylon-6 („Perlon“), dessen Wasseraufnahme aber für zahnärztliche Zwecke viel zu hoch war. Außerdem verfärbte es sich stark, wurde rasch mikrobiell besiedelt und wies nach kurzer Nutzungsdauer eine hohe Oberflächenrauigkeit auf. Mit dem ab den 70er Jahren genutzten Nylon-12 (mit längerer Lactamkette im Ausgangsmolekül), welches zudem mit Glasfasern verstärkt wurde, zeigten sich stark verbesserte Eigenschaften [8]. Dieses Material ist gegen viele organische Lösungsmittel, Alkalien, Benzine, Öle, verdünnte Mineralsäuren und die meisten organischen Säuren beständig. Starke Säuren, die im Haushaltsumfeld jedoch nicht vorkommen, bewirken bei allen Polyamiden einen hydrolytischen Abbau.

Unter dem für den deutschen Dentalmarkt gewählten Namen „Flexonon“ stand ein solches verbessertes Polyamid schon in den 1980er Jahren zur Verfügung, welches unter dem Originalnamen „Valplast“ in den USA produziert wurde.

MacGregor [12] verglich 1984 die Dimensionsänderung von Nylon-12 mit PMMA-Injektionskunststoffen und fand nur klinisch insignifikante Unterschiede. Stafford bewies 1986 die erheblich verbesserte Belastbarkeit des Nylon-12 und konstatierte dessen klinische Eignung [18]. Spindler [17] zeigte in seiner Arbeit, dass die Wasseraufnahme entgegen der weit verbreiteten Auffassung sogar unter derjenigen der üblichen PMMA-Materialien liegt: Für Flexonon (Valplast) fand er durchschnittliche Werte von 10,1 µg/mm³ bzw. 1,03 Gew.-% (nach 7d). Das bestätigte die niedrigen Werte aus der Studie von Graham et al. 1986 [7], die für das Nylon-12-Prothesenmaterial Flexiplast 1,36 Gew.-% nach 7d und für das technische Nylon-12-Produkt Grilamid sogar nur 0,69 Gew.-% fand. Die Wasseraufnahme verschiedener chemo- und thermoplastischer PMMA-Kunststoffe beträgt zwischen 19 und 25 µg/mm³ [9]. Zum Vergleich: Der in der DIN ISO 1567:2000 festgelegte Grenzwert für Prothesenkunststoffe liegt bei 32 µg/mm³.

Die Verbindung zu den Prothesenzähnen beruht allein auf mechanischen Effekten, zwischen Polyamiden und PMMA kommt es zu keiner chemischen Reaktion. Die vorgegebenen Normen sind insofern, analog zum Verbund mit nicht silanisierten Keramikzähnen, nicht anwendbar.

Aufgrund der fehlenden chemischen Reaktionsfähigkeit werden für Reparaturen (die wegen der Elastizität allerdings kaum eine Rolle spielen!), für Unterfütterungen und Erweiterungen Heißluftschweißgeräte bzw. spezielle Haftvermittler benötigt. Da keine belastbaren Daten zur Dauerhaftigkeit dieses nachträglichen Verbundes existieren, wird für solche Fälle auch eine Neuanfertigung bzw. Rebasierung empfohlen.

Neuere Werkstoffuntersuchungen weisen auf die noch bestehenden Schwächen dieser Materialgruppe hin: Nylon-Basismaterial schrumpft während des Herstellungsprozesses mit 2,5% etwa 2,8-mal soviel wie PMMA-Injektionskunststoffe [15]. Mit einer Verkleinerung des intermolaren Abstandes von 0,8mm bleibt Nylon jedoch knapp unter der von Woelfel konstatierten Grenze von 0,9mm, ab der mit einem klinischen Dyskomfort zu rechnen sei [20]. Außerdem zeigte sich, dass Nylon-Basismaterial nach 24stündiger Lagerung in üblichen Desinfektionsbädern etwas an Elastizität verlor [21].

Die Kaltbearbeitung des Polyamids mit den üblichen Fräsen führt kaum zu einem Spanabtrag, das Material „verschmiert“ stattdessen durch die lokale Erwärmung. Ein Abtrag ist nur mit speziellen, vom Hersteller zur Verfügung gestellten Schleifkörper bei druckfreier und niedertouriger Anwendung möglich. Überschüsse können mit einem Skalpell entfernt werden. Eine nachträgliche Politur ist unmöglich, Lederschwabbel sollen laut Herstellerangabe Mattglanz erzeugen können. Polyamid-Prothesenmaterial ist, je nach Fabrikat, in verschiedenen Farben lieferbar: Rosa, farblos und opak-weiß.

Indikationen für Nylon-Prothesen

Drei spezielle Eigenschaften öffnen den modernen Nylonmaterialien ein eigenes Indikationsfeld, welches mit anderen Materialien nur schwer abzudecken ist:

- 1) Sie sind eine echte Materialalternative bei nachgewiesener MMA-Allergie. Chemisch gibt es keine Verwandtschaft mit PMMA und als Thermoplast enthalten sie deutlich weniger eluierbare Substanzen. Da die in einem Stück aus Nylon mitgepressten Halteelemente ausreichend elastisch sind, können Teilprothesen ohne Metallklammern angefertigt werden. Patienten mit unklaren Intoleranzerscheinungen und insbesondere Metallphobikern und ihren Zahnärzten eröffnet sich damit eine weitere Alternative für eine Therapie im Sinne des Grundsatzes *primum nil nocere*.
- 2) Sie sind wegen der hohen Bruchfestigkeit bei großer Elastizität (kleines E-Modul) mechanisch wesentlich widerstandsfähiger als alle derzeit benutzten Prothesenbasismaterialien.
- 3) Sie sind durch ihre Flexibilität auch in kleine Mundhöhlen relativ einfach eingliederbar, was z.B. bei Kindern oder Sklerodermikern oft die einzige Möglichkeit für einen akzeptablen herausnehmbaren Zahnersatz darstellt [16].

Anwendung für Totalprothesen

Die zur Anwendung bei der zuletzt genannten Indikation erwünschte Flexibilität des Materials war jahrzehntelang für die Ablehnung seiner Nutzung in Deutschland ausschlaggebend. Es galt die (unbewiesene, aber bis heute stets wiederholte) These, dass steife Prothesenmaterialien den zahnlosen Kieferkamm am besten vor übermäßiger Resorption schützten, dagegen weiche und elastische Materialien den Knochenabbau beschleunigten [5, 11, 14].

Neben einigen Auftrags-Kasuistiken deutet jedoch eine einzige bisher vorliegende Studie zu diesem Thema darauf hin, dass möglicherweise das Gegenteil zutreffen könnte: Gencel zeigte 2005, dass unter Kunststoffprothesen, die aus Gründen der verbesserten Bruchsicherheit mit Metall- oder Glasfasereinlagen zusätzlich versteift worden waren, die Spannungen im Knochen überraschenderweise erhöht und ungünstiger verteilt waren [6].

Beim Unbezahnten besteht nach heutigem Kenntnisstand daher keine Kontraindikation für die Nutzung des Nylon-12 als Prothesenbasismaterial.

Anwendung für Teilprothesen

Im teilbezahnten Gebiss sollte herausnehmbarer Zahnersatz für eine lang- und mittelfristig angelegte Gebrauchperiode möglichst parodontal abgestützt werden, soweit die Restzahn-Topographie dies zulässt. Diese Forderung ist auch bei Verwendung einer Nylon-Basis erfüllbar:

a) Polyamid kann zur Kunststoff-Armierung abgestützter Modellguss-Basen verwendet werden, wodurch jedoch die Elastizität und das damit verbundene Indikationsgebiet verloren gehen.

b) Die geplanten Stützelemente können zusammen mit der Prothesenbasis und den Halteelementen in einem Stück aus Polyamid hergestellt werden. Die Auflagemulden bzw. Durchgänge sollten etwas ausgedehnter, in ihrer Grundform jedoch analog zu denen für metallische Auflagen gestaltet sein. Die damit erzeugte Abstützung kann wegen der Elastizität des Polyamids nicht die Rigidität gegossener metallischer Stützelemente erreichen. Im Gegensatz zu anderen PMMA-Alternativen, aus denen ebenfalls komplette Teilprothesen inklusive der Halte- und Stützelemente im Injektions- oder Spritz-Press-Verfahren herstellbar sind, ist Nylon jedoch deutlich weniger frakturgefährdet.

Die Tatsache, dass sich unter Freund-Prothesensätteln, die aus Nylon anstelle eines harten Materials gefertigt waren, eine verbesserte Mikrozirkulation fand [3], weist darauf hin, dass auch beim teilbezahnten die Auswirkungen der Prothesensteifigkeit auf das Tegument noch nicht abschließend geklärt sind.

c) Von der Verwendung einer Polyamidbasis mit gebogenen Drahtklammern ist abzuraten, da diese Kombination zweier so unterschiedlich elastischer Materialien noch nicht erprobt wurde.

Gibt es Kontraindikationen für Polyamid-Prothesen?

Abgesehen von allergischen Reaktionen sind absolute Kontraindikationen der Polyamid-Verwendung derzeit nicht erkennbar. Eine sicher nachgewiesene intraorale Manifestation einer Typ-IV-Allergie auf das Material wurde bisher nicht publiziert.

Relative Einschränkungen ergeben sich analog zu den anerkannten Konstruktionsregeln der Teilprothetik:

- Werden Teilprothesen aus Polyamid im suffizienten Restgebiss nicht abgestützt, sollten sie wegen der Gefahr der Kieferkamatrophie nur als Interimsersatz dienen.
- Halteelemente aus Polyamid sind stets voluminöser als Metallklammern, was die parodontalhygienische Gestaltung und das Freihalten des Pfeilerumfeldes erschwert. Auch dies schränkt die Zeitdauer ihrer Anwendung ein.

Klinische Erfahrungen

In den USA ist Nylon als Prothesenmaterial mittlerweile etabliert. Dies mag neben ökonomischen Gründen auch auf der Zufriedenheit der Patienten beruhen, wozu jedoch bisher noch keine aussagekräftigen Studien mit ausreichender Fallzahl existieren. Eine Pilotstudie mit 12 Patienten an der Universitätszahnklinik Bonn ergab immerhin eine signifikant höhere Zufriedenheit gegenüber konventionellen PMMA-Immediatprothesen [10]. Darüber hinaus liegen einzelnen Kasuistiken zur erfolgreichen Nutzung bei Allergien vor [2].

Fazit

Nylon-12 ist außerhalb Deutschlands auch durch seine Eigenschaft als chemische Alternative zum klassischen PMMA ein seit Jahrzehnten verbreitetes Material für herausnehmbaren Zahnersatz. Insofern ist es ähnlich zu betrachten wie Materialien auf der Basis von Vinylchlorid (Luxene®) Polyoxymethylen (Acetal Dental®, Dental D®) oder Polyurethan (Eclipse®). Es hat mit ihnen gemeinsam, etwas aufwendiger als PMMA verarbeitet werden zu müssen. Herausragender mechanischer Unterschied ist der geringe Elastizitätsmodul (geringer Widerstand gegen elastische Verformung), dessen vermeintlich Knochen abbauende Wirkung infrage steht, der das Material aber für spezielle Indikationen geeignet macht. Die von den Zahntechniklaboratorien oft vorgenommene großflächige Bedeckung der marginalen Gingiva vorhandener Pfeilerzähne entspricht nicht den anerkannten Regeln der parodontalhygienischen Gestaltung und ist kritisch zu sehen.

Literatur

- 1) Bauer W, Rink G: Die Verwendung von Nylon in der zahnärztlichen Prothetik. Zahnärztl Mitt 41, 235-237 (1953)
- 2) Basker RM, Hunter AM, Highet AS: A severe asthmatic reaction to poly(methyl methacrylate) denture base resin. [British Dent J](#) 169, 250-251 (1990)
- 3) Churygin SN: Comparative analysis of the results of patient prosthetic treatment by removable arch and elastic constructions in cases of end mandibular defects based on microcirculation study of prosthetic bed tissues. Stomatologija 86, 58-61 (2007)
- 4) Farrell JH, Hallett GEM: Nylon denture base. Dent Pract Dent Rec 6, 239 (1956)
- 5) Finger W: Mechanisch-dynamische Eigenschaften von Prothesenkunststoffen, Dtsch Zahnärztl Z 30, 665-671 (1975)

- 6) Gencil B: Evaluation of the effect of resilient liners and cast metal reinforcement of lower complete dentures on the stress distribution over the mandibular bone by strain gauge analysis. PhD Thesis, Istanbul 2005
- 7) Graham J, Huggett R, MacGregor AR, Stafford AR: The use of nylon as a denture-base material. J Dent 14, 18-22 (1986)
- 8) Hargreaves AS: Nylon as a denture-base material. Dent. Pract Dent Rec 22, 122-128 (1971)
- 9) Jarkas MI: Werkstoffmechanischer Vergleich hypoallergener Prothesenbasiskunststoffe Med Dent Diss Halle-Wittenberg 2007
- 10) Kraus D, Voigt V, Stark H, Reppert G, Helfgen EH, Kiesgen K, Roggendorf H: Valplast-Monoreduktoren als Alternative zur Immediatprothese nach Frontzahntraumata: Fallberichte einer klinischen Pilotstudie. Poster 1. Interdisziplinären Tagung Dentoalveoläre Traumatologie, Bonn 2008
- 11) Ludwig K (Hrsg): Lexikon der Zahnmedizinischen Werkstoffkunde. Quintessenz Verlags GmbH Berlin 2005
- 12) MacGregor AR, Graham J, Stafford GD, et al: Recent experiences with denture polymers. J Dent 12, 146-157 (1984)
- 13) Matthews E, Smith DC: Nylon as a denture base material. Br Dent J 98, 231-237 (1955),
- 14) Øilo M, Gjengedal H, Strand GV: Nylonproteser. Nor Tannlegeforen Tid 118, 900-904 (2008)
- 15) Parvizi A, Lindquist T, Schneider R, Williamson D, Boyer D, Dawson DV: Comparison of the Dimensional Accuracy of Injection-Molded Denture Base Materials to that of Conventional Pressure-Pack Acrylic Resin. J Prosthodont 13, 83-89 (2004)
- 16) Samet N, Tau S, Findler M, Susaria SM, Findler M. Flexible, removable partial denture for a patient with systemic sclerosis (scleroderma) and microstomia: a clinical report and a three-year follow-up. Gen Dent 55, 548-51 (2007)
- 17) Spindler G: Werkstoffkundliche Untersuchung des Polyamides Flexonon entsprechend der DIN 13907. Med dent Diss Berlin 1992
- 18) Stafford GD, Huggett R: The use of nylon as a denture base material. J Dent 14, 18-22 (1986)
- 19) Watt DM: Clinical assessment of nylon as a denture base material. Br Dent J 98, 238-241 (1955)
- 20) Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT: Dimensional changes occurring in dentures during processing. J Am Dent Assoc 61, 413-430 (1960)
- 21) Yunus N, Rashid AA, Azmi LL, Abu-Hassan MI: Some flexural properties of a nylon denture base polymer. J Oral Rehabil 32, 65-71 (2005)

Autor:

Dr. Felix Blankenstein
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 CharitéCentrum3 für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 Aßmannshäuser Straße 4-6, 14197 Berlin
felix.blankenstein@charite.de