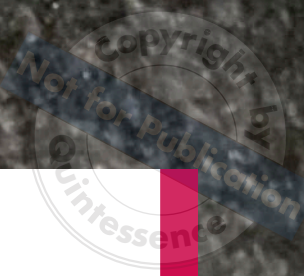


Digitaler Sportmundschutz – Innovation durch additive Fertigung

SEBASTIAN SPINTZYK, MARKUS RAZINGER



Einleitung

Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen (ZMKV) stellen eine ernsthafte Gefahr bei sportlichen Aktivitäten dar. Studien zeigen, dass 13 bis 39 % aller ZMKV auf sportliche Aktivitäten zurückzuführen sind¹⁶. Ein aktiveres Freizeitverhalten und neue Trendsportarten lassen die Zahl der Zahnunfälle deutlich ansteigen. Die Zahl der Unfälle im bleibenden Gebiss liegt bei Kindern und Jugendlichen bei bis zu 35 %⁸. In circa 80 % der Fälle sind die oberen Schneidezähne betroffen¹⁶. Individuelle Sportmundschutze können das Verletzungsrisiko signifikant senken, doch die konventionelle Herstellung ist zeit- und kostenintensiv. Digitale Prozesse bieten hier eine vielversprechende Lösung. Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) empfiehlt den Einsatz von Sportmundschutz zur Prävention von Verletzungen im Mund- und Kieferbereich. Laut ihrer wissenschaftlichen Stellungnahme kann das Risiko von Zahn- und Kieferverletzungen durch das Tragen eines individuell angepassten Mundschutzes um den Faktor 60 reduziert werden¹⁶.

Herausforderung der konventionellen Herstellung

Das Problem bei der Herstellung der Typ-3-Mundschutz-Schienen liegt in den hohen Herstellungskosten (Zahnarzt, Zahntechniker, Materialkosten etc.), der geringen Reproduzierbarkeit, den langen Herstellungszeiten und dem lokal begrenzten Workflow (Abdruck in Zahnarztpraxis). Des Weiteren ist bei der Herstellung für Kinder und Jugendliche zu berücksichtigen, dass bei noch nicht ausgebildetem Gebiss ein Mundschutz schon nach circa vier Monaten erneut hergestellt werden muss.

Arten von Sportmundschutz

Es gibt drei Hauptkategorien von Mundschutz:

- konfektionierter Mundschutz: Vorgefertigte Schienen, die nicht individuell angepasst werden und lediglich durch Zusammenbeißen im Mund gehalten werden. Dies führt zu einer eingeschränkten Passform, Komfort und Schutzwirkung.
- individuell angepasster Mundschutz: Vorgefertigte thermoplastische Schienen, die durch Erwärmen an die Zahnreihen angepasst werden. Diese bieten besseren Schutz als konfektionierte Modelle, sind jedoch stark von der Qualität der Anpassung abhängig.
- individuell hergestellter Mundschutz: Vom Zahntechniker gefertigte Schienen, die anhand von Abformungen der Zahnreihen erstellt werden. Sie bieten die beste Passform, höchsten Tragekomfort und den besten Schutz vor Verletzungen.

Population

Es gibt Sportarten, die ein sehr hohes Zahntraumarisiko aufweisen, wie zum Beispiel American Football, Hockey, Eishockey, Kampfsportarten, Rugby und Skating. Des Weiteren ist das Tragen eines Mundschutzes in Sportarten mit mittlerem Zahntraumarisiko zu empfehlen, wie zum Beispiel Basketball, Squash, Wasserball und Fallschirmspringen⁷. Die DGZMK empfiehlt das Tragen eines Mundschutzes in 15 verschiedenen Sportarten, was den hohen Bedarf verdeutlicht. In den USA gibt es sieben Millionen High School- und eine halbe Million College-Sportler, die an organisierten Sportveranstaltungen teilnehmen⁹. Zudem schätzt die American Dental Association, dass jährlich circa 200.000 Sportunfälle durch Gesichts- und Mundschutz verhindert werden könnten¹⁵.

Zusammenfassung

Durch einen Trend zu aktiverem Freizeitverhalten steigt auch die Gefahr von Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen. Individuelle Sportmundschutze helfen dabei, die Verletzungsgefahr deutlich zu senken. Der Beitrag vermittelt einen Überblick über entsprechende Materialien und Herstellungsverfahren und gibt einen Überblick über den Stand der Wissenschaft zur Herstellung von Mundschutzen im digitalen Workflow. Da das Tempo der Entwicklungen hoch ist und noch längst nicht alle Materialien ausreichend getestet und ihre Wirksamkeit als Schutz vor Sportverletzungen untersucht ist, bedarf es weiterer Forschung, um diesen Schutz noch weiter zu verbessern.

Indizes

Sportmundschutz, digitaler Workflow, additive Fertigung, Individualisierung, Effizienz

Was sagt die Literatur zum digitalen Sportmundschutz?

Die additive Fertigung gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Dentaltechnik und bietet insbesondere für die Herstellung von Mundschutzsystemen vielversprechende Perspektiven. Sousa et al.²⁶ weisen darauf hin, dass der 3D-Druck in diesem Bereich bisher noch nicht voll ausgeschöpft wurde, jedoch als ein bedeutendes Zukunftsfeld angesehen werden kann. In einer umfassenden In-vitro-Studie untersuchten Sousa et al.²⁵ verschiedene Materialien hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften und Eignung für die Herstellung von Mundschutz. Hierbei wurden Filamente aus Poly(milchsäure) (rPLA), Poly(methylmethacrylat) (PMMA), hochschlagfestem Polystyrol (HIPS) und thermoplastischem Polyurethan (TPU) evaluiert. Die Ergebnisse zeigten, dass mit zunehmender Probendicke die Schlagzähigkeit abnahm – mit Ausnahme von TPU, das aufgrund seiner hohen Verformungsfähigkeit eine konstante Energieabsorption aufwies. TPU zeigte eine vergleichbare Energieaufnahme zu Ethylen-Vinylacetat (EVA), während andere getestete Polymere höhere Werte erreichten.

Die Schockabsorptionsfähigkeit von 3D-gedrucktem Mundschutz wurde in einer In-vitro-Studie von Arfi et al.¹ untersucht. Die mit Digital Light Processing (DLP) hergestellten Prüfkörper wiesen unter Laborbedingungen eine leicht verbesserte Schockabsorption im Vergleich zu konventionell tiefgezogenen Mundschutzsystemen auf. Allerdings wurden in dieser Studie Materialien verwendet, die nicht für diese spezifische Indikation zugelassen sind. Eine ähnliche Einschränkung trifft auf die Untersuchung von Trzaskowski et al.³⁰ zu, die Harzpolymere für die Herstellung von Mundschutz analysierten. Hierbei wurde KeyPrint

KeyOrtho IBT (Fa. Weithas, Lütjenburg) als Material mit günstigen mechanischen Eigenschaften identifiziert, insbesondere hinsichtlich Kerbzähigkeit, Zugfestigkeit und Sorption. Dennoch bedarf es weiterer klinischer Untersuchungen, um die tatsächliche Eignung für den Einsatz als Mundschutz zu validieren.

Saunders et al.²³ verglichen ein 3D-gedrucktes Material, DSM Arnitel ID 2045 (TPC) (MEX, Fa. 3Ddimensionals/Pontialis, Köln), mit herkömmlichem EVA. Während das 3D-Druckmaterial bei mittleren und hohen Dehnungsraten überlegen war, zeigte es bei niedrigen Dehnungsraten Schwächen im Vergleich zu massiven EVA-Proben. Dies legt nahe, dass die Materialperformance von der Belastungsgeschwindigkeit abhängt und das Design optimiert werden muss.

Selbiges Material wurde auch in einer Studie von Lißner et al.¹⁴ mithilfe der Materialextrusion (MEX) gefertigt und hinsichtlich seiner Aufprallenergie-Absorption untersucht. Sie zeigen in ihrer Untersuchung, dass in Laboruntersuchungen zum Thema Aufprallenergien bei Mundschutz bisher bei Aufprallenergien getestet wurde, die weit unter denen liegen, die bei aufprallgefährdeten Sportarten, wie zum Beispiel Feldhockey, auftreten. Beide Mundschutze reduzierten die Spitzenkraft und den Impuls des Aufpralls erheblich im Vergleich zu einer Situation ohne Mundschutz, wobei der 3D-Mundschutz im Vergleich zum EVA-Mundschutz extrem gut abschneidet.

In einer weiteren Studie untersuchten Pinho und Piedade²⁰ die Alterungsbeständigkeit von 3D-gedruckten Materialien und fanden heraus, dass diese nur geringe Veränderungen der mechanischen Eigenschaften aufweisen – mit Ausnahme von PMMA, dessen maximale Biegespannung abnahm. Insbesondere zeigte sich, dass eine Sandwichstruktur mit einem TPU-Kern die Elastizität und

Widerstandsfähigkeit gegenüber Querschlägen signifikant verbesserte.

Ein vielversprechender Ansatz wurde von Nassani et al.¹⁸ präsentiert, die Polyolefin als alternatives 3D-Druckmaterial für Mundschutz untersuchten. Ihre Ergebnisse zeigten eine höhere Schlagzähigkeit im Vergleich zu thermogeformten EVA-Proben. Zudem wurde deutlich, dass 3D-gedruckte Mundschutzmodelle, die senkrecht zur Aufprallrichtung gefertigt wurden, eine verbesserte Schlagabsorption aufwiesen. Weitere Studien sind erforderlich, um die Herstellungsprozesse und Testmethoden weiterzuentwickeln und realitätsnähere Prüfkriterien zu etablieren.

Ein innovativer Herstellungsansatz wurde von Hada et al.¹⁰ demonstriert, die Mundschutzsysteme aus einer Kombination von TPU und thermoplastischem Elastomer (TPE) fertigten. Die beiden Materialien wurden nach der Fertigung zusammengesetzt, um eine optimale Kombination aus Flexibilität und Schutzwirkung zu gewährleisten. In eine ähnliche Richtung geht die Arbeit von Ntovas et al.¹⁹, die einen vollständig digitalen Workflow zur Herstellung individualisierter Mundschutzsysteme vorstellten. Die Integration eines optischen Kieferregistrats (Modjaw) ermöglichte eine präzisere Anpassung der Okklusion, was zu einer verbesserten Passform und einer kontrollierbaren Schichtstärke führte.

Nasrollahzadeh et al.¹⁷ entwickelten einen Multimaterial-Mundschutz mit einer Kombination aus Key IBT-Kunststoff und ST1400-Polymer. Die Laborergebnisse zeigten eine deutlich verbesserte Schutzwirkung im Vergleich zu herkömmlichen Playsafe® Heavypro-Mundschutzsystemen, insbesondere durch eine Reduktion der Belastung im Frontzahnbereich um 50 %. Dies unterstreicht das Potenzial multimaterialbasierter additiver Fertigungsmethoden für die Op-

timierung von Mundschutzlösungen. In einer weiteren Laboruntersuchung zeigten Bispo et al., dass mithilfe von MEX-Verfahren gefertigte Multimaterial-Proben die gemessene Aufprallenergie wirksam reduzieren, ableiten und umverteilen².

Eine vielversprechende Materialentwicklung wurde von Chen et al.³ vorgestellt, die ein neuartiges, auf Polyurethan basierendes Fotopolymer mit Acetyltributylcitrat (ATBC) untersuchten. Neben der mechanischen Performance wurde auch die Zytotoxizität evaluiert, um die Biokompatibilität zu gewährleisten. Zudem präsentierten Unkovskiy et al.³¹ zwei verschiedene digitale Herstellungsprozesse für Multimaterial-Mundschutzsysteme, darunter den Polyjet-3D-Druck von gummiartigen Materialien sowie den Silikondruck mit der Drop-on-Demand-Technik. Beide Methoden führten zu klinisch akzeptablen Passformen.

Abschließend zeigten Schewe et al.²⁴, dass mit Jetting-Technologie hergestellte Prüfkörper in Bezug auf Härte und Schichtung noch hinter konventionellen Materialien zurückblieben. Dies verdeutlicht, dass die Technologie zwar vielversprechend ist, jedoch weiterhin Optimierungsbedarf besteht, um eine vergleichbare oder bessere Performance als etablierte Verfahren zu erreichen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die additive Fertigung eine vielversprechende Alternative für die Herstellung von Mundschutz darstellt. Die Forschung zeigt eine Vielzahl von Materialien und Fertigungsprozessen mit potenziellen Vorteilen hinsichtlich Schlagabsorption, Designkontrolle und individueller Anpassung. Dennoch sind weitere klinische Studien erforderlich, um die langfristige Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Regulierungszulassung dieser neuen Technologien sicherzustellen. Fakt ist, laut Filippi und Krastl⁷: „Ein

Tab. 1 Übersicht der auf dem Markt befindlichen Produkte, mit deren Hilfe Sportmundschutz angefertigt werden kann.

Produkt	Firma	Technologie	Quelle
dima® Print Mouth Guard	Fa. Kulzer	DLP	(13)
optiprint sportec	Fa. Dentona	DLP	(5)
Addigy® P3001	Fa. Stratasys	SLS	(28)
KeyGuard™	Fa. Keystone Industries	DLP	(12)
Dreve Mouthguard professional 3D (Einlage für konventionelle Fertigung)	Fa. Dreve Dentamid	DLP	(6)
DSM Arnitel ID 2045 (TPC) - Naturel	Fa. 3Ddimensionals/Pontialis	MEX	(4)
printodent® GR-23 mouthguard	Fa. Pro3dure medical	DLP	(21)

Zahnschutz, der tatsächlich vor Zahnunfällen schützen soll, sollte über einen Zahnarzt und einen Zahntechniker angefertigt werden. Konfektionierter oder konfektionierter und individuell adaptierbarer Zahnschutz bieten keinen ausreichenden Schutz vor Zahnunfällen beim Sport.“⁷

Materialien für die additive Fertigung von Sportmundschutz

In Tabelle 1 sind die nach der Recherche auf dem Markt gefundenen Produkte aufgelistet, die per additiver Fertigung verarbeitet werden können.

Bei den verwendeten Technologien kommen Direct-Light-Processing (DLP) (Abb. 1 und 2.), Selektives-Laser-Sintern (SLS) und das Materialextrusionsverfahren (MEX) zum Einsatz (Abb. 3.). Beim DLP-Verfahren wird ein fotosensitives Polymer Schicht für Schicht auspolymerisiert. Im Vergleich dazu, wird bei den anderen Verfahren ein thermoplastisches Polymer verwendet. Beim MEX wird ein Filament in einem beheizten

Druckkopf aufgeschmolzen und Schicht für Schicht auf einer Bauplattform appliziert und beim SLS-Verfahren wird in einem Pulverbett mithilfe Laserquelle das Pulver selektiv Schicht für Schicht dort aufgeschmolzen, wo das Bauteil entstehen soll.

Fazit

Der digitale Sportmundschutz steht exemplarisch für den innovativen Wandel im Bereich der Dentaltechnik. Besonders die fortschreitende Materialvielfalt eröffnet neue Möglichkeiten hinsichtlich Tragekomfort, Schutzwirkung und individueller Anpassung. Additive Fertigungsverfahren wie das MEX demonstrieren bereits eindrucksvoll ihr Potenzial: Sie ermöglichen eine präzise, auf digitalen Daten basierende Herstellung und schaffen neue Freiräume in der Gestaltung funktionaler Sportmundschutzsysteme. Einige Hersteller vermarkten bereits erste vollständig digitale Workflows – von der Datenerfassung über das Design bis zur Fertigung. Damit zeigen sie, dass die Technologie längst nicht mehr nur theoretisch



Abb. 1 Prototyp aus dem Material optiprint sportec (Fa. Dentona, Dortmund).

Abb. 2 Prototyp aus dem Material Keystone Key Guard™ (Fa. Keystone Industries, Gibbstown, NJ, USA). **Abb. 3** Prototyp aus dem Material Arnitel.

sches Potenzial besitzt, sondern bereits in die Praxis überführt wird^{27,29}.

Auch im Bereich der DLP-Technologie zeichnen sich seit der IDS 2025 vielversprechende Entwicklungen ab. Neue, biokompatible Materialien wurden vorgestellt, die speziell für den Einsatz als Sportmundschutz konzipiert sind. Damit lässt sich nun auch in diesem Verfahren ein vollständiger digitaler Workflow realisieren. Besonders interessant ist dabei, dass durch diese neuen Werkstoffe zusätzliche Indikationen abgedeckt werden können, was den klinischen und technischen Einsatzbereich erheblich erweitert. Es bleibt spannend zu beobachten, wie sich diese Technologien in der Praxis bewähren und weiterentwickeln werden.

Ein besonders vielversprechender Ansatz innerhalb der DLP-Entwicklungen ist die sogenannte Multiwannen-Technologie¹¹. Sie ermöglicht es, zwei unterschiedliche Materialien mit spezifischen Eigenschaften – zum Beispiel ein hartes Material für Stabilität und ein weiches für Tragekomfort – in einem einzigen Fertigungsprozess zu kombinieren. Damit wird erstmals die Herstellung eines funktionalen Multimaterial-Sportmundschutzes im DLP-Verfahren realistisch. Diese Technologie bietet nicht nur Potenzial zur Steigerung der Fertigungseffizienz, sondern schafft auch neue Möglichkeiten für eine noch gezieltere Anpassung an individuelle Schutzanforderungen.

Gerade vor dem Hintergrund der stetigen Weiterentwicklung von DLP-Hardware bleibt abzuwarten, inwiefern neue Gerätegenerationen mit Multiwannen-Funktionalität diesen Ansatz weiter professionalisieren und etablieren werden. Die Fähigkeit, unterschiedliche Materialien präzise und reproduzierbar in einem automatisierten Workflow zu verarbeiten, könnte den Weg für eine neue Klasse digital gefertigter Mundschutzsysteme ebnen.

Nicht zuletzt verdeutlichen aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen, wie die von Roberts²², dass die additive Fertigung im Bereich des Sportmundschutzes zwar bereits angewendet wird, jedoch noch weiterer Forschung bedarf. Besonders in Hinblick auf die Schutzwirkung, biomechanische Eigenschaften sowie die evidenzbasierte Evaluierung neuer Designs ist ein vertieftes Verständnis notwendig. Nur so lassen sich bestehende Normen überarbeiten, Testmethoden standardisieren und die Rolle digital gefertigter Systeme bei der Prävention orofazialer Traumata und potenziell auch Gehirnerschütterungen fundiert bewerten.

Literatur

- Arfi Y, Benoit A, Tapie L, Sandoz B, Persohn S, Attal J-P et al. Comparison of shock absorption capacities of three types of mouthguards: A comparative in vitro study. *Dent Traumatol* 2024;40:702–711.
- Bispo L, F. Henriques J, P. Piedade A, M. Sousa A. Disinfection efficiency and its impact on the mechanical properties of multi-material mouthguards fabricated via fused filament fabrication. *MSAM* 2025;4:25130018.
- Chen H, Lin C-H, Hung S-W, Lee S-Y, Lin Y-M. Effects of acetyl tributyl citrate on the mechanical properties, abrasion resistance, and cytotoxicity of the light-cured 3D printing polyurethane resins. *3D Print Addit Manuf* 2024;11:e2014–e2021.
- Compass DHM projects. Arnitel® ID 2045 - Natural – DSM. https://www.dhm-online.com/de/flexible-by-dsm/4898-238449-arnitelr-id-2045-natural-dsm.html/502-gewicht_der_spule-500g/516-durchmesser_des_filaments-175_mm. Zugriff am 14.07.2025.
- dentona. optiprint sportec. <https://dentona.de/optiprint/3d-printing-harze/optiprint-sportec/48480-0195b3a2d9577207a309ba3a16ce3eba>. Zugriff am 14.07.2025.
- Dreve. Dreve Mouthguard professional 3D. <https://dentamid.dreve.de/en/themes/dreve-mouthguard-professional-3d>. Zugriff am 14.07.2025.
- Filippi A, Krastl G. Zahntrauma beim Sport – Verhalten am Unfallort und Prävention mittels Zahnschutz. *Quintessenz* 2021;72:970–979.
- Filippi A, Pohl Y. Der Zahnschutz: Prävention von Zahnunfällen im Sport. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2001;111:1075–1081.
- Gould TE, Jesunathadas M, Nazarenko S, Piland SG. Chapter 6 – Mouth protection in sports. In: Subic A. *Materials in sports equipment* (Second Edition). Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. Sawston: Woodhead Publishing, 2019:199–231.
- Hada T, Komagamine Y, Kanazawa M, Minakuchi S. Fabrication of sports mouthguards using a semi-digital workflow with 4D-printing technology. *J Prosthodont Res* 2024; 68:181–185.
- Herculano L. Der 3-D-Druck von Totalprothesen: Digitaler Workflow der Fa. W2P für Prothesen mit dem SolFlex 250 UHD. *Quintessenz Zahntech* 2025;51:172–176.
- Keystone Industries. Keystone Industries unveils KeyGuard: A revolutionary 3D printed custom-fit sports mouthguard. Keystone Industries, 2023. <https://dental.keystoneindustries.com/2023/12/08/keyguard/>. Zugriff am 14.07.2025.
- Kulzer. dima® Print Mouth Guard; 2025 [cited 2025 Feb 14]. <https://www.kulzer.com/en/en/products/dima-print-mouth-guard.html>. Zugriff am 14.07.2025.
- Lißner M, Goldberg T, Townsend D, Petrinic N, Bergmann J. On the protectiveness of additively manufactured mouthguards. *Materials & Design* 2023; 234:112371. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127523007864>. Zugriff am 14.07.2025.
- Mantri SS, Mantri SP, Deogade S, Bhasin AS. Intra-oral mouth-guard in sport related oro-facial injuries: Prevention is better than cure! *J Clin Diagn Res* 2014;8:299–302.
- Mischkowski RA, Zöller JE. Mundschutz zur Vorbeugung von sportbedingten Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen: Wissenschaftliche Stellungnahme. *DZZ* 2000 [cited 2025 Feb 21]; 55. https://www.dgzmk.de/documents/10165/1935870/Mundschutz_zur_Vorbeugung_von_sportbedingten_Zahn-_Mund-_und_Kieferverletzungen.pdf/36f4a3c2-342a-48c8-83e3-5bd0def54b7d. Zugriff am 14.07.2025.
- Nasrollahzadeh N, Pioletti DP, Broome M. Design of customized mouthguards with superior protection using digital-based technologies and impact tests. *Sports Med Open* 2024;10:64.
- Nassani LM, Storts S, Novopoltseva I, Place LA, Fogarty M, Schupka P. Impact absorption power of polyolefin fused filament fabrication 3D-printed sports mouthguards: In vitro study. *Dent Traumatol* 2024;41:213–223.
- Ntovas P, Ladia O, Kois JC, Rahiotis C, Revilla-León M. Digital workflow for the fabrication of custom-fit additively manufactured sports mouthguards with balanced occlusion using an optical jaw tracking system: A dental technique. *J Prosthet Dent* 2024;21:S0022–3913(24)00505-5.
- Pinho AC, Piedade AP. Sandwich multi-material 3D-printed polymers: Influence of aging on the impact and flexure resistances. *Polymers (Basel)* 2021;13:4030.
- pro3dure medical. printodent® GR-23 mouthguard. <https://www.pro3dure.com/printodent-gr-23-mouthguard/D1001740M>. Zugriff am 14.07.2025.
- Roberts HW. Sports mouthguard overview: Materials, fabrication techniques, existing standards, and future research needs. *Dent Traumatol* 2023;39:101–108
- Saunders J, Lißner M, Townsend D, Petrinic N, Bergmann J. Impact behaviour of 3D printed cellular structures for mouthguard applications. *Sci Rep* 2022;12:4020.
- Schewe P, Roehler A, Spintzyk S, Huettig F. Shock absorption behavior of elastic polymers for sports mouthguards: An in vitro comparison of thermoplastic forming and additive manufacturing. *Materials* 2022;15:2928.
- Sousa AM, Pinho AC, Piedade AP. Mechanical properties of 3D printed mouthguards: Influence of layer height and device thickness. *Materials & Design* 2021;203:109624.
- Sousa AM, Pinho AC, Messias A, Piedade AP. Present status in polymeric mouthguards. A future area for additive manufacturing? *Polymers (Basel)* 2020;12:1490.
- Sportsguard Mouthguards. Custom dental mouth guards for sports & night protection. <https://sportsguard3d.com/>. Zugriff am 14.07.2025.
- Stratasy. Addigy P3001 – SLS Material; 2025. <https://www.stratasy.com/de/materials/materials-catalog/sls/addigy-p3001/>. Zugriff am 14.07.2025.
- swiss3dguards. Ultraprotect. <https://www.swiss3dguards.com/>. Zugriff am 14.07.2025.
- Trzaskowski M, Mańka-Malara K, Szczesio-Włodarczyk A, Sokołowski J, Kostrzewa-Janicka J, Mierzińska-Nastalska E. Evaluation of mechanical

properties of 3D-printed polymeric materials for possible application in mouthguards. *Polymers* (Basel) 2023;15:898.

31. Unkovskiy A, Huettig F, Kraemer-Fernandez P, Spintzyk S. Multi-material 3D printing of a customized sports mouth guard: Proof-of-concept clinical case. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:12762.

Summary

The trend towards more active leisure activities also increases the risk of tooth, mouth and jaw injuries. Individual sports mouthguards help to significantly reduce the risk of injury. This article provides an overview of the relevant materials and manufacturing processes and gives an overview of the state of the art in the manufacture of mouthguards in the digital workflow. As the pace of development is high and not all materials have been sufficiently tested and their effectiveness as protection against sports injuries investigated, further research is needed to further improve this protection.



Sebastian Spintzyk

M. Sc., ZT
ADMiRE Research Center
Fachhochschule Kärnten
Korrespondenzadresse:
Europastraße 4
9524 Villach
Österreich
E-Mail: S.Spintzyk@fh-kaernten.at

Markus Razinger

ADMiRE Research Center
Fachhochschule Kärnten
und
MT-DENTAL Klagenfurt am
Wörthersee
Österreich

