

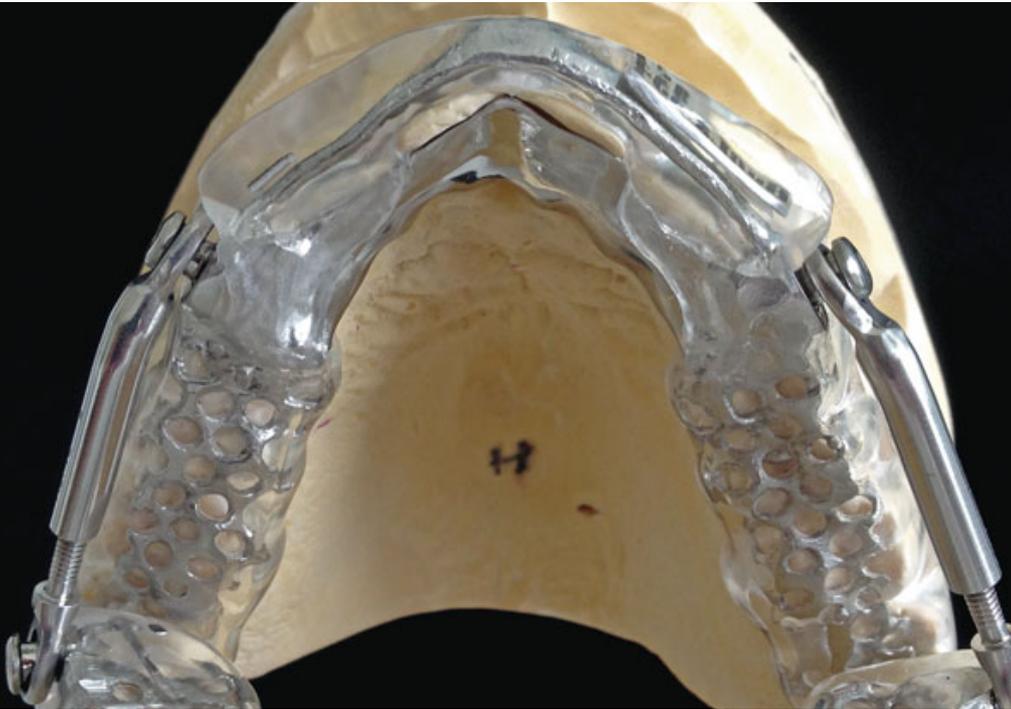


Zusammenfassung

Die Schlafapnoe und das Schnarchen kann durch Protrusion beeinflusst und verhindert werden. Dies ist durch Protrusionsschienen realisierbar. Im folgenden Beitrag werden die Schienensysteme BußLa® und Schäfla® vorgestellt.

Indizes

Protrusionsschienen, Schlafapnoe, Schnarchen, Compliance, Schienengestaltung



Therapie obstruktiver Schlafapnoe mittels Unterkieferprotrusionsschienen am Beispiel der BußLa® und Schäfla®

Jürgen Langenhan, Uwe Bußmeier, Uwe Fremder, Sylvia Rahm, Mara Thier, Stefan Kopp

Name der Schiene: Schäfla®

Erstmals beschrieben von: Bußmeier und Langenhan, 2007

Indikation: hypomobiler Normal-, Kopfbiss, irreguläres Gebiss

Sitz auf welchem Kiefer: Unterkiefer (unimaxillär)

Patentinhaber: Dr.J.Langenhan, 2014

Werkstoff: vollständig integriertes Modellgussgerüst, harte Kunststoffbasis

Herstellungsverfahren: Modellgußbasis vollintegriert in Kunststoffbasis, Protrusion wird durch ebenfalls integrierte Protrusionsschilder realisiert

Name der Schiene: BußLa®

Erstmals beschrieben von: Bußmeier und Langenhan, 2009

Indikation: hypomobiler Tief-, Deckbiss

Sitz auf welchem Kiefer: Ober- und Unterkiefer

Patentinhaber: ZTM U.Bußmeier, 2013

Werkstoff: harte Kunststoffbasis, vollständig integriertes Modellgussgerüst

Herstellungsverfahren: Verbindung der Modellgussgerüste über verstellbare Teleskopstangen; Langlöcher und Abwinkelungen im Frontzahnbogen ermöglichen problemlose UK-Beweglichkeit; integrierte Befestigung der Aufnahmegehäusen für Teleskopstangen im Modellguss.

Einleitung Von der Vielzahl der sogenannten „Schlafbezogenen Atmungsstörungen“ (SBAS) können vier Krankheiten durch zahnärztliche Methoden therapeutisch behandelt werden. Hierzu zählen das primäre Schnarchen oder Rhonchopathie, die obstruktive Schlafapnoe, frühkindliche Schlafapnoe sowie Bruxismus.

Alle zahnärztlichen Fachbereiche haben im unterschiedlichen Maße Optionen, die originäre Schlafmedizin (Ventilationstherapie) und die chirurgische HNO-Therapie zu kompletieren. Der somnologisch spezialisierte Zahnarzt besitzt mit der „Intraoralen Protrusionsschiene“ (IPS) ein inzwischen weitgehend anerkanntes Hilfsmittel, das bei Rhonchopathie, Obstruktiver Schlafapnoe (OSA) und Bruxismus indiziert sein kann. Die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und die Kieferorthopädie besitzen für die Therapie von OSA und frühkindlicher OSA die potenzielle Möglichkeit einer kausalen Therapie, Hilfsmittel nach einer erfolgreichen (operativen oder regulierenden) Behandlung verzichtbar zu machen.

Intraorale Protrusionsschienen sind das quantitativ wichtigste zahnärztliche Hilfsmittel in der Behandlung der SBAS. Der Entwicklungsprozess in der IPS-Therapie verlief in den letzten Jahren äußerst dynamisch. Die Bedeutung der IPS wächst stetig und die Akzeptanz der Schienentherapie bei Patienten und Behandelnden steigt. Sie wird infolgedessen nicht grundlos seitens der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) als Therapieoption bei der obstruktiven Schlafapnoe inzwischen anerkannt.^{15,16} Mit dem Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für zahnärztliche Schlafmedizin (DGZS) wurde dieser Prozess weiterentwickelt.¹⁴ Dies hat leider noch nicht zu allgemeingültigen und allseits akzeptierten Richtlinien in der Schienentherapie geführt. Daraus resultiert eine unübersehbare Verunsicherung bei den Behandelnden, wann welche Schienenart indiziert ist. Methodisch muss zunächst zwischen der Schienenfunktion und dem Schieneneffekt auf OSA und Schnarchen unterschieden werden. Die technische Funktion der Protrusionsschienen ist Voraussetzung für den geforderten somnologischen Therapieeffekt.⁵ Zudem sind sie immer als Langzeittherapeutika zu konzipieren. Für die hierzu erforderliche Akzeptanz und Compliance sind die Aspekte der optimalen Schienengestaltung von zentraler Bedeutung. Der vorliegende Artikel ist ein Beitrag der AGZSH (Arbeitsgruppe Zahnärztliche Schlafmedizin Hessen) für die aus der Sicht der Autoren notwendige Strukturierung der zahnärztlichen Schienentherapie.

Schienenklassifikation: Schientypen und Schienenarten

Die Schienenvielfalt macht eine systematische Schienenklassifikation erforderlich.^{5,7} In der Praxis der Schienentherapie ist es zielführend, wenn konzeptionell zunächst zwischen unimaxillären und bimaxillären IPS unterschieden wird. Die Retention der Schienenkörper erfolgt bei unimaxillären IPS über die Zähne oder Implantate des Unterkiefers. Der Retentionsbedarf ist somit auf den Unterkiefer begrenzt und kleiner als bei den bimaxillären IPS, bei denen die IPS in Ober- und Unterkiefer retiniert werden. Die Protrusionssicherung des Unterkiefers ist die Basis des Schieneneffektes. Sie erfolgt bei unimaxillären Schienen über individuell modellierte Kunststoffschilder, die kompakt im Schienenkörper integriert sind (z. B. Schäfla® = einteilige Bauweise, Abb. 1 und 2) oder über konfektionierte Halteelemente, die im Körper befestigt werden (z. B. OASYS® = mehrteilige Bauweise, Abb. 3). Bei bimaxillären IPS wird dieser Aspekt der Schienenfunktion zumeist über Teleskopstangen oder Stege realisiert.

PROTRUSIONSSCHIENEN



Abb. 1 Schäfla® Standard: unimaxillär und einteilig.

Abb. 2 Schäfla® Modifikation: unimaxillär und einteilig.



Eine weiterführende Differenzierung dieser Schienentypen lässt eine übersichtliche Zuordnung der großen Anzahl weltweit bestehender Schienenarten zu (Abb. 1 bis 8). Die beispielhaft in dieser Klassifikation aufgeführten Protrusionsschienen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Dies ist bei der Vielzahl der existierenden Schienenarten gar nicht möglich und erfolgte allein aufgrund der praktischen Erfahrungen der Autoren. Bimaxilläre IPS können „frontal offen“ oder „frontal geschlossen“ sein. Bei frontal geschlossenen IPS umfasst der Schienenkorpus alle Zähne beider Kiefer. Auch die Frontzähne der Kiefer werden eingeschlossen. Die meisten IPS sind bimaxillär und frontal geschlossen. Frontal offene IPS, denen mit der BußLa® und der H-UPS® nur zwei Schienenarten zugeordnet werden können, werden frontal offen gestaltet. Diese Unterscheidung ist wichtig für Schienenauswahl und Schienengestaltung und dient eher sekundär der Vereinfachung.

Systematische Schienenklassifikation:^{5,7}

- **unimaxilläre und einteilige Protrusionsschienen**
 - Schäfla® Standard (Schäfthaler und Langenhan, 2007, Abb. 1)
 - Schäfla® Modifikation (Bußmeier und Langenhan, 2014, Abb. 2)
- **unimaxilläre und mehrteilige Protrusionsschienen**
 - OASYS® (Abrahamson, Abb. 3)
- **bimaxilläre und einteilige Protrusionsschienen**
 - Esmarch-Orthese (Meier-Ewert, 1982, 1984)
 - Lyon Elastomer Positioner® (Abb. 4)
- **bimaxilläre und mehrteilige Protrusionsschienen**
 - frontal offene IPS
 - H-UPS® (Schlieper und Brinkmann, 1996, Abb. 7)
 - BußLa® (Bußmeier und Langenhan, 2009, 2013, Abb. 8)
 - frontal geschlossene IPS
 - IST-Schienen® (IST Classic, IST-Plus, u. a. nach Hinz, Abb. 5)
 - Silensor® (Erkodent, Pfalzgrafenweiler)
 - Somnodent MAS® (Parmesano, 2005)
 - TAP-T® (Thornton, 1999, Abb. 6)

Abb. 3 OASYS®: unimaxillär und mehrteilig.



Abb. 4 Lyon-Elastomer®: bimaxillär und einteilig.



Abb. 5 IST-Classic®: bimaxillär, frontal geschlossen.



Abb. 6 TAP-T®: bimaxillär, frontal geschlossen.



Abb. 7 H-UPS®: bimaxillär, frontal offen.



Abb. 8 BußLa®: bimaxillär, frontal offen.



Optimale Schienenauswahl

Um den Forderungen nach möglichst guter Compliance und geringer Nebenwirkungsrate entsprechen zu können, muss sich die Schienenauswahl grundsätzlich an den Konditionen des Kauorgans orientieren und darf keine Frage des verfügbaren Portfolios von Zahnarzt und Zahntechniker sein. Die Arbeitsgruppe der Autoren, die AGZSH, hat wiederholt festgestellt, dass es zwei Leitsymptome für die optimale und individuell korrekte Schienenauswahl gibt.^{5,7:}

Zum einen das laterale Platzangebot in Protrusionsstellung des Unterkiefers, das zuallererst abhängig vom Gebisstyp (Normal-, Kopfbiss, atypische Gebisse vs. Tief- bzw. Deckbiss) ist. In diesem Zusammenhang wurde immer wieder auf die kausale Wechselwirkung von wirksamen Hebelkräften und Nebenwirkungen hingewiesen.^{8-10,13,19} Die Größe der Hebelkräfte, die zu den unerwünschten dentalen und dento-alveolären Nebenwirkungen führen können, ist direkt proportional zum Ausmaß der Vertikalisierung und Protrusion. Die Protrusion muss nach den Erfordernissen des Behandlungszieles – der Verbesserung der Ventilation im hinteren Zungenraum (PAS) – eingestellt werden. Die mit den IPS einhergehende Vertikalisierung ist aber sehr wohl beeinflussbar und kann Risiken begrenzen. Den-



tale Nebenwirkungen sind Verschiebungen von einzelnen Zähnen oder kleinen Zahngruppen. Dento-alveoläre Nebenwirkungen sind Verlagerung größerer Kieferabschnitte oder ganzer Zahnbögen. Mit zunehmender Vertikalisierung und Protrudierung steigt die Gefahr von Nebenwirkungen und Noncompliance.

Zum anderen der Funktionszustand des Kauorgans, der über die Toleranz der eingestellten Protrusion entscheidet. Überforderungen des Kauorgans können eine akute schienenbedingte Schmerzsymptomatik (CMD) auslösen oder sekundär in einer Noncompliance münden. Liegen auch chronische Gelenkvorschädigungen vor, was in über 50 % der Fälle gegeben ist, können arthrogen bedingte Okklusionsstörungen auftreten. Diese arthrogen bedingten Nebenwirkungen sind schwer zu prognostizieren und müssen losgelöst von den vorgenannten unerwünschten Nebenwirkungen betrachtet werden.^{8,13,18}

Das basale Behandlungskonzept der AGZSH bei der Schienenauswahl besteht daher grundsätzlich in folgender Praxis:

■ **unimaxilläre IPS (Schäfla® Modifikation):**

- Indikation beim hypomobilen Normal-, Kopfbiss, irregulären Gebiss (26 % aller Fälle)
- relative Indikation beim normal mobilen Normal-, Kopfbiss, irregulären Gebiss (37 % aller Fälle)

■ **bimaxilläre, frontal offene IPS (BußLa®):**

- Indikation beim hypomobilen Tief-, Deckbiss (10 % aller Fälle)
- relative Indikation beim normal mobilen Tief-, Deckbiss (28 % aller Fälle).¹⁹

Unter relativer Indikation ist zu verstehen, dass im Einzelfall Optionen zu beiden Schienentypen vorliegen können. Bei einem „unlimitierten“ Normalbiss könnte bspw. statt einer unimaxillären Schiene auch eine bimaxilläre IPS angewendet werden, ohne die Akzeptanz zu gefährden und insbesondere akute CMD-Probleme auszulösen. Das Schienensystem nach dem „modem AGZSH“ schließt die Anwendung von bimaxillär geschlossenen Schienen also nicht kategorisch aus. Die Autoren verwenden dennoch immer die Schiene mit der kleinsten technischen Bauhöhe und auch beim unlimitierten Normalbiss vorzugsweise eine unimaxilläre IPS. Hintergrund dieses Vorgehens ist, dass es 1. belegt ist, dass das pharyngeale Lumen – und somit der Schieneneffekt – bei Interkuspitation am größten ist. Die geringe vertikale Bissperrung unimaxillärer Schienen kommt diesem Optimum, mit ihrer Vertikalisierung in der Nähe der Ruhelage des Unterkiefers, sehr nahe.^{9,10} Zudem ist es 2. nur so möglich, große Hebelkräfte zu vermeiden und potenzielle (dentale bzw. dento-alveoläre) Nebenwirkungen zu minimieren.^{8,18} Generelles Ziel der Schienenauswahl sollte die Vermeidung einer unnötigen, technisch bedingten vertikalen Bissperrung sein. Die Vorzüge beider Schienen im Modem AGZSH ermöglichen problemlos eine gute Versorgung aller Kauorgane, die überwiegend mit einer vertikalen Bissperrung von 0 mm in der Front einhergeht.

Das Alleinstellungsmerkmal beider Protrusionsschienen vom Modem AGZSH ist ein im Kunststoffkorpus integriertes Modellgussgerüst, das alle relevanten Schieneneigenschaften positiv beeinflusst. Vor allem ist die Einstellung einer kleinen vertikalen Bissperrung bei hoher Grundstabilität gewährleistet.

**Schienenbeschreibung
und Indikation**

Abb. 9 bis 11 Unterschiedliche Versionen der SchäfLa® Modifikation.



Abb. 9 Lateral skelettierte Version, Anwendung:

- Protektion gefährdeter, lateraler Zähne oder Strukturen (Einzelzähne, Verblendungen, Stiftzähne, parodontal geschwächte Strukturen),
- Zahnfehlstellungen/Dysgnathien (Kreuzbiss).



Abb. 10 Frontal skelettierte Version, Anwendung:

- Protektion gefährdeter, frontaler Zähne oder Zahngruppen protrusiv, palatinal, verdreht stehende, parodontal geschwächte Frontzähne,
- Protektion gefährdeter Strukturen (Vollkeramikronen, Adhäsiv- und UDA-Brücken, Endozähne),
- große Mundöffnungskapazität.

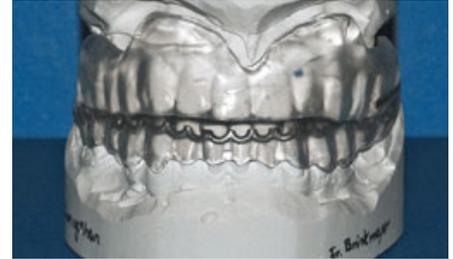


Abb. 11 Vollversion, Anwendung:

- Protektion gefährdeter Zähne und Strukturen in größerer Zahl,
- Protektion parodontal reduzierter Gebisse (Altersgebisse),
- eventuelle Versorgung von teleskopierenden Prothesenzähnen (große Zahl von Teleskopen erforderlich),
- große Mundöffnungskapazität,
- Bruxismus (zumeist begrenzter Bewegungsdrang zur Laterotrusion).

SchäfLa® Modifikation

Vorläufer dieser Neuentwicklung war die SchäfLa® Standard, die 2007 von Schäfthaler und Langenhan eingeführt wurde und heute nur noch historische Bedeutung hat. Der konstruktive Unterschied zur Standardversion der SchäfLa® besteht bei der patentierten SchäfLa® Modifikation²⁰ im komplett integrierten Modellgussgerüst. Dadurch ist fast immer auch bei Kopf- und Normalbissen, die immer mit einem kleinen lateralen Platzangebot in Protrusionsstellung einhergehen, eine frontale vertikale Bissperrung von 0 mm erreichbar und dennoch eine hohe mechanische Stabilität gegeben. Mit dieser Weiterentwicklung erfolgte ein relevanter Beitrag zur Versorgung von Kopf- und Normalbissen, die in 41 % der Fälle hypomobil sind.¹⁹ Gerade diese Patientengruppe weist hohe Risiken in der Schienenbehandlung auf, insbesondere bezüglich ihrer Noncompliance- und Nebenwirkungsrate als auch bei den Schienenversagern (siehe Technische Schienengestaltung).

- **Technische Angaben:** vollständig integriertes Modellgussgerüst, ausschließlich harte Kunststoffbasis (keine hart-weiche Kombination).
- **Ausführungsformen:** lateral skelettiert (Frontzahnschild, Abb. 9), frontal skelettiert (Seitenschilder, Abb. 10) und in Vollversion (Abb. 11).
- **Vorteile:** Durch die Metallgussbasis ist auch beim Kopf- und Normalbiss eine vertikale Bissperrung von 0 mm möglich (technisch bedingte, vertikale Bissperrung ist somit vermeidbar), daraus resultiert eine hohe Stabilität und lange Nutzungsdauer; sehr flexible Anpassungsfähigkeit an die gegebene anatomische Situation des Kauorgans durch die verschiedenen technischen Ausführungsformen; sehr gute Compliance infolge graziler Bauweise und grundsätzlich geringer Bauhöhe, geringer Retentionsbedarf (Verankerung nur im Unterkiefer); kostengünstige Protrusionsschiene.
- **Nachteile:** Für eine ausreichende Friktion sind eine günstige Zahnform oder Kieferwindung wichtig (beim Abrasionsgebiss ist eine Modellanalyse meist ratsam, Abb. 12); nur

all rights reserved



Abb. 12 Reduzierte Friktion im Abrasionsgebiss.

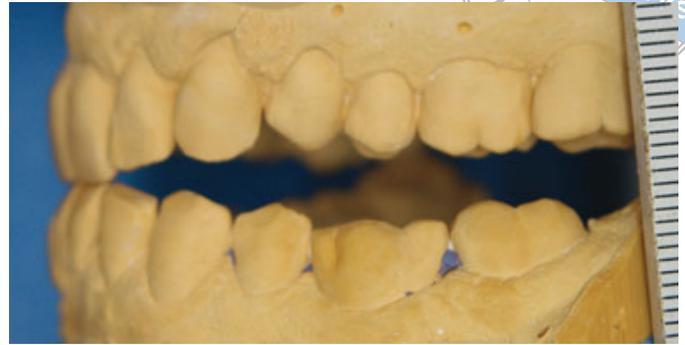
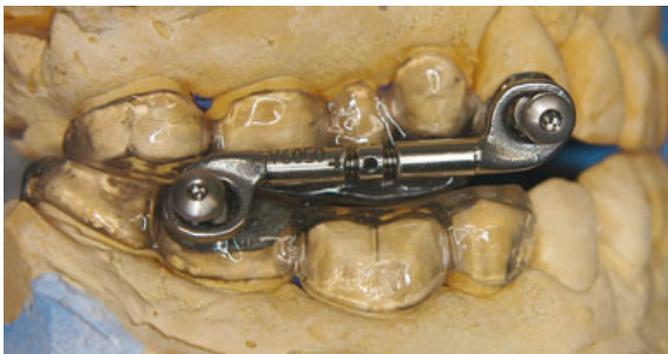


Abb. 13 bis 15 Typische Situation beim Tiefbiss in Protrusion (Modell und in situ), problemlose Applikation einer bimaxillären, frontal offenen BußLa® mit frontaler Schneidekantendistanz von 0 mm.



indirekte Titration (moderate Protrusion) möglich: Die Änderung der Protrusion erfordert die Neuadjustierung der Schilder.

- **Indikation:** limitierte Normal-, Kopf- und atypische Bisse; relativ: unlimitierte Normal-, Kopf- und atypische Bisse (auch bimaxilläre IPS möglich).
- **Kontraindikation:** Tief- und Deckbisse (frontal offene, bimaxilläre IPS ist bei diesem Gebisstyp optimaler).

Diese bimaxilläre Protrusionsschiene ist frontal offen gestaltet und vermeidet auf diese Weise eine technisch bedingte, vertikale Bissperrung, insbesondere beim Tief- oder Deckbiss (Abb. 13 bis 15). Sie besitzt ein deutsches Patent.²¹

BußLa®

- **Technische Angaben:** Ausschließlich harte Kunststoffbasis (keine hart-weiche Kombination); vollständig integriertes Modellgussgerüst; Verbindung der Modellgussgerüste über verstellbare Teleskopstangen; Langlöcher und Abwinkelungen im Frontzahnbogen ermöglichen problemlose Unterkieferbeweglichkeit; integrierte Befestigung der Aufnahmekapseln für die Teleskopstangen im Modellguss.
- **Vorteile:** Durch die Modellgussbasis ist bei Tief- und Deckbiss generell eine frontale Schneidekantendistanz von 0 mm erreichbar (technisch bedingte, vertikale Bissperrung ist vermeidbar); hohe Stabilität und lange Nutzungsdauer, gute Compliance infolge graziler Bauweise und grundsätzlich geringer Bauhöhe; direkte Titrierbarkeit der Teleskop-



Abb. 16 Stabile Parodontalsituation im Altersgebiss mit erheblichen Attachmentverlust und Interkuspiration.



Abb. 17 Protrusionsbisslage, laterales Platzangebot, Schneidekantendistanz 0 mm.



Abb. 18 BußLa® in situ, hochprotektive, metallarmierte Schienenkonstruktion.

stangen möglich; hochprotektive Schiene bei gefährdeten Strukturen aller Art (PAR, ZE) ermöglicht insbesondere die Versorgung auch riskanter Konstellationen (Abb. 16 bis 18).

- **Nachteile:** Erhöhter technischer Aufwand und damit Kosten im oberen Preissegment.
- **Indikationen:** Tief- und Deckbiss.
- **Kontraindikation:** limitierter Normal-, Kopf- und atypische Bisse, relativ: unlimitierter Normal-, Kopf- und atypische Bisse (SchäfLa® Modifikation ist hier optimaler).

In der Kasuistik (Abb. 16 bis 18) war das laterale Platzangebot für die Aufnahme einer BußLa® optimal. Es gibt aber Schienenfälle, die aus parodontaler oder prothetischer Sicht ähnlich gefährdet sind, in Protrusion aber kein hinreichendes laterales Platzangebot bieten. Bei solchen Konstellationen sollte man von der Standardlösung einer frontalen Schneidekantendistanz von 0 mm abweichen und modifizieren. Im Interesse der Gesamtlösung des Falles ist eine geringgradige, dann tatsächlich technisch bedingte, vertikale Bissperrung von 1–3 mm in Kauf zu nehmen. Die Kiefergelenkfunktion sollte diese Bissperrung aber tolerieren können; die Compliance darf nicht erkennbar gefährdet sein. Durch das massive und präzise Metallgerüst werden alle gefährdeten Strukturen sicher erfasst und geschützt. Es ist kaum möglich, riskante Fälle mit reinen Kunststoffschienen dauerhaft und nebenwirkungsfrei versorgen zu können.

Validierte Daten zu Wirkung und Nebenwirkung

Im Rahmen einer Dissertation wurden der Schieneneffekt der AGZSH-Schienen vom Typ SchäfLa® und BußLa® umfassend untersucht und bewertet.¹⁹ Da von den 88 Patienten dieser prospektiven Studie in 96 % der Fälle eine der beiden Schienen Anwendung fand, kann von einer gesicherten Validierung des Konzeptes gesprochen werden. Im Folgenden wer-



den auszugsweise die wichtigsten Daten dieser Studie zu den Schienen Modem AGZSH zusammengefasst.

1. In Bezug auf die Einschränkung der Kiefergelenkfunktion und Gebisstypen wurde folgende Verteilung erhoben: In 26 % der Fälle lag ein hypomobiler Normalbiss, in 10 % ein hypomobiler Tiefbiss, in 37 % ein normal beweglicher Normalbiss und in 28 % ein normal beweglicher Tiefbiss vor. Diese Prävalenzen haben Bedeutung für die optimale Schienenauswahl, Schienengestaltung und für die Gewährleistung einer langfristigen Compliance. Es gab keine Unterschiede im Schieneneffekt beider Schienenarten auf die OSA.
2. In 85,2 % der Fälle konnte, bezogen auf den AHI, ein Erfolg (AHI unter 5/h) bzw. ein Teilerfolg (AHI unter 10/h) in der OSA-Therapie erreicht werden. Die Schnarchsymptomatik wurde dagegen nur in 53,7 % der Fälle quantitativ verbessert. Bei fast jedem zweiten Fall gab es keinen oder einen negativen Schnarcheffekt. Das primäre Schnarchen wird von den Autoren daher grundsätzlich als Symptomatik erachtet, das in einer erheblichen Zahl der Fälle einer suffizienten HNO-Therapie zugeführt werden muss und nur bedingt einer alleinigen Schienentherapie zugänglich ist. IPS sind, aus fachlicher Sicht und auf der Basis vorliegender wissenschaftlicher Daten, somit eindeutig Apnoeschienen und nicht als „Anti-Schnarchschienen“ zu bezeichnen.
3. Der OSA-Schweregrad ist als Einzelprädiktor bedeutsam für den Erfolg der Schienentherapie. In der Gruppe der vollständigen Erfolge lagen in 59 % der Fälle eine leichtgradige, in 41 % eine schwergradige Schlafapnoe vor. In der Kohorte der Erfolge und Teilerfolge hatten die Patienten in 55 % der Fälle eine leichtgradige, in 45 % eine schwergradige OSA. In der Misserfolgsgruppe hatten 23 % der Patienten eine leichtgradige, 77 % eine schwergradige Form der Schlafapnoe. Die Misserfolgsrate ist bei schwergradigen OSA-Fällen also am größten. Bei dieser Patientengruppe besteht jedoch wegen einer bestehenden CPAP-Intoleranz häufig keine Option für eine Schienentherapie, sodass es relevant ist, dass bei über 50 % dieser Fälle ein Erfolg oder Teilerfolg erreicht werden konnte.
4. Die Misserfolgsraten in der Schienentherapie war bei hypomobilen Normalbissen (28,6 %) und hypomobilen Tiefbissen (25 %) am größten. Erfolge und Teilerfolge sind vor allem bei normalmobilen Tiefbissen (100 %) und Normalbissen (87 %) zu erwarten. Deshalb ist der Funktionszustand des Kiefergelenkes für den Schieneneffekt auf die OSA und die Compliance relevant.
5. In 4 von 5 Fällen lässt sich der Schieneneffekt auf die OSA bereits durch klinische Prädiktoren sicher prognostizieren. Angeordnet in absteigender Reihenfolge der Gewichtung wird für den günstigsten Prädiktorenkomplex aktuell ein kleiner Mallampatscore, geringer Halsumfang, normaler BMI, jüngeres Patientenalter, große Halslänge und kleinerer OSA-Schweregrad empfohlen.

Diese Einzelvariablen haben bereits separiert und nicht erst im Gesamtkomplex aller Prädiktoren eine hoch signifikante Prognosefähigkeit. Die Vorhersagbarkeit des Schienenerfolges lässt sich durch die Fernröntgendiagnostik am liegenden Patienten mittels relativer Kephallometrie weiter stabilisieren.^{9,10}

Abb. 19 und 20 Rotiert oder protrusiv stehende Zähne sind hochgradig druckgefährdet.



Abb. 21 Bei Frontzahn­lücken besteht im Oberkiefer das Risiko eines unerwünschten Lückenschlusses.



Abb. 22 bis 25 Dentale Nebenwirkungen (unerwünschter Lückenschluss) sind nur mit hochprotektivem Modellguss sicher vermeidbar.



Technische Schienengestaltung

Die Schienenauswahl ist für eine erfolgreiche Schienentherapie relevant, jedoch nicht ausschlaggebend. Die Autoren haben die Erfahrung gemacht, dass in der Mehrzahl der Fälle die technische Schienengestaltung über Erfolg und Langzeiterfolg entscheidet. Dazu gibt es Grundprinzipien, die unabhängig von der ausgewählten Schienenart praxisrelevant und gültig sind.

Grundprinzipien der technischen Gestaltung von Protrusionsschienen

Protektion gefährdeter Strukturen

Rotiert oder protrusiv stehende Einzelzähne oder Zahngruppen (Abb. 19 und 20) oder lückige Konstellationen (Abb. 21 bis 25) sind potenziell komplikationsträchtig und können nach Autorenansicht ausschließlich mit einem Modellguss optimal versorgt werden. Eine

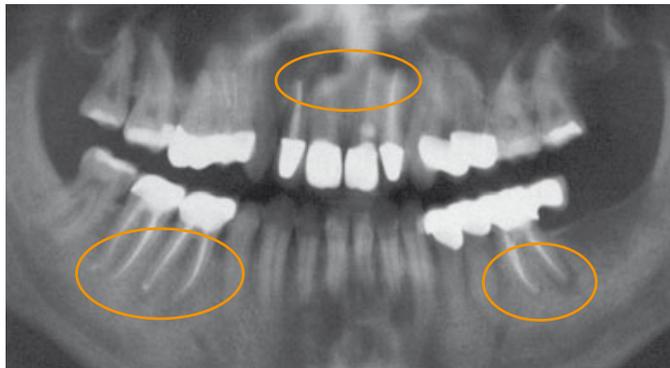


Abb. 26 Multiple, teils apikal entzündete Endodontiezähne sind immer suspekt auf nicht tolerable Drucksensationen durch IPS.



Abb. 27 Die lang bestehende Adhäsivbrücke der unteren Front ist protektionsbedürftig.



Abb. 28 Die Komplettüberkronung beider Kiefer, teils mit Zirkonoxidkronen, erfordert eine hochprotektive Schienenkonstruktion.



Abb. 29 Parodontal reduzierte, aber stabile Situation nach operativer Parodontalbehandlung.

mechanische Überlastung solcher Befunde führt regelmäßig zu nicht tolerablen Druckproblemen. Die Gefahr von Zahnbewegungen und Lückenschließungen steigt statistisch relevant an.

Endodontisch vorbehandelte und mit Stiftaufbauten oder Radixankern versorgte Zähne sollten grundsätzlich ausgeblockt oder hohlgelegt werden. Es ist empfehlenswert, Druck-, Zug- und Tangentialbelastungen bei solchen Zähnen auszuschließen. Dies erfordert eine enge Kooperation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker und in jedem Fall die Weiterleitung entsprechender Informationen und Anweisungen an das Dentallabor (Abb. 26). Spezielle prothetische Restaurationen, wie Frontzahn-, Adhäsiv-, Inlay- und Brückenrestaurationen mit UDA-Ankern (Abb. 27), sind ebenso gefährdete Strukturen wie die immer häufiger auftretenden keramischen Restaurationen (Abb. 28).

Die reduzierte Belastbarkeit von Parodontien, insbesondere bei Altersgebissen und/oder nach parodontalchirurgischen Eingriffen, sind unvermeidbar und treten häufig auf. Dies erfordert ebenfalls eine besondere Sorgfalt (Abb. 29). Ein Attachmentverlust ist bei bestehender Entzündungsfreiheit kein Problem, wenn Schienenauswahl und Schienengestaltung adäquat erfolgen.



Abb. 30 Okklusion rechts in IKP.

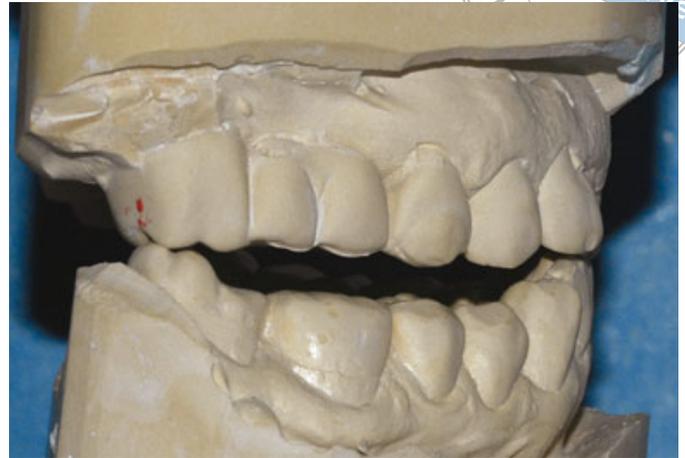
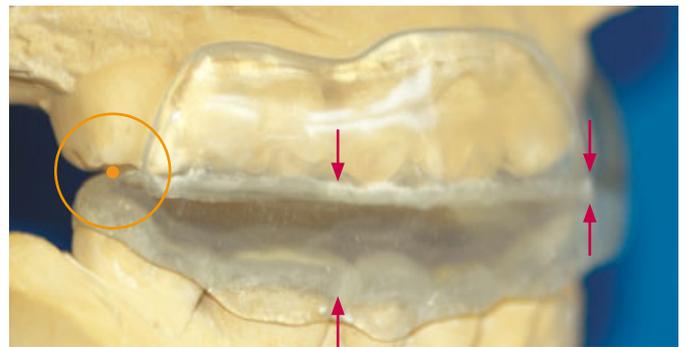


Abb. 31 Therapeutische Protrusion mit störendem Vorkontakt rechts.

Abb. 32 Gute Schienenauswahl und Schienengestaltung unter Umgehung der distalen Region und ohne zusätzliche technisch bedingte Bissperrung.



Herausnehmbare Prothesen sind zunächst immer als riskant einzustufen und sind deshalb für die Therapie mit IPS eher nicht geeignet. In solchen Fällen ist eine sehr detailgenaue aufwendige Planung notwendig. Wenn negative Folgen für die Zahnstellung von (teleskopierenden) Ankerzähnen oder für das Knochenlager (beim zahnlosen Kiefer) weitgehend ausgeschlossen werden sollen, empfiehlt sich eine detaillierte implantologische Vorbehandlung.

Technisch bedingte vertikale Bissperrung

Die vertikale Bissperrung sollte so klein wie möglich sein, um den biomechanisch unausweichlich wirksamen Hebelkräften entgegenzuwirken.^{5-9,11,12,18} Nur so wird es möglich, die Nebenwirkungsrate zu reduzieren und eine Noncompliance zu vermeiden. Die vertikale Bissperrung kann primär durch die optimale Auswahl des Schientyps realisiert werden und ist darüber hinaus direkt von den Vorgaben der klinischen Protrusionsbissnahme abhängig. Sekundär wird sie auch durch Fragen der Schienengestaltung beeinflusst. Es ist beispielsweise nicht zwingend erforderlich, alle Zähne in die Schienenbasis zu integrieren, wenn dadurch die Vertikale minimiert werden kann (Abb. 30 bis 32).

Wenn bei tiefem Biss eine große sagittale Stufe vorliegt, kann bei bimaxillären Protrusionsschienen die Schienenebene kranial (d. h. oberhalb) der Okklusalebene gelegt werden. In solchen Fällen muss nicht die ganze Protrusionskapazität ausgenutzt und zugleich die



Abb. 33 Sehr tiefer Biss von ca. 10 mm und großer sagittaler Stufe von 14 mm in IKP; grün: etwaige (verdeckte) Unterkieferebene; schwarz: Okklusalebene bei SK-SK-Distanz.



Abb. 34 Moderate Protrusion von ca. 6–7 mm. Vertikale Dimension: kleiner; Protrusion: begrenzt.

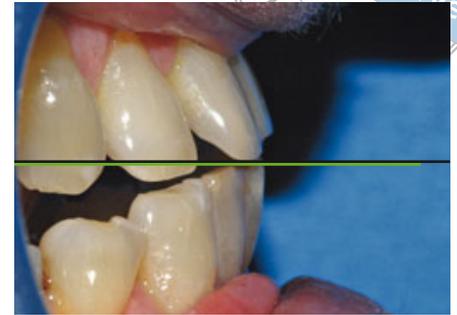


Abb. 35 Forcierte Protrusion von über 10 mm. Vertikale Dimension: größer; Protrusion: unbegrenzt.

Vertikale reduziert werden (Abb. 33 bis 35). Wenn es erforderlich ist, sind auch frontale Perforationen im Modellgussgerüst der BußLa® ohne Stabilitätsverlust möglich. Dabei ist allerdings zu betonen, dass die Protrusion hierdurch auch limitiert wird. Sollte es zu einem späteren Zeitpunkt erforderlich sein, den Unterkiefer noch protrusiver einzustellen (zu titrieren), muss man zwangsläufig die Vertikale erhöhen und durch Aufbau der Schienenkautflächen im Seitenzahnbereich die Möglichkeit schaffen, dass die Zähne der Unterkieferfront auch an denen der Oberkieferfront vorbeigeführt werden können.

Dieses Vorgehen setzt allerdings voraus, dass die moderate Protrusionseinstellung hinreichend effektiv auf die OSA ist. Nachteilig ist weiterhin, dass mit dem Übergang von der moderaten (Abb. 34) zur forcierten Protrusion (Abb. 35) eine technische Korrektur mit einem nicht zu vernachlässigenden Kostenrahmen verbunden ist.

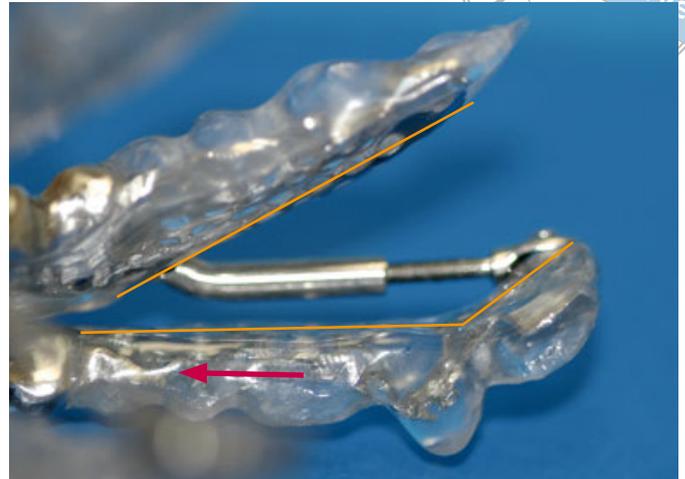
Gestaltung der Schienenoberfläche

Die Oberfläche der Schienen sollte grundsätzlich nicht adjustiert sein. Hierbei geht es weniger darum, bruxistischen Aktivitäten vorzubeugen. Der klinische Hintergrund ist viel mehr der Fall, dass im Laufe der Langzeittherapie eine Veränderung der protrusiven Unterkieferposition (sog. positive Titration) erforderlich werden kann. Die adjustierte Oberfläche wäre dann hinderlich und die Stellungsänderung von Unterkiefer und Schiene nicht ohne Einschleif- oder Wiederherstellungsmaßnahmen möglich.

Kongruenz der Horizontalebene von Okklusion und Schiene: Verlauf der Schienenoberfläche in Abhängigkeit von der Speekurve

Auch dieser Aspekt ist für die Protrusionsänderungen von grundsätzlicher praktischer Bedeutung. Missachtet man den Verlauf einer ausgeprägten Speekurve, wird es bei sekundären Titrationen im distalen Seitenzahnbereich unweigerlich zur Kollision zwischen den Zähnen des Oberkiefers und der Unterkieferschiene (unimaxilläre IPS) oder zwischen Ober- und Unterkieferschiene (bimaxilläre IPS) im distalen Bereich kommen. In solchen Fällen ist es bei der primären Schienengestaltung durchaus zielführend, vom Grundsatz der Minimie-

Abb. 36 Ungünstige Gestaltung der Schienenoberfläche, im Falle einer späteren Protrusionsverstärkung (positive Titration) entsteht unweigerlich eine frontale Bissöffnung, dies erfordert umfangreiche Wiederherstellungsmaßnahmen an der IPS.



rung der technisch bedingten Vertikalisierung abzuweichen. Wenn es der Funktionszustand des Kauapparates zulässt und die Compliance hierdurch nicht beeinträchtigt wird, ist es zur Vermeidung späterer Komplikationen wichtig, durch den Aufbau des Kunststoffkorpus einen geraden, kongruenten Verlauf der Okklusions- und Schienenebene in der Horizontalebene vorzunehmen (Abb. 36).

Friktion der Kunststoffbasis

Harte Kunststoffbasen weisen eine bessere Friktion, Stabilität und Nutzungsdauer auf. Entscheidend ist, dass es bei allen Protrusionsschienen in Anhängigkeit von der Belastung und Tragedauer zum Friktionsverlust kommt. Der Verlust dieser zentralen Schienenfunktion führt unweigerlich zum unzureichenden (sekundären) Schieneneffekt auf die OSA. Eine IPS, die nicht mehr den Unterkiefer in Protrusion hält, kann nicht effektiv in der OSA-Behandlung sein. Weil viele Patienten die Defizite einer nachlassenden Friktion infolge der Gewöhnung gar nicht bemerken oder richtig bewerten, sind Nachkontrollen der Schienen im Rahmen eines gut organisierten Recalls wichtig und auch aus forensischer Sicht ratsam.

Im Falle eines weich-harten Schienengrundkörpers entsprechen Unterfütterungsmaßnahmen, die dann erforderlich sind, dem Aufwand einer Schienenneuanfertigung. Der Aspekt des möglicherweise etwas angenehmeren Tragekomforts weich-harter Schienenkombinationen ist dagegen nachrangig und für den Patienten weniger entscheidend. Setzt man grundsätzlich eine drucklose Abformvariante ein und arbeitet mit Platzhaltern wie Folie oder Tauchwachsen¹⁷, ist der Tragekomfort einer Einphasen-IPS dem einer weich-harten Gestaltung des Schienengrundkörpers gleichzusetzen. Was die Genauigkeit der zu erzielenden Effekte anbelangt, übertrifft die Einphasen-Kunststoff-Schiene die Effekte bei Materialkombinationen. Unter Berücksichtigung der heute schon realisierten Möglichkeit der computergestützten Fertigung von IPS nimmt dieser Aspekt eine zunehmend wichtige Rolle ein.² Die Autoren verwenden aus diesen Gründen inzwischen keine weich-harten Schienenkombinationen für den Schienenkörper mehr.

Copyright by
all rights reserved



Abb. 37 Stärkere Verfärbungstendenz weich-harter Kunststoffe, oberer Anteil (Schildbereich): weich-harte Kunststoffkombination; unterer Anteil (Korpus): harter Kunststoff.



Abb. 38 Partiiell zerstörtes Frontzahnschild.

Verfärbungen der Kunststoffbasis

Alle Kunststoffschienen verfärben sich früher oder später (Abb. 37). Die Verfärbung erfolgt in Abhängigkeit vom verwendeten Material, ist aber auch noch von weiteren Faktoren abhängig. Besonderes Augenmerk gilt der regelmäßigen und systematischen Pflege der Schiene. Aktivsauerstoffprodukte sind dabei eher hinderlich. Der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten, medikamentöse- und Hormoneinflüsse u. a. sind darüber hinaus genauso von Bedeutung wie lokale Faktoren, wie z. B. die Hygienefähigkeit und der Hygienezustand des Kauorgans und der Schiene selbst. Aus einer Fülle von Gründen ist es daher wichtig, den Patienten mit der Eingliederung der IPS detailliert darüber aufzuklären, wie mit dem Gerät unter Hygieneaspekten zu verfahren ist. Neben dem Hinweis auf die Mundhygiene an sich sollten exakte Pflegehinweise der Schiene, möglichst schriftlich in der Akte dokumentiert, an den Patienten übergeben und ggf. mit Bildmaterial (z. B. via Dokumentation auf dem i-pad) ergänzt werden. Der Aspekt möglicher Folgekosten sollte ebenso Berücksichtigung finden wie der Hinweis auf ein regelmäßiges Recall im Sinne der professionellen Mundhygiene mit detailgenauer Dokumentation und Erläuterung des Zustandes der IPS. Die einfache fotografische Dokumentation des Ist-Zustandes in einem Klinikinformationssystem verbunden mit der Notation entsprechender Remotivation ist auch aus forensischer Sicht wertvoll.

Schienengestaltung bei großer Mundöffnungskapazität

Die Fähigkeit zu einer großen Mundöffnung oder Mundöffnungskapazität ist eine basale Information, die im Rahmen der Befunderhebung festgestellt werden muss. Sie ist in jedem Einzelfall von allergrößtem Interesse für die laborseitige Schienengestaltung und muss deshalb grundsätzlich dem Dentallabor mitgeteilt werden. Hypomobile Gelenkapparate besitzen in aller Regel eine eingeschränkte Protrusionskapazität und tolerieren größere Vertikalierungen schlecht. Das bedeutet aber keineswegs, dass diese Fälle auch generell eine eingeschränkte Mundöffnungskapazität haben müssen. Dieser Aspekt ist deshalb so wichtig, weil die Grenzen der Mundöffnung beim Gähnen oder bei Weckreaktionen erreicht werden können. Kommt es in solchen kaum kalkulierbaren und schon gar nicht zu

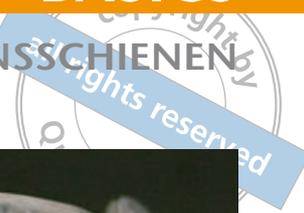


Abb. 39 und 40 Metallarmierung eines Frontzahnschildes der lateral skelettierten Schäfla® verhindert nicht die Traumatisierungsgefahr der oberen Frontzähne.



Abb. 41 Seitenzahnschilder mit Führungsfunktion bei weiter Mundöffnung.

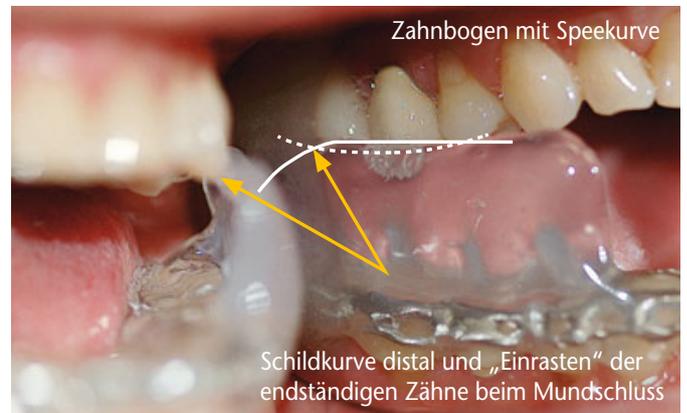


Abb. 42 „Einrasten“ der distalen Seitenzähne, protrusiver Vorschub auf den Unterkiefer bei Mundschluss.

vermeidenden Episoden während des Schlafes zu Störungen der Schienenfunktion bis hin zu Traumatisierungen, kann dies einer guten Akzeptanz und Compliance erheblich abträglich sein. Dies hat bei den verschiedenen (unimaxillären und bimaxillären) Schientypen Bedeutung für die jeweilige typische Schienengestaltung.

Grundprinzipien der technischen Gestaltung bei der unimaxillären Schäfla®

Mundöffnungskapazität: Schildauswahl und Schildgestaltung

Auch hypomobile Normal-, Kopf- und atypische Gebisse können eine große Mundöffnungsfähigkeit von teilweise weit über 50 mm aufweisen. Bei der unimaxillären Schäfla® in der lateral skelettierten Bauweise kann dies zu einer Beschädigung des Frontschildes führen (Abb. 38). Die Autoren haben zwar die Möglichkeit einer Metallarmierung der Schilder getestet, aber wieder verworfen (Abb. 39 und 40). Aufgrund der weiter bestehenden Gefahr der Traumatisierung der Oberkieferfrontzähne ist dieser Aufwand nicht zielführend. Die einzig sinnvolle Prävention solcher Komplikationen ist eine Frage von Schienenauswahl und Schienengestaltung. Die Lösung des Problems liegt in der Anwendung einer Vollversion oder einer frontal offenen Schäfla® mit Seitenschildern (Abb. 41 und 42). Die Seitenschild-

all rights reserved

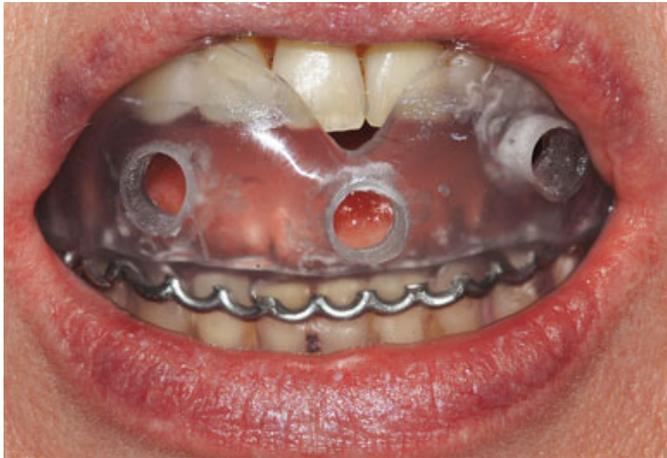


Abb. 43 Perforierte Frontzahnsschilder erleichtern die Luftpassage.



Abb. 44 Die sekundäre Umwandlung in die frontal skelettierte Version optimiert die Luftpassage.

anteile müssen jeweils maximal weit in den vestibulären Tuberbereich hineinreichen. Die Autoren haben in praxi wiederholt erfahren, dass auf diese Weise ein „Einrasten“ der hinteren Seitenzähne des Oberkiefers beim Mundschluss zur protrusiven Unterkieferverlagerung führt.^{11,12} Hier wird eine Kombination dieser technischen Feinheit mit der durchaus zu erwartenden, unbewussten Gewöhnung des Patienten zum Tragen der Schiene wirksam.

Behinderung der Ventilation: Perforationen im frontalen Schildabschnitt

Es kann durch Frontzahnsschilder oder bei der Schäfla[®] Vollversion zu einer Ventilationsbehinderung kommen, die subjektiv nicht toleriert wird. Dieses keineswegs rein psychologische Phänomen tritt nicht häufig auf. Man kann dem mit einfachen Perforationen vorbeugen und damit eine tatsächlich gestörte Luftpassage weitgehend normalisieren (Abb. 43). Sollte diese Maßnahme noch immer nicht ausreichen, muss zur frontal offenen Version durch partielle Schildentfernung übergegangen werden (Abb. 44).

Teleskop- und Steganordnung

Es ist inzwischen unbestritten und ein Kennzeichen jeder optimalen Schienenkonstruktion, dass die Elemente, die die Protrusion sichern (Teleskope, Stege u. a.), korrekt angeordnet sind, wenn die vordere Aufhängung distal der oberen Eckzähne und die hintere Befestigung dieser Elemente im distalen Unterkieferseitenzahnbereich erfolgen. Auf diese Weise wird der Unterkiefer nach ventral durch Zug geführt und dort sicher gehalten. Dies ist die Grundlage dafür, dass der hintere Zungenraum (sog. Posterior airway space oder PAS) geöffnet ist, in jeder Schlaf Lage offen gehalten wird und damit Obstruktionen im Rachenraum effektiv verhindert werden können. Zudem wird der Einengungseffekt infolge Öffnungsrotation im Kieferwinkelbereich („clockwise“-Phänomen) bei Mundöffnung, die unbedingt erwünscht ist, vermieden.^{8,13,18} Werden diese Halteelemente in einer anderen als in der beschriebenen Form gestaltet, sind zusätzliche Haltebänder erforderlich, die allerdings der Compliance abträglich sein können.

Grundprinzipien der technischen Gestaltung bei bimaxillären Protrusionsschienen



Abb. 45 Sehr weite Mundöffnung, die beim Gähnen und bei Weckreaktionen auftreten und zum Friktionsverlust und zum Ausstieg der Schienen aus der therapeutischen Position führen kann.



Abb. 46 Okklusion links in Interkuspidation.



Abb. 47 Okklusion links, protrusive Einstellung des Unterkiefers bei verkürzter Zahnreihe im Unterkiefer wirft die Frage nach der Gestaltung der Teleskope auf.

Mundöffnungskapazität: korrekte Länge der Teleskope und Stege

Auch bei bimaxillären IPS sind die negativen Auswirkungen einer großen Mundöffnungsfähigkeit für die Schienengestaltung von erheblicher Relevanz. Die klinische Erfahrung zeigt, dass eine Kieferöffnung jenseits von 55 mm sehr ernst zu nehmen ist (Abb. 45). Der wichtigste Ansatz zum Vermeiden dieser schwerwiegenden Komplikation stellt in diesen Fällen eine ausreichend große Länge der Haltelemente dar. Je größer die Mundöffnungskapazität ist, umso länger müssen diese Haltelemente sein. Ansonsten riskiert man, dass es am Ende der ansonsten womöglich perfekten Schienenbehandlung zu Schienenablösungen kommt, die auch durch Unterfütterungen nicht beherrschbar sind. Wird diese Länge nicht berücksichtigt, kommt es nicht selten zur Anfertigung einer neuen Schiene. Die technischen Möglichkeiten, ausreichend lange Teleskope mit einer funktionellen Länge von über 40 mm Länge zu beziehen, existieren zwischenzeitlich auf dem Markt. Es ist zudem auch kein besonderes Problem, individuelle Stege mit den erforderlichen Ausmaßen im Gussverfahren herzustellen. Die Realisierung des Problems ist entscheidend. Es muss auch darauf geachtet werden, dass alle Haltelemente in einer nicht störenden Weise tangential der mehr oder weniger langen und konvexen Zahnreihe appliziert werden. Ventral besteht eine Limitation im Oberkieferfrontzahnbereich, distal der Eckzahnregion, die im Interesse eines ungehinderten Lippen- und Mundschlusses keinesfalls überschritten werden darf. Eine dorsale Längenbegrenzung ist weniger durch den aufsteigenden Unterkieferast als vielmehr durch die (reduzierte) Anzahl der vorhandenen Zähne oder Implantate limitiert (Abb. 46 und 47). Das hat unausweichliche zur Folge, dass die Teleskopaufhängung und somit der Modellguss der Unterkieferschienen insgesamt über die Zahnreihe hinaus verlängert werden muss (Abb. 48). Dieser extrem wichtige Gestaltungsansatz hat aber bereits im primären Modellguss zu erfolgen, da die Aufnahmegehäusen für die Teleskopstangen unbedingt in die-

all rights reserved

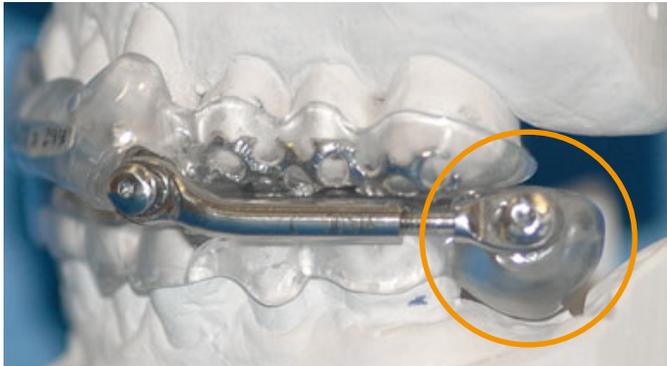


Abb. 48 Optimale Steglänge bei sehr weiter Mundöffnung, durch technisch verlängerte „Zahnreihe“, integriert im Modellguss.

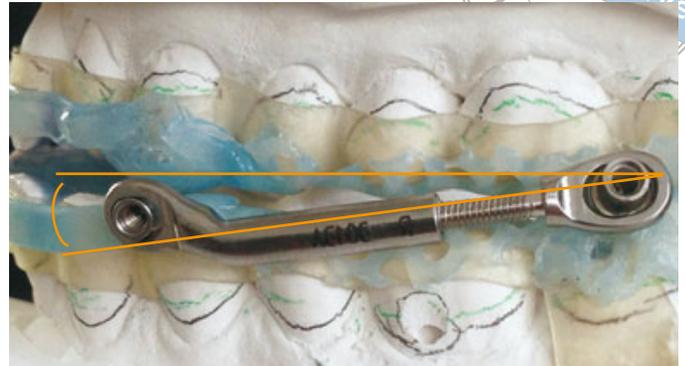


Abb. 49 Die positive Angulation des Teleskopes zur Okklusalebene ist perfekt, generell und besonders bei weiter Mundöffnung.

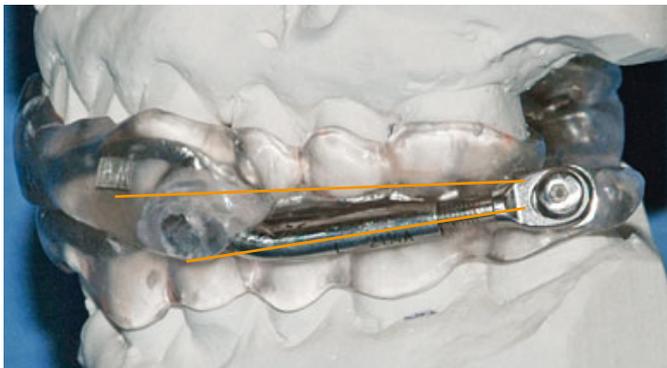


Abb. 50 Positive Angulation des Teleskopes.

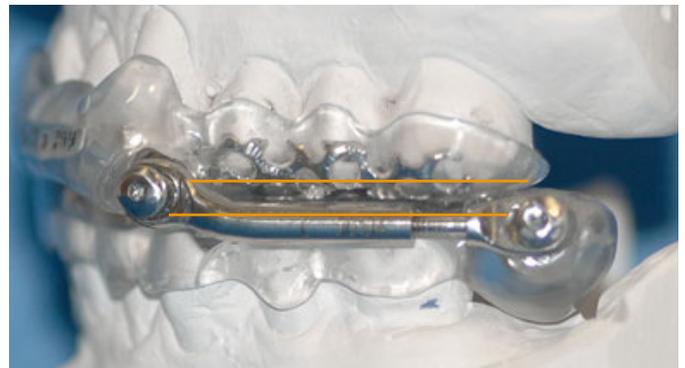


Abb. 51 Neutrale Angulation des Teleskopes.

sem integriert werden müssen. Eine sekundäre Befestigung von Teleskopen oder Stegen im Kunststoffkorpus ist sehr kompromissbehaftet und hat häufig unweigerlich Ausbrüche dieser Halteelemente aus dem Korpus oder Frakturen des Schienenkorpus selbst zur Folge.

Anordnung der Teleskope und Stege im Verhältnis zur Horizontalebene

Eine weitere Möglichkeit der Kompensation einer großen Mundöffnung ist durch die günstige Positionierung der Protrusionshalteelemente (Teleskope, Stege) in Relation zur horizontalen Schienenebene erreichbar. Eine nach kaudal gerichtete Angulation der Teleskopachse (Abb. 49 und 50) bewirkt, dass bei Mundöffnung erst mit einiger Verzögerung relevante Abzugskräfte auf die Schiene einwirken.

Wenige Millimeter einer solchen „positiven Angulation“ können funktionell bedeutsame Abzugskräfte vermeiden und somit eine deutliche Verbesserung beim Schienenhalt zur Folge haben. Die praktische Realisierung gelingt sicher nicht in allen Fällen und ist abhängig von den anatomischen Verhältnissen sowie der zahntechnischen Erfahrung und Qualität. Eine „neutrale Angulation“ (Abb. 51) ist auch dazu geeignet, die Schienelage zu stabilisieren. Ungünstig ist eine „negative Angulation“ (Abb. 52). Im diesem Fall treten frühzeitig und schon bei geringer Mundöffnung unnötige Abzugskräfte auf.

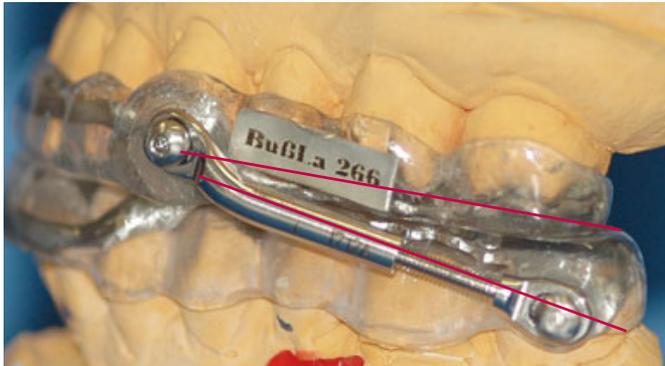


Abb. 52 Negative Angulation des Teleskopes.

Abb. 53 und 54 Erosionen und Druckstellen treten insbesondere bei Seitenschläfern auf.



Behinderter Mund- und Lippenschluss: korrekte Gestaltung der Teleskope und Stege
 Abstehende Schraubenköpfe und dem Metallgerüst nicht eng anliegende Teleskopstangen entscheiden in nicht wenigen Fällen endgültig über die Akzeptanz einer bimaxillären Schiene mit lateral angebrachten Teleskopen und Stegen. Die Aspekte der optimalen Gestaltung von Aufnahmehöhlen, Verankerungsschrauben und die optimale Lage der Teleskopstangen erscheinen womöglich weniger bedeutungsvoll, als es klinisch tatsächlich ist. Die Autoren mussten aber wiederholt die Erfahrung machen, dass bei grundsätzlich optimaler Schienengestaltung die nicht korrekte Gestaltung von Teleskopen und Stegen zur Noncompliance führte. Deshalb waren nicht selten aufwändige und kostenintensive Korrekturmaßnahmen erforderlich. Ungünstige Konstruktionsvarianten von Teleskopen und Stegen führen zur Einschränkung von Mund- und Lippenschluss und haben nicht beherrschbare Schleimhautaffektionen und Erosionen zur Folge, die kein Patient dauerhaft toleriert. Bei Seitenschläfern treten zusätzlich schlafstörende Druckbelastungen im Planum bukkale auf, die sowohl vom Teleskop selbst als auch von den distalen Verschlusschrauben verursacht werden können (Abb. 53 und 54). Zur Vermeidung dieser sehr unliebsamen Komplikation wird bei Schienen mit diesen konstruktiven Besonderheiten empfohlen, die Schrauben und Aufnahmehülse selbst maximal einzuebnen, soweit es die erforderlichen Gewindegänge für die sichere Schraubenaufnahme zulassen. Die vorderen Schrauben in der oberen Eckzahn- und Prämolarenregion werden von den Autoren standardmäßig aktuell soweit beigeschliffen, dass auch der Innensechskant, der eigentlich zum Lösen der vorderen Schrauben vorgesehen ist, dabei verloren geht. Sollten in der Folge tatsächlich Titrationsmaßnahmen erforderlich sein, ist es ausreichend, wenn die zweite, distale Seite der Teleskopaufhängung im unteren Molarenbereich zugänglich ist und die Teleskoplänge dadurch verstellbar bleibt. Die Teleskopstange selbst sollte generell so nah wie möglich an die Zähne des Zahnbogens heran appliziert werden. Zum erweiterten zahntechnischen Standard der BußLa® zählen inzwischen Kunststoffabdeckungen der Schraubenköpfe zum Schutz der empfindlichen Schleimhautareale. Dabei muss die freie Beweglichkeit der Teleskopstange in jedem Fall erhalten bleiben (Abb. 55 bis 62).

all rights reserved



Abb. 55 Zu weit abstehende Teleskopschrauben und Schraubenköpfe provozieren funktionelle Probleme.

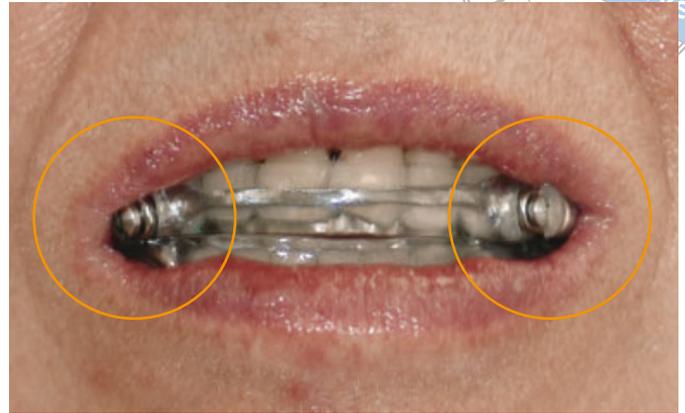


Abb. 56 Morpho-funktionelle Probleme beim Mund- und Lippenschluss und Rhagaden, die der Patient selten toleriert und zur Noncompliance führen.

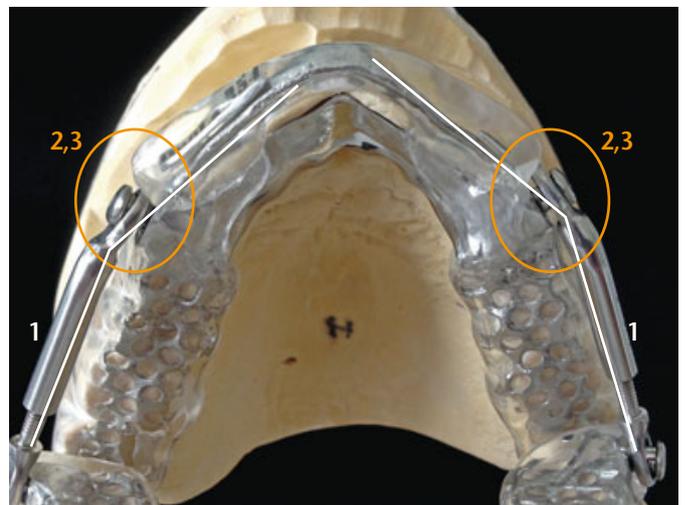
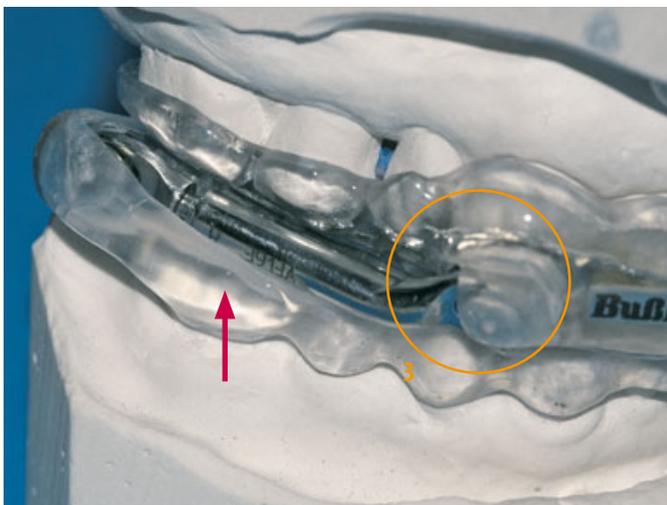
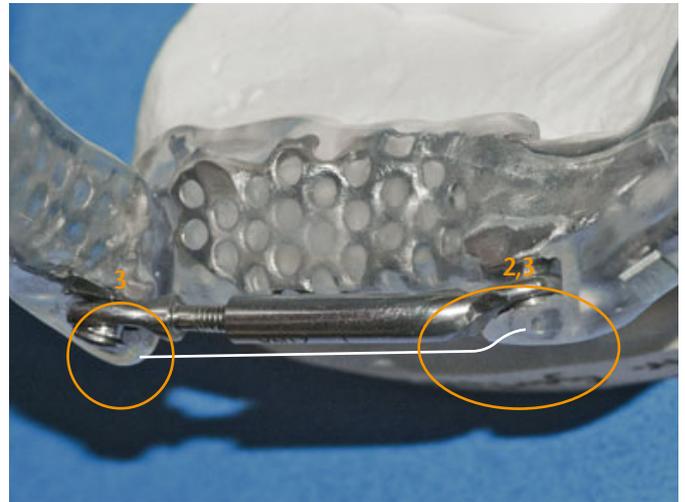
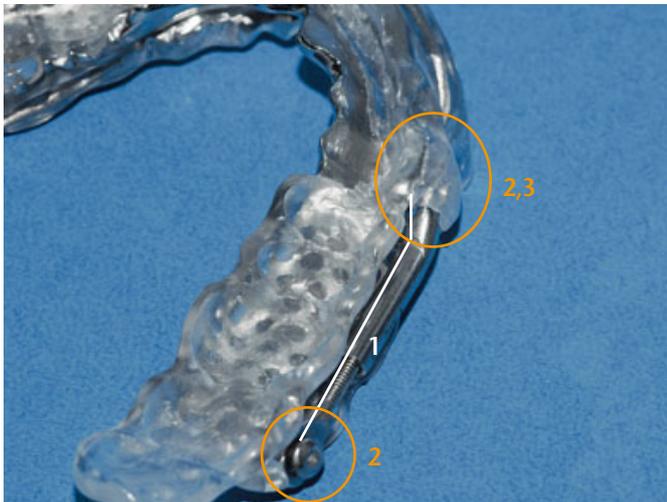


Abb. 57 bis 60 Beispiele für eine optimale Schienengestaltung. 1 Eng am Zahnbogen anliegende Modellgussgerüste und angulierte Teleskope, 2 maximal eingeebnete Schraubenköpfe, 3 zusätzliche „Abdeckkrampen“ über die Schraubenköpfe und Teleskopstangen zum Schleimhautschutz bei Erhalt der Stangenmobilität.



Abb. 61 und 62 Unbehinderter Lippenschluss durch gute Schienengestaltung bis in jedes relevante Detail.

Diskussion Die vorgestellten IPS vom Modem AGZSH mit integrierter Metallgussbasis sind nicht nur sehr effektiv, sie sind auch als hochprotektiv einzustufen.^{13,19}

Dentale Nebenwirkungen Auf der Basis der aktuellen Datenlage wurden durch Schäfla®- und BußLa®-Schienen in keinem Fall bestehende Restaurationen beschädigt und/oder dentale Nebenwirkungen ausgelöst. Dies ist nach Autorenmeinung ganz eindeutig auf die präzise Krafteinleitung über alle schientragenden Pfeiler durch die Modellgussbasis zurückzuführen.

Dento-alveoläre Nebenwirkungen Bei der Risikoeinschätzung von dento-alveolären Nebenwirkungen sollte man zurückhaltender sein, auch wenn diese offensichtlich längerfristig ablaufenden Veränderungen bislang nicht auftraten. Es ist nicht auszuschließen, dass diese chronischen Destruktionen weitgehend unabhängig von dem Schientyp und von der Schienenart auftreten können. Bei den gesammelten Kasuistiken der Autorengruppe wurden über einen längeren Zeitraum ausnahmslos bimaxilläre, frontal offene IPS getragen, die mit einer erheblichen Vertikale und Protrusion ausgestattet waren. Zudem war das Ausmaß der Deformierungen sehr ausgeprägt. Es ist wahrscheinlich, dass die optimale Statik der Metallgerüste und die durch sie gewährleistete gleichmäßige Krafteinleitung im Hinblick auf diese Nebenwirkungsart ebenfalls zielführend sind. Zudem muss festgehalten werden: Wenn dento-alveoläre Veränderungen durch IPS mit Modellgusstechnik, kleine vertikale Bissperrung und moderate Protrusion nicht vermeidbar sind, dann sind sie es durch reine Kunststoffschienen erst recht nicht.

Arthrogen bedingte Nebenwirkungen Arthrogen bedingte Nebenwirkungen haben eine andersartige Pathogenese und scheinen primär mit Art, Ausmaß und Dauer von chronischen Gelenkschäden, die bereits vor der Schienentherapie bestanden haben, zu korrelieren. Hier dürften die schienenbedingte Gelenkentlastung und der dabei auftretende Regenerationseffekt im Sinne von Kompensation, aber auch im Sinne von Adaptation der bilaminären Zone entscheidend wirksam sein. Weiterhin zu diskutieren bleibt, ob es sich hierbei nicht um ein natürliches und langsam fortgesetztes Wachstum im Erwachsenenalter handeln könnte.¹ Es ist zur Differenzierung



also relevant, ob diese Veränderungen sehr langsam verlaufen sind oder nicht. Ein Unterscheidungsmerkmal zu dento-alveolären Okklusionsstörungen ist ganz sicher, dass sich das Ausmaß der vertikalen und permanenten Disklusion im Seitenzahnbereich bei artikulärer Genese im Bereich weniger Millimeter bewegt und vom Patienten zumeist nicht bemerkt wird. Arthrogene Vorschädigungen, wie z. B. Diskusverlagerungen mit Kapsulitis in der bilaminären Zone, liegen auf der Basis vorliegender Daten bei jedem zweiten Patienten der dokumentierten Patientengruppe vor. Aber nur in 1–3 % der Fälle haben die Autoren in den zurückliegenden Jahren tatsächlich auch permanente laterale Okklusionsstörungen feststellen können.^{13,18} Es ist nicht klar, wie es zu so einer Diskrepanz kommen kann. Im Übrigen könnte man sich auch darauf verständigen, dass diese Nebenwirkungsart aufgrund der geringen Prävalenz hinzunehmen sein sollte und die vitale Indikation zur IPS-Therapie im Vordergrund stehe. Forensisch bedeutsam ist es aber bei jedem dieser Fälle mit Gelenkverschäden, eine eindeutige und schriftliche Dokumentation und die darauf aufbauende Aufklärung über das mögliche Komplikationspotenzial vorzunehmen. Nach Erfahrung der Autoren kann der schleichende Verlauf derartiger Okklusionsveränderungen subjektiv unbemerkt hervorzuheben bleiben. Regelmäßige Kontrollen von Schienen und regelmäßige Kontrollen der Morphologie bzw. der Funktion des Kauorgans im Rahmen eines gut organisierten Recalls sind folglich ratsam.^{13,18}

Davon abzugrenzen sind akute Schmerzsymptome unmittelbar nach erfolgter Schienenapplikation. Sie treten in 10–20 % der Fälle aufgrund der atypischen Kieferstellung auf. Die akut auftretenden Schmerzen äußern sich regelmäßig in dentalen Drucksensationen oder sind eine Folge der Dehnung von Kaumuskulatur oder Überlastung der Bewegungsbehinderung bei einer Kapselschrumpfung. Diese Symptome sind überwiegend moderater ausgeprägt, temporäre Erscheinungen und vorwiegend ein Adaptationsproblem des Kauorgans. Im Einzelfall sind hier nur begrenzte Schienenkorrekturen und krankengymnastische Folgebehandlungen erforderlich. Länger anhaltende Schmerzzustände im Sinne einer anhaltenden craniomandibulären Dysfunktion (CMD) zwingen dagegen zur vollständigen Reevaluation der vorgenommenen Schienentherapie. Schienenwahl und Schienengestaltung, als Grundpfeiler der Schienentherapie, sind dann besonders kritisch zu bewerten. Die Ursachenanalyse für die Dekompensation des Kauorgans durch eine unverhältnismäßige Belastung des Kauorgans infolge der eingestellten Vertikale und Protrusion wird unumgänglich. Anderenfalls wird der Patient die weitere Schienennutzung verweigern. In der Folge sind zumeist Maßnahmen zur Reduktion der vertikalen Bisssperrung oder Rücknahme der primär eingestellten Protrusion (negative Titration) indiziert. Akute, arthrogen bedingte Komplikationen stehen mehrheitlich ganz sicher im Zusammenhang mit Überlastungen durch nicht optimale Schienenkonstruktionen, da nicht nur vorgeschädigte, sondern auch gesunde Kauorgane mit akuten Symptomen reagieren. In diesem Zusammenhang ist auf plakative Weise kaum möglich, die Bedeutung einer der beiden Grundpfeiler hervorzuheben.

Akute Schmerzsymptome

Die dargestellte Vielzahl der technischen Details einer optimalen Schiene lässt den Bereich der Schienengestaltung als wesentlich komplexer erscheinen. Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass die Dentaltechnik ganz besonders kompetent und innovativ zu sein hat,

Fazit

und für Erfolg und Komplikationsvermeidung eine sehr abgestimmte Kooperation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker erforderlich ist.

In der Literatur und auch in Vorträgen wird leider das Thema „Nebenwirkungen von Protrusionsschienen“ nicht oder nur marginal beleuchtet. Belastbare Daten zum Themenkomplex stellen eine Ausnahme dar. Nach der Einschätzung der Autoren ist es aber von grundsätzlicher Praxisrelevanz, wenn z. B. bei der Versorgung mit bimaxillär geschlossenen Protrusionsschienen nur in 14 % der protokollierten Fälle keine und bei etwa jedem zweiten Fall unerwünschte und negative Nebenwirkungen nachzuweisen waren.³ Generell ist zu fordern, dass zumindest die dentalen Nebenwirkungen sowie die Destruktion vorhandener Strukturen eine absolute Ausnahme in der Schienentherapie darstellen müssen, da intraorale Protrusionsschienen grundsätzlich als Hilfsmittel einer Langzeittherapie der OSA konzipiert sind.³ Neben dem erforderlichen Schieneneffekt ist hierfür eine Langzeit-Compliance vonnöten. Das ist mit reinen Kunststoffschienen nach Autorenansicht nicht immer, bei sehr riskanten Fällen, sei es aus parodontaler Sicht oder aufgrund anfälliger prothetischer Restaurationen, gar nicht möglich. Diese Fälle müssen in praxi jedoch ebenso langfristig versorgt werden, wenn eine physische oder psychische Intoleranz zur Ventilationstherapie besteht. Es ist argumentativ und ethisch ausgesprochen fragwürdig, wenn bei einer vitalen Indikation wegen der nicht leugbaren Risiken eine Schienentherapie nicht erfolgt, obwohl sehr viele Probleme durch ein Optimum bei Schienenauswahl und Schienengestaltung lösbar sind. Auf der Datenlage ist es darüber hinaus nicht nachzuvollziehen, wenn ungeeignete Konzepte angewendet werden, die mit einer unakzeptablen Nebenwirkungsrate einhergehen. Nach der S3-Leitlinie der DGSM¹⁶ kommt in der OSA-Behandlung neben der Ventilationstherapie ausschließlich eine Schienenbehandlung in Betracht. Das erfordert zukünftig jedoch eine wesentlich intensivere Auseinandersetzung mit den Grundfragen von Schienentherapien, damit die Mehrzahl der Fälle schientechnisch auch tatsächlich risikoreduziert versorgt werden kann. Die Zahnärzteschaft, die sich in diesem Bereich therapeutisch betätigt, ist ohne Zweifel zu einem Konsens über diese Grundfragen verpflichtet. Ansonsten ist der erreichte Stellenwert des Hilfsmittels Protrusionsschiene auf Dauer nicht zu halten.

- Literatur*
1. Bondemark L. Does 2 years` nocturnal treatment with a mandibular advancement splint in adult patients with snoring and OSAS cause a change in the posture of the mandible?. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:621–628.
 2. Bußmeier U, Bussmeier F. Apnoeschienen digital herstellen mittels CAD/CAM. *ZT Zahntechnik Zeitung* 2014;13:14–15.
 3. Doff MH, Finnema KJ, Hoekema A, Wijkstra PJ, de Bont LG, Stegenga B. Long-term oral appliance therapy in obstructive sleep apnea syndrome: a controlled study on dental side effects. *Clin Oral Investig* 2013;17:475–482.
 4. Langenhan J, Fremder U. Schlafbezogene Atmungsstörungen in der Zahnmedizin. Teil 1. Grundlagen, Terminologie und Bedeutung für die zahnärztliche Praxis. *Quintessenz* 2009;60:81–86.
 5. Langenhan J, Kopp S. Systematische Diagnostik und Therapie in der zahnärztlichen Somnologie. Teil 2. Intraorale Protrusionsschienen bei der OSAS-Therapie: klinisches Vorgehen und Indikationsstellung. *Quintessenz* 2009;60:209–216.
 6. Langenhan J, Bußmeier U, Schäffthaler P. Systematische Diagnostik und Therapie in der zahnärztlichen Somnologie. Teil 3. Intraorale Protrusionsschienen bei der OSAS-Therapie: labortechnische Aspekte der indikationsgerechten Schienenauswahl. *Quintessenz* 2009;60:339–348.
 7. Langenhan J, Bußmeier U. Intraorale Protrusionsschienen bei OSAS und Schnarchen. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:774–790.



8. Langenhan J, Thier M, Kopp S. Funktionsdiagnostische Aspekte in der Therapie der Obstruktiven Schlafapnoe (OSA) mit intraoralen Protrusionsschienen (IPS). Vortrag der AGZSH auf dem CMD-Symposium, Bad Nauheim, 2011.
9. Langenhan J, Becker K, Bußmeier U, et al. Fernröntgenseitenbild in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe. Teil 1: Validität und Methodik bei intraoralen Protrusionsschienen. Somnologie 2013;17:159–172.
10. Langenhan J, Thier M, Bußmeier U, Rahm S, Kopp S. Fernröntgenseitenbild in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe. Teil 2: Klinische Anwendung als Prädiktor bei intraoralen Protrusionsschienen. Somnologie 2013;17:174–184.
11. Langenhan J, Bußmeier U, Thier M, Rahm S, Kopp S. Schienengestaltung bei intraoralen Protrusionsschienen. Teil 1: Wie sollte sie erfolgen? Zahntech Mag 2014;18:84–89.
12. Langenhan J, Bußmeier U, Thier M, Rahm S, Kopp S. Schienengestaltung bei intraoralen Protrusionsschienen. Teil 2: Kasuistik und Anwendung intraoraler Protrusionsschienen in praxi. Zahntech Mag 2014;18:84–88.
13. Langenhan J, Thier M, Bußmeier U, Kopp S. Präventionsorientierte Schienentherapie bei Schlafapnoe und Schnarchen. Referat auf dem Deutschen Zahnärztetag Frankfurt/M., 8.11.2014.
14. Positionspapier der DGZS zur Anwendung von Protrusionsschienen Erwachsenen mit schlafbezogenen Atmungsstörungen (1.9.2006). Sleep and Breath 2007;11:125–126.
15. Randerath W, Bauer M, Blau A. Stellenwert der Nicht-nCPAP-Verfahren in der Therapie des obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms. Somnologie – Schlafforschung und Schlafmedizin. Berlin: Springer, 2006:1432-1439.
16. S3-Leitlinie: Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen. In: DGSM (Hrsg.). Somnologie – Schlafforschung und Schlafmedizin 2009;11:65.
17. Sebald WG: Herstellung von Aufbissbehelfen im individuell eingestellten Artikulator – Eine neue Technik. Quintessenz Zahntech 1989;15:669–680.
18. Thier M, Bußmeier U, Langenhan J, Kopp S. Kраниomandibuläre Dysfunktionen bei der Therapie mit intraoralen Protrusionsschienen. Manuelle Medizin 2014;52:521–526.
19. Thier M, Langenhan J, Bußmeier U, Kopp U. Protrusionsschienen bei Schlafapnoe und Schnarchen. Prognostizierbarkeit des Schieneneffektes – Überblick und Update. Referat auf dem 9. Gemeinsamen Symposium der DGVP und DGVM, 27./28.9.2013, Heringsdorf.
20. SchäfLa® Modifikation, Patentnummer: DE 102013112364.
21. BußLa®, Patentnummer: DE 10 2009 048 376.

AHI	Apnoe-Hypopnoe-Index (Anzahl der Atemaussetzer je Stunde)	<i>Glossar</i>
Apnoe	Atempause durch komplette Atemwegsverlegung im Rachenbereich	
BMI	Body-Maß-Index: aktuell üblichster Index für die Erfassung der (normalen, Übergewichtigen oder fettleibigen) Körperfülle	
CMD	craniomandibuläre Dysfunktion, in der Regel wird darunter im engeren Sinne eine akut schmerzhafte Funktionsstörung des Kauapparates verstanden, die mit dem Leitsymptom akuter „Schmerz“ (von Kiefergelenk und/oder Kaumuskulatur) einhergeht	
Compliance	Akzeptanz/Toleranz (der Protrusionsschiene) durch den Patienten	
CPAP	„Continuous positive airway pressure“: Überdruckbeatmung (Ventilationstherapie) zur Öffnung und Offenhaltung der oberen Atemwege	
ESS	Epworth Sleepiness Scale: Patientenbefragungsbogen zur Beurteilung des subjektiven Befindens (Erfassung der Tagesschläfrigkeit)	
Hypopnoe	Atempause durch partielle Atemwegsverlegung im Rachenbereich	
IPS	intraorale Protrusionsschiene	
Mallampati	viergeteilter Score zur rein makroskopischen Beurteilung der morphologischen Beschaffenheit des Mesopharynx	
ODI	Anzahl der Sauerstoffunterversorgungen im Blut je Stunde infolge der Atempausen	
Obstruktion	Verengung/Verlegung der oberen Atemwege	
OSA	Obstruktive Schlafapnoe oder Obstruktives Schlafapnoesyndrom mit den Leitsymptomen Atempausen, Sauerstoffsättigungen, Schnarchen und klinischen Folgeerscheinungen (Tagesschläfrigkeit, Bluthochdruck, Diabetes mellitus etc.)	
PAS	„posterior airway space“ (hinterer Zungenraum)	
Polygrafie	ambulante kardiorespiratorische Schlafaufzeichnung relevanter somnologischer Parameter (AHI, ODI, Sauerstoffsättigungen, Bauch-, Thoraxbewegungen, Schnarchindex, Schlaflage)	

Prädiktoren Faktoren, die eine Vorhersagbarkeit des Therapieeffekts (Prognose) zulassen
SI Schnarchindex (in Prozent der gesamten Schlafzeit)
Titration Veränderung der protrusiven Unterkieferposition; in der Regel wird darunter eine Zunahme der protrusiven Vorverlagerung gemeint (positive Titration), auch eine Rücknahme der Protrusion ist als (negative) Titration aufzufassen

Dr. Jürgen Langenhan

IZS
Bahnhofstraße 35
65510 Idstein
E-Mail: info@zahnaerztliche-schlafmedizin.de

ZTM Uwe Bußmeier

Marktplatz 1
48268 Greven

Uwe Fremder

Interdisziplinäres Zentrum für Schlafmedizin
und Heimbeatmung
Klinik für Pneumologie und Allgemeine Innere
Medizin
Kliniken des Main-Taunus-Kreises GmbH
Fachklinik Hofheim
Kurhausstraße 33a
65719 Hofheim

Dr. Sylvia Rahm

IZS
Bahnhofstraße 35
65510 Idstein

Mara Thier

Praxis für Kieferorthopädie Thier
An der Bleiche 5–7
63322 Rödermark

Prof. Dr. Stefan Kopp

J.W. Goethe-Universität
Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
„Carolinum“
Poliklinik für Kieferorthopädie
Theodor-Stern-Kai 7
60596 Frankfurt am Main