

# Schnarchen als interdisziplinäre Herausforderung

Herstellung und Vorteile der Unterkiefer-Protrusionsschiene SnorEX 2.0

HINDRIK DEHNBOSTEL, KIMBERLY KRÜGER, LUCAS GÖHRING



## Einleitung

Das Phänomen des Schnarchens ist weit verbreitet und wird dennoch oft unterschätzt – sowohl in seiner Häufigkeit als auch in seinen medizinischen und gesellschaftlichen Folgen. Etwa jeder zweite Mann über 50 Jahren und bis zu 40 Prozent der Frauen nach der Menopause sind davon betroffen. Trotz seiner Alltäglichkeit handelt es sich beim Schnarchen nicht bloß um ein harmloses nächtliches Geräuschphänomen, sondern in vielen Fällen um ein ernstzunehmendes medizinisches Symptom mit potenziell gravierenden Langzeitfolgen.

## Formen des Schnarchens und ihre Pathophysiologie

Schnarchen entsteht durch eine Verengung der oberen Atemwege im Bereich des Pharynx (Abb. 1), die zu einer Vibration der umgebenden Weichteile beim Atmen führt. Medizinisch unterscheidet man drei Hauptformen:

- **Zentrale Schlafapnoe (CSA):** Bei der zentralen Schlafapnoe handelt es sich um eine neurologisch bedingte Störung der Atemregulation. Das Atemzentrum im Hirnstamm versagt zeit-
- **Obstruktive Schlafapnoe (OSA):** Die obstruktive Schlafapnoe ist die häufigste Form der schlafbezogenen Atemstörungen. Hier liegt das Problem in der Obstruktion der oberen Atemwege – insbesondere durch Erschlaffung der Rachenmuskulatur, das Absinken des Gaumensegels und das Zurückfallen der Zunge. Die Verengung oder der Verschluss des Pharynx verursacht einen temporären Verschluss, der den Schlaf immer wieder unterbricht. Die charakteristischen Schnarchgeräusche entstehen durch die Vibration der erschlafften Gewebe.
- **Gemischte Schlafapnoe:** Diese Form kombiniert Elemente der zentralen und obstruktiven Apnoe. Diagnostisch ist sie besonders anspruchsvoll,

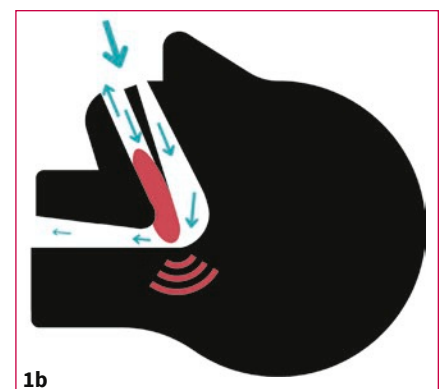
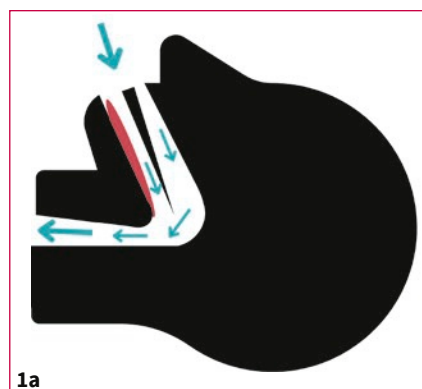
weise darin, Signale zur Atemmuskulatur zu senden. Es kommt zu Apnoephasen – Atemstillständen von mindestens zehn Sekunden. Diese Form ist vergleichsweise selten, kann jedoch schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen haben. Die Therapie erfolgt meist durch apparative Maßnahmen wie CPAP-Geräte oder in schweren Fällen durch neurochirurgische Interventionen.

### Zusammenfassung

Unterkiefer-Protrusionsschienen sind ein wichtiger nicht-invasiver Therapieansatz für die obstruktive und die gemischte Schlafapnoe. Um den Zugang zu individuellen Schnarchschienen einfacher, schneller und wirtschaftlicher zu gestalten, haben sich verschiedene Unternehmen aus Nienhagen zusammengetan. Vor 15 Jahren ursprünglich als analoges Projekt gestartet, wurde inzwischen in der zweiten Generation, der SnorEx 2.0, ein vollständig digitaler, KI-gestützter Herstellungsprozess realisiert. Der Beitrag beschreibt die wichtigsten Elemente und Vorteile dieses Prozesses.

### Indizes

Schnarchschiene, Unterkiefer-Protrusionsschiene, digitales Modell, digitaler Workflow



**Abb. 1a und b** Atemstrom bei einem gesunden Schlaf (a), Atemstrom bei einem fragmentierten Schlaf (b).

da sowohl zentrale Atemregulationsstörungen als auch mechanische Obstruktionen vorliegen. Die Therapie erfolgt interdisziplinär unter Berücksichtigung beider Ursachenkomplexe.

### Auswirkungen auf die Schlafarchitektur und die allgemeine Gesundheit

Der menschliche Schlaf gliedert sich in fünf Phasen, die in zyklischer Abfolge mehrmals pro Nacht durchlaufen werden:

- Einschlafphase (leichter Schlaf, beginnende Muskelentspannung)
- leichter Schlaf (Muskeltonus sinkt weiter)
- Übergang in den Tiefschlaf (Verlangsamung der Hirnaktivität)

- Tiefschlafphase (physiologische Regeneration des Körpers, insbesondere des Immunsystems)
- REM-Schlaf (hohe Hirnaktivität, Träume, emotionale Verarbeitung)

Die obstruktive Schlafapnoe verhindert häufig das Erreichen der Tiefschlaf- und REM-Phasen (Abb. 2). Schnarcher, ebenso wie deren Bettpartner, leiden unter fragmentiertem Schlaf. Studien zeigen, dass Partner von Schnarchenden im Schnitt bis zu zwei Stunden Schlaf pro Nacht verlieren. Dies entspricht bei einer Beziehung von 24 Jahren einem kumulierten Schlafverlust von rund zwei Jahren.

Die Folgen von chronischem Schlafmangel und Schlafunterbrechungen sind medizinisch gut dokumentiert:

- erhöhtes Risiko für Hypertonie, Herzrhythmusstörungen und kardiovaskuläre Erkrankungen
- Immunsuppression durch mangelnde Regeneration
- psychische Belastungen wie Depressionen und Reizbarkeit
- Tagesmüdigkeit, Konzentrationschwäche, Sekundenschlaf, mit erheblichem Unfallrisiko im Straßenverkehr

### Zahntechnische Therapieansätze: SnorEx 2.0

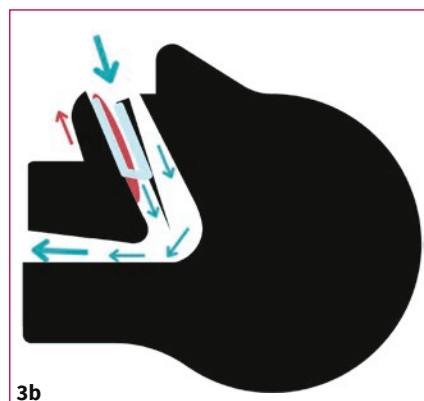
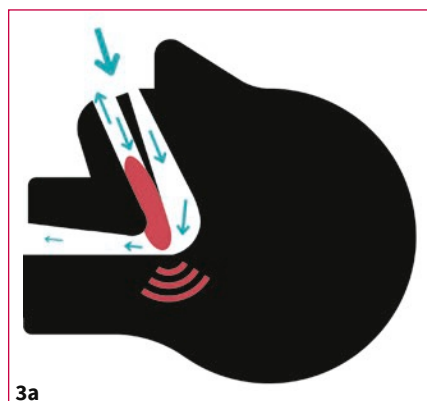
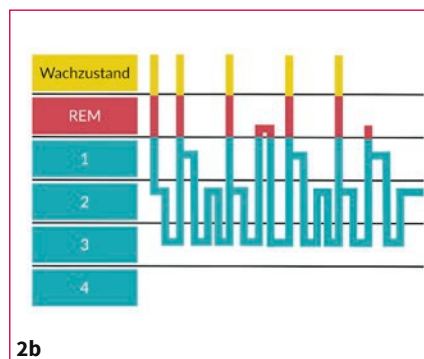
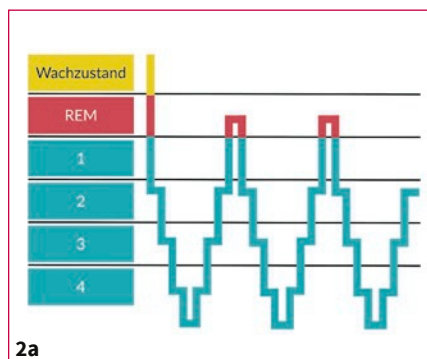
Ein nicht-invasiver Therapieansatz für die obstruktive sowie gemischte Schlafapnoe ist die sogenannte Unterkiefer-Protrusionsschiene (UKPS). Ziel dieser Schiene ist, durch Vorverlagerung des Unterkiefers das Zurückfallen der Zunge und die Erschlaffung der Pharynxmuskulatur zu verhindern (Abb. 3). Dadurch bleiben die oberen Atemwege offen, das Schnarchen wird reduziert oder vollständig unterbunden.

Die Protrusionsschiene besteht in der Regel aus zwei individuell gefertigten Schienen für Ober- und Unterkiefer. Sie sind mechanisch miteinander verbunden, häufig über seitliche Führungen oder Einstellelemente, die eine definierte Vorverlagerung ermöglichen, ähnlich wie bei einem Herbst-Scharnier.

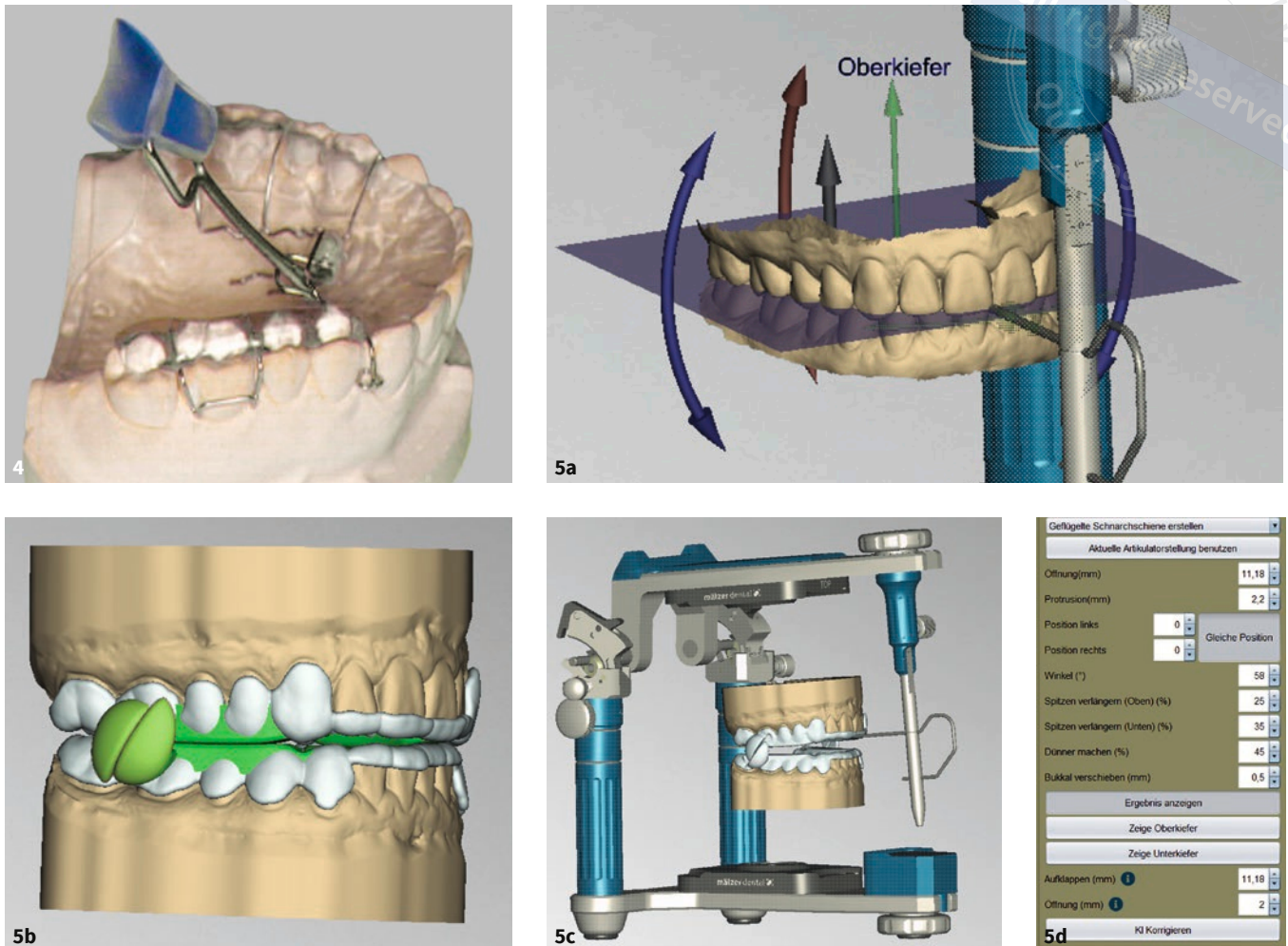
### Hintergrund von SnorEX und die Entwicklung einer KI-Software

Innerhalb des Netzwerks Projekt Deutschland Dental haben sich verschiedene Partnerfirmen zusammengeschlossen, um den Zugang zu individuellen Schnarchschiene einfacher, schneller und wirtschaftlicher zu gestalten. Beteiligte Unternehmen sind unter anderem

- Fa. Xental (Nienhagen), ein klassisches zahntechnisches Labor,



**Abb. 2a und b** Schlafzyklus bei einem gesunden Schlaf (a), Schlafzyklus bei einem fragmentierten Schlaf (b). **Abb. 3a und b** Atemstrom ohne Protrusionsschiene bei einem Schnarchenden (a), Atemstrom mit einer Protrusionsschiene (b).



**Abb. 4** Die Schnarchschiene SnorEx. **Abb. 5a bis d** Konstruktion einer Protrusionsschiene mit FREEFORM aus der BiSS Dental Software Suite. Eingeladener Scan (a). Konstruktion der Flügelattachments (b). Schnarchschiene in Funktion (c). Parameter-Einstellungen (d).

- Fa. orthoLiZE (Nienhagen), spezialisiert auf digitale Kieferorthopädie,
- Fa. CADSPEED (Nienhagen), ein digitales Fräszentrum,
- Fa. Promadent (Nienhagen), Softwareentwickler mit Fokus auf zahnmedizinische CAD-Lösungen.

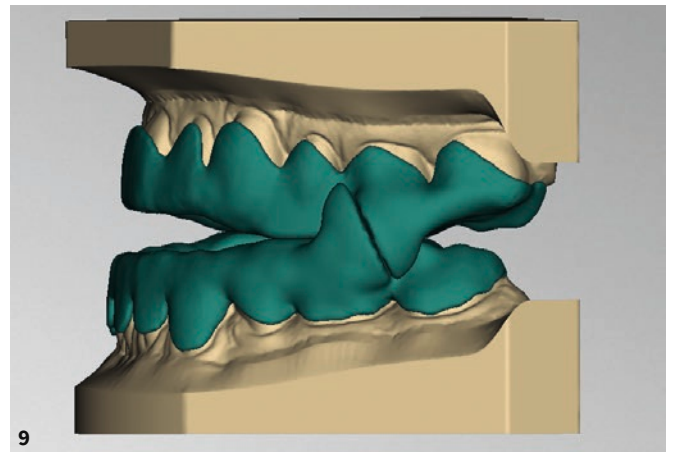
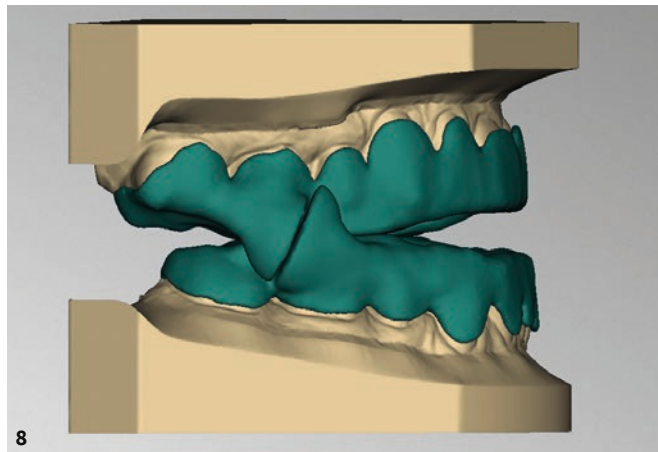
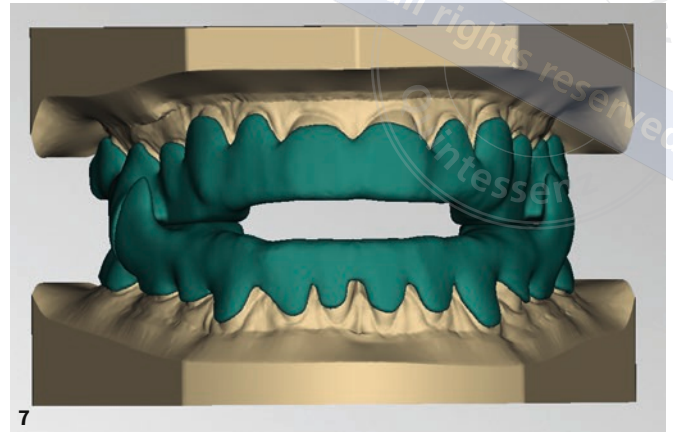
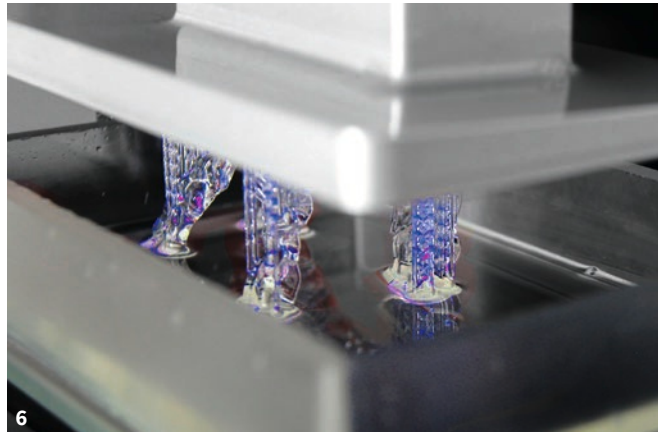
Bereits vor mehr als 15 Jahren wurde bei dem Dentallabor Xental in Nienhagen die erste Version der Schnarchschiene SnorEx entwickelt und patentiert (Abb. 4). Die damalige Konstruktion bestand aus einer einteiligen Oberkieferschleife mit Federarm und Pelotte

zur mechanischen Zungenvorverlagerung sowie einer retralen Verlängerung der Basis, um den weichen Gaumen zu stabilisieren. Die Würgereiz-Problematik und die aufwendige Herstellung führten jedoch zu einer begrenzten Patientenakzeptanz.

Mit der zweiten Generation, SnorEx 2.0, wurde ein vollständig digitaler, KI-gestützter Herstellungsprozess realisiert. Grundlage ist die von der Fa. Promadent entwickelte BiSS Dental Software Suite, die mithilfe künstlicher Intelligenz und Automationen Modelle, Registrare und Schienen erstellt. Innerhalb von

nur 30 Sekunden können digitale Modelle (Applikation PRINT) generiert und die Schienenkonstruktion (Applikation FREEFORM) in vier Minuten abgeschlossen werden – ohne manuelles Eingreifen.

Ein zentrales Element ist das neue, flügelartige Attachment-System, das gemeinsam mit der Fa. orthoLiZE entwickelt wurde, das im Ober- und Unterkiefer verankert wird und über parallele Führungsflächen eine stabile Protrusion gewährleistet. Die KI passt dabei automatisch Position, Länge und Breite der Attachments individuell an die Zahnmorphologie an (Abb. 5). Die Produktion der



**Abb. 6** Protrusionsschienen während des Druckvorgangs. **Abb. 7 bis 9** Seitliche und frontale Gestaltung der individualisierten Protrusion.

Datensätze hat die Fa. CADSPEED im 3D-Druck und Fräsverfahren übernommen (Abb. 6).

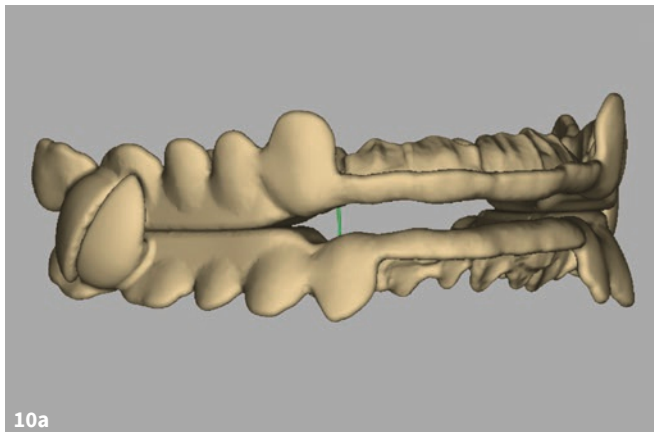
**Chancen und Herausforderungen in der Praxis**

Ein wesentlicher Vorteil der SnorEx 2.0 liegt in der deutlichen Verkürzung des Herstellungsprozesses und der Möglichkeit, die Schiene direkt in der Zahnarztpraxis als Privatleistung anzubieten, ohne den oft langen Weg über Schlaflabor und CPAP-Therapie. Ein bislang häufiger Diskussionspunkt in der praktischen Anwendung von Protrusionsschienen – insbesondere im Hinblick auf die Kosten-

erstattung durch gesetzliche Krankenkassen – betrifft die Justierbarkeit der Vorrichtung. Diese gilt derzeit als eine der grundlegenden Anforderungen für eine abrechnungsfähige Schienentherapie, da sie eine individuelle Anpassung an den therapeutischen Bedarf des Patienten ermöglicht und somit eine suffiziente titrierbare Vorverlagerung sicherstellt. (Abb. 7 bis 9).

Um dieser Anforderung auch mit der SnorEx 2.0-Schiene gerecht zu werden, ist in der BiSS- Software ein modulares Schienenkonzept entwickelt worden: Neben einer stufenlosen einstellbaren Protrusion wird die Funktion der Justierbarkeit durch eine Austausch-

barkeit der Unterkieferschiene realisiert. Das Konzept sieht vor, eine feste Oberkieferschiene zu fertigen, die durch ein intelligentes Kopplungssystem mit unterschiedlich protrudierten Unterkieferschienen kombinierbar ist. Diese Unterkieferschienen weisen gestaffelte Vorverlagerungsgrade auf (zum Beispiel 3 mm/5 mm/7 mm), wodurch eine schrittweise Anpassung des therapeutischen Effekts erfolgen kann, vergleichbar mit einer klassischen Justierung. Aktuell befindet sich dieses besondere Feature in der Programmierung und wird bis zum Ende des Jahres verfügbar sein. Zusätzlich kommt noch ein weiteres Hilfsmittel dazu: Durch den Import von ha-



10a



10b



11



12

**Abb. 10a und b** SnorEx 2.0. Dateiansicht in BiSS VIEWER (a). Fertige Protrusionsschiene (b). **Abb. 11** SnorEx 2.0 auf dem Modell. **Abb. 12** SnorEx 2.0 in situ.

bitueller Okklusion und maximaler Protrusion (100 % Vorschub) wird es einen individuellen Regler geben, der die Protrusion in %-Werten abbilden kann. Somit lassen sich künftig in der Praxis einfacher die Erfahrungswerte für die Therapien ermitteln. So kann zum Beispiel die Empfehlung herausgegeben werden, mit 70 % Protrusion zu starten.

Aus technischer Sicht ergeben sich daraus mehrere Vorteile:

- Reduzierter Herstellungsaufwand im Vergleich zu mechanisch verstellbaren Systemen. Dazu kann auf Extrakomponenten verzichtet werden. Die Schienen sind aus einem Stück und brechen nicht.

- einfache Handhabung für Zahnarzt und Patient durch Wechselbarkeit statt Stellschrauben
- hohe Reproduzierbarkeit durch digitale Fertigung jeder Stufe auf Basis identischer Kieferrelation
- Kosteneffizienz durch additive Fertigung (zum Beispiel 3D-Druck) der modularen Komponenten

Zahntechnisch betrachtet eröffnet dieses Prinzip einen neuen Denkansatz im Bereich der Schientherapie: die funktionelle Justierbarkeit über serielle Individualisierung, kombiniert mit industrieller Fertigung und CAD-Generierung durch künstliche Intelligenz. Damit wird

SnorEx 2.0 nicht nur anwenderfreundlicher und flexibler, sondern auch potenziell abrechnungsfähiger im Rahmen kassenärztlicher Versorgung, aber auch als Privatleistung, da die Kosten stark reduziert werden können (Abb. 10 bis 12).

### Fazit

Das Thema Schnarchen darf nicht auf die leichte Schulter genommen werden. Es handelt sich um eine verbreitete und medizinisch relevante Volkskrankheit mit ernsthaften Auswirkungen auf die Gesundheit. Protrusionsschienen stellen eine effektive, zahntechnisch

anspruchsvolle und zunehmend digitalisierte Therapiemöglichkeit dar – besonders bei obstruktiver Schlafapnoe. Projekte wie SnorEx 2.0 zeigen, wie interdisziplinäre Zusammenarbeit, digitale Workflows und künstliche Intelligenz zur Optimierung von Patientenversorgung und Laboreffizienz beitragen können. Die Zukunft der Schlafmedizin wird nicht nur ärztlich, sondern auch zahntechnisch mitgestaltet.



**Hindrik Dehnbostel**  
CEO CADSPEED  
Korrespondenzadresse:  
Im Nordfeld 13  
29336 Nienhagen  
E-Mail: [info@cad-speed.de](mailto:info@cad-speed.de)



**Kimberly Krüger**  
CEO Promadent  
Nienhagen



**Lucas Göhring**  
CEO orthoLiZE  
Nienhagen