

Der Zahnschutz im Sport – Funktion, Herstellung, Design

Björn Lang, Andreas Filippi

Ein aktiveres Freizeitverhalten und neue Trendsportarten haben in den letzten Jahren zu einer deutlichen Zunahme von Zahnunfällen geführt. Während im Profi-Sport das Tragen eines Zahnschutzes teilweise vorgeschrieben ist, fehlen Empfehlungen für den Amateur-, Schul- und Freizeitsport. Durch seltene Präsenz in den Medien ist die Akzeptanz bei Kindern und Jugendlichen gegenüber einem Zahnschutz im Sport in Europa sehr gering. Durch einen optimal angefertigten Zahnschutz kann das Zahnunfallrisiko beim Sport deutlich reduziert werden; ein Zahnverlust aufgrund schwerer parodontaler Schäden und lebenslange Folgebehandlungen sind deutlich seltener. Im vorliegenden Beitrag werden unterschiedliche Arten von Zahnschutz sowie deren Vor- und Nachteile beschrieben. Schließlich wird die Anfertigung eines individuellen Multilayer-Zahnschutzes detailliert dargestellt. Diesem sollte heute aufgrund seiner überlegenen Eigenschaften der Vorzug gegenüber anderen Designs gegeben werden.

Indizes Zahntrauma, Zahnschutz, Sportverletzungen, Prävention

Einleitung

Unfallverletzungen gehören zum sportlichen Alltag. Durch ein aktiveres Freizeitverhalten und risikobehaftete Sportarten wie Mountainbiking, Rollerskating oder Skateboarding wird in den letzten Jahren ein deutlicher Anstieg sportbedingter Verletzungen und damit auch orofazialer Verletzungen beobachtet¹⁻⁵. Heute erleiden bis zu 35 % aller Kinder und Jugendlichen in Europa Zahnunfälle im bleibenden Gebiss⁶⁻¹⁰; sehr viele passieren in öffentlichen Sport- und Spielstätten, in Schulen und zu Hause^{9, 11-13}. Vor allem die Frontzähne des Oberkiefers sind durch ihre exponierte Stellung betroffen (Abb. 1); eine häufige Verletzungsart beim Sport ist die Kronenfraktur¹⁴ (Abb. 2).

Grundsätzlich weisen alle Sportarten mit hohem körperlichen Einsatz ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die Zähne auf¹⁵. Insbesondere beim Skating und Eishockey, aber auch beim Hockey, Rugby, American Football, Boxen, Handball, Lacrosse und Basketball werden sehr häufig Zahnunfälle

beobachtet¹⁵⁻¹⁸. Vor allem im Leistungssport sind durch den steigenden Leistungsdruck von Managern, Sponsoren und Medien immer mehr Sportler bereit, ein höheres gesundheitliches Risiko einzugehen. Aber nicht nur professionelle Sportler, denen teilweise das Tragen eines Zahnschutzes vorgeschrieben wird (Boxen, Eishockey, American Football), sondern auch Freizeitsportler sollten einen Zahnschutz tragen. Für den Amateur- und insbesondere den Freizeit- und Schulsport werden jedoch solche Empfehlungen meist nicht gegeben. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass Zahnunfälle durch das Tragen eines Zahnschutzes deutlich verringert werden können und er sich somit zur Prävention bewährt hat¹⁹⁻²⁴. Trotzdem haben beispielsweise in den USA 10% der Hockeyspieler an der Highschool und sogar 60% am College bereits einen Zahn durch Trauma verloren. Bei den Profi-Hockeyspielern hat jeder Spieler sogar durchschnittlich ein bis zwei Zähne verloren^{25, 26}. Aus Kanada kommen vergleichbare Daten: 62% der Profi-Spieler haben einen oder



Abb. 1 Palatinale Dislokation des Zahns 12 und Lockerung der Zähne 11 und 21 nach Sportunfall.



Abb. 2 Typische Kronenfraktur der Zähne 11 und 12 nach Zusammenstoß beim Handball.

mehrere Zähne verloren²⁷. Skandinavische Untersuchungen haben gezeigt, dass 11,5% aller Unfälle den orofazialen Bereich betreffen; diese verursachen jedoch 38% aller Folgekosten nach Eishockey-Unfällen²⁸.

Die Akzeptanz gegenüber einem Zahnschutz ist im Amateur- und besonders im Schul- und Freizeitsport sehr gering. Kritikpunkte sind vor allem die Beeinträchtigung der Kommunikation beim Spiel, Atmungsprobleme²⁹ und eine störende Ästhetik^{1, 30-33}. Diese Kritikpunkte entfallen jedoch, wenn der Zahnschutz individuell angefertigt wird³⁴. Es konnte gezeigt werden, dass sich beispielsweise der Atemwiderstand durch einen individuell angefertigten Zahnschutz nur unwesentlich erhöht³⁵. Auch Patienten mit einer festsitzenden kieferorthopädischen Apparatur können problemlos einen Zahnschutz tragen³⁶.

Geschichtliche Entwicklung des Zahnschutzes

Soweit dies belegt ist, wurde um die Jahrhundertwende erstmals ein Zahnschutz angefertigt. Er bestand aus einem passend getrimmten und ausgehöhlten Stück Kautschuk. Diese Art des Zahnschutzes wurde vor allem beim Boxen getragen. Beim Weltmeisterkampf im Weltergewicht 1921 zwischen dem Briten Lewis und dem Amerikaner Britton zeigte sich, dass in beiden Ländern die Herstellung eines Zahnschutzes praktiziert wurde³⁷. Im angloamerikanischen Schrifttum finden sich im Laufe der Zeit zahlreiche Synonyme, wie „Mouthpiece“, „Mouthguard“, „Gumshield“, „Guard“, „Shield“, „Defensor“ und „Protector“.

Aufgrund des mangelhaften Halts wurde eine Retention nur durch Kontakt der oberen und unteren Zähne erreicht, was zwangsläufig zur Einschränkung der Atmung führte³⁸. Zwischen 1950 und 1965 erfuhr der Zahnschutz in den USA eine rasche Weiterentwicklung; zahlreiche Studien wurden durchgeführt und verschiedene Materialien ausführlich getestet. 1962 wurde in den USA durch das National Alliance Football Rules Committee beschlossen, dass jeder Football-Spieler einen intraoralen Mund- und Zahnschutz tragen sollte. Dieser musste auf einem Situationsmodell des Gebisses des Sportlers hergestellt werden³⁹. Rückblickend führte dies zu einer deutlichen Reduktion oraler Verletzungen⁴⁰. 1975 wurde der Zahnschutz auch für professionelle Eishockeyspieler in den USA obligat. In den folgenden sieben Jahren konnte ein deutlicher Rückgang der Zahnverletzungen im Eishockey von 13% auf 5% beobachtet werden⁴¹.

Indikationen

Ein Zahnschutz sollte nicht für das Milchgebiss, sondern grundsätzlich nur für das bleibende oder das Wechselgebiss angefertigt und entsprechend getragen werden. Zusätzlich hat die individuelle Frontzahnstellung im Oberkiefer Einfluss auf die Indikation. Ein Overjet von mehr als 3 mm, eine postnormale Okklusion, eine kurze Oberlippe, ein inkompetenter Lippenschluss und Mundatmung erhöhen das Risiko für ein Zahntrauma^{11, 42} (Abb. 3 und 4). Hier sollte auch grundsätzlich ein kiefer-



Abb. 3 Zahntrauma-Risikopatient: Overjet > 3 mm.



Abb. 4 Zahntrauma-Risikopatient: inkompetenter Lippenschluss.

orthopädisches Konsilium erfolgen¹¹. Des Weiteren ergibt sich eine Indikation durch die ausgeübte Sportart; bezüglich des Risikos hinsichtlich eines Zahnunfalls wurden die wichtigsten Sportarten in Gruppen eingeteilt⁴³. American Football, Hockey, Eishockey, Kampfsportarten, Rugby, Skating und Lacrosse bergen beispielsweise ein hohes Zahntraumarisiko. Basketball, Squash, Wasserball und Fallschirmspringen werden als Sportarten mit mittlerem Risiko eingestuft. Grundsätzlich weisen jedoch sämtliche Kontaktsportarten ein erhöhtes Zahntraumarisiko⁴⁴ auf; es ist daher empfehlenswert, bei Ausübung der genannten Sportarten einen Zahnschutz zu tragen⁴⁵.

Medizinische und präventive Eigenschaften

Die Eigenschaften eines optimalen Zahnschutzes werden wie folgt charakterisiert⁴⁶:

- Er hält das Weichgewebe von Lippe und Wange von den Zähnen fern, um Bissverletzungen oder Quetschungen durch die Zähne zu verhindern.
- Er ist in der Lage, schlag- und stoßinduzierte Energien abzufangen.
- Er schützt die Antagonisten vor okklusalem Kontakt beim Unfall.
- Durch Absorption der einwirkenden Kraft vermindert er das Risiko einer Kieferwinkel- bzw. Kondylusfraktur^{2, 47, 48}.
- Er schützt vor neurologischen Verletzungen, indem er Unter- und Oberkiefer auf Distanz hält.

- Seine dämpfenden Eigenschaften verhindern zudem eine Dislokation des Kondylus. Es gibt in der Literatur Hinweise, dass durch das Tragen eines Zahnschutzes eine Positionsänderung der Kondylen, des Hyoids und der zerebralen Wirbel (C2-C4) erreicht wird, indem der Biss durch den Zahnschutz über die Ruheschwebelage (ca. 2 bis 4 mm) geöffnet wird^{49, 50}. Dies scheint eine Abnahme von Halswirbelsäulenverletzungen zu bewirken^{49, 51-53}.

Ferner muss auch der psychologische Aspekt berücksichtigt werden. Die Sportler fühlen sich durch das entstandene Sicherheitsgefühl bei der Ausübung ihres Sportes siegessicherer und aggressiver⁵⁴⁻⁵⁶.

Anforderungen an einen Zahnschutz

Die Anforderungen an einen Zahnschutz sind in den letzten Jahren mehrfach definiert worden^{43, 51-53, 57}:

- Er soll schlag- und stoßinduzierte Energien abfangen können, was nur bei exaktem Sitz mit den richtigen anatomischen Abmessungen wirkungsvoll möglich ist.
- Sein Material soll elastisch sein.
- Der Sportler muss mit dem Zahnschutz im Mund problemlos Flüssigkeiten zu sich nehmen können.
- Der Sauerstoffumsatz des Sportlers darf – auch unter starker körperlicher Belastung – kaum verändert werden.

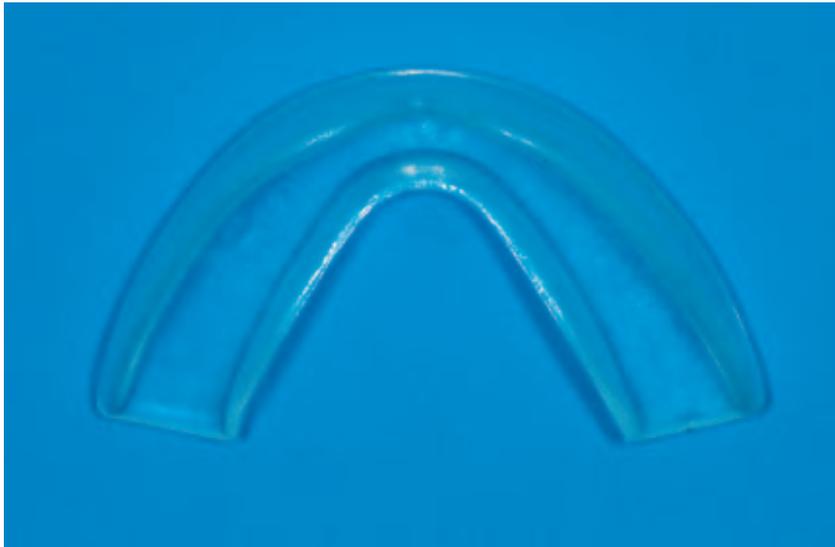


Abb. 5 Typischer konfektionierter Zahnschutz.

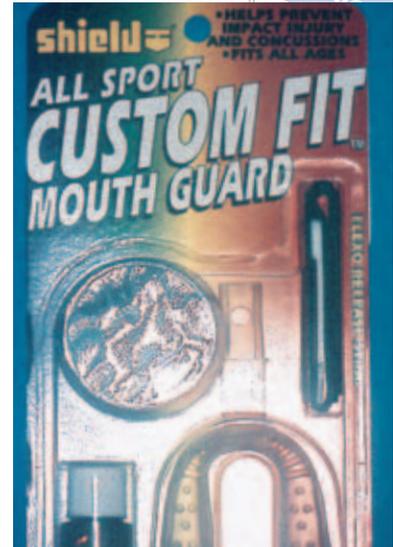


Abb. 6 Handelsübliches Set eines konfektionierten und anpassbaren Zahnschutzes.

- Der Zahnschutz muss desinfizierbar, einfach zu reinigen sowie geschmack- und geruchlos sein.
- Er sollte exakt der Zahnreihe und dem Alveolarfortsatz angepasst sein, damit er sich auch unter körperlicher Aktivität oder beim Zusammenprall nicht löst. Ein schlecht sitzender Zahnschutz bewirkt auch, dass der Sportler diesen permanent bemerkt und ihn ständig neu positionieren muss, was die Konzentration vom Sport ablenkt⁵⁸.
- Aus Sicht der Sportler sind die wichtigsten Qualitätsmerkmale ausreichende Retention, Komfort und Halt, uneingeschränktes Sprechen und Atmen sowie Schutz für Zähne, Lippen und Gingiva⁵⁹.

Arten von Zahnschutz

Heute stehen unterschiedliche Arten von Zahnschutz zur Verfügung, wobei diese grundsätzlich in vier Gruppen unterteilt werden können^{51, 52, 60}:

- konfektionierter Zahnschutz,
- konfektionierter und individuell adaptierbarer Zahnschutz
- individuell angefertigter Zahnschutz und
- individuell angefertigter Multilayer-Zahnschutz.

Der konfektionierte Zahnschutz

Der konfektionierte Zahnschutz besteht aus Gummi oder Kunststoff⁵¹. Er ist kommerziell in mehreren Größen erhältlich (Abb. 5). Eine Individualisierung ist nicht möglich; durch Trimmen des Randes kann lediglich ein Aussparen des Lippenbandes erreicht werden. Sein schlechter Halt bewirkt, dass der Sportler die Zähne in Kontakt halten muss, damit der Zahnschutz sich nicht löst. Dadurch sind Sprache und Atmung deutlich beeinträchtigt, was die Akzeptanz verringert. Weitere Nachteile beziehen sich auf seine zu dünne okklusale Schicht, die bereits nach kurzer Zeit durchgebissen wird und beim Unfall die einwirkende Kraft nicht genügend abfangen kann. Auch der Gegenkiefer wird durch die glatte Oberfläche nicht abgestützt. Seine präventive Funktion ist daher eher gering⁵². Es gibt Empfehlungen, den Vertrieb und Verkauf des konfektionierten Zahnschutzes einzustellen, da beispielsweise Rugbyspieler ernsthaft verletzt wurden, als ein konfektionierter Zahnschutz ihren Atemweg blockierte⁶¹. Der einzige Vorteil ist sein günstiger Preis.

Der konfektionierte und individuell adaptierbare Zahnschutz

Der konfektionierte und individuell adaptierbare Zahnschutz kann wiederum in zwei Arten unterteilt



Abb. 7 Individueller Multilayer-Zahnschutz.



Abb. 8 Schnitt durch den Inzisalbereich eines Multilayer-Zahnschutzes: Man beachte die ungenügende Schichtstärke der ersten Folie, was einer einfachen Laminierung entspräche.

werden. Beide basieren auf einer vorgefertigten Schiene, die zunächst im Randbereich durch Trimmen modifiziert werden kann. Bei der einen Variante wird die Schiene mit einem elastischen Material direkt im Mund den Zähnen und dem Kieferkamm angepasst (Abb. 6). Dieser Zahnschutz ist häufig etwas voluminös, und der Rand wird bei nicht ausreichender Dicke des Unterfüllungsmaterials scharfkantig. Bei der zweiten Variante wird die Schiene in warmem Wasser zunächst thermoplastisch („boil & bite“) und schließlich im Mund mit den Fingern adaptiert. Beide Varianten sind dem rein konfektionierten Zahnschutz durch besseren Halt überlegen⁵¹. Als relevante Nachteile bleiben die fehlende Abstützungsmöglichkeit des Unterkiefers und die ungenügende okklusale Dicke. Letztere führt zum raschen Durchbeißen⁶². Die Adaptation an Zähne und Weichgewebe ist lediglich eingeschränkt möglich⁶⁰.

Der individuell angefertigte Zahnschutz

Dieser Zahnschutz wird anhand von Patientenmodellen mittels einfacher Laminierung unter Verwendung eines Vakuum-Tiefziehgeräts (max. 1 bar) hergestellt⁶⁰. Bedingt durch das Herstellungsverfahren entstehen im Bereich der Interdentalräume und der Zahnhäse Hohlräume, die den Halt deutlich beeinträchtigen. Es ist bekannt, dass bei Ver-

wendung von nur einer Folie diese im Bereich der Inziskanten und Okklusalfächen ganz erheblich ausgedünnt wird. Wegen des ungenügenden Halts und der zu dünnen inzisalen/okklusalen Schicht sollte auch dieser Zahnschutz heute nicht mehr empfohlen werden⁵².

Der individuell angefertigte Multilayer-Zahnschutz

Dieser Zahnschutz wird ebenfalls anhand von Ober- und Unterkiefermodellen des Sportlers in speziellen Tiefziehgeräten unter Druck hergestellt („pressure laminated“) (Abb. 7). Im Gegensatz zum individuell angefertigten Zahnschutz kommen ein Multilayer-Verfahren sowie spezifische Materialien zum Einsatz. Dies garantiert eine exakte Passgenauigkeit, einen perfekten Halt und eine ausreichende inzisale Schichtstärke (Abb. 8). Ferner ist die Dämpfungseigenschaft entsprechend der individuellen Sportart durch Kombination verschiedener Plattenstärken wählbar. Der Unterkiefer wird durch Impressionen der Zahnreihe abgestützt, und die okklusale Schichtdicke ist hier erstmals ausreichend. Dies ist insofern wichtig, da mit zunehmender Schichtstärke die Fortleitung der einwirkenden Kraft logarithmisch abnimmt beziehungsweise die Schutzwirkung des Zahnschutzes logarithmisch zunimmt⁶². Außerdem werden Begleitverletzungen der umliegenden Weichteile reduziert, und die Gefahr möglicher Verletzungen des Kon-



Abb. 9 Typische Farbpalette einfarbiger Zahnschutzfolien.

dylus und von Schädel-Hirn-Verletzungen („minor traumatic brain injuries“) verringert sich⁶⁰. Der Multilayer-Zahnschutz bietet insgesamt den höchsten Tragekomfort, einen optimalen Sitz und den besten Schutz bei Krafteinwirkungen von anterior und kaudal⁶³. Aufgrund der besseren Eigenschaften^{52, 64, 65}, des besseren Tragekomforts und der damit verbundenen höheren Akzeptanz durch den Sportler^{1, 29, 31, 34, 38, 66-73} sollte heute ausschließlich dieser Zahnschutz zum Einsatz kommen. Einzig die höheren Kosten sind nachteilig, auch unter dem Aspekt, dass Neuanfertigungen für den wachsenden Kiefer erforderlich werden.

Materialien für den individuellen Zahnschutz

Historisch werden drei Gruppen von Materialien unterschieden: Segelkunststoff^{70, 72}, Latex⁷⁰ und elastische Acrylharze. Heute sind diese durch thermoplastische Vinylkunststoffe ersetzt worden, die in unterschiedlichen Dicken erhältlich sind. Beim Multilayer-Verfahren wird der Zahnschutz Schicht für Schicht hergestellt⁵².

Grundsätzlich sollte das verwendete Material in der Lage sein, einwirkende Kräfte von kleiner und großer Impulskraft abzufangen und zu kompensieren. Insgesamt wird eine Kombination aus Absorptionsfähigkeit und Steifigkeit angestrebt, um einen optimalen Schutz für ein großes Spektrum möglicher Schläge oder Stöße zu erreichen. Derartige Materialien oder Materialkombinationen werden

gegenwärtig bereits bei anderen Sicherheitsausrüstungen (z. B. Fahrradhelm) verwendet und könnten sich somit auch für die Zahnschutz-Herstellung eignen^{74, 75}.

Herstellen eines individuellen Multilayer-Zahnschutzes

Vorbereitung beim Zahnarzt

Bei Kindern und Jugendlichen ist das Einverständnis der Eltern Voraussetzung für die Anfertigung. Im ersten Gespräch sollte darauf hingewiesen werden, dass für den wachsenden Kiefer Neuanfertigungen erforderlich sind. Deren Häufigkeit richtet sich nach dem Fortschritt des (Wechsel-)Gebisses bei Erstanfertigung und dem individuellen Wachstumsmuster. Bei zahnärztlichen Routineuntersuchungen sollte der Zahnschutz regelmäßig kontrolliert werden.

Zunächst werden Abformungen von Ober- und Unterkiefer sowie eine Bissnahme vorgenommen. Da der Zahnschutz meist im Oberkiefer getragen wird, sollte bei der Abformung darauf geachtet werden, dass Umschlagfalte, Lippen- und Wangenbänder sowie der Gaumen bis einschließlich zum ersten Molaren vollständig dargestellt sind. Lediglich bei Patienten mit Progenie wird der Zahnschutz für den Unterkiefer angefertigt. Die Auswahl an Farben und Designs ist nahezu unbegrenzt (Abb. 9); es können auch Abbildungen und Auf-

schriften eingearbeitet werden. Der Auftrag des Zahnarztes an den Zahntechniker beinhaltet Farbe und Design, die ausgeübte Sportart und die gewünschte Plattenkombination.

Zahntechnische Herstellung

Die Fertigung des individuellen Zahnschutzes erfolgt auf dem Situationsmodell (Hartgips) bei hoher Temperatur und hohem Druck (6 bar) in einem Druckform-Tiefziehgerät. Es kommen konfektionierte Ethylenpolymer- und Vinylacetatplatten in Stärken von 2 mm und 4 mm zum Einsatz (beispielsweise Erkoflex, Fa. Erkodent, Pfalzgrafenweiler, Deutschland)⁵². Um die Dämpfungseigenschaften zu optimieren, werden verschiedene Plattentypen miteinander kombiniert (Multilayer-Verfahren)^{76, 77}. Die ausgeübte Sportart entscheidet über die individuelle Kombination der Platten und deren Stärken: Sind sehr harte und kleinflächige Schläge zu erwarten (Eishockey, Feldhockey, Squash, Polo, Rollerblading, Kickboxen, Karate, Rugby) ist eine dreischichtige Kombination aus einer Platte à 2 mm, einer Platte à 0,8 mm (hart) und einer Platte à 4 mm zu empfehlen (Abb. 10). Bei Sportarten, bei denen harte Schläge auftreten können (Boxen, Baseball, American Football, Skirennsport, Skateboarding) sollte der Zahnschutz aus zwei Schichten (2 und 4 mm) sowie drei zusätzlichen Kraftverteilungsleisten (bukkal, palatinal und inzisal) bestehen (Abb. 11). Sind flächige Schläge zu erwarten (Biking, Basketball, Fußball, Judo, Ringen, Reiten, Handball, Wasserball, MotoCross) sollten eine 2-mm- und eine 4-mm-Platte kombiniert werden (Abb. 12). Bei Sportarten, bei denen Helme getragen werden, die das Mittelgesicht schützen, sind zwei Platten à 2 mm ausreichend (Abb. 13).

Der Zahnschutz umfasst den ersten Molaren (Abb. 14), bedeckt den Alveolarfortsatz labial bis zur mukogingivalen Grenze unter Aussparung der Lippen- und Wangenbänder (Abb. 15) und die palatinale Schleimhaut zirkulär etwa 4 mm (s. Abb. 7). Die Interkuspitation wird unter Erwärmung des Zahnschutzes im Artikulator durch Impressionen des Gegenkiefers eingestellt (Abb. 16). Durch sorgfältiges Abrunden der Kanten und anschließendes Polieren wird das Weichgewebe nicht irritiert und das Sprechen nicht unnötig beeinträchtigt. Die palatinalen Anteile des Zahnschutzes werden zum Rand hin verjüngt (Abb. 17).

Abgabe und Instruktionen beim Zahnarzt

Nach Fertigstellung und Desinfektion passt der Zahnarzt den Zahnschutz beim Patienten an (Abb. 18). Falls erforderlich, wird er im Randbereich oder okklusal korrigiert. Anschließend wird der Patient angewiesen, den Zahnschutz regelmäßig zu reinigen. Nach dem Tragen wird der Zahnschutz mit Wasser abgespült und nach dem Trocknen zur Aufbewahrung in eine Box gelegt – ähnlich wie bei herausnehmbaren kieferorthopädischen Apparaturen. Der Patient sollte den Zahnschutz vor dem nächsten Einsetzen mit einer Mundspüllösung oder mit einem milden Antiseptikum abspülen (beispielsweise 0,2 % Chlorhexidin)⁷⁸.

Schlussfolgerung

Zahnverletzungen resultieren häufig in lebenslangen Folgebehandlungen mit entsprechenden Kosten. Auch wenn Kronenfrakturen die häufigsten sportbedingten Zahnverletzungen sind¹⁴ und eine verletzte Pulpa endodontisch therapierbar ist⁷⁹, können schwere parodontale Schäden nach Dislokation, Intrusion oder Avulsion den Verlust des betreffenden Zahnes – sei es durch Ankylose oder infektionsbedingte externe Wurzelresorption⁸⁰ – bedeuten. Selbst moderne Therapiekonzepte, wie die Anwendung von Tetracyklinen, Steroiden oder Emdogain^{®80}, können verloren gegangene Zementoblasten nicht zuverlässig ersetzen.

Die Häufigkeit sportunfallbedingter Zahnverletzungen kann durch das Tragen eines Zahnschutzes deutlich reduziert werden^{1, 22, 27}. Der Zahnschutz stellt somit ein wichtiges Hilfsmittel bei der Prävention von sportbedingten Zahnverletzungen dar^{2, 4, 27, 31, 44, 81-88}. Mit dem individuell angefertigten Zahnschutz ist es am besten möglich, Zahnunfälle im Sport zu verhindern oder deutlich zu reduzieren^{20, 52, 89, 90}; bezüglich des besseren Tragekomforts und der damit verbundenen höheren Akzeptanz durch den Sportler sollte dem Multilayer-Zahnschutz der Vorzug gegeben werden^{1, 29, 31, 34, 66-69}.

Die Akzeptanz gegenüber einem Zahnschutz ist im Amateur- und Freizeitsport sehr gering. Im Profibereich ist sie in Abhängigkeit von der Sportart (Boxen, Eishockey, American Football), die in ihren Statuten teilweise einen Zahnschutz vorschreibt, wesentlich größer¹. Beispielsweise konnte seit der

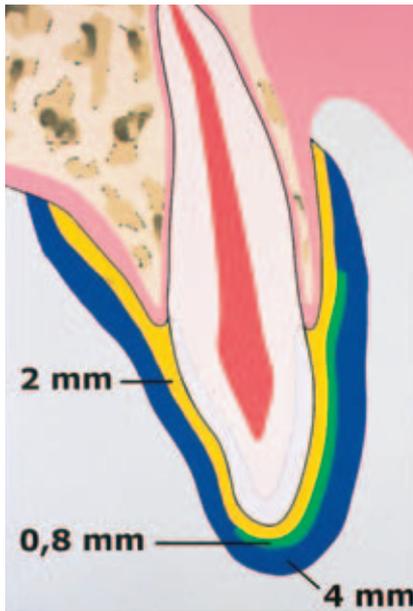
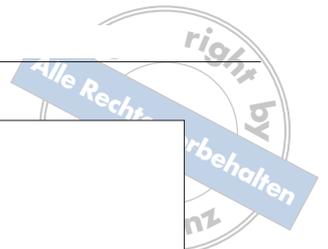


Abb. 10 Zahnschutz gegen sehr harte und kleinflächige Krafteinwirkung (Querschnitt) durch Integration einer harten Kunststoffplatte.



Abb. 11 Zahnschutz gegen harte Krafteinwirkung (Querschnitt) durch Integration von Kraftverstärkleisten.

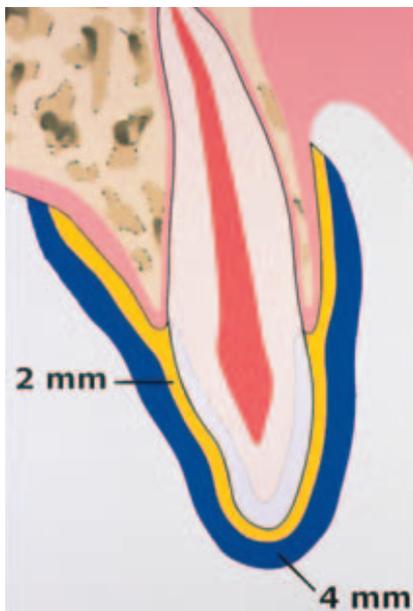


Abb. 12 Zahnschutz gegen flächige Krafteinwirkung (Querschnitt).

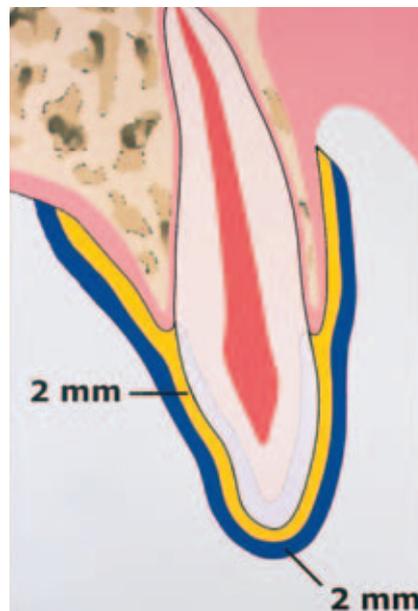


Abb. 13 Zahnschutz für Sportarten, bei denen gleichzeitig ein Mittelgesichtsschutz getragen wird (Querschnitt).



Abb. 14 Ausdehnung des Zahnschutzes bis einschließlich zum ersten Molaren.



Abb. 15 Ausdehnung bis zur Mukogingivalgrenze unter Aussparen von Lippen- und Wangenbändern.



Abb. 16 Impressionen des Gegenkiefers durch Erwärmen im Artikulator.

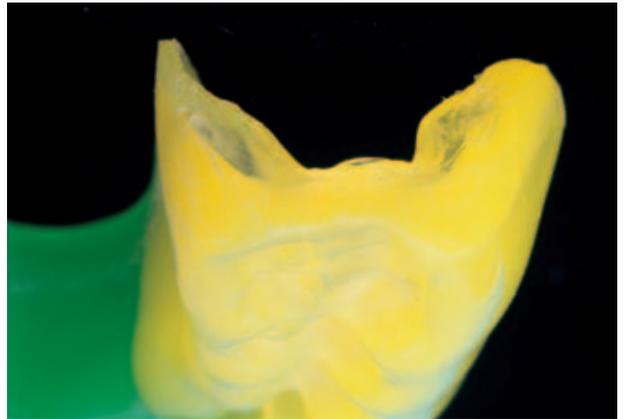


Abb. 17 Verjüngung des Zahnschutzes im palatinalen Bereich.



Abb. 18 Multilayer-Zahnschutz in situ.



Einführung des Zahnschutzes beim Highschool Football 1962 und beim College Football 1974 eine deutliche Abnahme der Zahnverletzungen beobachtet werden^{84, 91, 92}. Vielfach wird jedoch meist erst dann über einen Zahnschutz nachgedacht, wenn bereits ein Zahntrauma eingetreten ist²⁰. Die Gründe für das Nichttragen eines Zahnschutzes sind unterschiedlich. Genannt werden Beeinträchtigung der Kommunikation, Atmungsprobleme und störende Ästhetik^{1, 29, 31, 32}. Der häufigste Grund ist jedoch, dass der Sportler bisher noch keinen Zahnschutz benötigt hat^{20, 33}. Sportler bringen häufig die geringsten Störfaktoren mit einer negativen Beeinflussung ihrer sportlichen Leistung in Zusammenhang¹. Während die Ästhetik und die Beeinträchtigung der Kommunikation rein subjektive Empfindungen sind, konnte gezeigt werden, dass das Tragen eines optimalen Zahnschutzes die Atmung nur unwesentlich beeinträchtigt und damit die sportliche Leistungsfähigkeit des Sportlers nicht mindert³⁵.

Die bisher geringe Akzeptanz eines Zahnschutzes beim Sport ist nicht nur aus zahnärztlicher Sicht, sondern auch unter ökonomischen Aspekten unbefriedigend. So stehen die oft hohen lebenslangen Folgekosten nach einem schweren Zahnunfall im wachsenden Kiefer mit sofortigem oder verzögertem Zahnverlust in keinem Verhältnis zu den Kosten der Anfertigung eines individuellen Zahnschutzes^{14, 93-98}. Um die Akzeptanz auch im Amateur- und Freizeitsport zu erhöhen, sind verstärkte Information und Aufklärung erforderlich. In Fachkreisen wird heute bereits grundsätzlich der Einsatz des Zahnschutzes bei allen Sportarten mit höherem Risiko für orofaziale Verletzungen gefordert², insbesondere unter dem Aspekt, dass Frontzahnverletzungen 14-mal häufiger auftreten, wenn kein Zahnschutz getragen wird¹.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Herrn *Clemens Gessner* (Gessner Dentaltechnik AG, Basel) für die Anfertigung des Zahnschutzes speziell für diese Publikation sowie bei *Tim Nolting* (Universität Münster) für die Abbildungen 10 bis 13, die auf Entwürfen von *Peter Villiger* und *Ueli Iff* (Universität Bern) basieren.

Literatur

1. Bemelmans P, Pfeiffer P: Häufigkeit von Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen und Bewährung von Mundschutz bei Spitzensportlern. *Sportverletz Sportschaden* 2000; 14: 139-143.
2. Flanders RA, Bhat M: The incidence of orofacial injuries in sports: A pilot study in Illinois. *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 491-496.
3. Jennings DC: Injuries sustained by users and non-users of gum shield in local rugby union. *Br J Sports Med* 1990; 24: 159-165.
4. Kerr IL: Mouthguards for the prevention of injuries in contact sports. *Sports Med* 1986; 3: 415-427.
5. Smith WS, Kracher CM: Sports-related dental injuries and sports dentistry. *Dent Assist* 1998; 67: 40-46.
6. Borssen E, Holm AK: Treatment of traumatic dental injuries in a cohort of 16-year-olds in northern Sweden. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 276-281.
7. Hamilton FA, Hill FJ, Holloway PJ: An investigation of dento-alveolar trauma and its treatment in an adolescent population. Part 1: The prevalence and incidence of injuries and the extent and adequacy of treatment received. *Br Dent J* 1997; 182: 91-95.
8. Kaste LM, Gift HC, Bhat M, Swango PA: Prevalence of incisor trauma in persons 6-50 years of age: United States, 1988-1991. *J Dent Res* 1996; 75: 696-705.
9. Obijou C: Frontzahntrauma – eine epidemiologische Studie in Gießen. Med Diss Gießen 1994.
10. Petti S, Tarsitani G: Traumatic injuries to anterior teeth in Italian schoolchildren: prevalence and risk factors. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 294-297.
11. Forsberg CM, Tedestam G: Etiological and predisposing factors related to traumatic injuries to permanent teeth. *Swed Dent J* 1993; 17: 183-190.
12. Sae-Lim V, Yuen KW: An evaluation of after-office-hour dental trauma in Singapore. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 164-170.
13. Schatz JP, Joho JP: A retrospective study of dento-alveolar injuries. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10: 11-14.
14. Sane J, Lindqvist C, Kontio R: Sports-related maxillofacial fractures in a hospital material. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17: 122-124.
15. Andreasen JO, Andreasen FM, Bakland LK, Flores MT: Traumatic dental injuries. Munksgaard, Kopenhagen 1999.
16. Kujala UM, Taimela S, Antti-Poika I, Orava S, Tuominen R, Myllynen P: Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *Br Med J* 1995; 311: 1465-1468.
17. Nysether S: Dental injuries among Norwegian soccer players. *Comm Dent Oral Epidemiol* 1987; 15: 141-143.
18. Holmes C: Mouth protection in sport in Scotland – a review. *Br Dent J* 2000; 188: 473-474.
19. Morrow RM, Bonci T: A survey of oral injuries in female college and university athletes. *Athletic Training* 1989; 24: 236-237.
20. Yamada T, Sawaki Y, Tomida S, Tohno I, Ueda M: Oral injury and mouthguard usage by athletes in Japan. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14: 84-87.
21. American Dental Association, Council on Dental Materials: Mouth protectors and sports team dentists. *J Am Dent Assoc* 1984; 109: 84-87.

22. Woodmansey KF: Athletic mouth guards prevent orofacial injuries. *J Am Coll Health* 1997; 45: 179-182.
23. Morrow RM, Conci T, Seals RR, Branwell GM: Oral injuries in southwest conference women basketball players. *Athletic Training* 1991; 26: 344-345.
24. Mischkowski RA, Zöller JE: Mundschutz zur Vorbeugung von sportbedingten Zahn-, Mund- und Kieferverletzungen. *Sportverletz Sportschaden* 1998; 12: 152-161.
25. Daly PJ, Sim FH, Simonet WT: Ice hockey injuries. A review. *Sports Med* 1990; 10: 122-131.
26. Rontal E, Rontal M, Wilson K, Cram B: Facial injuries in hockey players. *Laryngoscope* 1977; 87: 884-894.
27. Maestrello-de Moya MG, Primosch RE: Orofacial trauma and mouth-protector wear among high school varsity basketball players. *J Dent Child* 1989; 56: 36-39.
28. Sane J, Ylipaavalniemi P: Dental trauma in contact team sports. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 164-169.
29. Francis KT, Brasher J: Physiological effects of wearing mouthguards. *Br J Sports Med* 1991; 25: 227-231.
30. Ishijima T, Saitoh M, Asahina Y, Kanazawa T, Ima-mura T, Gotoh H, Hiranuma K: Survey on oral and maxillofacial injuries in contact sports and diffusion of mouthguards. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi* 1989; 27: 673-686.
31. Seals RR, Morrow RM, Kuebker WA, Farney WD: An evaluation of mouthguard programs in Texas high school football. *J Am Dent Assoc* 1985; 110: 904-909.
32. Filippi A, Pohl Y: Der Zahnschutz: Prävention von Zahnunfällen im Sport. *Schweiz Monatsschr Zahn-med* 2001; 111: 1074-1085.
33. Lang B, Pohl Y, Filippi A: Knowledge and prevention of dental trauma in team handball. *Dent Traumatol* 2002 (im Druck).
34. McClland C, Kinirons M, Geary L: A preliminary study of patient comfort associated with customised mouthguards. *Br J Sports Med* 1999; 33: 186-189.
35. Amis T, Di Somma E, Bacha F, Wheatley J: Influence of intra-oral maxillary sports mouthguards on the air-flow dynamics of oral breathing. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 284-290.
36. Yamada T, Sawaki Y, Ueda M: Mouth guard for athletes during orthodontic treatment. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 40-41.
37. Reed RV: Origin and early history of the dental mouthpiece. *Br Dent J* 1994; 176: 478-480.
38. Chapman PJ: Mouthguards in sport. *Sports Health* 1983; 1: 13-15.
39. American Dental Association: Mouth protectors for football players: the dentist's role. *J Am Dent Assoc* 1962; 66: 419-421.
40. Heintz WD: Mouth protection in physical athletes. National Athletic Trainers Association, Seattle 1984.
41. Castaldi CR: Sports-related oral and facial injuries in the young athlete: a new challenge for the pediatric dentist. *Pediatr Dent* 1986; 8: 311-316.
42. Otuyemi OD: Traumatic anterior dental injuries related to incisor overjet and lip competence in 12-year-old Nigerian children. *Int J Paediatr Dent* 1994; 4: 81-85.
43. Federation Dentaire Internationale: Commission on dental products. Working party No. 7, 1990.
44. McNutt T, Shannon SW, Wright JT, Feinstein RA: Oral trauma in adolescent athletes: a study of mouth protectors. *Pediatr Dent* 1989; 11: 209-213.
45. McTigue DJ: Diagnosis and management of dental injuries in children. *Pediatr Clin North Am* 2000; 47: 1067-1084.
46. Andreasen JO: Traumatic injuries to the teeth. Munksgaard, Copenhagen 1981.
47. Hickey JC, Morris AL, Carlson LD, Seward TE: The relation of mouth protectors to cranial pressure and deformation. *J Am Dent Assoc* 1967; 74: 735-740.
48. Bishop BM, Davies EH, von Fraunhofer JA: Materials for mouth protectors. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 256-261.
49. Stenger JM: Mouthguards: protection against shock to the head, neck and teeth. *J Am Dent Assoc* 1964; 69: 273-281.
50. Winters JE: Role of properly fitted mouthguards in prevention of sport-related concussion. *J Athletic Training* 2001; 36: 339-341.
51. Scheer B: Prevention of dental and oral injuries. In: Andreasen JO, Andreasen FM: Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. Munksgaard, Copenhagen 1994.
52. Dorney B, Dreve V, Rickert T: Signature mouthguard. *Quintessenz Zahntech* 1994; 20: 311-319.
53. Johnsen DC, Winters JE: Prevention of intraoral trauma in sports. *Dent Clin North Am* 1991; 35: 657-666.
54. Stevens OO: Mouth protectors: evaluation of twelve types. *Comm Dent Oral Epidemiol* 1987; 15: 137-143.
55. Unterharsenschein F: About boxing: a review of the historical and medical aspects. *Tex Rep Biol Med* 1970; 28: 421-495.
56. Walkden L: The medical hazards of rugby football. *Practitioner* 1975; 215: 201-207.
57. Ranalli DN: Prevention of craniofacial injuries in football. *Dent Clin North Am* 1991; 35: 627-645.
58. Welbury RR, Murray JJ: Prevention of trauma to teeth. *Dent Update* 1990; 17: 117-121.
59. American Society for Testing and Materials: Standard practice for care and use of mouthguards. Standard No. F697.80, 1980.
60. Piccininni P: Typical dental injuries in ice hockey (with and without face protection) and recent advance in mouthguard design. In: Biasca N, Montag WD, Gerber C: Safety in Ice Hockey. Multipress, Reinach 2000.
61. Turner CH: Mouth protectors. *Br Dent J* 1977; 143: 82-86.
62. Park JB, Shaull KL, Overton B, Donly KJ: Improving mouth guards. *J Prosthet Dent* 1994; 72: 373-380.
63. Padilla RR, Lee TK: Pressure-laminated athletic mouth guards: a step-by-step process. *J Calif Dent Assoc* 1999; 27: 200-209.
64. Hoffmann J, Alfter G, Rudolph NK, Göz G: Experimental comparative study of various mouthguards. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 157-163.
65. Mekayarajjanononth T, Winkler S, Wongthai P: Improved mouth guard design for protection and comfort. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 627-630.
66. Powers JM, Godwin WC, Heintz WD: Mouth protectors and sports team dentists. *J Am Dent Assoc* 1984; 109: 84-87.



67. Lee-Knight CT, Harrison EL, Price CJ: Dental injuries at the 1989 Canada games: an epidemiological study. *J Can Dent Assoc* 1992; 58: 810-815.
68. DeYoung AK, Robinson E, Godwin WC: Comparing comfort and wearability: custom-made vs. self-adapted mouthguards. *J Am Dent Assoc* 1994; 125: 1112-1118.
69. Ranalli DN, Lancaster DM: Attitudes of college football coaches regarding NCAA mouthguard regulations and player compliance. *J Public Health Dent* 1995; 55: 139-142.
70. Nicholas NK: Mouth protection in contact sports. *N Z Dent J* 1969; 65: 14-24.
71. Dukes HH: Latex football mouthpieces. *J Am Dent Assoc* 1954; 49: 445-448.
72. Stokes ANS, Croft GC, Gee D: Comparison of laboratory and intraorally formed mouth protectors. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 255-258.
73. Chapman PJ: The prevalence of orofacial injuries and use of mouthguards in rugby union. *Aust Dent J* 1985; 30: 364-367.
74. Cummins NK, Spears IR: The effect of mouthguard design on stresses in the tooth-bone complex. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 942-947.
75. Kim HS, Mathieu K: Application of laminates to mouthguards: finite element analysis. *J Mat Sci: Mat in Med* 1998; 9: 457-462.
76. Oikarinen KS, Salonen MA: Introduction to four custom-made mouth protectors constructed of single and double layers for activists in contact sports. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 19-24.
77. Oikarinen KS, Salonen MA, Korhonen J: Comparison of the guarding capacities of mouth protectors. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 115-119.
78. Josell SD, Abrams RG: Traumatic injuries to the dentition and its supporting structures. *Pediatr Clin North Am* 1982; 29: 717-741.
79. Filippi A, Pohl Y, von Arx T: Das Verhalten der Pulpa nach Zahntrauma. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2001; 111: 38-56.
80. Filippi A, von Arx T, Buser D: Externe Wurzelresorptionen nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2000; 110: 712-729.
81. Morton JG, Burton JF: An evaluation of the effectiveness of mouthguards in high-school rugby players. *N Z Dent J* 1979; 75: 151-153.
82. Chapman P: Concussion in contact sports and importance of mouthguards in protection. *Aust J Sci Med Sports* 1985; 17: 23-27.
83. Chapman P: Attitudes to mouthguards and prevalence of orofacial injuries in international rugby: a study of the 1990 Wallabies. *Aust J Sci Med Sports* 1991; 23: 115-117.
84. Heintz WD: Mouth protectors: a progress report. Bureau of Dental Health Education. *J Am Dent Assoc* 1968; 77: 632-636.
85. De Wet F: The prevention of orofacial sports injuries in the adolescent. *Int Dent J* 1981; 31: 313-319.
86. Garon MW, Merkle A, Wright JT: Mouth protectors and oral trauma: a study of adolescent football players. *J Am Dent Assoc* 1986; 112: 663-665.
87. Lee-Knight CT, Bell RD, Faulkner RA, Schneider VE: Protective mouthguards and sports injuries. *J Can Dent Assoc* 1991; 57: 39-41.
88. Lahti H, Sane J, Ylipaavalniemi P: Dental injuries in ice hockey games and training. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 400-402.
89. Roberts JE: Wisconsin Intercollegiate Athletic Association 1970 benefit plan summary. Supplement to the 47th official handbook of the Wisconsin Intercollegiate Athletic Association 1970.
90. Newsome PR, Tran DC, Cooke MS: The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review. *Int J Paediatr Dent* 2001; 11: 396-404.
91. Bureau of Dental Health Education and Bureau of Economic Research and Statistics: Mouth protectors: 1962 and the future. *J Am Dent Assoc* 1963; 66: 539-543.
92. Moon DG, Mitchell DF: An evaluation of commercial protective mouthpiece for football players. *J Am Dent Assoc* 1961; 62: 568-572.
93. Sane J, Ylipaavalniemi P: Maxillofacial and dental soccer injuries in Finland. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1987; 25: 383-390.
94. Sane J, Ylipaavalniemi P, Leppanen H: Maxillofacial and dental ice hockey injuries. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 202-207.
95. Hughston JC: Prevention of dental injuries in sports. *Am J Sports Med* 1980; 8: 61-62.
96. Borum MK, Andreasen JO: Therapeutic and economic implications of traumatic dental injuries in Denmark: an estimate based on 7549 patients treated at a major trauma center. *Int J Paediatr Dent* 2001; 11: 249-258.
97. Glendor U: On dental trauma in children and adolescents. Incidence, risk, treatment, time and costs. *Swed Dent J Suppl* 2000; 140: 1-52.
98. Sane J: Maxillofacial and dental injuries in contact team sports. *Proc Finn Dent Soc* 1988; 84: 1-45.

Dr. Björn Lang
 Priv.-Doz. Dr. Andreas Filippi
 Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel
 Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
 Mund- und Kieferheilkunde
 Hebelstraße 3
 CH-4056 Basel

E-Mail: andreas.filippi@unibas.ch

Bitte richten Sie Ihre Korrespondenz an
 Herrn Priv.-Doz. Dr. Andreas Filippi

Mouthguard in Sports – Function, Production and Design



Björn Lang, Andreas Filippi

Intensified leisure activities and new kinds of sports have caused a marked increase in dental accidents. Whereas mouthguards are prescribed for certain professional sports, recommendations for their use in amateur, school and leisure sports are rarely made. As a result of a rare media presentation there is a low acceptance in European children and adolescents for the use of a mouthguard during sports activities. An optimal custom-made mouthguard can reduce the risk of dental injuries during sports activity; it can also prevent the loss of teeth due to severe periodontal injuries requiring life-long treatment. This paper presents the various types of mouthguards as well as their advantages and disadvantages. The manufacture of an individual multilayered mouthguard is described in detail. Due to its superior characteristics, it is given priority over the other designs described.

Key words Dental trauma, mouthguard, sports injuries, prevention