

■ N. U. Zitzmann

# Die Folgen der Zahnlosigkeit für das Individuum

Totaler Zahnverlust und die damit verbundenen morphologischen Veränderungen der oralen Hart- und Weichgewebe können zu funktionellen, ästhetischen und/oder psychosozialen Beeinträchtigungen des betroffenen Patienten führen und erfordern die Rehabilitation mit prothetischen Rekonstruktionen [1, 21]. Da das Ausmass dieser Beeinträchtigungen die Prognose der verschiedenen Therapiemittel beeinflusst, ist eine umfassende Diagnostik beim zahnlosen Patienten erforderlich und stellt die Grundlage für die Entscheidungsfindung dar.

**Schlüsselwörter:** Zahnverlust, Zahnlosigkeit, Resorption, Alveolarknochen, Funktionsstörung, psychische Beeinträchtigung

**Sequela of edentulism.** Total edentulism and the morphological changes of the oral soft and hard tissues, occurring after tooth loss may cause functional, esthetic and/or psychological problems. In the affected patients, prosthetic reconstructions are normally required [1, 21]. The extent of patient's disability and impairment will influence the prognosis of the different treatment options. Therefore, careful and thorough diagnosis is required in order to facilitate appropriate treatment decisions in the edentulous patients.

**Keywords:** tooth loss, edentulism, alveolar ridge resorption, functional limitations, psychological impairment

## 1 Einleitung

Die Hauptursache für die Zahnlosigkeit ist trotz intensiver Prophylaxe-Massnahmen und verbesserter Mundgesundheit nach wie vor der Zahnverlust durch Karies und Parodontitis. Auch wenn Zahnerhalt bis ins hohe Alter möglich ist, dominieren diese Erkrankungen bei älteren Patienten, deren allgemeinmedizinische Situation und Immunabwehr sich plötzlich verschlechtern, die als Folge zahlreicher Dauermedikationen an Xerostomie leiden und/oder deren Mundhygiene durch verminderte manuelle Geschicklichkeit reduziert ist. Da die Durchführung der Zahnextraktionen und damit die Überführung in die Zahnlosigkeit in den meisten Fällen durch den Zahnarzt erfolgt, kann der Verlust fraglicher oder prognostisch ungünstiger

Zähne durch finanzielle Aspekte von Patientenseite und durch das Behandlungskonzept des jeweiligen Zahnarztes favorisiert oder abgelehnt werden. Darüber hinaus kann die Zahnlosigkeit sowohl beim alten als auch beim jungen Patienten als Folge von Traumata oder Tumorresektionen bzw. als Vorbereitung einer Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich entstehen. Anodontie als genetische Ursache, meist in Zusammenhang mit ektodermalen Entwicklungsstörungen, ist ein äusserst seltener Grund für die Zahnlosigkeit im Kindesalter. Ohne Prävention tritt die durch Karies und Parodontitis verursachte Zahnlosigkeit auch bei der jüngeren Bevölkerung auf, wobei sozial schwache Bevölkerungsschichten besonders betroffen sind [50].

Hinweise auf den dentalen Status und die Prävalenz der Zahnlosigkeit innerhalb der Bevölkerung gibt die Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III, 1997), in der zufällig ausgewählte Teilnehmer der Altersgruppen 35–44 Jahre und 65–74 Jahre klinisch untersucht wurden [28]. Die gewichteten Daten zeigten, dass den 35- bis 44-Jährigen durchschnittlich 4,2 Zähne fehlen, während dies bei den Senioren (65–74 Jahre) bereits 18 Zähne sind. In dieser Altersgruppe ist fast die Hälfte (44 %) der Bevölkerung in einem oder beiden Kiefern von der Zahnlosigkeit betroffen, rund ein Viertel (24 %) tragen Totalprothesen im Ober- und Unterkiefer (Tab. 1). Im internationalen Vergleich zeigt die Häufigkeit totalprothetischer Versorgungen bei den Senioren (65 bis 74 Jahre) in Deutschland grösstenteils Übereinstimmungen mit der Schweiz und den Vereinigten Staaten von Amerika (Tab. 1). So betrug der Anteil der Totalprothesenträger im Ober- und Unterkiefer in der Schweiz 23,5 % (SGB „Schweizerische Gesundheitsbefragung“, 1992/3) [49]; in den USA lag der Anteil mit 29 % geringfügig höher (NHANES III „Third National

Altersgruppe 65-74 Jahre			
Zahnersatz	Schweiz (Umfrage 1992/3) <sup>1)</sup>	Deutschland (klin. Untersuchung 1997) <sup>2)</sup>	USA (Umfrage und klin. Untersuchung 1991) <sup>3)</sup>
Totalprothese Oberkiefer (OK)	43,6	41,8	41,3
Totalprothese Unterkiefer (UK)	25,1	26,2	29,2
Totalprothese OK und UK	23,5	24,0	28,5
Totalprothese OK und/oder UK	45,2	44,0	42,0

<sup>1)</sup> Datenquelle für die Schweiz SGB 1992/93 [49]

<sup>2)</sup> Datenquelle für Deutschland DMS III [28]

<sup>3)</sup> Datenquelle für die USA NHANES III [12, 24]

**Tabelle 1** Vergleich der Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III) von 1997 mit der Schweizerischen Gesundheitsbefragung (SGB) von 1992/3 und des Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) von 1988-1991 (in %).



Abbildung 1 Bezahnte Kiefer und fortgeschrittene Resorption des Alveolarkamms nach dem Zahnverlust.

Health and Nutrition Examination Survey“, 1988-1991) [12]. Bei dieser Umfrage wurde auch die Studienpopulation  $\geq 75$  Jahre einbezogen, unter denen 44 % Totalprothesenträger (Ober- und Unterkiefer) zu finden waren. Dass die grösste Häufigkeit der Zahnlosigkeit in der betagten Bevölkerung zu finden ist, wurde in einer Untersuchung von 1990 bis 1993 bestätigt, gemäss derer unter den 90- bis 94-Jährigen in Westberlin sogar 76 % zahnlos waren [32].

Die Aufgaben und Funktionen der Dentition für das Individuum sind vielfältig und bedeutsam:

- Zähne nehmen Einfluss auf die Kaufunktion und tragen zur Vermeidung ernährungsbedingter Mangelkrankungen bei;
- sie sind wichtig für die Artikulation, die Sprechfunktion und das Kommunikationsvermögen;
- Zähne bestimmen das ästhetische Erscheinungsbild und entscheiden über das Ansehen und den Erfolg eines Individuums in der Gesellschaft;
- sie sind damit entscheidend für die Lebensqualität.

Mit dem Verlust der Zähne kommt es zu umfangreichen anatomischen und morphologischen Veränderungen, die intra- und extraoral sichtbar werden. Dabei können funktionelle und ästhetische Probleme entstehen und eine psychische und soziale Beeinträchtigung zur Folge haben. Gemäss der „International Classification of Function, Disability and Health“ (ICF) der WHO ist der Zahnverlust der bleibenden Dentition primär als ein Strukturschaden (Ziffer s3200 „Verlust einer Körperstruktur“) anzusehen, der sekundär bestimmte Körperfunktionen beeinflusst und in der Folge zu Einschränkungen der Aktivität und Partizipation (Teilhabe) führen kann [47]. Diese Einschränkungen wurden in der Vorgängerversion der ICF, der „International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps“ (ICIDH), als „Fähigkeitsstörung“ und „soziale Beeinträchtigung“ bezeichnet [46]. Die Schädigung des Kausystems durch den Zahnverlust kann Einschränkungen der Kau- oder Sprechfunktion (Ziffer b510 „Funktion der Nahrungsaufnahme“, und b320 „Artikulationsfunktion“) und Beschwerden (Ziffer b280 „Schmerz/Wundsein“, z.B. durch die Auflage der Prothesenbasis) nach sich ziehen; diese wiederum können Aktivitätseinschränkungen, z.B. beim Essen harter oder klebri-

ger Nahrung (Ziffer d550) sowie bei der mündlichen Kommunikation (Ziffer d330), verursachen. Die Auswirkungen auf psychosozialer Ebene äussern sich in der Einschränkung der Teilhabe, z.B. durch den Verzicht auf die Nahrungsaufnahme in der Öffentlichkeit oder das Vermeiden enger Kontakte zu anderen Personen (Ziffer d710) [47].

Die Voraussagen, die für die deutsche Bevölkerung für das Jahr 2020 gemacht wurden, deuten darauf hin, dass die Häufigkeit der Zahnlosigkeit nicht abnehmen wird [19, 36]. Ausgehend vom dentalen Status im Jahre 1997 (DMS III) vergrössert sich der Anteil abnehmbaren Zahnersatzes (Teil- und Totalprothesen) bei verbesserter Mundgesundheit (durch präventive Massnahmen) um 3 % bis zum Jahr 2020. Bei konstanter Mundgesundheit kommt es sogar zu einer Zunahme um 26 % innerhalb des gleichen Zeitraumes [36]. Entscheidend beeinflusst werden diese Entwicklungen vom Alterungseffekt der Bevölkerung. Dabei wird der sog. Altenquotient „65“, durch den das Verhältnis zwischen Erwerbstätigen und Rentnern Ausdruck findet (Anteil  $\geq 65$ -Jährige pro 100 20- bis 64-Jährige), voraussichtlich von 26 (im Jahr 2000) auf 35 im Jahre 2020 ansteigen [40].

Während für die Länder Schweden, Finnland und England eine Abnahme der Zahnlosigkeit um 40 bis 60 % innerhalb von 20 Jahren anzunehmen ist [29], wird für die Bevölkerung der USA ein Anstieg der Zahnlosen prognostiziert [12]. So ist unter Berücksichtigung der Überalterung – trotz des Rückgangs der Zahnlosigkeit um je 10 % pro Altersdezenium – von einer numerischen Zunahme der Betroffenen um rund 7 % auszugehen [12, 24].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die verschiedenen Aspekte der Zahnlosigkeit und ihre Folgen für das Individuum strukturiert darzustellen. Die Auswirkungen des Zahnverlustes können in:

- anatomische und morphologische Veränderungen,
- funktionelle Beeinträchtigungen und
- psychosoziale Beeinträchtigungen

gegliedert werden, wobei eine Überlagerungen und gegenseitige Beeinflussung dieser drei Bereiche möglich ist. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie der Therapieerfolg einer prothetischen Rekonstruktion des Zahnlosen durch diese Beeinträchtigungen beeinflusst und limitiert sein kann.



**Abbildung 2**  
 Profilveränderung durch  
 den Zahnverlust  
 (Patientin ohne und  
 mit Totalprothese,  
 Überlagerung).

## 2 Anatomische und morphologische Veränderungen nach dem Zahnverlust

### 2.1 Resorption des Alveolarknochens

Der Processus alveolaris, der dem basalen Knochen der Maxilla und der Mandibula aufgesetzt ist und durch die Ausdehnung der Alveolen definiert wird, bildet sich nach dem Zahnverlust zum sog. Alveolarkamm um und unterliegt Resorptionsprozessen variablen Ausmasses (Abb. 1). Langzeituntersuchungen mit kephalometrischen Aufnahmen (FRS „Fernröntgenseitenbild“) haben gezeigt, dass die vertikale Resorption insbesondere im ersten Jahr nach dem Zahnverlust stattfindet und in der Symphysenregion der Mandibula mit durchschnittlich 4 mm stärker ausgeprägt ist als in der anterioren Maxilla (2 mm) [8, 42]. Während der ersten 7 Jahre post extractionem ist die durchschnittliche jährliche Resorption im Unterkiefer mit 0,94 mm um den Faktor 4 grösser als im anterioren Oberkiefer (0,25 mm). Zwischen dem 10. und 25. Jahr nach dem Zahnverlust kommt es in der Maxilla fast zu einem Stillstand der Resorption (0,06 mm pro Jahr), während in der Mandibula ein Fortschreiten um weitere 0,22 mm pro Jahr beobachtet wurde. Innerhalb des gesamten 25-jährigen Beobachtungszeitraums hatte im Unterkiefer eine Verminderung der Knochenhöhe um 9–10 mm gegenüber 2,5 bis 3 mm im Oberkiefer stattgefunden [42]. Zu diesen Daten ist kritisch anzumerken, dass die untersuchte Population bereits in jungen Jahren zahnlos wurde und gerade hinsichtlich der Kontur in der mandibulären Symphysenregion eine grosse Variabilität bestand [42]. Zudem können die auf Übersichtsröntgenbildern ermittelten Werte durch beeinflussende Faktoren, wie z.B. Patientenpositionierung und Filmentwicklung, einen relativ grossen Messfehler aufweisen.

Anhand von Leichen-Untersuchungen wurde aufgezeigt, dass der Alveolarkamm im Ober- und Unterkiefer sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Ebene von Resorptionsprozessen betroffen ist [9]. Dabei zeigt die Resorptionsrichtung im Oberkiefer nach kranial, dorsal und medial, im Unterkiefer hingegen nach kaudal, ventral und lateral. Als Folge dieser unterschiedlichen Resorptionsrichtungen weisen zahnlose Patienten vielfach einen reduzierten Umfang des Oberkiefers mit einer relativen Retral- und Palatinalposition der Maxilla auf. Der Unterkieferumfang nimmt hingegen resorptionsbedingt zu und kann die Maxilla sowohl anterior als auch lateral überragen (Kreuzbiss-Situation) [6]. Gleichzeitig kann es durch Remodellierungsprozesse

zu einer Vorverlagerung der Mandibula und zu einer Reduzierung der vertikalen Gesichtshöhe kommen, was das prognathe Gesichtprofil zusätzlich verstärkt [42]. Neben der fehlenden Unterstützung der Lippen und Weichteile sowie durch ein verstärktes Hervortreten der Nasolabialfalten führen diese Adaptationsvorgänge zu einer raschen äusserlichen Alterung des Zahnlosen (Abb. 2) [50].

Die Parameter, die die Alveolarkamm-Resorption nach dem Zahnverlust beeinflussen, lassen sich in anatomische (z.B. Stärke der bukkalen Alveolarwand), metabolische (z.B. Östrogenmangel), funktionelle (z.B. okklusale Überbelastung) und prothetische (z.B. inadäquate Prothesenbasis und/oder Zahnaufstellung) Faktoren einteilen, deren Stellenwert und mögliche Interaktionen jedoch bis heute nicht eindeutig geklärt sind [3, 50].

### 2.2 Spezielle Folgen im Unterkiefer

Als relativ stabile morphologische Strukturen sind im Unterkiefer das Trigonum retromolare, die Crista obliqua externa und die Crista mylohyoidea anzusehen. An der Crista obliqua externa, die als Knochenleiste am seitlichen Corpus mandibulae verläuft, setzt die Faszie des M. masseter an; an der Crista mylohyoidea nehmen die zur Raphe mediana verlaufenden Fasern des M. mylohyoideus ihren Ursprung. Das Ausmass der Resorption ist häufig in der Prämolaren- und Molarenregion der Mandibula am grössten, so dass hier der tiefste Punkt des antero-posterioren Kammverlaufs zu finden ist, welcher zum Trigonum retromolare hin wieder ansteigt. Bei starker Alveolarkamm-Resorption ist der N. alveolaris inferior, der nach seinem Eintritt am Ramus mandibulae innerhalb des Canalis mandibularis kaudal der Wurzelspitzen verläuft und sich in der Region der Prämolaren in den N. incisivus und den N. mentalis teilt, häufig nur noch durch eine dünne Knochenschicht bedeckt. Während der N. mentalis nach seinem Austritt am Foramen mentale die Haut des Kinns und der Unterlippe sensibel innerviert, verläuft der N. incisivus im intraossären Canalis incisivus nach anterior, wo er die Innervation der Frontzähne übernimmt und seine Funktion damit beim zahnlosen Patienten verliert (Abb. 1).

Im zahnlosen Unterkiefer reduziert sich mit dem Fortschreiten der Alveolarkamm-Resorption die Breite der mastikatorischen Mukosa zu einem schmalen Band („Alveolarkamm-Narbe“). Dabei kommt es zu einer relativen Annäherung des Alveolarkamms an die Schleimhautfalten inner-



halb der auskleidenden Alveolarmukosa (Lippen- und Wangenbänder sowie das Zungenband). Die strukturelle Beweglichkeit der nicht-keratinisierten Alveolarmukosa kann in der Regio sublingualis zu einer Überlagerung des stark resorbierten Alveolarkamms führen, was als sog. „Mundbodenprolaps“ bezeichnet wird [50].

### 2.3 Spezielle Folgen im Oberkiefer

Auch bei starker Knochenresorption liegt im Oberkiefer der Übergang zwischen der auskleidenden und der mastikatorischen Mukosa, die den harten Gaumen bedeckt, bukkal des Alveolarkamms. Als stabile Strukturen in der Maxilla sind der zentrale Gaumen und die Crista zygomaticoalveolaris anzusehen, bis zu der die Resorption des Alveolarkamms reichen kann (Abb. 1) [44]. Stärkere Resorptionsprozesse können im Oberkiefer sowohl posterior im Bereich der Tubera als auch anterior auftreten. Dabei bleibt die Weichgewebkontur vielfach erhalten, weist jedoch aufgrund der fehlenden knöchernen Unterlage eine erhöhte Mobilität auf und wird als „Schlotterkamm“ bezeichnet. Insbesondere durch die Resorptionsprozesse in der Region des anterioren Gaumens können Sprechstörungen, die primär durch den Zahnverlust verursacht sind, verstärkt werden.

Bei Dominanz des katabolen Stoffwechsels (z.B. bei Östrogenmangel in der Postmenopause) ist die spongiöse Knochen substanz der Maxilla schon frühzeitig von einer Abnahme des trabekulären Knochens und von einem weiteren Verlust der Knochenmasse betroffen [13].

## 3 Funktionelle Beeinträchtigungen

Die funktionellen Beeinträchtigungen, die unmittelbar durch den Zahnverlust verursacht werden oder mit diesem in Zusammenhang stehen, umfassen die folgenden Aspekte (Abb. 3) [50]:

- verminderte orale Wahrnehmung durch den Verlust der Propriozeption;
- verminderte Kaukraft und Kaeffizienz;
- einseitige Nahrungsselektion durch eingeschränkte Kaufunktion;
- reduzierte Speichelsekretion durch verminderte Kautätigkeit;
- Beeinträchtigung der Sprechfunktion.

### 3.1 Orale Wahrnehmung

Durch den Verlust der parodontalen Propriozeption sind die orale Wahrnehmung im Allgemeinen und das Erkennen von Formen und Dimensionen in der Mundhöhle („orale Stereognosie“) im Speziellen vermindert [10]. Es kommt zur Reduktion der Taktilität (Wahrnehmung von Berührung und Druck) und zu einer verringerten Wahrnehmung funktioneller Bewegungen des Unterkiefers unter okklusalem Kontakt;



Abbildung 3 Anatomische Veränderungen, mögliche Beeinträchtigungen und deren Folgen bei totaler Zahnlosigkeit.

darüber hinaus ist die reflektorische Regulation der Kaukraft vermindert. Diese Funktionseinschränkungen können beim Zahnlosen nur partiell durch die Mechanorezeptoren in den prothesentragenden Mukosaarealen, durch die Gelenkrezeptoren im Kiefergelenk und die Muskelspindeln sowie durch die sensorische Wahrnehmung im Bereich von Lippen und Zunge kompensiert werden [23].

### 3.2 Kaukraft, Kaufähigkeit und Kaeffizienz

Voraussetzung für eine adäquate Kaufunktion sind eine ausreichende Kaukraft und die Fähigkeit, Speisen genügend zerkleinern zu können. Im Vergleich zur Situation mit der Eigendition ist die maximale Kaukraft beim Zahnlosen, der mit Totalprothesen versorgt ist, wesentlich reduziert und mit einer geringeren Kaeffizienz korreliert [16, 18, 45]. Diese Kaeffizienz wird durch Angabe der zur Nahrungszerkleinerung benötigten Kauzyklen erfasst oder aber anhand der Partikelgröße eines Testmediums bei vorgegebener Anzahl der Kauzyklen gemessen und ist dann als Kaufähigkeit zu bezeichnen [16, 17]. Als verursachende Faktoren dieser Funktionseinschränkungen werden die reduzierte orale Wahrnehmung, die verminderte Prothesenstabilität, Druckempfindung und Schmerzen an der Mukosa sowie die hohe Prävalenz der Hyposalivation beim Zahnlosen angenommen (Abb. 3) [50].

### 3.3 Nahrungsselektion

Die Annahme, dass ein Zusammenhang besteht zwischen dem dentalen Status und der Nahrungsselektion bzw. dem Ernährungszustand, wurde in verschiedenen Studien bestätigt. In einer Umfrage zur Ernährung („UK National Diet and Nutrition Survey“) war die tägliche Nahrungsaufnahme von Proteinen, Ballaststoffen, Calcium, Eisen und Vitamin C unter den zahnlosen Individuen (≥ 65 Jahre) geringer als unter den Bezahnten der gleichen Altersgruppe; eine Fehlernährung war am häufigsten unter den Zahnlosen zu finden [41]. Auch im Rahmen der NHANES III wurde anhand der

relevanten Serumkonzentrationen (Betakarotin, Folsäure und Vitamin C) aufgezeigt, dass der Ernährungszustand von Totalprothesenträgern schlechter war als derjenige der voll-bezahnten Probanden [33]. Dass insbesondere der Halt der Totalprothese im Unterkiefer für die veränderte Nahrungsselektion ausschlaggebend ist, wurde in einer Befragung von älteren Zahnlosen ( $\geq 79$  Jahre) in Iowa beobachtet [25]. Dabei erfolgte eine Graduierung in gut retinierte, stabile Prothesen und solche mit schlechtem Halt im Ober- oder Unterkiefer. Die Resultate zeigten eine Korrelation zwischen dem reduzierten Nährstoffgehalt bzw. der verminderten Qualität der Nahrung und dem schlechten Halt der Unterkiefer-Totalprothese [25]. Trotz totalprothetischer Therapie beschränken sich also viele Zahnlose auf die Auswahl weicher, kohlenhydratreicher Kost, die einfach zu kauen und zu schlucken ist. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die Fehlernährung nicht als direkte Folge des Schluckens wenig zerkleinerter Nahrungspartikel bei reduzierter Kaufähigkeit entsteht; vielmehr wählt der Betroffene vermutlich aufgrund der bestehenden funktionellen Beeinträchtigungen indirekt eine einseitige Ernährung (Abb. 3).

### 3.4 Speichelsekretion

Obwohl die Speicheldrüsenfunktion nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Dentition bzw. der Zahnlosigkeit steht, sind zahlreiche zahnlose Patienten von einer Verminderung der Speichelsekretion (Hyposalivation) und in der Folge von einer Xerostomie, i.e. die Symptomatik der Mundtrockenheit, betroffen. Mögliche Ursachen sind:

- die Degeneration der Speicheldrüsen;
- eine geringe Flüssigkeitsaufnahme bei reduziertem Durstgefühl;
- Autoimmunerkrankungen;
- Radiatio im Kopf-Hals-Bereich;
- Medikamente mit anticholinergischer Wirkung (z.B. Atropin, trizyklische Antidepressiva, Antihistaminika, Tranquillizer) oder sympathomimetischer Wirkung (z.B. Amphetamine, Appetitzügler, Bronchodilatoren), die die parasympathisch bzw. sympathisch regulierte Speichelsekretion reduzieren;
- eine verminderte Kautätigkeit bei weicher Kost (verminderte Reizspeichelmenge).

Da die Glandulae submandibulares und sublinguales sowie die kleinen rein mukösen Speicheldrüsen sowohl von den möglichen degenerativen Veränderungen im Alter als auch durch medikamentöse Nebenwirkungen funktionell stärker betroffen sind als die Glandula parotis, kann die Menge des Reizspeichels unverändert, die des Ruhespeichels jedoch stark vermindert sein [38]. Dabei wird eine Reduktion des Ruhespeichels auf  $< 0,1$  ml/min durch eine Hypofunktion der rein- oder teilweise mukösen Speicheldrüsen als Hauptursache der Xerostomie angesehen und führt zur Veränderung der Speichelqualität zugunsten der serösen Anteile. Beide Faktoren – die Reduktion der Ruhespeichelmenge und der Speichelviskosität – beeinflussen den Halt der Totalprothese insbesondere im Oberkiefer negativ. Durch die reduzierte Lubrifikation der Mukosa kann es beim Zahnlosen zu einer Prothesenunverträglichkeit kommen, zudem können Kau- und Schluckbeschwerden (Dysphagie) auftreten.

### 4 Psychosoziale Beeinträchtigungen

Die psychische Beeinträchtigung des zahnlosen Patienten kann auf zwei Ebenen erfolgen: Der Verlust der Zähne als Teil des Körpers – oder bereits die Vorstellung dessen – stellt

per se eine psychische Belastung dar (primäre Beeinträchtigung). Hat der Zahnverlust stattgefunden und werden vom Patienten funktionelle Probleme wahrgenommen, so können diese sekundär eine psychische Beeinträchtigung verursachen. Die veränderte Physiognomie mit einer plötzlichen Alterung, die unzureichende Kaufähigkeit, die limitierte Nahrungsaufnahme und Sprechstörungen sind Faktoren, die die Ausübung sozialer Aktivitäten und zwischenmenschlicher Kontakte einschränken können (psychosoziale Beeinträchtigung). Auch die ständige Befürchtung oder gar Angst, dass sich die Totalprothese in der Öffentlichkeit oder vor dem Partner lösen würde, kann zu einem Zustand der psychischen Anspannung und Verunsicherung führen [7]. Sowohl die primäre als auch die sekundär hervorgerufene psychische Beeinträchtigung werden durch Faktoren wie Geschlecht, Alter, Kultur und soziales Umfeld beeinflusst. Die Erfassung und Quantifizierung der Beeinträchtigung durch den Zahnverlust zielt auf die Patientengruppe, die bereits mit Totalprothesen als dem konventionellen Therapiemittel versorgt ist, und kann darüber hinaus bezahnte Probanden einschliessen, die die Bedeutung der potenziellen Zahnlosigkeit einschätzen sollen. In grossen Studiengruppen mit zufällig ausgewählten Teilnehmern (bezahnt und unbezahnt) wurde der Zusammenhang zwischen der oralen Gesundheit und der Lebensqualität nachgewiesen:

- bei der Befragung von fast 4.000 Probanden wurden eine Verminderung der Lebensqualität und/oder starke Funktionseinschränkungen durch die orale Situation häufiger von den Teilnehmern angegeben (21 %), die einen abnehmbaren Zahnersatz trugen, während dies nur von 8 % der Probanden ohne herausnehmbare Rekonstruktion wahrgenommen wurde [34];
- die negative Beeinflussung der Lebensqualität durch den Zahnverlust wurde anhand von Interviews bei fast 2.000 Personen verschiedener Altersgruppen in Grossbritannien bestätigt. Bei den Befragten mit reduzierter Dentition ( $< 20$  Zähne) oder Zahnlosen war im Vergleich zu Probanden mit  $\geq 20$  natürlichen Zähnen die Wahrscheinlichkeit grösser, dass sie eine Verminderung der Lebensqualität durch die orale Gesundheit erfahren hatten [26];
- dem Zahnverlust und der Versorgung mit einer Totalprothese wurde im Vergleich zu anderen Ereignissen im Leben eine grosse Bedeutung zugeschrieben. Die Einschätzung, wie gut oder schlecht die Befragten (311 Personen zwischen 20 und 70 Jahren) mit einem Ereignis umgehen könnten, erfolgte auf einer Skala zwischen 0 und 20; der Tod des eigenen Kindes oder Partners wurde mit 18,6 und 18,2 bewertet, die Versorgung mit Totalprothesen mit 12,0, der Verlust eines oder mehrerer Zähne mit 10,7 und die Geburt oder Adoption eines Kindes mit 5,0. Dabei konnten keine alters- oder geschlechtsabhängigen Unterschiede festgestellt werden [5].

Die Resultate der Befragung von Patienten, die bereits von der Zahnlosigkeit betroffen waren, haben eine psychosoziale Beeinträchtigung durch die orale Situation bestätigt:

- psychische Schwierigkeiten mit der Akzeptanz des Zahnverlustes hatten fast die Hälfte (45 %) einer Gruppe von 94 Zahnlosen, deren totalprothetische Versorgung als erfolgreich einzustufen war. Die Beeinflussung des täglichen Lebens und des psychosozialen Wohlbefindens äusserte sich besonders in der Verminderung des Selbstvertrauens, dem Verzicht auf verschiedene Nahrungsmittel und der Einschränkung sozialer Kontakte [11];
- der Zahnverlust zeigte bei einer Gruppe suffizient versorgter Totalprothesenträger eine grosse emotionale Beeinflussung und wurde mit Begriffen wie „schmerzlicher

- Verlust“, „reduziertes Selbstvertrauen“, „veränderte äusserliche Erscheinung“, „frühzeitige Alterung“ und „reduzierte soziale Kontakte“ besetzt [15];
- für viele Betroffene war die Zahnlosigkeit ein Tabu-Thema, welches selbst mit dem Ehepartner nicht besprochen und auf das von zahnärztlicher Seite zu wenig vorbereitet worden war [15].

Die Bedeutung des Zahnverlustes für die psychische Verfassung des Betroffenen unterliegt grossen individuellen Unterschieden. Sowohl der Verlust der Körperstrukturen (primär) als auch die ästhetischen und funktionellen Einschränkungen (sekundär) können eine psychische Belastung darstellen und Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden und das soziale Verhalten des Betroffenen haben. Dabei ist das Ausmass der Einschränkung von Aktivitäten und der Partizipation an den für einen Betroffenen wichtigen Lebensbereichen abhängig vom Individuum, seiner Adaptationsfähigkeit und seinem Umfeld [50].

### 5 Kompensation der Folgen der Zahnlosigkeit mit einer prothetischen Rekonstruktion

Die prothetische Rekonstruktion kann im Sinne der ICF der WHO nicht nur als Ersatz der fehlenden Hart- und Weichgewebsstrukturen und als Therapiemittel zur Wiederherstellung der Funktion, sondern darüber hinaus als Förderungsfaktor angesehen werden, mithilfe dessen die Aktivitäts- und Teilhabe-Einschränkungen verbessert oder aufgehoben werden und eine normale gesellschaftliche Partizipation ermöglicht wird [47]. Die Möglichkeiten und Grenzen, mit der Totalprothese – als dem konventionellen Therapiemittel – den Strukturersatz und die Funktion gewährleisten zu können, sind abhängig von:

- der anatomischen Ausgangslage;
- dem Ausmass und Umfang der funktionellen Veränderungen und Beeinträchtigungen;
- den ästhetischen, phonetischen und psychischen Problemen;
- der Persönlichkeitsstruktur des Patienten und von einer eventuellen Prothesenunverträglichkeit.

Als Alternative zur Totalprothese stehen heute sowohl im Unterkiefer als auch im Oberkiefer festsitzende und abnehmbare Rekonstruktionen (implantatretiniert oder implantatgetragen [48]) zur Verfügung, deren Indikationsbereiche klar voneinander abzugrenzen sind. Neben den oben genannten Faktoren kann die Therapieentscheidung auch von der Bereitschaft des Patienten umfangreiche Vorbehandlungsmassnahmen auf sich zu nehmen abhängen und vom finanziellen Rahmen beeinflusst werden.

#### 5.1 Kompensation anatomisch-morphologischer Veränderungen

Der Ersatz der fehlenden Zähne und des umgebenden Hart- und Weichgewebes ist grundsätzlich mit der konventionellen Totalprothese im Ober- und Unterkiefer möglich. Die resorptionsbedingte Reduktion der Alveolarkammhöhe und die Atrophie der mastikatorischen Mukosa können jedoch insbesondere im Unterkiefer eine negative Beeinflussung der Prothesenstabilität und des Komforts zur Folge haben. Bei flachem Kamm ist der Prothesenhalt gegen horizontale Schubkräfte vermindert und die potenzielle Auflagefläche der Prothesenbasis stark eingeschränkt. Die Stabilisierung der Totalprothese erfolgt in diesen Fällen überwiegend neuromuskulär und hängt somit in grossem

Masse von der individuellen Adaptationsfähigkeit des Patienten ab.

Die Prothesenbasis liegt im Unterkiefer überwiegend der dünnen, faltigen und häufig sehr druckdolenten nicht-keratinisierten Alveolarmukosa auf und kann Schmerzen und Wundsein verursachen. Kommt nach vollständiger Resorption des Processus alveolaris mandibulae die Austrittsstelle des Nervus mentalis auf dem Kamm zu liegen, so können darüber hinaus Irritationen und Druckdolenzen des Nerven durch die aufliegende Prothesenbasis verursacht werden.

Im Oberkiefer kann durch optimale Extension der Prothesenbasis und Ventilfunktion des Prothesenrandes auch bei fortgeschrittener Resorption des Alveolarkamms vielfach eine ausreichende Retention der Totalprothese erzielt werden (physikalische Prothesenhaltefaktoren). Negative Auswirkungen auf den Halt der Oberkiefer-Totalprothese haben jedoch all die Faktoren, die ein rasches Einströmen von Luft zwischen Prothesenbasis und Mukosa, somit einen Druckausgleich und das Ablösen der Prothese verursachen. Zu diesen Faktoren gehören u.a. trockene Schleimhäute, seröse Speichelqualität, destabilisierende okklusale und funktionelle Kräfte sowie anatomisch bedingt kurze Fließwege des Speichels (z.B. bei starker Kammresorption). Limitierend für den Erfolg einer Totalprothese kann auch die starke Reduktion des Umfangs der Maxilla bei einer nach dorsal und medial gerichteten Resorption sein. Die ästhetisch korrekte Position der Frontzähne liegt in diesen Fällen häufig anterior des Alveolarkamms und wirkt sich u.U. negativ aus auf die funktionelle Stabilität der Prothese.

#### 5.2 Kompensation funktioneller Beeinträchtigungen

Orale Wahrnehmung, Kaukraft und Kaeffizienz

Für den Totalprothesenträger, bei dem grosse Teile der Mukosa durch die Prothesenbasis abgedeckt werden, ist die Propriozeption essenziell für die muskuläre Stabilisierung des Zahnersatzes, insbesondere im Unterkiefer. Gerade bei geringer Prothesenstabilität ist jedoch die beim Zahnlosen ohnehin reduzierte orale Stereognosie noch stärker eingeschränkt und kann das Schlucken grosser Nahrungspartikel begünstigen [23]. Inwieweit mit der Totalprothese oder durch den Einsatz von Implantaten als alternativer Therapie die Aufhebung der funktionellen Einschränkungen des Betroffenen möglich ist, wurde in verschiedenen Studien im Vergleich zur Eigendentition untersucht. Dabei wurden die folgenden Resultate ermittelt:

- die aktive okklusale Wahrnehmung, die durch Interposition verschieden dicker Folien zwischen die antagonistischen Zahnreihen überprüft wird, beträgt bei erhaltener natürlicher Bezahnung 8 bis 30  $\mu\text{m}$ , und ist beim Zahnlosen mit Totalprothesen wesentlich weniger differenziert (Wahrnehmung von 100 bis 180  $\mu\text{m}$  starken Folien). Durch die Insertion einer Implantatbrücke in einem Kiefer konnte diese erhöhte Schwelle wieder reduziert werden und näherte sich bei Implantation in beiden Kiefern der Wahrnehmungsfähigkeit, welche bei den Probanden mit erhaltener Dentition in einem Kiefer und einer Implantatbrücke im Gegenkiefer vorhanden war (um 50  $\mu\text{m}$ ) [22, 27];
- die maximale Kaukraft in der Region des 2. Prämolaren, die mit bestehender Eigendentition in beiden Kiefern etwa 460 N erreicht, ist beim Zahnlosen infolge der verminderten Propriozeption stark reduziert (77 N, Messung ein Jahr nach totalprothetischer Neuversorgung) [27]. Positive Korrelationen wurden beobachtet zwischen der geringen Kaeffizienz beim Totalprothesenträger und einer kleinen Auflagefläche der Prothesenbasis [20]

sowie zwischen der geringen Kaufähigkeit und einer fortgeschrittenen Resorption [37]. Durch die Versorgung mit festsitzenden oder abnehmbaren Implantat-Rekonstruktionen wurde eine Erhöhung der maximalen Kaukraft auf durchschnittlich 140 N beobachtet, wobei jedoch grosse interindividuelle Unterschiede bestanden [27, 39];

- eine vergleichende Untersuchung hat gezeigt, dass die Kaeffizienz bei jungen (Durchschnittsalter 23 Jahre) und älteren Eigenbezahnten (54 Jahre) am höchsten ist, gefolgt von Patienten mit verkürzter Zahnreihe, solchen mit Coverdenture-Prothesen (mit  $\geq 2$  erhaltenen Wurzeln), mit Totalprothesen bei guten Kammverhältnissen, mit Implantatprothesen und mit Totalprothesen bei fortgeschrittener Resorption [16]. Die Tatsache, dass Patienten mit Coverdenture-Prothesen eine höhere Kaeffizienz zeigten als Implantatpatienten, weist auf die Bedeutung der parodontalen Propriozeption bei Belassen einzelner Wurzeln hin. Die Annahme, dass eine Steigerung der Kaeffizienz durch Verbesserung des Prothesenhaltes nach Implantation möglich ist, konnte nur gegenüber Zahnlosen mit starker Kammresorption bestätigt werden; diese Gruppe benötigte 50 % mehr Kauzyklen zur Zerkleinerung der künstlichen Testspeisen als die Patienten mit implantatretinierten Prothesen [16];
- in einer anderen Untersuchung wurde eine deutliche Verbesserung der Kaeffizienz durch den Einsatz von 2 Implantaten gegenüber der Totalprothese beobachtet. So konnten mit der implantatretinierten Coverdenture-Prothese harte und zähe Speisen innerhalb der vorgegebenen Zeit zerkleinert und die Dauer der dazu benötigten Kauzyklen reduziert werden [4];
- der Verankerungsmodus der festsitzenden- bzw. abnehmbaren Suprastruktur (implantatretiniert oder implantatgetragen) hatte keinen Einfluss auf die Verbesserung der maximalen Kaukraft oder der Kaeffizienz [14, 27, 43].

Kritisch ist zu diesen Untersuchungen anzumerken, dass zur Adaptation an den neuen Zahnersatz ein Lernprozess notwendig ist und ein Untersuchungszeitraum von 2 Monaten in den zitierten Studien u.U. nicht ausreichte [14, 43]. Umgekehrt deuten die grossen interindividuellen Unterschiede darauf hin [27, 39], dass neben dem Therapiemittel und der Tragezeit auch die Persönlichkeitsstruktur des Patienten eine grosse Rolle spielt.

#### Nahrungsselektion

Zu den möglichen Ursachen der einseitigen Ernährung des Zahnlosen zählen vor allem die reduzierte Stabilität und der geringe Halt der Totalprothesen sowie die während des Kauvorgangs auftretenden Schmerzen [14]. Inwieweit mit dem Einsatz von Implantaten auch eine Verbesserung des Ernährungszustandes erzielt werden kann, wird kontrovers diskutiert:

- nach der Versorgung mit einer Implantatbrücke im Unterkiefer konsumierten die Patienten häufiger harte und klebrige Kost (Früchte und Knäckebrot) als zuvor mit optimierten oder neu angefertigten Totalprothesen [35];
- auch nach Insertion einer abnehmbaren implantatretinierten Prothese war das Kauen harter Speisen erleichtert und die Limitierung bei der Nahrungsauswahl reduziert, in der Gruppe mit neuen Totalprothesen jedoch unverändert. Obwohl alle Patienten initial eine Ernährungsinformation erhalten hatten, zeigte sich nur bei der implantatretinierten Prothese (nicht bei konventionellen Totalprothesen) eine Reduktion des Körperfettanteils und eine Erhöhung der Blutkonzentration von Serumalbumin, Hämoglobin und Vitamin B12 [30];

- durch die Implantattherapie wurde für viele Patienten das Kauen harter und klebriger Nahrungsmittel (Karotten, Äpfel, Nüsse, Käse, Schinken) möglich, dennoch verzichteten zwischen 30 und 55 % der Teilnehmer auf harte Speisen. Dass diese Speisen z.T. gemieden wurden, deutet darauf hin, dass die Ernährungsgewohnheiten sowohl mit dem prothesenbedingten Kaukomfort, als auch mit den Vorlieben der Patienten in Zusammenhang stehen und gerade bei länger bestehender Zahnlosigkeit nicht mehr verändert werden [2].

Zu berücksichtigen ist, dass auch bei Implantat-Rekonstruktionen eine Gewöhnungsphase erforderlich ist, deren Umfang von der Dauer der Zahnlosigkeit und der Adaptationsfähigkeit des Patienten abhängt. Darüber hinaus sind die Aufklärung und Information sowie eine individuelle Ernährungsberatung unter Beachtung des Allgemein- und Ernährungszustandes erforderlich, um den Patienten zu befähigen, die Nahrung in Hinblick auf einen verbesserten Nährstoffgehalt auszuwählen [50].

#### 5.3 Kompensation psychosozialer Beeinträchtigungen

Auch wenn der Ersatz der fehlenden Zähne und der umgebenden Hart- und Weichgewebe grundsätzlich mit der totalprothetischen Versorgung möglich ist, bleibt der Verlust der Körperstrukturen insbesondere bei abnehmbarem Zahnersatz für den Patienten offensichtlich und kann eine primäre psychische Belastung darstellen. Sowohl die primären als auch die sekundär verursachten psychologischen Beeinträchtigungen, die auf einer limitierten Adaptationsfähigkeit, auf den Funktionseinschränkungen und/oder der Instabilität der Totalprothese beruhen und in Zusammenhang stehen mit einer geringen Patientenzufriedenheit, stellen eine Indikation zur Implantation dar. Der Patientenwunsch hinsichtlich festsitzender oder abnehmbarer Rekonstruktionen muss bei diesem Patientengut besondere Berücksichtigung finden.

Besteht eine offensichtliche Diskrepanz zwischen den Beschwerden des Patienten und den klinischen Befunden, so kann eine psychogene Prothesenunverträglichkeit vorliegen. In diesem Fall sind ev. bestehende prothetische Mängel an der Totalprothese unbedingt zunächst auszuschliessen. Die Hauptursache der psychischen Prothesenintoleranz ist der plötzliche Verlust der Restdentition, besonders wenn negative Veränderungen der Lebenssituation gleichzeitig eintreten. Die Mehrzahl der Betroffenen sind Frauen (85 %), fast die Hälfte der Patienten ist älter als 60 Jahre, wobei in dieser Altersgruppe auch entsprechend mehr Totalprothesenträger zu finden sind. Wird eine psychogene Prothesenunverträglichkeit diagnostiziert und ist eine zahnärztliche Therapie unerlässlich, so sollte eine prothetische Lösung angestrebt werden, die ohne Präjudizien zu setzen eine Rückkehr zum bestehenden Zahnersatz zulässt [31].

#### 6 Schlussfolgerungen

Trotz der verbesserten Mundgesundheit und der Verschiebung der Inzidenzen ins höhere Alter, ist der Anteil der Zahnlosen in der älteren Bevölkerung (65 bis 74 Jahre) mit 24 % auch heute noch hoch. Von der Zahnlosigkeit in einem oder beiden Kiefern ist sogar fast die Hälfte dieser Altersgruppe betroffen. Aufgrund der Überalterung der Bevölkerung kann auch in Zukunft nicht mit einer Abnahme der Zahnlosigkeit gerechnet werden.

Beim Zahnlosen umfasst der Strukturschaden neben dem Verlust der Zähne auch die Resorption des Alveolar-



kamms und morphologische Veränderungen, die extraoral durch das Einfallen der Weichteile und eine stark gealterte Physiognomie sichtbar werden. Die Knochenumbau- und Resorptionsprozesse führen i.A. zu einem ausgeprägten Höhenverlust im Unterkiefer, während der Oberkiefer vor allem von einer Reduzierung des Umfangs betroffen ist und einen Verlust des Knochenmineralgehaltes aufweisen kann. Dabei existieren eine Vielzahl von Einflussfaktoren und grosse interindividuelle Unterschiede. Bedeutsam im Hinblick auf die konventionelle totalprothetische Versorgung sind im Unterkiefer die starke Resorption in der Prä-/Molarenregion und die Atrophie der masticatorischen Mukosa; im Oberkiefer sind dies die Reduktion des Kieferkamm-Umfangs, die Tendenz zur Ausbildung eines Schlotterkamms und die Veränderungen durch die palatinale Resorption, die Sprechstörungen begünstigen können.

Mit dem Zahnverlust eng verknüpft ist auch der Verlust der parodontalen Propriozeption, der eine Reduktion der oralen Wahrnehmung und der oralen Stereognosie verursacht, so dass die Fähigkeit zur muskulären Stabilisierung einer Totalprothese beim Zahnlosen per se vermindert ist. Die verringerte Kaukraft und Kaufähigkeit des Zahnlosen können zu einer einseitigen Nahrungselektion und zu einer Fehlernährung führen, wobei die Hyposalivation bei geringer Kautätigkeit begünstigt wird und durch die schlechte Prothesenverträglichkeit bei Xerostomie ein Circulus vitiosus entstehen kann.

Sowohl der Verlust der Körperstrukturen (primär) als auch die ästhetischen und funktionellen Einschränkungen (sekundär) stellen für viele Betroffene eine psychische Belastung dar und haben Auswirkungen auf das allgemeine Wohlbefinden und das soziale Verhalten.

Der Versuch mit einer Totalprothese die Folgen des Zahnverlustes zu kompensieren sowie die funktionellen Limitierungen und psychosozialen Beeinträchtigungen aufzuheben, ist:

- grösstenteils möglich, zum Ersatz der Zähne sowie der Hart- und Weichgewebsstrukturen, zur Weichteilunterstützung;
- teilweise möglich, zur Wiederherstellung der Kaufähigkeit;
- nicht möglich, bei ungenügendem Prothesenhalt, bei Druck- und Schmerzempfindung im Bereich der Mukosaauflage (bes. Unterkiefer), bei Kau- und Sprechschwierigkeiten, bei psychischen Problemen.

Diese Grenzen der totalprothetischen Versorgung schränken den Behandlungserfolg mit dem konventionellen Therapiemittel ein und stellen eine Indikation zur Implantation dar. Dabei kann der frühzeitige Einsatz enossaler Implantate im Sinne einer prophylaktischen Massnahme unmittelbar beim Eintreten der Zahnlosigkeit indiziert sein, um die funktionelle und/oder psychische Beeinträchtigung zu minimieren oder gar zu vermeiden. Beim bereits zahnlosen Patienten können Implantate als therapeutische Massnahme erforderlich werden, wenn eine Verbesserung der bestehenden Situation (mit Totalprothesen) notwendig wird.

Während für den Grossteil der Zahnlosen die konventionelle totalprothetische Versorgung auch heute noch als erfolgreiches Therapiemittel anzusehen ist, definieren sich die Indikationsbereiche der verschiedenen Implantat-Rekonstruktionen anhand der diagnostizierten Folgen der Zahnlosigkeit (i.e. das Ausmass der morphologischen Veränderungen, die individuellen funktionellen und psychischen Beeinträchtigungen):

- einfache Implantatlösungen dienen vor allem der Stabilisierung der Totalprothese (z.B. mit Einzelelementen);

- aufwendigere Rekonstruktionen ermöglichen eine Retention des abnehmbaren Zahnersatzes (z.B. mit Stegen);
- mit der festsitzenden Implantatbrücke kann u.U. der Komfort der Eigendentition wiederhergestellt werden.

Für eine adäquate Therapieentscheidung sind zudem der Patientenwunsch (z.B. hinsichtlich festsitzender oder abnehmbarer Rekonstruktionen), seine/ihre Erwartungen und Bedürfnisse sowie der finanzielle Rahmen zu berücksichtigen.

## Literatur

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10, 387-416 (1981)
2. Allen F, McMillan A: Food selection and perceptions of chewing ability following provision of implant and conventional prostheses in complete denture wearers. *Clin Oral Implants Res* 13, 320-326 (2002)
3. Atwood DA: Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. *J Prosthet Dent* 86, 119-125 (2001)
4. Bakke M, Holm B, Gottfredsen K: Masticatory function and patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. *Int J Prosthodont* 15, 575-581 (2002)
5. Bergendal B: The relative importance of tooth loss and denture wearing in Swedish adults. *Community Dent Health* 6, 103-111 (1989)
6. Bergman B, Carlsson GE: Clinical long-term study of complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 53, 56-61 (1985)
7. Blomberg S, Lindquist LW: Psychological reactions to edentulousness and treatment with jawbone-anchored bridges. *Acta Psychiatr Scand* 68, 251-262 (1983)
8. Carlsson GE, Persson G: Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Odontol Revy* 18, 27-54 (1967)
9. Cawood JI, Howell RA: A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17, 232-236 (1988)
10. Crum RJ, Loiselle RJ: Oral perception and proprioception: a review of the literature and its significance to prosthodontics. *J Prosthet Dent* 28, 215-230 (1972)
11. Davis DM, Fiske J, Scott B, Radford DR: The emotional effects of tooth loss: a preliminary quantitative study. *Br Dent J* 188, 503-506 (2000)
12. Douglass CW, Shih A, Ostry L: Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *J Prosthet Dent* 87, 5-8 (2002)
13. Faine MP: Dietary factors related to preservation of oral and skeletal bone mass in women. *J Prosthet Dent* 73, 65-72 (1995)
14. Feine JS, Maskawi K, de Grandmont P, Donohue WB, Tanguay R, Lund JP: Within-subject comparisons of implant-supported mandibular prostheses: evaluation of masticatory function. *J Dent Res* 73, 1646-1656 (1994)
15. Fiske J, Davis DM, Frances C, Gelbier S: The emotional effects of tooth loss in edentulous people. *Br Dent J* 184, 90-93; discussion 79 (1998)
16. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, van der Bilt A, van't Hof MA, Witter DJ, Kalk W, Jansen JA: Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res* 79, 1519-1524 (2000)
17. Geertman ME, Slagter AP, van Waas MA, Kalk W: Comminution of food with mandibular implant-retained overdentures. *J Dent Res* 73, 1858-1864 (1994)
18. Haraldson T, Karlsson U, Carlsson GE: Bite force and oral function in complete denture wearers. *J Oral Rehabil* 6, 41-48 (1979)
19. Kerschbaum T, Biffar R, Walter M, Schroeder E: Behandlungsbedarf mit Zahnersatz bis zum Jahre 2020. *Quintessenz Zahntechnik* 27, 810-815 (2001)
20. Koshino H, Hirai T, Ishijima T, Ohtomo K: Influence of mandibular residual ridge shape on masticatory efficiency in complete denture wearers. *Int J Prosthodont* 15, 295-298 (2002)
21. Lang BR: A review of traditional therapies in complete dentures. *J Prosthet Dent* 72, 538-542 (1994)
22. Lundqvist S, Haraldson T: Occlusal perception of thickness in patients with bridges on osseointegrated oral implants. *Scand J Dent Res* 92, 88-92 (1984)
23. Mantecchini G, Bassi F, Pera P, Preti G: Oral stereognosis in edentulous subjects rehabilitated with complete removable dentures. *J Oral Rehabil* 25, 185-189 (1998)
24. Marcus SE, Drury TF, Brown LJ, Zion GR: Tooth retention and tooth loss in the permanent dentition of adults: United States, 1988-1991. *J Dent Res* 75 (Spec Iss), 684-695 (1996)
25. Marshall TA, Warren JJ, Hand JS, Xie X-J, Stumbo PJ: Oral health, nutrient intake and dietary quality in the very old. *J Am Dent Assoc* 133, 1369-1379 (2002)
26. McGrath C, Bedi R: Population based norming of the UK oral health related quality of life measure (OHQoL-UK). *Br Dent J* 193, 521-524; discussion 517 (2002)
27. Mericske-Stern R, Zarb GA: In vivo measurements of some functional aspects with mandibular fixed prostheses supported by implants. *Clin Oral Implants Res* 7, 153-161 (1996)
28. Micheelis W, Reich E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ, Materialienreihe Band 21), Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1999
29. Mojon P, Thomason JM, Walls AWG: The impact of falling rates of edentulism. *Int J Prosthodont* 17, 434-440 (2004)



30. Morais JA, Heydecke G, Pawliuk J, Lund JP, Feine JS: The effect of mandibular two-implant overdentures on nutrition in elderly edentulous individuals. *J Dent Res* 82, 53-58 (2003)
31. Müller-Fahlbusch H: Nervenärztliche Aspekte der Prothesenunverträglichkeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 31, 13-17 (1976)
32. Nitschke I, Hopfenmüller W: Die zahnmedizinische Versorgung älterer Menschen. In Mayer KU, Baltes PB (Hrsg): *Die Berliner Altersstudie*. Akademie Verlag GmbH, Berlin 1999, 429-448
33. Nowjack-Raymer RE, Sheiham A: Association of edentulism and diet and nutrition in US adults. *J Dent Res* 82, 123-126 (2003)
34. Nuttall NM, Steele JG, Pine CM, White D, Pitts NB: The impact of oral health on people in the UK in 1998. *Br Dent J* 190, 121-126 (2001)
35. Sandström B, Lindquist LW: The effect of different prosthetic restorations on the dietary selection in edentulous patients. A longitudinal study of patients initially treated with optimal complete dentures and finally with tissue-integrated prostheses. *Acta Odontol Scand* 45, 423-428 (1987)
36. Schroeder E: Bedarfsermittlung für prothetische Leistungen in der Zahnheilkunde bis zum Jahr 2020. I+G Gesundheitsforschung für die DGZPW, München 2001
37. Slagter AP, Olthoff LW, Bosman F, Steen WH: Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *J Prosthet Dent* 68, 299-307 (1992)
38. Sreebny LM: Saliva in health and disease: an appraisal and update. *Int Dent J* 50, 140-161 (2000)
39. Stafford D, Glantz P-O, Lindquist L: Influence of treatment with osseointegrated mandibular bridges on the clinical deformation of maxillary complete dentures. *Swed Dent J* 28 (suppl), 117-135 (1985)
40. Statistisches Bundesamt: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis zum Jahre 2050. <www.statistik-bund.de> (Wiesbaden 2000)
41. Steele JG, Sheiham A, Marceles W, Walls AWG: National diet and nutrition survey: people aged 65 years and over. The Stationary Office, London 1998
42. Tallgren A: The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 27, 120-132 (1972)
43. Tang L, Lund JP, Tache R, Clokie CM, Feine JS: A within-subject comparison of mandibular long-bar and hybrid implant-supported prostheses: evaluation of masticatory function. *J Dent Res* 78, 1544-1553 (1999)
44. Watt DM, Likeman PR: Morphological changes in the denture bearing area following the extraction of the maxillary teeth. *Br Dent J* 136, 225-235 (1974)
45. Wayler AH, Muench ME, Kapur KK, Chauncey HH: Masticatory performance and food acceptability in persons with removable partial dentures, full dentures and intact natural dentition. *J Gerontol* 39, 284-289 (1984)
46. World Health Organization: International classification of impairments, disability and handicap. A manual of classification relating to the consequences of disease. WHO, Geneva 1980
47. World Health Organization: International classification of functioning, disability and health (ICF). WHO, Geneva 2001
48. Zitzmann NU, Marinello CP: Decision-making and treatment planning in the edentulous mandible restored with fixed or removable implant prostheses. <www.worlddent.com> (2001)
49. Zitzmann NU, Marinello CP, Zemp E, Kessler P, Ackermann-Liebrich U: Zahnverlust, prothetische Versorgung und zahnärztliche Inanspruchnahmen in der Schweiz. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111, 1288-1294 (2001)
50. Zitzmann NU: Die zahnärztlich-prothetische Versorgung des zahnlosen Patienten unter besonderer Berücksichtigung implantatgetragener Rekonstruktionen. KBM, ISBN N° 3-9521296-3-1, Basel 2004

#### ■ Korrespondenzadresse:

**Dr. Nicola U. Zitzmann**  
Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Myoarthropathien  
Klinikvorsteher: Prof. Dr. C. P. Marinello, M.S.  
Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel  
Hebelstrasse 3  
CH – 4056 Basel  
E-Mail: N.Zitzmann@unibas.ch