

Digitaler Workflow der Schienenherstellung

ANGELIKA RAUCH, ANNE SCHMUTZLER, MARTIN BUTZ, BETTINA WEBER, SEBASTIAN HAHNEL, OLIVER SCHIERZ

Artikulator

Artikulatoroptionen
 Artikulatorartyp: **artex cr individual-anterior-guidance**

Lade digitale Gesichtsbogendatei/Artikulatoreinstellungen

Artikulator anzeigen

Bewegungen

Protrusion: 10 mm

Retrusion: 0,81 mm

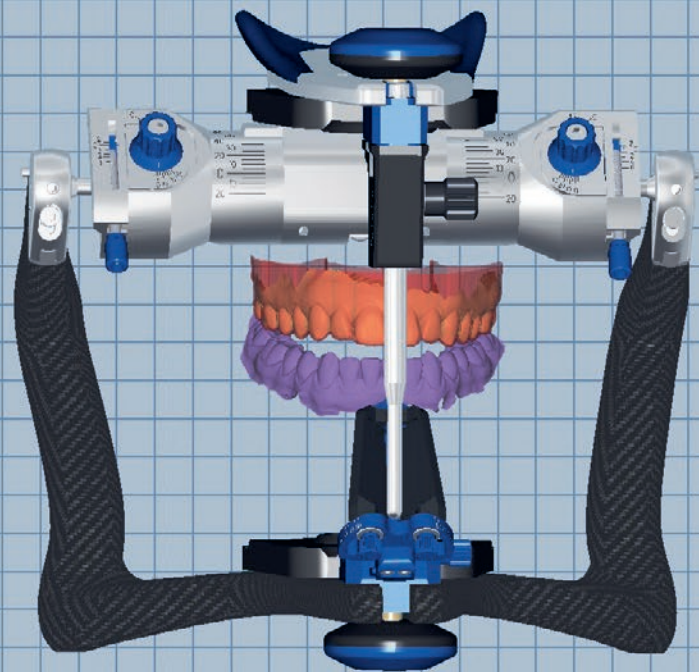
Laterotrusion links: 8,47 mm

Laterotrusion rechts: 6,46 mm

Parameter
 Stellen Sie die Werte wie bei Ihrem echten Artikulator ein.

	Links	Rechts
Bennett-Winkel	7,05 °	4,11 °
Immediate Sideshift	0 mm	0 mm
Gelenkbahnneigung	52,23 °	48,81 °
Winkel Inzisaltisch	50 °	50 °
Neigung Inzisaltisch		56,6 °
Bissöffnung	Positiver Wert=Höherer Biss	0 mm

Retrusion wird mit einem Bennett-Winkel von 0 Grad ausgeführt



Einleitung

Adjustierte orale Schienen sind ein häufig verwendetes Hilfsmittel sowohl im Management von Bruxismus als auch in der Therapie von Craniomandibulären Dysfunktionen (CMD). In Deutschland stieg die Abrechnung von adjustierten Schienen über die gesetzliche Krankenversicherung von 1,65 Millionen im Jahr 2015 auf 1,73 Millionen im Jahr 2020^{10,11}. Als ursächlich für die hohen Fallzahlen kann zum einen sicherlich die 4 %ige Inzidenz von CMD in der erwachsenen Bevölkerung gesehen werden²⁷. Zum anderen spielt die komplexe und zeitlich oft langwierige Therapie von chronischen CMD-Erkrankungen, welche sich häufig als muskuloskeletale Dysfunktionen mit multifaktorieller Genese darstellen¹², eine Rolle, da in vielen Fällen mehrfach Schienen angefertigt werden. Ebenfalls komplex ist das therapeutische Konzept bei Patienten mit Bruxismus. Im Management von Bruxismus wird der 4-P-Ansatz verfolgt, welcher auf der Aufklärung (pep-talk), dem Verhaltenstraining (psychology), der Anfertigung von harten adjustierten Schienen (plates) und der pharmakologischen Intervention (pills) basiert¹⁵.

Hinsichtlich der Anfertigung von adjustierten Schienen hat die Digitalisierung in der Zahnmedizin neue Möglichkeiten eröffnet und bietet verschiedene potenzielle Vorteile. Durch den intraoralen Scan können sowohl die Abformungen als auch die Kieferrelation direkt am Monitor kontrolliert werden, wobei die Anwendung von Abformmaterial sowie dessen zeitaufwendige Umsetzung in Gipsmodelle entfällt. Die Daten der instrumentellen Bewegungsanalyse können direkt in die Laborsoftware übertragen werden. Dabei werden potenzielle Fehlerquellen durch analoge Übertragungstechniken oder das händische Eintragen der

gemessenen Parameter in Eingabemaschinen vermieden. Die Schienen können digital konstruiert und gespeichert werden, sodass diese auch bei Schienenfrakturen erneut im Fräs- oder 3D-Druckverfahren wiederhergestellt werden können.

Ziel dieses Artikels ist die detaillierte Beschreibung eines digitalen Workflows zur Anfertigung einer Michiganschiene bei einer Patientin.

Material und Methode

Patientenfall

Eine 25-jährige Patientin stellte sich im Juni 2022 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik vor, da sie das Gefühl hatte, mit den Zähnen zu pressen und besonders morgens Verspannungen im Bereich der Wangenmuskulatur zu spüren. Die Zähne zeigten sich naturgesund, die parodontalen Verhältnisse waren stabil. Das CMD-Screening auf CMD-assoziierte Schmerzen war unauffällig²². Es waren keine Kiefergelenkgeräusche palpierbar. Bei der intraoralen Inspektion waren Zahnimpressionen in der Zunge, beidseitige Hyperkeratosen (Linea alba) im Planum buccale sowie eine Einbissspur im linken Planum buccale erkennbar (Abb. 1). Die Musculi masseteres zeigten sich hypertroph. Ein wahrscheinlicher Bruxismus wurde diagnostiziert¹³. Nach der Aufklärung über die Ursachen von Wach- und Schlafbruxismus wurde der Patientin zur Selbstbeobachtung die Rote-Punkt-Methode erläutert, das Erlernen einer Entspannungstechnik in der Gruppe angeraten und die Anfertigung einer harten adjustierten Schiene im Oberkiefer empfohlen.

Technischer Ablauf – chairside

Die instrumentelle Bewegungsanalyse erfolgte mit einem optischen, extraora-

Zusammenfassung

Es wird der digitale Workflow zur Erstellung einer adjustierten Schiene dargestellt, bei dem es um das Management von Bruxismus bei einer 25-jährigen Patientin ging. Zu Beginn wurden eine instrumentelle Bewegungsanalyse (JMA Optic, Fa. Amann Girrbach, Koblach, Österreich) sowie Ganzkieferscans des Ober- und Unterkiefers, eine Biokopie des Oberkiefers mit Kopplungsöffel und Bukkalscans der zentrischen Kieferrelation (Primescan, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim) durchgeführt. Die Kieferrelation wurde zuvor durch ballistisches Schließen auf einem chairside gefertigten anterioren Jig bestimmt. Im Labor erfolgte die digitale Konstruktion einer Michiganschiene. Bei der Nachkontrolle gab die Patientin eine Verbesserung der Verspannungen im Bereich der Kaumuskulatur an.

Indizes

Bruxismus, zentrische Kieferrelation, Aufbisschiene, Unterkieferbewegung, CMD



Abb. 1 Linea alba und Einbisspur im linken Planum buccale sowie Zahnimpressionen am Zungenrand. **Abb. 2** Bestimmen der Referenzebene.

len und gelenkfernen Messsystem (JMA Optic, Fa. Amann Girrbach, Koblach, Österreich) und der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Software (Zebris for Ceramill, Fa. Amann Girrbach) im Modul „Dynamik & Gelenkparameter“. Zunächst erfolgte die Bestimmung der Referenzebene mit dem T-Zeiger, welcher mit dem Sensor gekoppelt war (Abb. 2). Danach wurde das Registriermaterial (Futar D, Fa. Kettenbach, Eschenburg) auf den Kopplungslöffel (Bissgabel Typ SD, Fa. Amann Girrbach) aufgetragen. Dabei wurden der Bereich der Zahnreihe und zusätzlich der Bereich zwischen den Zahnreihen bedeckt. Das Registriermaterial soll in einem späteren Schritt als Vorlage für den anterioren Jig zur Einstellung der zentrischen Kondylenposition dienen. Bei der Insertion des Kopplungslöffels wurde darauf geachtet, dass die Vestibulärflächen der Frontzähne nur leicht mit dem Registriermaterial bedeckt waren, damit Kopplungslöffel und Frontzähne später mit der intraoralen Kamera gut erfasst werden und mit dem Scan des Oberkiefers gematcht werden können (Abb. 3 und 4). Nach Einmessen des Kopplungslöffels erfolgte die Aufnahme der Unter-

kieferbewegungen mittels paraokklusalem Attachment, an welchem der Sensor befestigt war. Die Analyse der Unterkieferbewegungen sollte zur Programmierung des virtuellen Artikulators dienen. Das Attachment musste im Vorfeld an die Unterkieferzahnreihe adaptiert werden. Dies erfolgte mit einem provisorischen Kronenmaterial (Protemp 4, Fa. 3M, Saint Paul, MN, USA). Um keine Störungen in Statik und Dynamik zu erhalten sollte darauf geachtet werden, dass die Zahnreihen nicht okklusale bedeckt werden; aus diesem Grund sollte der Patient die Zahnreihen während der Adaptation geschlossen halten. Nach Aushärtung des provisorischen Materials wurde die Patientin gebeten, Exkursionsbewegungen des Unterkiefers durchzuführen, wobei das angepasste Attachment die Bewegungen gleichermaßen nicht beeinträchtigen sollte. Gleichhindernisse durch das adaptierte Attachment können bei Bedarf korrigiert werden und das Attachment im Anschluss wieder eingesetzt werden. Bei insuffizientem Halt kann Gewebekleber, Abformmaterial oder dünnfließendes Komposit (z. B. Picobello gel, Fa. Picodent, Wipperfurth, Deutschland; Abb. 5)

zur Verbesserung des Halts genutzt werden. Folgende Kieferbewegungen wurden durchgeführt: Testbewegung, dreimaliges Öffnen, dreimalige Protrusion, dreimalige Laterotrusion nach rechts, dreimalige Laterotrusion nach links, Kauen ohne Kaugut⁶. Für die Artikulatorprogrammierung ist besonders die Protrusions- und die Laterotrusionsbewegung notwendig². Im Anschluss wurden die Daten als Datei exportiert (im Modus Report „export to ceramill“).

Im nächsten Schritt erfolgte die intraorale Abformung (Primescan, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim). Der Overbite wurde im Vorfeld auf den vestibulären Flächen der unteren Eck- und Frontzähne mit Permanentmarker angezeichnet. Dies ermöglicht in einigen digitalen Systemen eine spätere orientierende Kontrolle der Kieferrelation in der Laborsoftware. Beide Kiefer wurden digital abgeformt. Hierbei sollten die empfohlenen Scanpfade eingehalten werden, um eine möglichst hohe Genauigkeit der digitalen Abformung zu erzielen (Abb. 6)^{17,21}. Es wurde ein zusätzliches Scanfenster für eine Biokopie des Oberkiefers erstellt, der Kopplungslöffel wieder intraoral re-

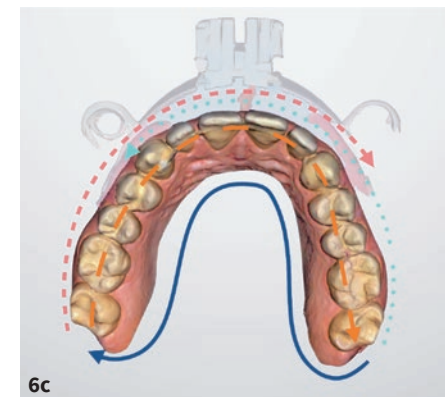
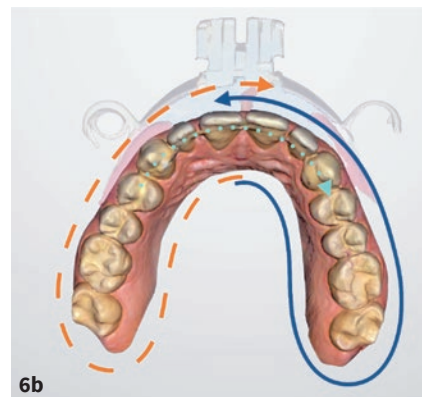
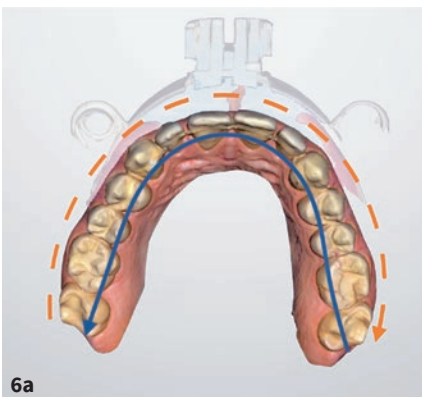


Abb. 3 Adaptieren des Kopplungsöffels mittels Bissregistriermaterial. **Abb. 4** Das Registriermaterial befindet sich auch zwischen den Zahnreihen. **Abb. 5** Verstärkung der Befestigung mit lichthärtendem Kunststoffmaterial. **Abb. 6a bis c** Empfohlene Scanpfade. Systemunabhängig (a). Primescan (Herstellerangabe) (b). Primescan (In-vitro-Untersuchung) (c). Reihenfolge der Schritte: durchgängige Linie, Strichlinie breit, gepunktete Linie, Strichlinie schmal.

platziert und digital abgeformt. Für eine spätere Zuordnung in der Laborsoftware wurde besonders auf die Abformung der Vestibulärflächen der Frontzähne, des rechteckigen Verbindungsstücks zum Bissgabeladapter sowie der Rundungen des Kopplungsöffels geachtet.

Zur Herstellung des Registrierbehelfs mit anteriorem Plateau (Jig) wurde das Registriermaterial vom Kopplungsöffel gelöst und die Erhöhungen des Materials, welche durch die Perforationen des Kopplungsöffels entstanden waren, entfernt (Abb. 7). Außerdem wurde das Re-

gistriermaterial bis zur Querfissur/Inzisalkante zurückgeschnitten (Abb. 8) und die Höhe intraoral kontrolliert (Abb. 9). Der Jig sollte an die angestrebte vertikale Dimensionierung der Schiene angepasst werden, wobei darauf geachtet werden sollte, dass lediglich die mittlere

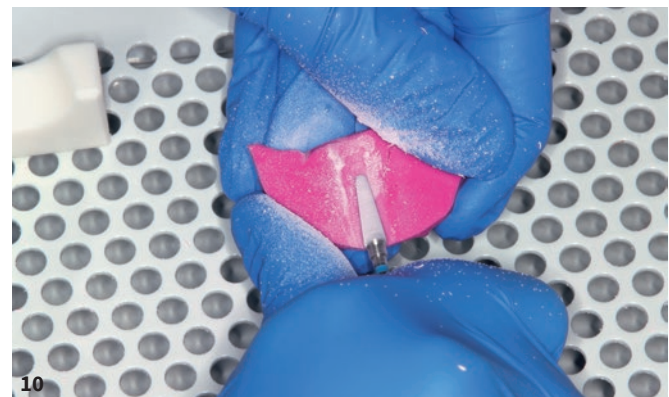
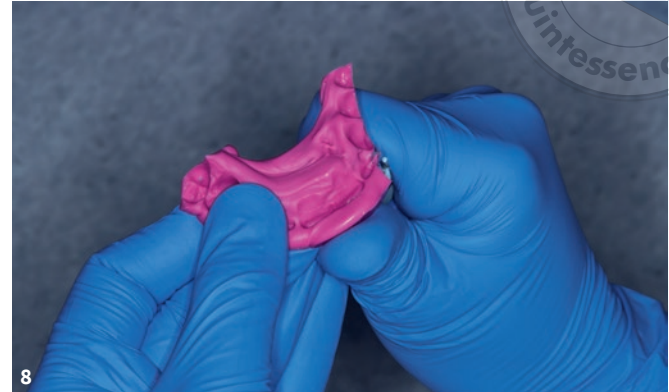


Abb. 7 Zurückschneiden der überstehenden Bereiche. **Abb. 8** Zurückschneiden der vestibulären Flächen. **Abb. 9** Überprüfung der Registrathöhe, der linke obere Eckzahn noch mit Frühkontakt. **Abb. 10** Anrauen des Registrats vor erneutem Antragen des Registriermaterials. **Abb. 11** Antragen von Registriermaterial zum Aufbau des Jigs mittels Glasplatte.

ren Inzisiven Kontakt aufweisen. Er kann entweder durch Beschneiden der Bereiche distal der mittleren Inzisiven konstruiert werden oder durch das erneute Auftragen von Registriermaterial mithilfe einer Glasplatte in regio der mittleren Frontzähne oder als Kombination aus beidem. Die Verwendung der Glasplatte ermöglicht eine einfache Ausrichtung des Jigs parallel zur Okklusionsebene

(Abb. 10 und 11). Der Jig wurde daraufhin im Mund eingepasst und sollte im vorliegenden Fall eine inzisale Sperrung von ca. 4 mm erzielen (Abb. 12)¹⁻⁴. Im Anschluss erfolgte die Registrierung unter Verwendung des ballistischen Schließens, wobei zunächst die Öffnungs- und Schließbewegung ungefähr 15-mal ausgeübt wurde. Im Anschluss erfolgte eine langsame Schließbewegung um 80 %

und eine maximal schnelle Schließbewegung für die verbleibenden 20 %²⁴. Die digitale Registrierung der eingestellten Kieferrelation wurde im Anschluss mit einem konventionellen Bukkalscan durchgeführt, wobei dieser auf beide Kieferhälften ausgedehnt sein sollte (Abb. 13). Nach unseren Erfahrungen tendieren die Patienten teilweise dazu, auf dem Jig protrusiv zu schließen, daher sollte



die Kieferrelation vor dem Scan der beiden Kieferhälften noch einmal kontrolliert werden. Die digitalen Daten der intraoralen Abformung, des intraoral adaptierten Kopplungsöfffels (Biokopie) sowie die Bissregistrierung (Bukkalscan) wurden als STL-Datei exportiert.

Technischer Ablauf – labside

Die Dateien wurden in die Laborsoftware (Ceramill Mind v3.0-8011, Fa. Amann Girrbach) importiert. Zuerst wurden der Oberkieferscan und die Bissgabel gemacht. Die Kongruenz der Flächen ist durch eine grüne Färbung der Areale innerhalb der Software gekennzeichnet (Abb. 14). Es erfolgte das Ausblocken der Unterschnitte, wobei im Bereich des vorhandenen Retainers verstärkt ausgeblockt wurde (Abb. 15). Die Kieferrelation wurde gemäß der gescannten Kieferrelation nach ballistischem Schließen (s. Abb. 13) übernommen. Dann wurde das virtuelle Artikulatorprogramm gestartet (Abb. 16). Im Anschluss wurde der virtuelle Artikulator geladen und die Kieferrelation gemäß der optischen Abformung übernommen (Abb. 17). Die Ausdehnung der Schiene wurde am virtuellen Modell eingezeichnet, wobei alle Zähne gefasst wurden. Bei geringem Platzangebot im Seitenzahngebiet ist es denkbar, die

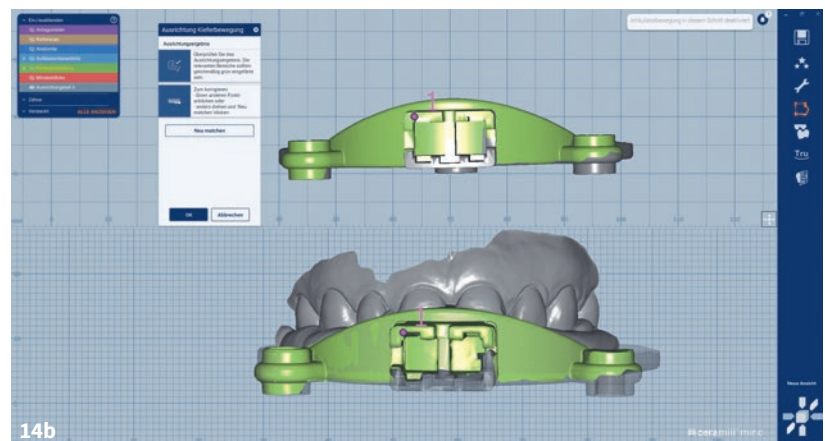
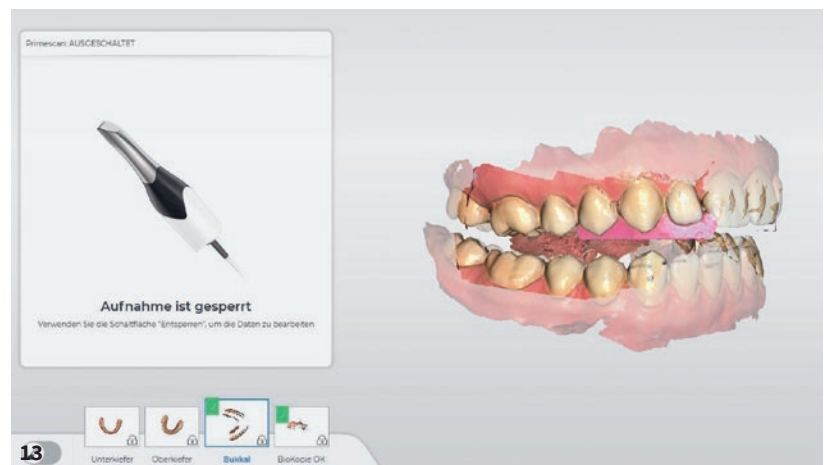


Abb. 12a und b Kontrolle des Jigs bezüglich der Höhe und der Okklusion (a). Fertiggestelltes Registrat nach kleineren Korrekturen (b). **Abb. 13** Bukkalscan der Kieferrelation nach ballistischem Schließen, beide Kieferhälften sollten erfasst werden. **Abb. 14a und b** Matchen des Oberkiefers (a) und des Kopplungsöfffels (b).

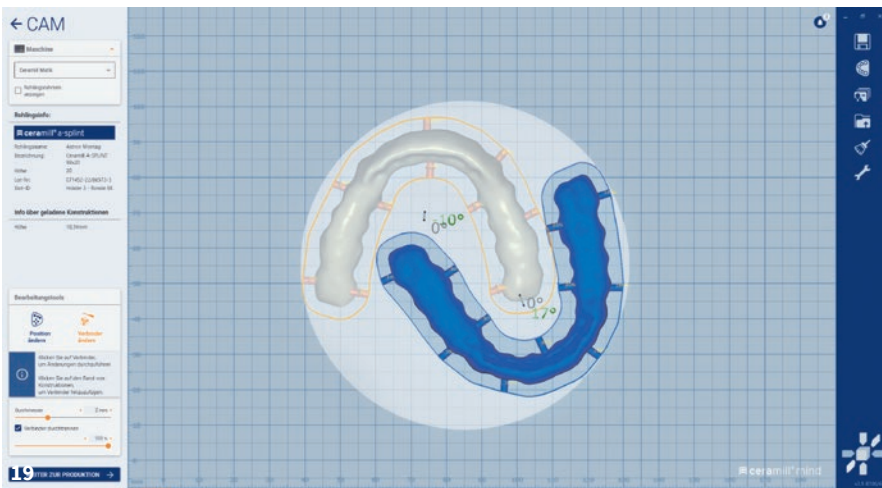
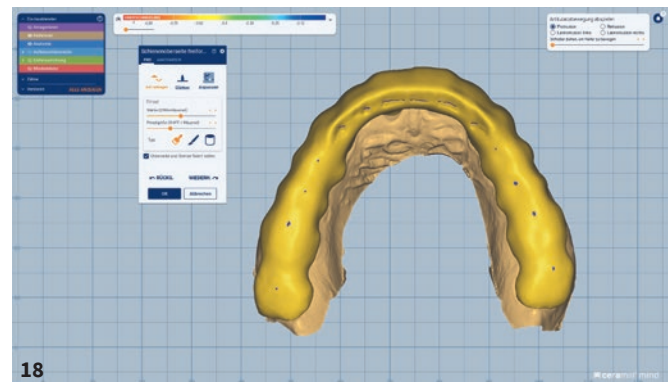
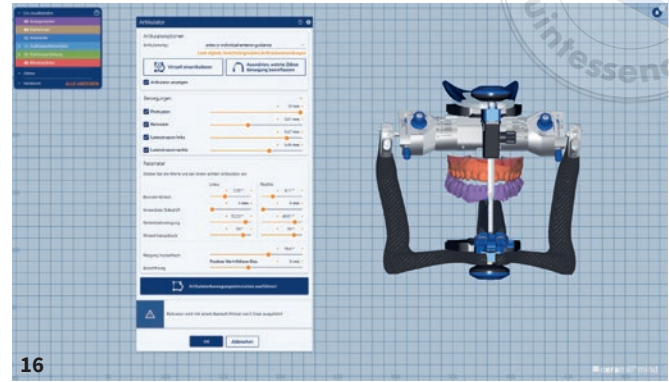
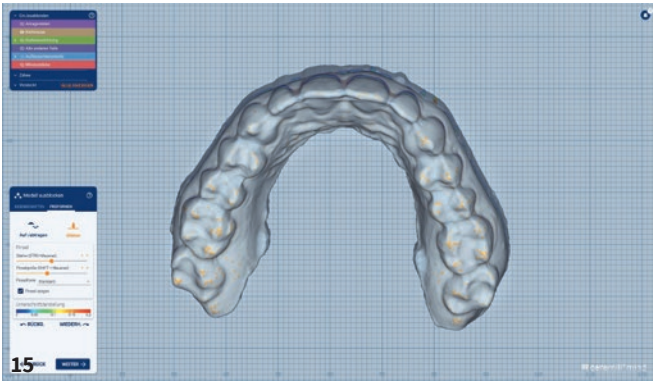


Abb. 15 Ausblenden der Querschnitte insbesondere im Bereich des Retainers.
Abb. 16 Überblick über die Parameter, welche zur Programmierung des Artikulators digital übertragen wurden.
Abb. 17 Festlegen der Extension der Schiene.
Abb. 18 Design der Schiene.
Abb. 19 Nesting der Schiene.

endständigen Molaren nur bis zur Hälfte der Okklusalfäche zu fassen, um eine weitere Erhöhung der vertikalen Kieferrelation zu vermeiden und so z. B. einen kompetenten Lippenschluss zu gewährleisten. Im Anschluss erfolgte die Konstruktion der Schiene nach folgenden Kriterien^{23,24}:

- Einstellung einer Front-Eckzahnführung,
- statische Kontakte nur auf den Stützhöckern,
- „freedom in centric“, d. h. horizontale Bewegungsfreiheit des Unterkiefers von ca. 1 mm,
- plane Schienenoberfläche (Abb. 18).

Danach wurde die Schienenkonstruktion genestet (Ceramill Match 2 v3.1-8186/64) (Abb. 19). Hierbei sollten an der äußeren U-förmigen Fläche der Schiene mindestens fünf und der inneren Fläche mindestens vier Verbinder, welche möglichst symmetrisch anzuordnen sind, platziert werden. Nach dem Nass-Fräsen der

Schiene (Ceramill Matik, Fa. Amann Girschbach; CLEARsplint Disc bestehend aus 75–100 % Polymethylmethacrylat und 0,1–3 % Dibenzoylperoxid²⁶, Fa. Astron Dental Corporation, Lake Zurich, IL, USA), erfolgten händische Modifikationen des Frontzahnplateaus und die Politur.

Ergebnisse

Die Schiene wurde bei der Patientin einprobiert (Abb. 20). Hierbei wurde zunächst ein spannungsfreier Sitz kontrolliert. Im Anschluss erfolgte die Kontrolle von Statik und Dynamik (Abb. 21). Die Patientin wurde über die Anwendung der Schiene instruiert und ein Patienteninformationsbogen mit Informationen zum Tragemodus (nachts) und zur Reinigung mitgegeben.

Eine Nachkontrolle erfolgte nach zwei Wochen. Bei dieser gab die Patientin eine Verbesserung der Verspannungen an. Außerdem übe sie seit einigen Tagen Progressive Muskelentspannung nach Jacobson aus und nutze die Rote-Punkt-Methode, durch welche sie festgestellt habe, häufig unbewusst mit den Zähnen zu pressen. Weitere zahnärztliche Nachkontrollen sollten nach Bedarf bzw. wenigstens nach sechs Monaten erfolgen.

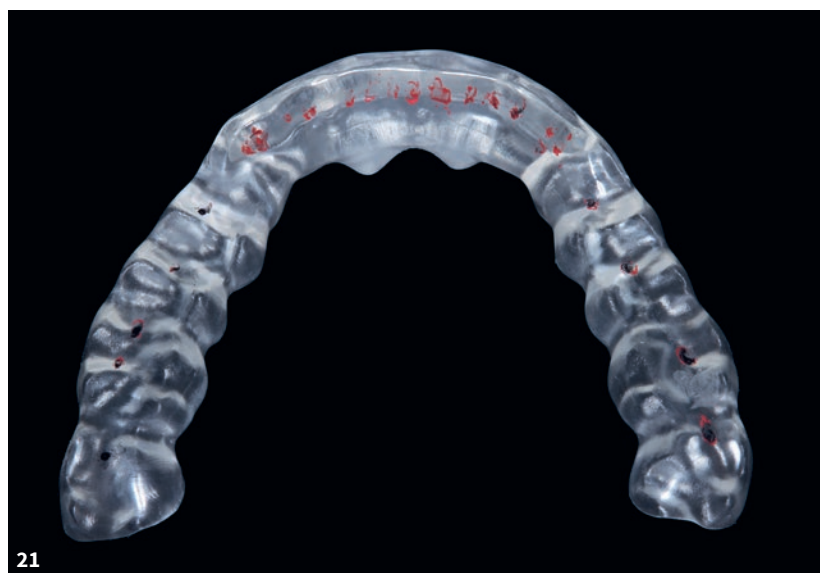


Abb. 20 Adjustierte Schiene in situ. **Abb. 21** Adjustierte Schiene mit markierten Kontaktpunkten (Statik schwarz, Dynamik rot).

Diskussion

Zum Management von Bruxismus wurde in diesem Patientenfall neben der Patientenaufklärung und der Initiation von Verhaltenstraining eine adjustierte orale Schiene aus hartem Kunststoffmaterial eingegliedert. Harte Kunststoffmaterialien sollten im Gegensatz zu weichen Materialien gewählt werden, da mit elektromyographischen Methoden gezeigt werden konnte, dass sich die Aktivität des Musculus masseter bei Verwendung von harten Materialien signifikant stärker verringert^{3,20}. Zugleich wird das

Risiko von Zahnwanderungen vermindert und die Adjustierung der Oberfläche gelingt leichter¹⁴. Nichtsdestotrotz bleibt der mittelfristige Effekt einer oralen Schiene zum Management von Bruxismus fraglich⁸. So zeigte sich, dass direkt nach Schieneneingliederung kurzzeitig eine signifikante Minderung des Schlafbruxismus eintritt, welche jedoch nach zwei Wochen nicht mehr signifikant unterschiedlich zum Ausgangszustand war^{5,16}. Das intermittierende Tra-

gen der Schiene kann daher die Adaptation vermeiden¹⁶. Ebenso ist auch die Anfertigung von oralen Schienen mit Vibrationsfunktion denkbar⁷. In wenigen Studien konnte eine signifikante Reduktion des Schlafbruxismus über die zweiwöchige Adaptationszeit hinaus beobachtet werden^{18,19}. Allerdings ist die individuelle Anfertigung derartiger Schienen teuer und komplex.

Kontrovers diskutiert wird gegenwärtig die Genauigkeit von Ganzkieferscans.



Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die für die Schienenherstellung erforderliche Präzision des digitalen Modells sicherlich weniger entscheidend ist als für konventionelle prothetische Arbeiten, da am (virtuellen) Modell viele Bereiche ausgeblockt werden, um überhaupt eine spannungsfreie Schienenpassung zu ermöglichen. Die Erfahrungen unserer Arbeitsgruppe zeigen, dass die Passung der digital angefertigten Schienen teilweise besser als jene von konventionell hergestellten Schienen ist. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit stellte heraus, dass in klinischen Studien eine ähnlich gute Genauigkeit der konventionellen Abformung mit Alginate und des intraoralen Ganzkieferscans erreicht werden kann⁹. Darüber hinaus zeigt eine In-vitro-Studie zur intraoralen Abformung von Multiband-Apparaturen, dass die Genauigkeit der digitalen Ganzkieferabformung signifikant besser als jene mittels konventioneller Alginateabformung war²⁵. Es ist zu erwarten, dass die digitale Abformung die traditionellen Verfahren immer weiter verdrängen wird; dementsprechend wird die Bedeutung von digitalen Workflows zur Herstellung von Schienen zukünftig eine immer größere Rolle zukommen.

Literatur

1. Abekura H, Yokomura M, Sadamori S, Hamada T. The initial effects of occlusal splint vertical thickness on the nocturnal EMG activities of masticatory muscles in subjects with a bruxism habit. *Int J Prosthodont* 2008;21:116–120.
2. Ahlers MO, Bernhardt O, Jakstat HA et al. Motion analysis of the mandible: guidelines für standardized analysis of computer-assisted recording of condylar movements. *Int J Comput Dent* 2015;18:202–223.
3. Akat B, Görür SA, Bayrak A et al. Ultrasonographic and electromyographic evaluation of three types of occlusal splints on masticatory muscle activity, thickness, and length in patients with bruxism. *Cranio* 2023;41:59–68.
4. Bilir H, Kurt H. Influence of stabilization splint thickness on temporomandibular disorders. *Int J Prosthodont* 2022;35:163–173.
5. Harada T, Ichiki R, Tsukiyama Y, Koyano K. The effect of oral splint devices on sleep bruxism: a 6-week observation with an ambulatory electromyographic recording device. *J Oral Rehabil* 2006;33:482–488.
6. Hugger A, Hugger S, Ahlers MO, Schindler HJ, Türp JC, Kordaß B. Movement function of the mandible: A concept for structuring criteria for analysis and for standardizing computer-assisted recordings. *J Craniomand Funct* 2013;5:41–53.
7. Jokubauskas L, Baltrušaitytė A. Efficacy of biofeedback therapy on sleep bruxism: A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil* 2018;45:485–495.
8. Jokubauskas L, Baltrušaitytė A, Pileičikienė G. Oral appliances for managing sleep bruxism in adults: a systematic review from 2007 to 2017. *J Oral Rehabil* 2018;45:81–95.
9. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Clin Oral Investig* 2022;26:5625–5642.
10. KZBV. Yearbook 2021. Köln: KZBV, 2021.
11. KZBV. Yearbook 2022. Köln: KZBV, 2022.
12. List T, Jensen RH. Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts. *Cephalalgia* 2017;37:692–704.
13. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil* 2018;45:837–844.
14. Lobbezoo F, van der Zaag J, van Selms MK, Hamburger HL, Naeije M. Principles for the management of bruxism. *J Oral Rehabil* 2008;35:509–523.
15. Manfredini D, Serra-Negra J, Carboncini F, Lobbezoo F. Current concepts of bruxism. *Int J Prosthodont* 2017;30:437–438.
16. Matsumoto H, Tsukiyama Y, Kuwatsuru R, Koyano K. The effect of intermittent use of occlusal splint devices on sleep bruxism: a 4-week observation with a portable electromyographic recording device. *J Oral Rehabil* 2015;42:251–258.
17. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int* 2016;47:343–349.
18. Nakazato Y, Takaba M, Abe Y et al. Effect of contingent vibratory stimulus via an oral appliance on sleep bruxism after the splint adaption period. *J Oral Rehabil* 2021;48:901–908.
19. Ohara H, Takaba M, Abe Y et al. Effects of vibratory feedback stimuli through an oral appliance on sleep bruxism: a 6-week intervention trial. *Sleep Breath* 2022;26:949–957.
20. Okeson JP. The effects of hard and soft occlusal splints on nocturnal bruxism. *J Am Dent Assoc* 1987;114:788–791.
21. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Street A. Impact of different scanning systems in complete-arch impressions: an in vitro study. *Int J Comput Dent* 2019;22:307–319.
22. Reissmann DR, John MT, Schierz O, Hirsch C. An abbreviated version of RDC/TMD. *Schmerz* 2009;23:618–627.
23. Schindler HJ, Hugger A, Türp JC. Therapie von Kaumuskel Schmerzen mit Okklusionsschienen. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes* 2013;107:297–301.
24. Schindler H, Türp JC. Occlusal splints for painful craniomandibular dysfunction. Batavia: Quintessence Publishing, 2022.
25. Schlenz MA, Klaus K, Schmidt A et al. The transfer accuracy of digital and conventional full-arch impressions influenced by fixed orthodontic appliances: a reference aid-based in vitro study. *Clin Oral Investig* 2023;27:273–283.
26. Schmeiser F, Baumert U, Stawarczyk B. Two-body wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing. *Clin Oral Investig* 2022;26:5858–5866.
27. Slade GD, Ohrbach R, Greenspan JD et al. Painful temporomandibular disorder: Decade of discovery from OPPERA studies. *J Dent Res* 2016;95:1084–1092.



Angelika Rauch

PD Dr., M. Sc.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Regensburg
Korrespondenzadresse:
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
93053 Regensburg
E-Mail: angelika.rauch@ukr.de

Anne Schmutzler

Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Regensburg

Martin Butz

Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Regensburg
Privatpraxis, München

Bettina Weber

DT
Dental-Keramik Sailer & Christoph
Regensburg

Sebastian Hahnel

Prof. Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Regensburg

Oliver Schierz

Prof. Dr.
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und
Werkstoffkunde
Universität Rostock

Originalbeitrag erschienen in

International Journal of Computerized Den-
tistry 2024;27:293–304.