

X. Hu<sup>1</sup>, C. Hunn-Stohwasser<sup>2</sup>, J. Mehrhof<sup>3</sup>, P. Schaller<sup>4</sup>, F. Beuer<sup>5</sup>, K. Nelson<sup>6</sup>, S. Nahles<sup>7</sup>

# Grundlagen der artikulatorischen Phonetik der deutschen Sprache für die prothetische Rehabilitation

## *Essentials of German phonetics for prosthetic dentistry*

Sprechen ist wesentlich für die menschliche Kommunikation, häufig wird das Sprechen aber als selbstverständlich vorausgesetzt. Die Anpassung des Sprechens nach Zahnersatzversorgung beruht auf einer komplexen Wechselwirkung zwischen artikulatorischen, myofunktionellen und psychosozialen Faktoren. Ein Verständnis der grundlegenden artikulatorisch-phonetischen Prinzipien kann Zahnärzte dabei unterstützen, Sprechschwierigkeiten im Verlauf der prothetischen Behandlung zu lösen. Ziel dieser Studie sind die Darstellung phonetischer Eigenschaften der deutschen Sprache und die Identifikation von Sprechproblemen, die bei Patienten mit Zahnersatz auftreten können. Ebenfalls sollen allgemeine Ansätze und Hilfsmittel zur Beurteilung und Verminderung dieser Probleme vorgestellt werden.

*Schlüsselwörter:* phonetisch; Deutsch; prothetisch; Artikulator (ling.); Sprachpathologie; Logopädie

Speech is essential to human life, but speech often may be taken for granted. Speech adaptation after prosthetic restoration is based on a very complex interaction of articulatory, myofunctional and psychosocial factors. An understanding of the basic phonetic principles may help clinicians solve phonetic problems during prosthodontic treatment. The purpose of this study is to illustrate phonetic features of German and to identify speech problems, which may develop in patients with dentures, as well as general approaches to evaluate and alleviate these problems.

*Keywords:* phonetic; German; prosthetic; articulator; speech pathology; logopaedics

<sup>1</sup> Privatdozent, Abteilung für Implantologie der Zahnmedizinischen Fakultät und Klinik der Universität Peking, Peking, Volksrepublik China 100081

<sup>2</sup> Logopädin, Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Campus Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Deutschland

<sup>3</sup> Dentalmanufaktur Mehrhof, Reuchlinstr. 10-11, 13353 Berlin, Deutschland

<sup>4</sup> esthetic concept GmbH, Fraunhoferstraße 23i, 80469 München, Deutschland

<sup>5</sup> Privatdozent, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Ludwig-Maximilians-Universität, Goethestraße 70, 80336 München

<sup>6</sup> Professorin, Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichts-Chirurgie, Universitätsklinik Freiburg, Hugstetter Str. 55, 79100 Freiburg, Deutschland

<sup>7</sup> Oberärztin, Implantologie und Spezialprothetik, Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Campus Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Deutschland

DOI 10.3238/ZZI.2012.0304-0313

<sup>1</sup> Associate Professor, Department of Implant Dentistry, Peking University, School and Hospital of Stomatology, Beijing, P. R. China 100081

<sup>2</sup> Speech pathologist, Clinic and Policlinic for Oral & Maxillofacial Surgery, Charité Campus Virchow Clinic, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Germany

<sup>3</sup> Dentalmanufaktur Mehrhof, Reuchlinstr. 10-11, 13353 Berlin, Germany

<sup>4</sup> esthetic concept GmbH, Fraunhoferstraße 23i, 80469 München, Germany

<sup>5</sup> Associate Professor, Clinic for Prosthodontics, Ludwig-Maximilians-Universität, Goethestraße 70, 80336 München

<sup>6</sup> Professor, Clinic for Oral & Maxillofacial Surgery, University Clinic Freiburg, Hugstetter Str. 55, 79100 Freiburg, Germany

<sup>7</sup> Assistant Professor, Implantology and Special Prosthodontics, Clinic and Policlinic for Oral & Maxillofacial Surgery, Charité Campus Virchow Clinic, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Germany

Übersetzung: LinguaDent

## Einführung

Sprechen ist grundlegend für menschliches Tun und sollte neben der Ästhetik und Kaufunktion als ein wichtiger Faktor angesehen werden, der zum Erfolg des Zahnersatzes in der prothetischen Praxis beiträgt [19]. Fehlende Zähne und dadurch bedingte Dimensionsveränderungen nach Zahnverlust können die Artikulation beeinflussen [3, 9, 10, 12, 19]. Die Rehabilitation mit implantatgestütztem Zahnersatz weist eine hohe Erfolgsquote auf [2]. Es ist allerdings darüber berichtet worden, dass Patienten mit implantatgestütztem Zahnersatz nach der prothetischen Versorgung Schwierigkeiten beim Sprechen haben können [4, 6, 7, 8, 11]. Kenntnisse der Grundlagen der Physiologie des Sprechens sollten eine Grundvoraussetzung für Zahnärzte sein, um Sprechschwierigkeiten im Zusammenhang mit Zahnersatz beurteilen und behandeln zu können.

Die Literatur zeigt, dass sich die Mehrzahl der existierenden Studien mit dem Einfluss von prothetischen Rekonstruktionen auf phonetische Probleme der englischen Sprache bezieht. Nur wenige Studien befassen sich mit der deutschen artikulatorischen Phonetik, obwohl die deutsche Sprache in Europa die am weitesten verbreitete Muttersprache ist und die Deutsch-Amerikaner mit 23,3 % die größte ethnische Gruppe in den Vereinigten Staaten darstellen [1, 3, 5, 9, 10, 12, 16, 17, 19, 24]. Es kann also von Nutzen sein, grundlegende Prinzipien der Phonetik der deutschen Sprache und ihre Relevanz für die prothetische Behandlung darzustellen. Das Ziel dieses Artikels sind die Beschreibung charakteristischer Laute der deutschen Sprache und die Veranschaulichung der anatomischen Strukturen, die an der Bildung des Lautes beteiligt sind, so dass Artikulationsprobleme während der prothetischen Behandlung beurteilt und verhindert werden können.

## Allgemeine Grundlagen

Die genaue Analyse von Sprechstörungen ist eine Voraussetzung, um geeignete Lösungsansätze zu formulieren, mit denen diese beseitigt werden können. Das Prinzip der Lautbildung und ihre spezifischen Mechanismen sollten in der Zahnmedizin bekannt sein.

An der Lautbildung sind fünf wesentliche Komponenten beteiligt: (1) Die Lunge und die Atemmuskulatur, die den Luftstrom erzeugen, (2) die Stimmbänder, die die Energie in hörbare Laute verwandeln, (3) Nasenhöhle, Mundhöhle, Pharynx und Nasennebenhöhlen, die als Resonanzräume wirken, (4) die Artikulatoren, zu denen die Lippen, Zunge, weicher Gaumen, harter Gaumen, Oberkiefer, Unterkiefer und die Zähne gehören. Sie formen muskuloskeletale Ventilkappen, die den Atemtrakt verschließen, die Töne abtrennen und die einzelnen Sprachlaute bilden, (5) das motorische Sprachzentrum und die Nervenbahnen, die die motorischen Sprechimpulse zu den Sprechmuskeln weiterleiten [3, 10, 12, 19].

Bestehende Erkrankungen, etwa Funktionsstörungen der Atemwege oder der Stimmbänder, können zu einer schwachen, zitternden, rauhen Stimme oder Heiserkeit führen. Dieser Abschnitt der Sprachbildung steht in der Regel nicht in Zusammenhang mit zahnmedizinischen Aspekten.

## Introduction

Speech is essential to human activity and should be considered together with esthetics and mastication as an important factor contributing to the success of the denture during prosthodontic practice [19]. Missing teeth and a change of the dentoalveolar apparatus may influence articulation [3, 9, 10, 12, 19]. The rehabilitation with implant-supported prostheses shows a high success rate [2]. However, it has been reported that patients with implant-supported dentures can display speech problems after prosthetic restoration [4, 6, 7, 8, 11]. Knowledge of basic speech physiology should be a prerequisite for dentists to know the basic speech physiology for the evaluation and treatment of prosthesis-associated speech problems.

In review of the dental literature, the majority of studies reported the influence of dentures on English phonetics and its mechanism; only a few studies exist on German phonetics, even though German is the most widely spoken native language in Europe and with 23.3 % German-Americans represent the largest ethnic group in America (according to the 1990 Census) [1, 3, 5, 9, 10, 12, 16, 17, 19, 24]. It may be useful to illustrate the basic German phonetic mechanism and its relevance for prosthetic treatment. The purpose of this article is to illustrate characteristic German sounds and depict the anatomic structures associated with the formation of the sound to allow the evaluation and prevention of speech problems during prosthetic treatment.

## General rationale

Accurate diagnosis of the speech pathology is essential to determine the appropriate clinical solution to solve the problems of phonetics; the general mechanism of speech production and the specific mechanisms of the production of sound units of dental interest must be understood.

Normal sound production depends on the proper function of five essential elements: (1) the lung and the associated musculature which supply the air flow, (2) the vocal cords which convert the energy into audible sound, (3) the oral, nasal, and pharyngeal cavities and paranasal sinuses which create resonance, (4) the articulators, consisting of the lips, tongue, soft palate, hard palate, and teeth, which form musculoskeletal valves to obstruct the passage of air, breaking up the tones and producing the individual speech sounds, (5) the motor speech area and the nerve pathways, which convey the motor speech impulses to the muscles of speech [3, 10, 12, 19].

Co-existing conditions comprise impairments of the respiratory system or vocal cords resulting in weak, tremulous, coarse voice, or hoarseness and this phase of speech production is usually not related to dental problems.

Sound German test word	
S	Wasser, Gras, Nuss
Z	Sand, reisen, Sieg, Wiese
T	Teer, Bett, raten
D	du, Rede
L	Liebe, Schule, Ball
K	Kuh, Ecke
G	Gabel, Regen
ŋ	lange, Ring
f	Schuh, Tasche, Busch
ç	Garage, Genie
f	fahren, Affe, Ruf
v	Wein, ewig
b, p	Baum, Biber, Papier
m	Murmel, Marmelade
R	rot, Schere, irren
J	Jahr, jetzt, jemand
ç	Ich, rechnen
X	Buch, Kuchen, lachen

## Konsonanten

Vom zahnmedizinischen Standpunkt aus gesehen, sind die Konsonanten phonetisch am wichtigsten. Jeder Konsonant wird durch aktive und passive Artikulatoren gebildet: der aktive Artikulator ist üblicherweise die Unterlippe oder ein Zungenbereich. Die Vor- und Rückverlagerung des Unterkiefers unterstützt die Koordination der übrigen Artikulatoren, insbesondere die der Zunge. Zu den passiven Artikulatoren gehören Oberlippe, Oberkiefer, Unterkiefer, die Zähne und die obere Abgrenzung der Mundhöhle (Gaumen) [19]. In der Phonetik der deutschen Sprache können die Konsonanten entsprechend den anatomischen Strukturen eingeteilt werden: (1) alveolare Konsonanten, (2) palatal-linguale Konsonanten, (3) linguo-velare Konsonanten, (4) post-alveolare Konsonanten, (5) labio-dentale Konsonanten, (6) bi-labiale Konsonanten, (7) uvulare Konsonanten, und (8) linguo-palatale Konsonanten [25].

### (1) Linguo-alveolare Konsonanten: /s/, /z/

Die deutschen Laute /s/ und /z/ werden gebildet, indem die Zungenränder die Oberkieferseitenzähne berühren und der Luftstrom in einem dünnen, geraden Kanal entlang der medianen Zungenfurche geführt wird. Die Zunge sollte während der Aussprache von /s/ die mittleren Oberkieferschneidezähne nicht berühren. /s/ ist stimmlos und /z/ ist stimmhaft, was bedeutet, dass die Stimmbänder während der Bildung dieses Lautes schwingen. Diese Laute gehören zu den Frikativen. Sie werden gebildet, indem der Luftstrom durch eine von den Artikulatoren gebildete Verengung des Vokaltraktes gepresst wird. /s/ und /z/, die eine besonders präzise Einstellung der Zunge für ihre deutliche Aussprache erfordern, sind in der deutschen Sprache weit verbreitet und wichtig. Am häufigsten wird der Laut /s/ verzerrt. Seine Aussprache wird von vielen Faktoren beein-

**Tabelle 1** Konsonanten und Test-Wörter im Deutschen.

**Table 1** Consonants with test words in German.

## Consonants

The consonant sounds are the most important phonetics from the dental point of view. Each consonant is produced by the active and passive articulators: the active articulator is usually the lower lip or a portion of the tongue. The active articulator moves toward the relatively immobile passive articulator. Passive articulators include the upper lip, the teeth, the upper surface of the oral cavity (palate) [19]. In German phonetics, consonants may be classified according to the anatomic parts which were involved in the production of a particular sound: (1) alveolar consonants, (2) palatal-lingual consonants, (3) linguo-velar consonants, (4) post-alveolar consonants, (5) labio-dental consonants, (6) bi-labial consonants, (7) uvular consonants, and (8) linguo-palatal consonants [25].

### (1) Linguo-alveolar consonants: /s/, /z/

German /s/ and /z/ is produced by the sides of the tongue touching the upper posterior teeth and alveolar ridges and the air stream is sent in a thin, straight line along the groove in the tongue. The tongue should not touch the maxillary central incisors during the pronunciation of /s/. /s/ is voiceless and /z/ is voiced, which means the vocal cords vibrate during production of this sound. They belong to the fricatives, which are produced by forcing the breath stream through a constriction formed by articulators in the vocal tract. /s/ and /z/, which need particularly fine adjustment of the tongue to achieve its pronunciation, are widely used and important in the German language.

The /s/ sound is most frequently distorted and many factors which interfere with the proper grooving of the tongue or



**Abbildung 1a** /s/-Laut, Zungenposition (Sagittalschnitt). Die Luft fließt durch einen Spalt zwischen den Oberkieferschneidezähnen. **1b** Die Palatinalansicht zeigt den Bereich, den die Zunge berührt. **Figure 1a** /s/ sound, tongue position (sagittal view). The air flows through a gap between the maxillary incisors. **1b** The palatal view depicts the area the tongue touches.

flusst, die die korrekte Furchung der Zunge beeinträchtigen oder den Luftstrom behindern.

Zu den häufigen Einflussfaktoren gehören: Stärke der Prothesenbasis im vorderen Gaumenbereich, Stellung der Frontzähne, palatinale Vorwölbungen in der Prämolarenregion des Oberkiefers beidseitig, die vertikale Kieferrelation und die Schneidekantendistanz.

Der /s/-Laut ist oft in Form von Lispeln oder Pfeifen verzerrt. Ein Lispeln kommt durch eine verminderte Tiefe der Zungenfurche zustande, Pfeifen durch eine stärkere Vertiefung [12, 19]. Eine zu große Stärke der Prothesenbasis im vorderen Gaumenbereich kann zu einem Lispeln führen [5, 19]. Zahnärzte können den /s/-Laut verwenden, um den entsprechenden Bereich der Prothese zu prüfen und korrekt zu gestalten. Tabelle 1 gibt Beispiele für deutsche Test-Wörter an.

Auch die Stellung der Unterkieferfrontzähne beeinflusst die Bildung des /s/-Lautes [16, 19, 20]. Wenn die Unterkieferschneidezähne zu weit lingual aufgestellt werden, wird die Zunge nach hinten gedrängt, dadurch wird die Zungenfurche flacher, der /s/-Laut wird abgeschwächt und nähert sich dem Lispeln.

Werden umgekehrt die Unterkieferschneidezähne zu weit nach labial aufgestellt, wirkt der /s/-Laut als Pfeifen, denn die Zunge wird nach vorne überstreckt und dadurch die Zungenfurche stärker ausgeprägt. Runte et al. zeigten einen Zusammenhang zwischen der Position des mittleren oberen Schneidezahns und der Bildung des /s/-Lautes im Deutschen. Bei einer zu weit labialen Aufstellung traten größere Beeinträchtigungen (Pfeifen) auf als bei einer Aufstellung dieser Zähne zu weit nach palatinal (Lispeln) [20].

Eine nicht ordnungsgemäße Gestaltung des Gaumenbereichs von Zahnersatz kann ebenfalls eine anomale /s/-Lautbildung verursachen. Das Palatogramm (Abb. 1) demonstriert, dass die seitlichen Zungenränder den Alveolarkamm palatinal berühren, neben den Molaren bis zu den seitlichen Schneidezähnen. Zur Formung eines normalen /s/-Lautes ist eine optimale Stellung der mittleren oberen Schneidezähne wichtig, damit der Luftstrom über den Zungenrücken fließen kann [16, 19, 21]. Die palatinale Konturierung des Zahnersatzes, aber auch ein lückenloser Übergang zwischen Zahnersatz und Gaumen sind entscheidend, um ein Entweichen von Luft zu vermeiden, das den /s/-Laut zu einem verschwommenen /sh/ verzerren kann

Die vertikale Kieferrelation spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Bildung des /s/-Lautes. Ist die Vertikaldimension zu groß, kommen die Zähne in Kontakt und erzeugen ein Kli-

the hindrance of the airflow will influence its articulation. The common influencing factors include: thickness of denture base in the anterior part of the palate, the position of the anterior teeth, palatal eminences bilaterally in the maxillary bicuspid/premolar regions, vertical dimension, and interincisal space. The /s/ sound is often distorted as lispings and whistling. Lispings is caused by the decrease of the depth of the groove of the tongue and whistling by an increased grooving of the tongue [12, 19]. Excessive thickness of denture base in the anterior part of the palate can result in lispings [5, 19]. Dentists can use the /s/ sound to test and adjust the appropriate area of the denture base. Table 1 demonstrates examples of German test words.

The position of the anterior lower teeth also influences the formation of the sound /s/ [16, 19, 20]. If the mandibular incisors are set lingually, the tongue is crowded posteriorly, causing the groove of the tongue to become more shallow, the /s/ sound is softened toward the lispings. Conversely, when the mandibular incisors are set too far labial the /s/ sound will whistle since the tongue will be overextended anteriorly and cause the groove of the tongue to deepen. Runte et al. revealed a significant correlation between the position of the maxillary central incisor and /s/ sound production in German. More disturbances were observed when the incisors were set to far labial (whistling) compared to a more palatal (lispings) positioning of these teeth [20].

An incorrect design of the palatal part of the denture can also cause abnormal /s/ sound formation. The Palatogram (fig. 1) depicts that the lateral side of the tongue touches the palatal alveolar crest, adjacent to the molars up to the lateral incisors. To form a normal /s/ sound an ideal position of the central incisors is essential to allow the passage of the air stream over the dorsum of the tongue [16, 19, 21]. The palatal contour of the denture as well as a gapless transition of the prosthetic restoration and the palate is essential to avoid leakage of air which can distort the sound /s/ to become a slushy /sh/.

The vertical dimension also plays an important role in the formation of the sound /s/. Sliverman et al. used the sound /s/ to determine the vertical dimension [22]. If the vertical dimension is too high, the teeth will come into contact and cause a clicking sound when the patient says "Mississippi" which has many sibilants [22]. An abnormal interincisal space (low vertical dimension) can cause a whistle. When the /s/ sound is produced, there should be an edge-to-edge horizontal relation and sufficient overbite of the anterior teeth to avoid an interincisal



**Abbildung 2a** Sagittalschnitt und **2b**: Palatinalansicht, zur Bildung der Laute /t/, /d/, /n/ berührt die Zunge den harten Gaumen.

**Figure 2a** Sagittal and **2b**: palatal view of the /t/, /d/, /n/ touching the hard palate.

cken. Zur Kontrolle dienen Wörter mit vielen Zischlauten (Sibilanten) (Beispiel „Mississippi“) [22]. Ein zu großer Interinzisalabstand (geringe Bisshöhe) kann zu einem Pfeifen führen. Während der Bildung des /s/-Lautes sollte idealerweise eine Kopfbissstellung der Frontzähne bestehen und ein vergrößerter Interinzisalabstand vermieden werden [15, 21]. Der Patient wird dazu aufgefordert, die Wörter, die den /s/-Laut enthalten, in normaler Geschwindigkeit auszusprechen. So können entsprechende Bereiche des Zahnersatzes überprüft und verändert werden, um eine korrekte Aussprache zu erreichen (Tab. 1).

#### (2) Linguo-alveolare Konsonanten: /t/, /d/, /n/, /l/

Im Deutschen werden diese Laute gebildet, indem die Zunge den Gaumenfalten angelegt wird, gleichzeitig berühren die seitlichen Zungenanteile den Gaumen im Frontzahnbereich [25]. Die Darstellung des Sagittalschnitts und des Palatinalbereichs zeigt die für die Bildung dieser Laute entscheidenden Abschnitte (Abb. 2).

Die Laute /t/ und /d/ sind Plosive. Das bedeutet, sie werden dadurch gebildet, dass die Zunge gegen den Kieferkamm und die Gaumenfalten im Oberkiefer gedrückt wird. Die Passage des Luftstroms durch den Vokaltrakt ist damit unterbrochen, die Freigabe bewirkt eine kleine „Explosion“.

Der deutsche Konsonant /l/ ist ein lateraler Approximant. Das bedeutet, bei seiner Bildung fließt die Luft seitlich ab, denn die Seiten der Zungen bleiben unten, während das Zungenblatt den Kieferkamm des vorderen Gaumens berührt. (Abb. 3). Das deutsche /n/ ist ein alveolärer nasaler Laut und wird erzeugt, indem die Zungenspitze oder das Zungenblatt fest an den Kieferkamm gepresst wird und die Luft bei gesenktem Velum nasal entweicht.

Eine vergrößerte Protrusionstellung der Schneidezähne, eine vergrößerte vertikale oder sagittale Frontzahnstufe und eine von der Norm abweichende Gestaltung der Gaumenfalten können die korrekte Aussprache der linguo-alveolaren Konsonanten behindern.

So kann beispielsweise bei einer Dysgnathie der Angle-Klasse II, die durch eine ausgeprägte Protrusion des Oberkiefers und deutliche vertikale und/oder horizontale Frontzahnstufen gekennzeichnet ist, die Bildung der Laute /t/ und /d/ beeinträchtigt sein. Die fehlerhafte Aufstellung von Prothesenzähnen im Frontbereich kann auch die korrekte Positionierung der Zunge stören und aus dieser Fehllage eine mangelhafte Bildung der linguo-alveolaren Konsonanten resultieren.

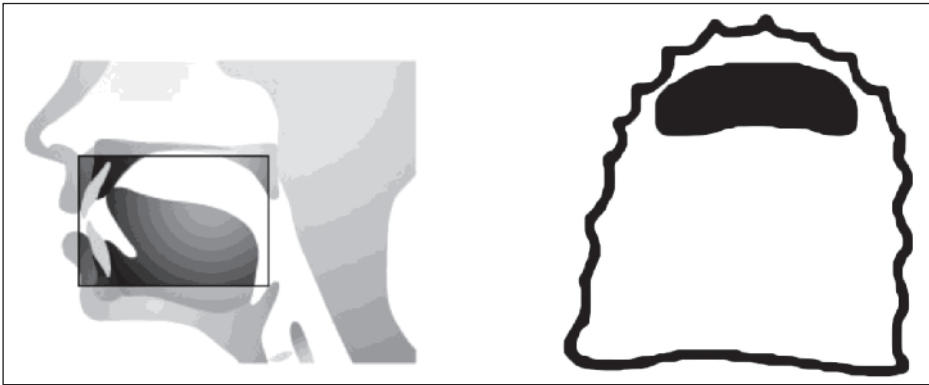
space [15, 21]. The patient is asked to speak the words containing the /s/ sound in a normal speed; and relevant parts of the prosthetic restoration can be checked and adjusted to achieve a correct pronunciation (tab. 1).

#### (2) Linguo-alveolar consonants: /t/, /d/, /n/, /l/

In German, these sounds are produced with the tongue being placed against the palatal rugae and gingiva of the incisors, simultaneously the lateral parts of the tongue touch the premaxillary palate [25]. The sagittal and palatal section diagram demonstrates the areas critical for the formation of these sounds (fig. 2).

The sounds /t/ and /d/ are plosives, which means that they are made with the blade of the tongue pressing against the maxillary anterior teeth, the alveolar ridge and rugae. Simultaneously, both sides of the tongue press against the hard palate and form a closure. The air stream is then stopped as it passes through the vocal tract, causing a minor explosion when it is released. The german consonant /l/ is a lateral approximant consonant, which means the air steam escapes laterally during its production, because the sides of the tongue stay down while the blade of the tongue makes contact with the alveolar ridge of the anterior palate (fig. 3). The German /n/ is an alveolar nasal sound and is produced with the tip or blade of the tongue pressing firmly against the alveolar ridge.

An abnormal protrusion of the incisors, marked overbite or overjet, and abnormal rugae contour may impair correct pronunciation of the linguo-alveolar consonants. For example in Angle Class II malocclusion, characterized by a marked protrusion of the maxilla and marked overbite or overjet, there may be impairment in the effective production of the sound /t/ and /d/. Malposition of anterior artificial teeth may also interfere with the proper positioning of the tongue, thus this malposition can cause a deficiency of the formation of the linguo-alveolar consonants. Meanwhile, if the tongue does not have rugae against which to base itself to produce a dam for



**Abbildung 3a** Sagittalschnitt und **3b** Palatinalansicht, zur Bildung des Lautes /l/ berührt die Zunge den vorderen Teil des harten Gaumens.  
**Figure 3a** Sagittal and **3b** palatal view of the /l/ sound touching the anterior part of the hard palate.

Daneben kann auch das Fehlen von Gaumenfalten, an denen sich die Zunge abstützen kann, um den Luftstrom aufzustauen, dazu führen, dass /t/ und /d/ schlecht ausgesprochen werden können [18].

Anhand von wissenschaftlichen Untersuchungen zeigt sich eine kontroverse Diskussion der Frage, ob die Gaumenfalten rekonstruiert werden sollten oder nicht [12, 14, 17]. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Zunge Oberflächen mit stärkerer taktiler Stimulation ähnlich einer Papilla incisiva, Gaumenfalten oder einfach eine raue Stelle auf der Prothese benötigt, um sich zur Abdämmung abstützen zu können [12, 14]. In der klinischen Praxis ist es am wichtigsten, festzustellen, ob ein Hart- und/oder Weichgewebsverlust vorliegt oder nicht. Hat dieser nicht stattgefunden, sollte die Prothesenbasis in diesen Bereichen dünn oder ausgespart sein, um der Zunge mehr Platz zu geben. Liegen bei Patienten Hart- und Weichgewebsdefekte vor, wie etwa bei angeborenen Erkrankungen (Gaumenspalten), nach Tumorresektion oder Unfällen, sollten die Bereiche durch augmentative Verfahren rekonstruiert werden, um die reguläre Anatomie wieder herzustellen und die taktile Wahrnehmung der Zunge zu ermöglichen.

Tabelle 1 führt die vorgeschlagenen deutschen Test-Wörter auf.

### (3) Linguo-velare Konsonanten: /k/, /g/, /ŋ/, /x/

Die Laute /k/ und /g/ werden gebildet, indem der Zungenrücken gegen den weichen Gaumen gedrückt und dann schnell abgesenkt wird, dies erfolgt bei /k/ ohne und bei /g/ mit Stimmteilnahme. Durch die plötzliche Freigabe des Luftstroms werden schwache Explosivlaute erzeugt (Abb. 4) [25]. Zur Bildung des velaren Nasals /ŋ/ wird der weiche Gaumen abgesenkt und der hintere Zungenrücken hochgewölbt, um ihn zu berühren, die Luft strömt durch die Nase aus [25]. Der frikative Laut /x/, wie in dem deutschen Wort „Buch“, wird erzeugt, indem sich der Zungenrücken zum weichen Gaumen anhebt, ohne ihn zu berühren, das Ausströmen von Luft erfolgt ohne Vibration der Stimmbänder (stimmloser Frikativ) [25].

Um die Laute /k/ und /g/ zu bilden, ist ein vollständiger velopharyngealer Verschluss erforderlich, um im Mund den Druck für Plosive aufzubauen [18, 19]. Sämtliche Faktoren, die den vollständigen Verschluss beeinflussen, können zu einer Sprechstörung führen, wie beispielsweise oft bei Patienten mit angeborenen oder erworbenen Gaumenspalten. Der Laut /k/ kann verzerrt sein, wenn eine überextendierte Oberkieferpro-

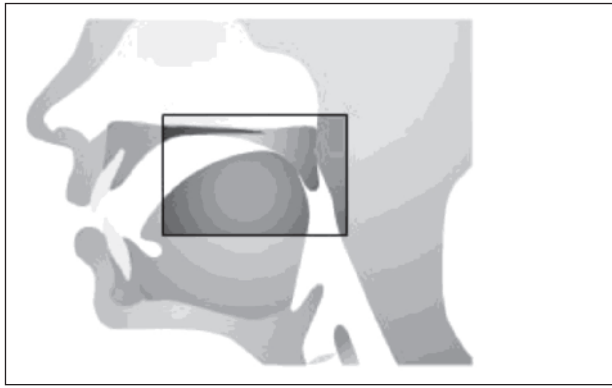
impounding the air, /t/ and /d/ may also be poorly pronounced [18].

Review of the literature reveals a controversy about whether the rugae of the palate should be rebuilt or not [12, 14, 17]. However, it is suggested that the tongue needs surfaces with greater tactile stimulation, similar to an incisive papilla, palatal rugae or just a rough region in the denture to base itself in producing the dam [12, 14]. In clinical practice the most important thing is to evaluate whether there is tissue loss or not. If no tissue loss has occurred, the denture base should be thin or reduced in this area to give the tongue more space. When tissue defects are present in patients with congenital disease as in cleft palate, after tumor resection or trauma, the lost tissue should be restored and the natural anatomy featuring the area should be imitated to rebuild tactile perception of the tongue. Table 1 demonstrates the suggested test words in German.

### (3) Linguo-velar consonants: /k/, /g/, /ŋ/, /x/

In this group of sounds: /k/ (voiceless) and /g/ (voiced) are oral plosives. /ŋ/ is a nasal plosive in German. /x/ is a special German consonant, belonging to the fricatives. /k/ and /g/ sounds are formed by pressing the dorsal tongue against the soft palate, quickly lowering it and with the sudden release of air slight explosive sounds are made (fig. 4) [25]. In the production of /ŋ/ the soft palate is lowered and the back part of the tongue arched to meet it, the air being emitted through the nose [25]. The sound /x/, as in the German word “Buch”, is produced by the back of the tongue rising to the soft palate, but not touching, then the exhaling of air is without vocal cord vibration [25].

To produce the sound /k/ and /g/, a complete velopharyngeal closure is needed to build up the pressure in the mouth for plosives [18, 19]. Any factors influencing the complete closure may cause a speech defect, which can be seen in cleft palate patients. The sound /k/ may be distorted to the sound /x/ if an overextended maxillary denture irritates the velum or if the denture does not have firm contact with the tissue at the pos-



**Abbildung 4** Sagittalschnitt der Zungenposition während der Bildung des Lautes /k/. Der hintere Zungenanteil verschließt den Luftweg durch Anlagerung an den weichen Gaumen und hemmt den Luftstrom.

**Figure 4** Sagittal view of the position of the tongue during formation of the sound /k/. The dorsal part of the tongue seals the pathway by touching the soft palate and blocks the airstream.

these das Gaumensegel irritiert oder die Prothese am dorsalen Ventilrand keinen dichten Verschluss aufweist.

Um festzustellen, ob eine adäquate Randabdichtung vorliegt, können die aufgelisteten Wörter verwendet werden, die die Laute /k/ und /g/ enthalten (Tab. 1).

#### (4) Postalveolare Konsonanten: /ʃ/, /ʒ/

Diese postalveolaren Konsonanten werden erzeugt, indem der Mund fast geschlossen wird, der vordere Anteil der Zunge verbreitert wird und die Luft durch die Oberkiefer- und Unterkiefer-Schneidezähne ausgeatmet wird [17]. /ʃ/ und /ʒ/ sind Frikative und gehören zu den Sibilanten. /ʃ/ ist stimmlos, /ʒ/ dagegen stimmhaft.

Auch der /ʃ/-Laut ist im Deutschen sehr häufig und wird durch vertikale Kieferrelation, Gaumenform und die Stellung der Frontzähne beeinflusst. Lagebeziehungen oraler Strukturen bei korrekter Aussprache: Der /ʃ/-Laut wird gebildet, indem die seitlichen Zungenabschnitte den Kieferkamm vorne im Bereich der Eckzähne beidseits berühren (Abb. 5). Die empfohlenen Test-Wörter sind in Tabelle 1 aufgeführt

#### (5) Labio-dentale Konsonanten: /f/, /v/

Diese labio-dentalen Frikative werden produziert, indem die Unterlippe an die Inzisalkanten der Oberkiefer-Schneidezähne angelegt wird, um einen sich verengenden Raum zu schaffen, durch den die Luft hindurchströmt [25]. /v/ ist die stimmhafte Variante, d. h., die Stimmbänder werden eingesetzt, um den Laut /v/ zu bilden.

Die korrekte Bildung eines labio-dentalen Lautes ist abhängig von der dreidimensionalen Stellung der Oberkieferfrontzähne [19]. Wenn diese so angeordnet sind, dass die Inzisalkanten mit der Unterlippe dicht abschließen, können /f/ oder /v/ korrekt ausgesprochen werden. Sind die Oberkiefer-Frontzähne zu weit nach labial aufgestellt, gleitet die Unterlippe unter die Schneidezähne und die Artikulation von /f/ ist gestört.

Werden die Oberkieferfrontzähne zu weit nach palatinal gestellt, gleitet die Oberlippe über die Labialfläche der Oberkieferfrontzähne, der Laut /f/ ist gedämpft.

Auch wenn die Oberkieferfrontzähne unterhalb oder oberhalb der Okklusionsebene angeordnet werden, wird der Laut /f/ undeutlich.

terior palatal seal. To determine if the peripheral seal is adequate the listed words embodying the sound /k/ and /g/ can be employed (tab. 1).

#### (4) Postalveolar consonants: /ʃ/, /ʒ/

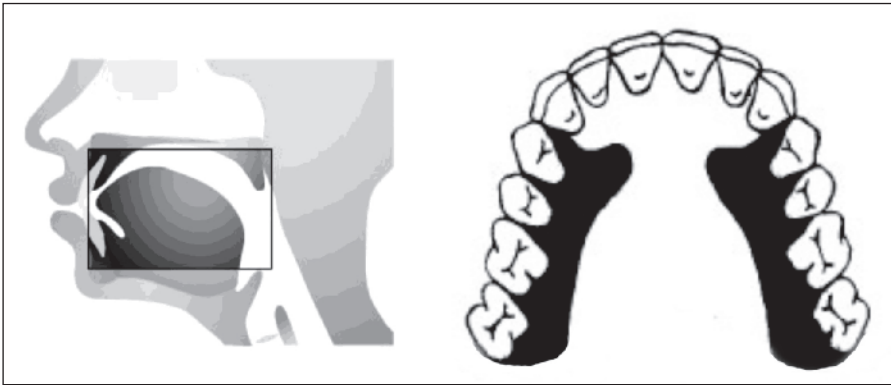
These postalveolar consonants are produced by nearly closing the jaws, the front of the tongue is widened, and the air is exhaled through the maxillo-mandibular incisors. [17] /ʃ/ and /ʒ/ are fricatives and belong to sibilants. /ʃ/ is voiceless, while /ʒ/ is voiced.

/ʃ/ sound is also very popular in German and is affected by the vertical dimension, palatal contour, and the position of the anterior teeth. Relationships of oral structures during proper pronunciations: /ʃ/ sound is produced by the lateral sides of the tongue touching the alveolar ridge as far forward as the canines (fig. 5). The suggested test words are given in Table 1.

#### (5) Labio-dental consonants: /f/, /v/

These labio-dental fricatives are produced by placing the lower lip against the incisal edges of the maxillary incisors to form a narrowing space through which the air passes with a trace of a hiss [25]. /v/ is the voiced version i.e.: the vocal cords are used to make the /v/ sound.

A correct labio-dental sound depends on the three-dimensional position of the maxillary anterior teeth [19]. Maxillary anterior teeth are positioned so the incisal edges make a definite seal against the lower lip, when the /f/ or /v/ is correctly pronounced. If the maxillary anterior teeth are set too far labially, the lower lip slips up under the incisors, the articulation of /f/ is distorted. Placing the maxillary anterior teeth too far lingually results in the lower lip to slide over the labial surface of the maxillary anterior teeth, the sound /f/ is muffled. Also if the maxillary anterior teeth are set below or above the occlusion surface, the sound /f/ becomes indistinct.



**Abbildung 5** Während der Bildung von /j/ wird die Luft durch die Mulde in der Gaumenmitte gedrückt. Dabei berührt die Zunge die Zähne 14 bis 17 und 24 bis 27 (FDI) und die entsprechenden palatinalen Alveolarkammerebereiche.

**Figure 5** During the formation of /j/ the air is pushed through the cavity in the mid-palate while the tongue touches the teeth 14-17, 24-27 (FDI) and their palatal alveolar crest.

(6) Bilabiale Konsonanten: /b/, /p/, /m/

Die bilabialen Konsonanten /b/ (stimmhaft) und /p/ (stimmlos) sind bilabiale Plosive. Durch den kurzzeitigen lockeren, aber vollständigen Verschluss der Lippen wird der Luftstrom zunächst gestoppt. Durch das Lösen dieses Verschlusses entsteht das typische Plosivgeräusch. Auch beim /m/ werden die Lippen komplett geschlossen, jedoch ermöglicht die gleichzeitige Senkung des Gaumensegels das Ausströmen der Luft durch die Nase. Dieses erfolgt unter der Beteiligung der Stimmbänder (Abb. 6) [25].

Die entscheidenden Faktoren für die bilabialen Konsonanten sind die Bisshöhe und die vestibulo-orale Position der Frontzähne [12, 18, 19].

Ist die Bisshöhe zu hoch, kann der Patient die Lippen nicht ohne Mühe luftdicht schließen, wohingegen die Lippen bei einer zu geringen Bisshöhe vorzeitig in Kontakt kommen. Jeder dieser beiden Fehler führt zur Verzerrung dieser Laute.

Eine ähnliche Schwierigkeit ergibt sich für die Anordnung der Frontzähne in vestibulo-orale Richtung. Sind die Zähne zu weit nach labial ausgerichtet, können die Lippen sich nicht mühelos berühren; bei zu weit oral stehenden Zähnen berühren sich die Lippen vorzeitig. Dementsprechend können die bilabialen Konsonanten eingesetzt werden, um die vertikale Kieferrelation und die labiale Kontur zu überprüfen (Tab. 1).

(7) Uvularer Konsonant: /R/

Der deutsche Laut /R/ wird im hinteren Anteil des Vokaltraktes erzeugt, der hintere Zungenanteil ist in Richtung Uvula angehoben, so dass ein enger Durchlass entsteht [25]. Wenn die Luft durch diesen Kanal fließt, bewirkt die auf diese Weise erzeugte Reibung, dass die Zunge entweder einmal (uvularer Flap) oder mehrmals (uvularer Vibrant) die Uvula berührt.

Dieser Laut /R/ wirkt rau und rüusperrnd und lässt sich mit dem weniger stark ausgeprägten Laut vergleichen, der beim Gurgeln entsteht. Bei der Bildung des deutschen /R/ berührt die Zunge an keiner Stelle Gaumen oder Zähne. Patienten mit einem Uvula-Defekt können gegebenenfalls das /R/ nicht korrekt aussprechen

(8) Linguo-palatale Konsonanten: /ç/, /j/

Diese Konsonanten werden gebildet, indem die Zungenspitze den vorderen Anteil des Unterkiefer-Alveolarkamms und die

(6) Bilabial consonants: /b/, /p/, /m/

The bilabial consonants /b/ and /p/ are bilabial plosives, with the lips touching to make these sounds (fig. 6) [25]. The air stream is then stopped as it passes through the vocal tract, causing a minor explosion when it is released. /m/ is a nasal consonant, which means that when it is produced, the air stream escapes through the nose [25]. The vocal cords vibrate when /m/ is formed, which means that /m/ is a voiced sound.

The critical factors in bilabial consonants are the interarch distance and labial-lingual position of the anterior teeth [12, 18, 19].

If the interarch distance is excessive, the patient cannot close the lips comfortably to form the air seal, while when insufficient interarch distance exists, the lips contact prematurely. Either of these two errors leads to distortion of these sounds.

A similar problem exists in the labial-lingual position of the anterior teeth. When the teeth are placed too far labially, the lips cannot touch comfortably; if too lingually, the lips contact prematurely. Therefore, the bilabial consonants can be used to check the vertical jaw relationship and the labial contour (tab. 1).

(7) Uvular consonant: /R/

The German /R/ sound is made in the back of the vocal tract, with the back of the tongue raised towards the uvula in order to create a narrow passage [25]. When the air stream moves through this passage, the friction thus created causes the tongue to touch the uvula either once (uvular flap) or several times (uvular roll).

This /R/ sound has a rasping throat-clearing quality which can be equated to a less extreme version of the sound produced when gargling. In German /R/ the tongue does not touch any part of the palate or teeth. Patients with an uvular defect may suffer from pronouncing /R/ incorrectly.

(8) Linguo-palatal consonants: /ç/, /j/

These consonants are produced by the tip of the tongue contacting the anterior part of the mandibular alveolar ridge and the lateral parts of the tongue contacting the maxillary premolar pala-





**Abbildung 6** Stellung von Zunge und Lippe während des /p/-Lautes.

**Figure 6** Tongue and lip position during the /p/ sound.

seitlichen Anteile der Zunge den Gaumen im Bereich der Oberkieferprämolaren berühren [25]. Der Laut /ç/ ist stimmlos, der Laut /j/ dagegen stimmhaft. Diese Laute gehören zu den Frikativen, dabei wird /j/ häufig zu einem Approximanten vermindert. Eine nicht korrekte Aussprache dieser Laute ist hauptsächlich auf eine falsche Positionierung der Unterkieferzähne zurückzuführen.

## Vokale

Ein Vokal ist ein Laut, der typischerweise bei offenem Vokaltrakt ausgesprochen wird, so dass kein Luftdruck an irgendeinem Punkt in der Umgebung der Stimmbänder aufgebaut wird. Konsonanten hingegen werden durch eine Verengung oder einen Verschluss im Verlauf des Vokaltraktes erzeugt [25]. Bei der Bildung der Vokale im Deutschen dichtet der weiche Gaumen mithilfe der Pharynx-Muskulatur den Pharynx ab, so dass keine Luft in die Nasenhöhle strömen kann [18, 25]. Überextendierte Prothesen, die den nasalen Verschluss durch das Gaumensegel verhindern, können die Aussprache der Vokale beeinträchtigen [13, 14, 19, 23, 24]. Tabelle 1 zeigt die typischen deutschen Vokale. Sie können beim Sprachtest mit Konsonanten kombiniert werden.

## Allgemeine klinische Vorgehensweisen

Die Intention dieses Artikels besteht nicht darin, Maßnahmen zur Beseitigung sämtlicher Sprechschwierigkeiten bei Prothesenpatienten anzugeben, sondern einige allgemeine Vorschläge oder Hinweise für die alltägliche Praxis zu geben.

Eine Beurteilung des Sprechens vor der Behandlung ist von entscheidender Bedeutung, um einen Akzent, ein vom Zahn-

tal region [25]. The sound /ç/ is voiceless while the sound /j/ is voiced. These sounds belong to fricatives, while /j/ is often reduced to an approximant. If these sounds are incorrect this is mainly due to malpositioning of the mandibular teeth.

## Vowels

A vowel is characterized as a sound pronounced with an open vocal tract so that there is no build up of air pressure at any point around the vocal cords while consonants are produced by a constriction or closure at some point along the vocal tract [25]. In production of German vowels the soft palate seals the pharynx, with the aid of the pharyngeal musculature, and allows no air to pass into the nasal cavity [18, 25]. Excessive bulking of the dentures, preventing the sealing of the nasal cavity, may adversely affect the phonetics of vowels [13, 14, 19, 23, 24]. Table 1 shows the typical German vowels, which can be combined with consonants for clinical phonetic examination.

## General clinical procedures

The intent of this article is not to provide curative procedures for all speech problems among denture patients, but to give some general suggestions or hints in daily practice. Pretreatment speech assessment is essential to detect a foreign accent, an articulatory problem unrelated to dental status, or hearing impairment. Routine oral examination includes the function and shape of the tongue, lips, and palate, which might ultimately be related to a speech problem.

During treatment the speech can be checked using simple words and phrases (tab. 2). The patient should speak these words and phrases at a normal speed.

Sound	Phrases
s, z, f, □	Sascha sucht seine sieben Schlüssel in der Garage.
z, s, n, t	77 tolle Tänze.
v, f	Weißt du, wo die Vögel hingeflogen sind?
p, k, g, ç, t	Der Papagei und der Kakadu krächzten.
x, R, b	Rudolf sucht das Buch.
z, f, ç	Sascha lächelte das Mädchen nicht an.
l, n, t, b, m	Viele lila Luftballons landeten mitten im Tannenbaum.

**Tabelle 2** Phrasen für die klinische Untersuchung.

**Table 2** Phrases for clinical examination.

(Tab. 1 u. 2, Abb. 1–6: S. Nahles)

befund unabhängiges artikulatorisches Problem oder eine Hörbehinderung zu erkennen.

Die normale intraorale Untersuchung erstreckt sich auch auf Form und Funktion von Zunge, Lippen und Gaumen, die im Endeffekt ursächlich für eine Sprechschwierigkeit sein können.

Im Verlauf der Behandlung kann das Sprechen mit einfachen Wörtern und Phrasen überprüft werden (Tab. 2). Der Patient sollte diese Wörter und Phrasen in einer normalen Geschwindigkeit sprechen.

## Zusammenfassung

Ein Grundverständnis der Lautbildung und der daran beteiligten anatomischen Strukturen sollte für jeden prothetisch arbeitenden Zahnarzt zum klinischen Alltag gehören. Der vorliegende Artikel ermöglicht es, wichtige Lautbildungsschwierigkeiten und deren Störfaktoren zu erkennen.

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte im Sinne der ICMJE bestehen.

## Summary

Analysis of phonetic sound production in prosthodontic practice should be based on some understanding of the nature of the sounds, how they are produced, and the anatomic and physiologic structures involved. This article summarizes the basics of German phonetics and might help dentists to approach speech problems encountered during prosthodontic treatment.

**Conflict of interest:** The authors declare that there are no conflicts of interest in the sense of the ICMJE.

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Katja Nelson  
Universitätsklinikum Freiburg  
Hugstetter Str. 55, D-79100 Freiburg  
Tel.: +49 761 270 47790, Fax: +49  
katja.nelson@uniklinik-freiburg.de

## Literatur

1. Agnello JG, Wictorin L: A study of phonetic changes in edentulous patients following complete denture treatment. *J Prosthet Dent* 1972;27:133–139
2. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977; 16:1–132
3. Chierici G, Lawson L: Clinical speech considerations in prosthodontics: 1. perspectives of the prosthodontist and speech pathologist. *J Prosthet Dent* 1973;29:29–39
4. Goodacre CJ, Bernal GB, Rungcharaseng K: Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003;90:121–132
5. Goyal BK, Greenstein P: Functional contouring of the palatal vault for improving speech with complete dentures. *J Prosthet Dent* 1982;48:640–646
6. Jacobs R, Manders E, Van Looy C, Lembrechts D, Naert I, van Steenberghe D: Evaluation of speech in patients rehabilitated with various oral implant-supported prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:167–167
7. Jemt T: Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6: 270–276
8. Jemt T, Book K, Lindén B, Urde G: Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Brånemark implants in severely resorbed edentulous maxillae: a study from prosthetic treatment to first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:162–167
9. Leslie RA: Improved phonetics in denture construction. *J Prosthet Dent* 1958; 8:753–763
10. Martone AL, Black JM: An Approach to Prosthodontics Through Speech Science, Part VI: Physiology of Speech. *J Prosthet Dent* 1962;12:409–419
11. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P: A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 1992;67: 236–245
12. Palmer JM: Analysis of speech in prosthodontic practice. *J Prosthet Dent* 1974;31:605–614
13. Petroviæ A: Speech sound distortions caused by changes in complete denture morphology. *J Oral Rehabil* 1985;12: 69–79
14. Pound E: Esthetic dentures and their phonetic values. *J Prosthet Dent* 1951; 1:98–111
15. Pound E: Let /S/ be your guide. *J Prosthet Dent* 1977;38:482–489
16. Reichenbach E: Sprachfunktion bei Zahnverlust und Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 1955;4:1392–1398
17. Reitemeier G, Heidelbach JG, Reitemeier B, Hloucal U: The relationships of restorative and prosthetic surgical measures with voice and speech functions. *Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1990;78:507–512
18. Roth GJ: An Analysis of Articulate Sounds and Its Use and Appreciation in the Art and Science of Dentistry. *Am J Orthodontics and Oral Surg* 1940; 26:1–23
19. Rothman R: Phonetic considerations in denture prosthesis. *J Prosthet Dent* 1961;11:214–223
20. Runte C, Lawerino M, Dirksen D, Bollmann F, Lamprecht-Dinnesen A, Seifert E: The influence of maxillary central incisor position in complete dentures on /s/ sound production. *J Prosthet Dent* 2001;85:485–495
21. Silverman MM: The whistle and swish sound in denture patients. *J Prosthet Dent* 1967;17:144–148
22. Silverman MM: The speaking method in measuring vertical dimension. 1952. *J Prosthet Dent* 2001;85:427–431
23. Tanaka H: Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. *J Prosthet Dent* 1973;29:16–28
24. Tobey EA, Finger IM: Active versus passive adaptation: an acoustic study of vowels produced with and without dentures. *J Prosthet Dent* 1983;49: 314–320
25. Wängler HH: Grundriss einer Phonetik des Deutschen. 4. überarbeitete Auflage. Elwert, 1983. p. 90–161