

Optimierte zahnärztliche Versorgung mit CAD/CAM-hergestellten Unterkieferprotrusionsschienen zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe

Prof. Dr. Jörg Neugebauer, Dr. Florian Fliedner, ZTM Klaus Pfeifer

Mit der Aufnahme der Unterkieferprotrusionsschiene als Zweitlinientherapie in den Leistungskatalog der gesetzlich versicherten Patienten in Deutschland erhält der Zahnarzt eine Erweiterung seines Versorgungsauftrages, der in Kooperation mit einem Vertragsarzt mit der Zusatzbezeichnung „Schlafmedizin“ zu erbringen ist. Alternativ kann dies auch mit Ärzten von verschiedenen Facharztgruppen (z. B. Pneumologe, HNO-Arzt und weitere) erfolgen. Diese müssen aber das erfolgreiche Absolvieren eines Kurses von 30 Stunden über mindestens fünf Tage (BUB-Kurs) nachweisen. Dies bedeutet eine neue Verantwortung für den Vertragszahnarzt, da er für die Erbringung der Leistung der Eingliederung einer Unterkieferprotrusionsschiene verantwortlich ist. Die Indikationsstellung und die Kontrolle des Behandlungserfolges liegen aber in der Verantwortung des spezialisierten Vertragsarztes mit schlafmedizinischer Qualifikation.

Schlafbezogene Atmungsstörungen (SBAS) stellen die häufigste körperliche Schlafstörung dar. Allein in Deutschland wird die Zahl der Betroffenen auf 26 Millionen geschätzt.⁴ Aufgrund der SBAS wird ein Zusammenhang für verschiedene kardiovaskuläre Erkrankungen, wie z. B. Bluthochdruck oder Herzrhythmusstörungen, gesehen.^{7,13} Die nächtliche Überdrucktherapie stellt die primäre Therapie da. Diese kann aber aufgrund verschiedener Ursachen bei einem Teil der Patienten nicht erfolgreich durchgeführt werden, sodass als ein alternatives Verfahren die Eingliederung einer Unterkieferprotrusionsschiene (UKPS) zulasten

der Krankenkassen erbracht werden kann.^{8,17}

Einleitung

Für die Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe steht dem behandelnden Arzt zunächst mit der nächtlichen Überdrucktherapie, bei der durch einen Überdruck über eine Maske die oberen Atemwege offengehalten werden, eine hocheffektive Therapie zu Verfügung. Bei primärem Therapieversagen rücken zu-

nehmend alternative Behandlungsoptionen in den Vordergrund. Da die personalisierte Medizin auch in der Schlafmedizin zunehmend von Bedeutung ist, erfordert dies eine genaue Diagnostik. Dabei stehen neben der Anamnese und Fremdanamnese des Bettnachbarn auch standardisierte Fragebögen zu Verfügung. Anschließend erfolgt eine klinische Untersuchung, inkl. Untersuchung der oberen Atemwege. Dies erfordert in vielen Fällen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die Stufendiagnostik

TAB. 1 STUFENDIAGNOSTIK IM RAHMEN DER DIFFERENTIAL-DIAGNOSTIK UND THERAPIE DER SCHLAFBEZOGENEN ATMUNGSSTÖRUNGEN

Stufe 1:

Anamnese und gegebenenfalls Fremdanamnese des Schlaf-/Wachverhaltens sowie differenzierte anamnestische Abklärung einer möglichen Dyssomnie unter Einbeziehung standardisierter Fragebögen zur Tagesschläfrigkeit.

Stufe 2:

Klinische Untersuchung, insbesondere im Hinblick auf endokrinologische, Stoffwechsel-, oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Ventilationsstörungen sowie neurologische und psychiatrische Krankheiten.

Stufe 3:

Ergeben sich nach Stufe 1 und Stufe 2 die typischen anamnestischen und klinischen Symptome und Befunde einer schlafbezogenen Atmungsstörung, weitere differentialdiagnostische Abklärung durch eine kardiorespiratorische Polygrafie während einer mindestens sechsständigen Schlafphase.

Stufe 4:

Eine kardiorespiratorische Polysomnografie kann nur dann als ergänzende Diagnostik durchgeführt werden, wenn trotz sorgfältiger klinisch-anamnestischer Abklärung einschließlich Durchführung geeigneter Testverfahren und der nach Stufe 3 durchgeführten Polygrafie keine Entscheidung möglich ist, ob eine Therapie mittels CPAP (kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck) oder anderer Verfahren notwendig ist.

ist über eine Richtlinie (BUB-Richtlinie) des Gemeinsamen Bundesausschusses geregelt¹ (Tab. 1).

Zudem ist auch eine Motivation des Patienten, seine Gewohnheiten umzustellen, notwendig, da ein hoher Body-Mass-Index und ein erhöhter Nikotinkonsum eine Prädisposition für das Auftreten der obstruktiven Schlafapnoe darstellen.⁶

Therapieoptionen

Die initiale Diagnostik und Therapieentscheidung erfolgt durch einen in der Schlafmedizin spezialisierten Vertragsarzt. Sollte sich im Rahmen der zahnärztlichen Betreuung ein Anhalt für die Notwendigkeit einer UKPS ergeben, muss der Patient vor weiteren Maßnahmen dem spezialisierten Vertragsarzt vorgestellt werden (Abb. 1).

Der Goldstandard der Diagnostik ist auch heute noch die Polysomnografie (PSG). Der Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) bestimmt dabei den Schweregrad des Befundes. Allerdings sollte die Entscheidung für eine Therapie nicht alleine vom AHI abhängig gemacht werden. Dies gilt insbesondere für Patienten mit einer geringgradigen Schlafapnoe, bei denen auch eine Therapie bei bestehender Tagessymptomatik oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen indiziert sein kann.¹⁶

Für schwergradige Befunde sollte zunächst die Einleitung einer nächtlichen Überdrucktherapie erfolgen, um durch eine pneumatische Schienung einen Kollaps der oberen Atemwege zu verhindern.¹⁶ Da eine solche Überdrucktherapie aus verschiedenen Gründen von einigen Patienten nicht dauerhaft akzeptiert wird, ist die Versorgung nach Ausschöpfen aller unterstützenden Maßnahmen für die Anwendung der Überdrucktherapie mit einer Unterkieferprotrusionsschiene (UKPS) möglich.^{12,15} Mit einer Unterkieferprotrusionsschiene werden durch eine Vorverlagerung des Unterkiefers die oberen Atemwege erweitert und stabilisiert. Dies resultiert in einer Lumenvergrößerung des Atemwegs auf Höhe des Velums, Zungengrund und Epiglottis (Abb. 2).

Unterkieferprotrusionsschienen

Zahnärztliche Befunde

Bei der Versorgung von Patienten mit Unterkieferprotrusionsschienen ist eine detaillierte zahnärztliche Untersuchung notwendig, um funktionelle Probleme und eine frühzeitige Anpassung der Schiene auszuschließen. Bei Patienten mit funktionellen Problemen des Kiefergelenkes und der Kaumuskulatur sollte sichergestellt werden, dass es durch die Eingliederung zu keiner Progredienz der Fehlfunktion oder der Schmerzen kommt.⁵ Trägt der Patient bereits einen Aufbissbehelf, sollte für die Einstellung der Protrusionsschiene keine wesentliche Änderung der vertikalen Position erfolgen. Wurde der Aufbissbehelf in einer retralen Lage eingestellt, wäre dies eine Kontraindikation für die Versorgung mit einer Protrusionsschiene.

Damit eine Protrusionsschiene eine ausreichende Verankerung zeigt, sollte eine Abstützung jeweils bis zum Zahn 6 erfolgen. Bei Vorliegen von Lücken können diese belassen werden, dem Patienten ist aber zu verdeutlichen, dass ein prothetischer Versorgungswunsch nach Anfertigung einer Protrusionsschiene dann die Überarbeitung oder gar Neuanfertigung der Protrusionsschiene erforderlich machen kann. Deshalb sollten auch Füllungen mit einem kritisch zu beurteilenden Randschluss im Vorfeld saniert werden (Tab. 2).

Zahnärztliches Vorgehen

Für die Herstellung von Protrusionsschienen eignen sich in der Zahnarztpraxis zwei Vorgehensweisen, bei der entwe-

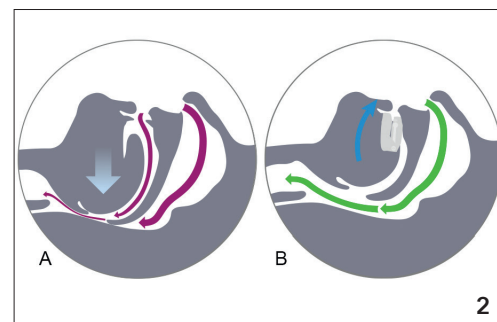
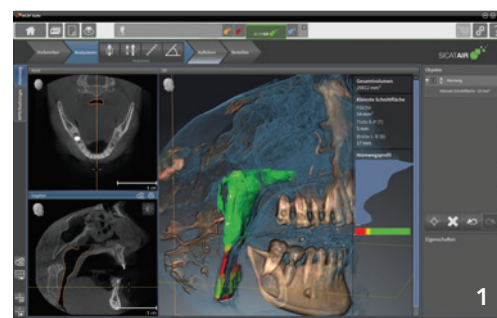


Abb. 1: Nebenbefundung einer DVT zur Planung einer Implantatversorgung mit reduziertem Rachenraum (SICAT Air, SICAT, Bonn). – **Abb. 2:** A Rückverlagerung der Zunge mit Reduktion des Rachenraums, B Protrusion des Unterkiefers mit UKPS und damit einhergehender Öffnung des Luftstromes. – **Abb. 3:** Aus PMMA mit Traktionsschraube hergestellte Unterkieferprotrusionsschiene.

TAB. 2 ANFORDERUNGEN ZUR ANFERTIGUNG EINER UKPS

Ausreichende Fähigkeit der Mundöffnung

Ausreichende Protrusionsbewegungsmöglichkeit

Ausreichende Verankerungsmöglichkeit der Schiene

Keine der Versorgung entgegenstehenden Kiefergelenkstörung

Zur Vermeidung von Anpassungen:
Abgeschlossene konservistische/prothetische Therapie



Abb. 4: Digitaler Scan (CEREC, Dentsply Sirona, Bensheim) des Ober- und Unterkiefers mit Registrierung (grau) in maximaler Interkuspitation. – **Abb. 5:** Messung der Frontzahnstufe mit Lineal. – **Abb. 6:** Messung des maximalen Protrusionsweges. – **Abb. 7:** Messung der Mittellinienabweichung bei maximaler Protrusion.

der konventionelle Abdrücke zur Anfertigung von Gipsmodellen oder ein intraoraler Scan für die digitale Prozesskette möglich ist.¹⁴ Für die konventionelle zahntechnische Herstellung von Schienen sind Gipsmodelle notwendig, um mit einem PMMA-Material solide Schienen über die Zahnreihe erstellen zu können. In diesen Kunststoff müssen dann noch die Verbinder aus Kunststoff oder Protrusionsschrauben oder Haken aus Metall eingearbeitet werden (Abb. 3).

Beim digitalen Vorgehen werden die Schienen entweder aus Vollmaterial gefräst und erhalten dann, ebenfalls wie die individuell zahntechnisch hergestellten Schienen, Verbinder oder Protrusionsschrauben. Da PMMA relativ spröde ist, erfordert es eine Mindestmaterialstärke, sodass diese Schienen relativ viel Raum im Mund einnehmen. Alternativ können die Schienen auch aus Polyamid im additiven Verfahren mittels 3D-Druck hergestellt werden.¹⁸ Dieser Werkstoff ist zähelastisch und eignet sich daher für eine besonders zierliche Gestaltung der Schienen. Durch die hohe Materialfestigkeit können die Verbinder auch graziler gestaltet werden, da diese nicht wie bei PMMA leicht ausbrechen können. Des Weiteren kann die hintere Protrusionsachse weiter kranial liegen, sodass der Vektor der Retentionskraft nahezu parallel zu Okklusionsebene ausgerichtet wird. Durch diese Positionierung wird das Kiefergelenk weniger belastet.^{10,11}

Für die Bestimmung der Protrusionsposition sollte neben der Frontzahnstufe auch die mögliche maximale Protrusionsstrecke bestimmt werden (Abb. 4). In der Regel wird diese dann zu 60 Prozent ausgenutzt (Abb. 5). Für die Herstellung der Schiene ist auch eine Abweichung der Mittellinie bei Protrusion zu erheben, die bei der Produktion berücksichtigt wird (Abb. 6).

Der Vorteil der digitalen Vorgehensweise, hier am Beispiel einer Narval CC von ResMed, zeigt sich besonders durch den Transfer der Daten und den elektronischen Bestellweg. Nachdem der Unter- und Oberkiefer mit der Bissregistrierung gescannt wurde, kann der Datensatz dann mit der entsprechenden Referenznummer direkt an die zentrale Fertigung übertragen werden (Abb. 7). Für den Bestellvorgang werden auf einer datenschutzrechtlich sicheren Webseite die Namen der verordnenden Behandler und der Patienten eingetragen, damit eine den gesetzlichen Krankenkassen konforme Laborrechnung erstellt wird. Die patientenspezifischen Parameter, wie Frontzahnstufe und evtl. Mittellinienabweichung, werden eingetragen. Zudem können verschiedene Designformen ausgewählt werden. Nach

Abschluss der Dateneingabe erfolgt dann der Produktionsauftrag (Abb. 8 und 9). Nach einer Eingangskontrolle der digitalen Daten erfolgt die Herstellung mittels 3D-Druckverfahren (Abb. 10). In der Regel steht die Apparatur dann in circa. zehn Tagen zur Verfügung (Abb. 11).

Bei der Einprobe der Schiene ist zunächst die Friktion zu überprüfen. Sofern kein einfaches Einsetzen möglich ist, kann die Apparatur an den Stegen getrennt und jede Schiene einzeln einprobiert werden. In der Regel ist bei der digitalen Herstellungsweise keine Anpassung notwendig. Sollten doch stark unter sich gehende Areale vorliegen, können diese vorsichtig mit einer feinen kreuzverzahnten Fräse eingekürzt werden. Es ist aber auch zu beachten, dass nach einigen Tragtagen die Friktion an Stellen mit hohen Unterschnitten nachlässt. Nachdem der Patient instruiert wurde, die Apparatur selbstständig ein- und auszugliedern, ist es notwendig, die Bisslage zu überprüfen. Hier ist auf eine gleichmäßige Abstützung rechts/links und anterior/posterior zu achten. Diese kann ebenfalls mit einer feinen kreuzverzahnten Fräse eingeschliffen werden. Durch die Materialeigenschaften des Polyamids ergibt sich automatisch eine relativ glatte Oberfläche, sodass nicht nachpoliert werden muss.

Nach ein bis zwei Wochen empfiehlt sich eine zahnärztliche Nachkontrolle (Abb. 12). Neben der Abfrage der Akzeptanz und der subjektiven Befundveränderung ist eine Kontrolle der Bisslage wichtig, um eine ungleiche Belastung der Kiefergelenke zu erkennen und notfalls einzuschleifen.¹¹ Besonders bei Patienten, die an funktionellen Kiefergelenkbeschwerden leiden, ist diese Kontrolle wichtig und muss bei starken Einschleifbedarf kurzfristig wiederholt werden.

Im weiteren Verlauf nach circa einem Monat sollte der Therapieerfolg dann wieder vom verordnenden Vertragsarzt überprüft werden. Bei Ausbleiben des angestrebten Erfolges kann durch Anpassung der Stege eventuell schrittweise eine weitere Protrusionsstrecke erreicht werden. Dies erfolgt bei digital erstellten Schienen

PROTRUSIONSEINSTELLUNGEN

☐ **ERNEUERUNG** (Für den Patienten wurde schon zuvor eine Narval CC[®] gefertigt)
ResMed bringt eine neue Narval CC an und verwendet dafür die hier angegebenen Daten. Bitte achten Sie sicher, dass Sie die Protrusionsmessungen und das gewünschte Design angeben.

☐ **Basregistrierung in gewünschter Protrusion**
Die initiale Unterkieferprotrusion richtet sich nach bestehender Basregistrierung.

☐ **Abmessungen in maximaler Protrusion**
Die initiale Unterkieferprotrusion Narval CC wird auf ca. 80% der maximalen Protrusion eingestellt.

☐ **Auf minimale vertikale Dimension reduzieren (ResMed-Standardoption)**
ResMed wird diese auf +4 mm reduzieren, um das korrekte Design der Schiene zu ermöglichen.

☐ **Bitte die in der Basregistrierung angegebene vertikale Abmessung nicht reduzieren.**
Ein Minimum von +4 mm ist für ein einwandfreies Design der Schiene notwendig.

Abmessungen in maximaler Protrusion
Abstand zwischen Schneidezahn 11 und 41 bei maximaler Protrusion: 0 mm

Mittelliniabewegung (in maximaler Protrusion): 0 mm

PATIENT RECHTS **PATIENT LINKS**

☐ **Bei spezifischer Okklusion: Basregistrierung in zentrischer Okklusion**

☐ **Im Falle einer Erneuerung können Sie eine spezifische Protrusionsstellung wählen:**

% der maximalen Protrusion

DESIGN

Wenn Sie für das Design keine Angaben machen, übernimmt ResMed für Sie die Auswahl, wobei das Design "Vestibuläres Band" oder, bei geringer Retention, die "Vollabdeckung" bevorzugt wird. (1)

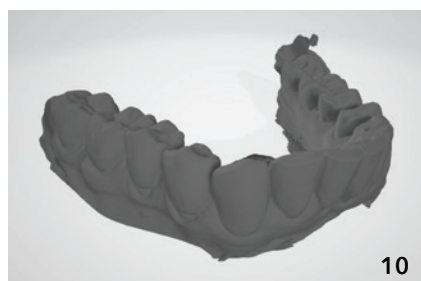
Wenn Sie ein bestimmtes Design wählen, wird ResMed sich bemühen, Ihren Wünschen nachzukommen. Bei geringer Retention ist eventuell dennoch das Design "Vollabdeckung" erforderlich.

VESTIBULÄRES BAND	VESTIBULÄRES BAND MIT KAPPE	VOLLABDECKUNG DER SCHNEEZÄHNE	PALATNALES/LINGUALES BAND MIT KAPPE	PALATNALES/LINGUALES BAND	DESIGN VON RESEMED GEWÄHLT
Retentive Zahnelemente	Retentive Zahnelemente	Zähne mit geringer Retention	Protrusive Zahnelemente	Protrusive Zahnelemente	
☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	☒ Oben ☐ Unten
N/A	☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	☐ Oben ☐ Unten	N/A	N/A

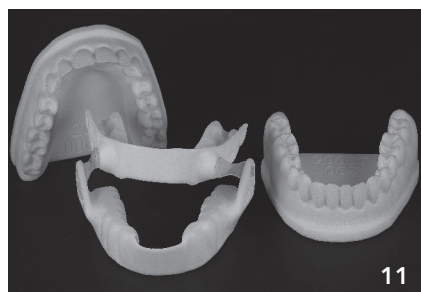
☒ Bitte alle Molaren einbeziehen

☒ Fügen Sie bitte Kerben für Gummiringe ein

Abb. 8: Webbasiertes Bestellprotokoll zur Übertragung der patientenspezifischen Behandlungsparameter (Narval CC, ResMed, Lyon). – **Abb. 9:** Auswahl des Schienendesigns und Dokumentation des bereits digital übermittelten Datensatzes im webbasierten Bestellprozess über „Narval Easy“ Portal.



10



11



12

Abb. 10: Eingangskontrolle der STL-Daten vor der Herstellung der Schienen. – **Abb. 11:** Aus Polyamid gedruckte Protrusionsschiene mit horizontal angeordneten Protrusionselementen (Narval CC, ResMed, Lyon). – **Abb. 12:** Kontrolle der Unterkieferprotrusionsschiene nach initialer Tragezeit auf gleichmäßige Belastung.

durch die bei der Lieferung zur Verfügung gestellten Stege unterschiedlicher Länge oder bei metallischen Protrusionselementen durch eine Veränderung der Schraubenposition.

Diskussion

Durch die Aufnahme der UKPS in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkasse mit einer genauen Definition der Indikationsstellung durch einen spezialisierten Vertragsarzt und Eingliederung durch einen Vertragszahnarzt ist eine abgesicherte Therapie mit einer Reduktion der internistischen und zahnärztlich besonders funktionellen Risiken gegeben. Die zahnärztliche Betreuung sichert eine genaue Adaptation der Schiene an den Zahnbogen und Kiefer, sodass Veränderungen der Zahnposition, so wie diese durch Alignerschienen erreicht werden, nicht auftreten. Weitere Schädigungen und Probleme des Kiefergelenkes können durch Einschleifmaßnahmen vermieden und durch trainieren von Mundöffnungsübungen reduziert werden.^{9,11} Durch die Übernahme der Kosten durch die Krankenkassen dürften die als kritisch einzustufenden Angebote aus dem Versandhandel an Bedeutung verlieren, bei denen der Patient konfektionierte Schienen aus thermoplastischem Material ohne ärztliche Begleitung im Wasserbad anpasst oder selbst Abdrücke für die individuellere Herstellung nimmt.³ Neben Schädigungen an prothetischen Versorgungen kann es auch zur Ausbildung von funktionellen Kiefergelenkerkrankungen kom-

men.¹¹ Durch die mit einer digitalen Prozesskette hergestellten Unterkieferprotrusionsschienen kann eine gezielte Einstellung der Protrusion zur Behandlung einer Schlafapnoe erreicht werden.² Im Vergleich zu konventionell zahntechnisch hergestellten Schienen sind diese materialbedingt zierlicher gestaltet und erlauben eine für das Kiefergelenk schonendere Positionierung der Stege.¹⁰

Literatur

Literatur kann bei der Redaktion angefordert bzw. über den QR-Code abgerufen werden.



PROF. DR. JÖRG NEUGEBAUER

Dr. Bayer und Kollegen
Von-Kühlmann-Straße 1
86899 Landsberg am Lech

DR. FLORIAN FLIEDNER

Asklepios MVZ Bayern
Bahnhofsplatz 2
86899 Landsberg am Lech

ZTM KLAUS PFEIFER

Pfeifer Digitale Zahn Manufaktur
Am Bleichanger 54
87600 Kaufbeuren