

Unerwartete metallene Fremdkörper auf Panoramaschichtaufnahmen – eine Übersicht

Unexpected metallic foreign bodies on panoramic scans – a narrative review

Autorinnen/Autoren

Hans Ulrich Brauer¹, Andreas Bartols^{1, 2}, Daniel Hellmann^{1, 3}, Julian Boldt³

Institute

- 1 Polyclinic, Dental Academy for Continuing Professional Development, Karlsruhe, Germany
- 2 Clinic for Conservative Dentistry and Periodontology, Christian-Albrechts-University Kiel, Kiel, Germany
- 3 Department of Prosthetic Dentistry, Julius Maximilians University Würzburg, Würzburg, Germany

Key words

panoramic radiograph, orthopantomogram, incidental finding, foreign body, maxilla, mandibula

eingereicht 09.12.2022

akzeptiert 16.03.2023

Artikel online veröffentlicht 09.05.2023

Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2023; 195: 809–818

DOI 10.1055/a-2064-9407

ISSN 1438-9029

© 2023, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Dr. Dr. Hans Ulrich Brauer, M.A., M.Sc.

Polyclinic, Dental Academy for Continuing Professional Development, Lorenzstr. 7, 76135 Karlsruhe, Germany

Tel.: +49/721 9181 130

hansulrich_brauer@za-karlsruhe.de

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund In der zahnärztlichen Praxis stellt die digitale Panoramaschichtaufnahme (Orthopantomogramm, OPG) als konventionelle Röntgenaufnahme die Standardröntgentechnik zur Basisdiagnostik dar. Eine korrekt angefertigte Aufnahme bietet eine gute Übersicht über Zähne und Kiefer, während röntgendichte Fremdmaterialien z. B. aus Metall relevante Befunde verschleiern können.

Methode Es wurde eine Literaturrecherche zu unerwarteten, metallenen Fremdkörpern im OPG durchgeführt, um das Spektrum an Metallfremdkörpern zu ermitteln, die in der routinemäßigen klinischen Anwendung röntgendichte Areale auf Panoramaschichtaufnahmen verursachen können.

Ergebnisse und Schlussfolgerung Insgesamt 37 unterschiedliche unerwartete, metallene Fremdkörper wurden gefunden. Sie lassen sich den Kategorien Schmuck, Kleidung, persönliche Schutzausrüstung, medizinisch-technische Hilfsmittel, iatrogene Fremdkörper und seltene Zufallsbefunde zuordnen. Radioopake Fremdmaterialien im OPG sind aufgrund ihrer Lokalisation häufig relativ leicht als Artefakt zu erkennen und sie sind in den meisten Fällen vermeidbar. Bei Unklarheiten kann eine dreidimensionale Röntgenaufnahme zur Lokalisation hilfreich sein. Durch Fremdkörper hervorgerufene röntgenopake Bereiche können zu Fehlinterpretationen bzw. zur teilweisen oder vollständigen Nichtauswertbarkeit führen und sollten daher vermieden werden.

Kernaussagen:

- Das OPG ist bei Zahnärzten, Fachzahnärzten für Oralchirurgie sowie Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie die Standardröntgenaufnahme.
- Fremdkörper aus Metall können zur Nichtauswertbarkeit der Panoramaschichtaufnahme führen. Der Beitrag bietet anhand einer Literaturübersicht und exemplarischer Röntgenaufnahmen eine Übersicht zu seltenen, aber typischen metallenen Fremdkörpern im OPG und trägt damit der Problematik des Teilgebietsröntgen Rechnung, indem sie den Radiologen mit diesen Aufnahmen vertrauter macht.
- Das Spektrum unerwarteter, metallener Fremdmaterialien reicht von nicht abgenommenen Ohrringen mit den typischen Geisterbildern auf der kontralateralen Seite über Piercings, Hörhilfen und Akupunkturnadeln sowie seltenen iatrogenen Fremdkörpern und Zufallsbefunden bei Kleinkindern in Nase und äußerem Gehörgang bis hin zu Gefäßclips nach chirurgischen Eingriffen und rituellen Fremdmaterialien in der Haut.

Zitierweise

- Brauer HU, Bartols A, Hellmann D et al. Unexpected metallic foreign bodies on panoramic scans – a narrative review. Fortschr Röntgenstr 2023; 195: 809–818

ABSTRACT

Background The digital panoramic radiograph (orthopantomogram, OPG) is the standard radiographic technique for basic diagnostics in dental practice. A correctly taken image provides a good overview of teeth and jaw, whereas radio-

paque foreign materials, e. g. metal, can obscure relevant findings.

Methods A literature review on unexpected metallic foreign bodies in OPG was performed to determine the spectrum of metallic foreign bodies that may cause radiopaque areas on panoramic radiographs in routine clinical use.

Results and Conclusion A total of 37 different unexpected metallic foreign bodies were found. They can be categorized as jewelry, clothing, personal protective equipment, medical devices, iatrogenic foreign bodies, and rare incidental findings. Radiopaque foreign materials in the OPG are often relatively easy to recognize as artifacts because of their location, and they are avoidable in most cases. If unclear, a three-dimensional radiograph was helpful for determining the location. Radiopaque areas caused by foreign bodies can lead to misinterpretation or partial or complete non-evaluability and should therefore be avoided.

Key Points:

- The OPG is the standard radiograph for dentists, oral surgeons, and oral and maxillofacial surgeons.
- Foreign bodies made of metal can lead to non-evaluability of panoramic radiographs. Based on a review of the literature and exemplary radiographs, this article provides an overview of rare but typical metallic foreign bodies in OPG, thus addressing the problem of the subfield of radiography by making radiologists more familiar with these images.
- The spectrum of unexpected metallic foreign bodies includes unremoved earrings with the typical ghost images on the contralateral side, piercings, hearing aids, acupuncture needles, rare iatrogenic foreign bodies, incidental findings in infants in the nose and external auditory canal, vascular clips after surgical interventions, and ritual foreign materials in the skin.

Einleitung

Zu den bildgebenden Verfahren in der Zahnmedizin gehören neben dem Orthopantomogramm (OPG), der Einzelzahnaufnahme, Bissflügelaufnahmen und der digitalen Volumentomografie (DVT) auch die Computertomografie (CT) des Schädels, die Magnetresonanztomografie der Kiefergelenke und in jüngster Zeit auch die Magnetresonanztomografie (Dental-MRT) [1–3]. Neben der in der Medizin häufig durchgeführten Röntgen-Thoraxaufnahme macht die dentale Bildgebung etwa 40 % der Röntgenuntersuchungen in Deutschland aus. Auch aus diesem Grund sind für den klinisch tätigen Radiologen fundierte Kenntnisse im Bereich des zahnärztlichen Röntgens notwendig [3]. Unter den Röntgenaufnahmen ist bei den Zahnärzten, Oralchirurgen, Kieferorthopäden und Fachärzten für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie das OPG als Standardröntgenaufnahme zu bezeichnen [4].

Das OPG gehört zu den Verfahren der Projektionsradiografie und basiert auf einer konventionellen Röntgentomografie. Bezüglich der komplexen Technik des OPG-Verfahrens sei hier auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen [3, 5, 6]. Die Aufnahme umfasst die Zähne von Ober- und Unterkiefer, die Kiefergelenke sowie Teile der Kieferhöhlen [3]. Das OPG liefert somit einen Überblick über alle Zähne und die Kiefer sowie Informationen über angrenzende Regionen. Folgende 3 radiologische Qualitätsmerkmale sind für Panoramaschichtaufnahmen definiert [3]:

1. Freie, symmetrische Projektion des Ramus mandibularis einschließlich des Processus condylaris,
2. erhaltene Graustufen-Differenzierung und
3. möglichst „reale“ Größendarstellung der Zahnkronen der Oberkieferfrontzähne.

Durch die Aufnahmetechnik sind typische Nachteile und Artefakte bekannt, z. B. eine unscharfe Projektion röntgendichtere Fremdmaterialien auf der kontralateralen Seite [3]. Weitere Beeinträchtigungen sind eine gewisse Unschärfe der Aufnahme, Summationseffekte, Vergrößerung und Verzerrung einzelner Regionen, die

durch das Verfahren der Schichtaufnahme bedingt sind [7]. Daher ist es umso wichtiger Einflüsse zu vermeiden, die die Bildqualität mindern [7]. Neben dieser Aufnahmebesonderheit und Anwendungsfehlern bei der Positionierung des Patienten können anatomische Besonderheiten zu diagnostischen Schwierigkeiten führen, bei denen dann der Radiologe als medizinischer Experte für Bildgebung zu Rate gezogen wird. Metallene Objekte in der orofazialen Region können im OPG Röntgenartefakte und Geisterbilder hervorrufen. Der Beitrag fokussiert deshalb auf metallene Fremdkörper im OPG, um den Facharzt für Radiologie mit dem Auftreten dieser seltenen, aber letztlich typischen Zufallsbefunde im OPG vertraut zu machen. Da der Radiologe aufgrund des Teilgebietsröntgens in der Zahnmedizin nicht routinemäßig an der Auswertung zahnärztlicher Röntgenaufnahmen beteiligt ist, wohl aber bei auftretenden Schwierigkeiten bei der Diagnostik mit hinzugezogen werden kann, geben wir in dieser Publikation eine Übersicht über Metallartefakte im OPG.

Methode

Es wurde eine Literaturrecherche mit der Datenbank PubMed und der Cochrane Library sowie Google Scholar zu unerwarteten, metallenen Fremdkörpern im OPG durchgeführt. Die Suchbegriffe umfassten „panoramic radiograph“, „orthopantomogram“, „dental radiography“, „incidental finding“, „metal“ und „foreign body“. Eingeschlossen wurden Arbeiten, die im Zeitraum 1990–2022 in deutscher oder englischer Sprache veröffentlicht wurden.

Ausgeschlossen wurden metallene Fremdkörper, die in den Fachgebieten der Zahnmedizin, Oralchirurgie und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie an der fachspezifischen Stelle im klinischen Alltag regelmäßig anzutreffen sind. Darunter sind nachfolgend konkret Amalgam-Füllungen, Goldinlays, Teilkronen, Kronen, Brücken, Wurzelstifte, enossale Implantate und Osteosynthesematerial zu verstehen. Zur Ergebnispräsentation wurde auf Panoramaschichtaufnahmen zurückgegriffen, die von den Autoren im

► **Tab. 1** Einteilung der gefundenen metallischen Fremdkörper.

Kategorie	Beispiele
I. Schmuck	<ul style="list-style-type: none"> Ohrringe in unterschiedlicher Form und Größe Extra- und intraorale Piercings Halsketten Haarspangen und Haarnadeln Susuks und Charmenadeln
II. Kleidung	<ul style="list-style-type: none"> Reißverschlüsse Knöpfe
III. Persönliche Schutzausrüstung	<ul style="list-style-type: none"> Mund-Nasenschutz
IV. Medizinisch-technische Geräte	<ul style="list-style-type: none"> Röntgenbleischürze Brillen Hörgeräte/Cochlear-Implantate Akupunkturadeln
V. Iatrogene Fremdmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> Chirurgische Nadeln Frakturiertes Instrumentarium, z. B. zahnärztliche diamantierte Schleifkörper und Lindemannfräsen, Elevatorium, Injektionsnadeln etc. Metallene Gefäßclips zur Blutstillung bei chirurgischen Eingriffen Nicht herausgenommene Interimsprothesen Nicht herausgenommener definitiver Zahnersatz Epithesen Stents Drahtligaturen zur Fixierung eines Drainagerohres Platten und Schrauben bei einer HWS-Spondylodese
VI. Seltene sonstige Zufallsbefunde	<ul style="list-style-type: none"> Splitter von Schusswaffen, Schrotkugeln, Granatsplitter Im Ohr läppchen eingewachsene Verschlüsse von Ohrringen Fremdkörper im äußeren Gehörgang bei Kindern, z. B. Schmuck, kleine Batterien, Knöpfe etc. Fremdkörper in der Nase, v. a. bei Kindern, z. B. Perlen, Heftklammer, Siegelring etc. „Verschwundene“ kieferorthopädische Befestigungen Dünne Drähte von Goldfaden-Lifting

klinischen Alltag an verschiedenen Zentren über viele Jahre zu Schulungszwecken gesammelt wurden.

Ergebnisse

In der Literatur finden sich zahlreiche Fallberichte, Fallserien und Pictorial Essays. In speziellen Lehrbüchern zur zahnärztlichen Radiologie sind selbstverständlich einige generelle Hinweise und Röntgenaufnahmen enthalten. Exemplarisch sei hier das Lehrbuch von Andreas Fuhrmann (2013) angeführt, bei dem sich im Kapitel zur Panoramaschichtaufnahme ein Unterkapitel findet, in dem auch auf die Problematik von metalledichten Strukturen im Strahlengang eingegangen wird und hierzu eine Fallsammlung enthält [5]. Ebenso finden sich im speziellen Lehrbuch zu Panoramaschichtaufnahmen von Jürgen Düker (2000) einige entspre-

chende Röntgenbilder [6]. An Übersichtsarbeiten finden sich jedoch lediglich 2 Beiträge, die über unerwartete radioopake Fremdkörper in der zahnärztlichen Praxis berichten. Die Arbeit von Omezli et al. (2015) ist eine retrospektive Auswertung von 11 887 Panoramaschichtaufnahmen, bei der 62 Aufnahmen (0,6%) mit Fremdkörpern im Kiefer gefunden wurden. Die Fremdkörper waren in dieser Studie lediglich Füllungsmaterialien (Amalgam, Wurzelkanalfüllmaterial), eine Heftklammer und Granatsplitter [8]. In der Studie von Hwang et al. (2019) wurden neben Panoramaschichtaufnahmen auch CTs sowie DVTs mit eingeschlossen und es fand keine Limitation auf Fremdkörper aus Metall statt. Die Autoren dieser Studie ermittelten 508 Aufnahmen mit Fremdkörpern. Es wurden 19 unterschiedliche Fremdkörpertypen gefunden. Die Untersucher teilten die röntgendichten Materialien in die 2 Kategorien absichtliche/unabsichtliche Einbringung ein [9].

Eine trennscharfe Unterteilung in absichtlich/unabsichtlich ist nicht immer zweifelsfrei möglich. Insofern ließen sich nach Sichtung und Auswertung der Literatur sowie der Abgleichung mit den eigenen Fällen zu metallenen Fremdkörpern im OPG die Fremdkörper in die 6 Kategorien Schmuck, Kleidung, persönliche Schutzausrüstung, medizinisch-technische Hilfsmittel, iatrogene Fremdkörper und seltene Zufallsbefunde zuordnen (► **Tab. 1**).

I. Schmuck

Ohrringe

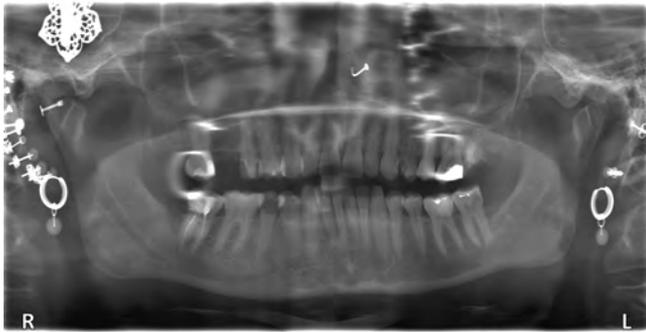
Ohrringe finden sich im OPG in unterschiedlicher Anzahl, Größe und Form (► **Abb. 1, 2**). Nicht für die Aufnahme herausgenommene Ohrringe können potenziell projektionsbedingte Artefakte (Geisterbilder) auf der kontralateralen Gesichtshälfte hervorrufen (► **Abb. 3**). In der Literatur existieren hierzu Veröffentlichungen, die das Phänomen der Geisterbilder ausführlich technisch beschreiben [10, 11]. Entstandene Geisterbilder können relevante Befunde verschleiern oder diese vollständig maskieren. In einem eindrücklichen Fallbericht zu einer 30-jährigen Patientin, die bei der Röntgenuntersuchung angab, ihre Ohrringe nicht ohne weiteres entfernen zu können, wurde dargestellt, wie sich ihre Ohrringe auf einen hoch in der Kieferhöhle am Unterrand der Orbita ektop verlagerten Weisheitszahn projizierten, der durch das Artefakt im OPG vollständig maskiert wurde und erst auf einer erneuten Röntgenaufnahme ohne Ohrringe erkannt werden konnte [11].

Extra- und intraorale Piercings

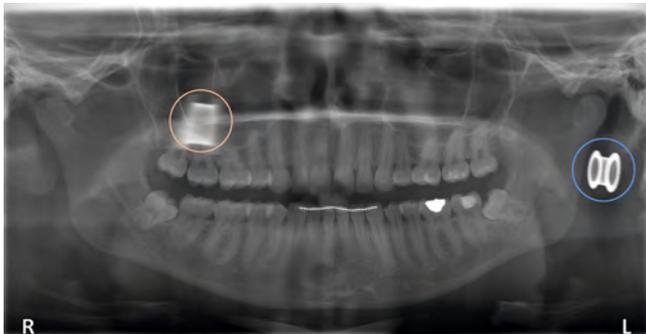
Auch nicht entfernte Piercings der Nasenflügel, der Ober- und Unterlippe (► **Abb. 4**) sowie an anderen äußeren Hautpartien im Kopf-Hals-Bereich sind im OPG seltene, aber letztlich typische Fremdkörper auf der Panoramaschichtaufnahme. Intraorale Piercings der Zunge, des Lippenbändchens und der Uvula können im Röntgenbild ebenso relevante Befunde verdecken.

Halsketten, Haarspangen und Haarnadeln

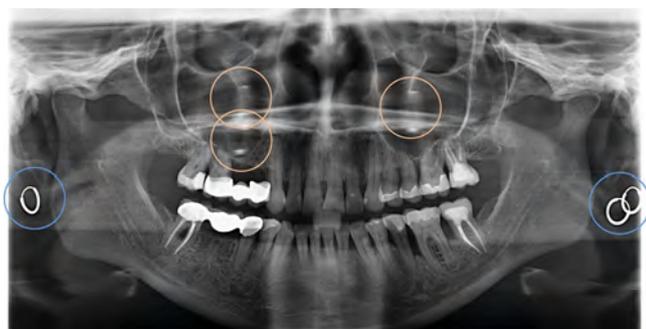
Halsketten, die vor der Aufnahme nicht abgenommen wurden, sind im Röntgenbild unmittelbar zu identifizieren. Metallene Haarspangen und Haarnadeln (► **Abb. 5**) rufen am oberen Bild-



► **Abb. 1** Multiple in unterschiedlicher Form und Größe belassene Ohrhänge und weiterer äußerer Gesichtsschmuck führen hier bei einer zahnärztlichen Erstdiagnostik zu einem Röntgenbild mit zahlreichen Artefakten. Beispielsweise sind auf dieser Aufnahme die Apikalregionen der Zähne 17, 24–26 nicht beurteilbar.



► **Abb. 2** Diese im Rahmen der zahnärztlichen Erstbefundung erstellte Röntgenaufnahme zeigt im Oberkiefer rechts und links je einen mit Lückenschluss fehlenden Prämolaren. Die Weisheitszähne 18, 28, 38 und 48 sind vorhanden. Die unteren Weisheitszähne 38 und 48 sind teilretiniert. In der Unterkieferfront ist an den Zähnen 33–43 ein Retainer befestigt. Nebenbefundlich ist ein „Tunnel“ (blauer Kreis) im linken Ohr läppchen und eine zugehörige Geisterstruktur (rosa Kreis) zu erkennen. Diese verunmöglicht eine Beurteilung der Zahnwurzeln 18 und 17.



► **Abb. 3** Das OPG wurde bei der Erstvorstellung einer Neupatientin angefertigt. Dentalradiologisch ist ein Knochenabbau im Ober- und Unterkiefer und 3 wurzelkanalgefüllte Molaren (27, 37 und 47) zu erkennen. Nebenbefundlich sind 3 Ohrhänge (blaue Kreise) mit zugehörigen Geisterbildern (rosa Kreise) auf der jeweils kontralateralen Seite im Bereich der Kieferhöhlen abgebildet.



► **Abb. 4** Bei diesem im Rahmen der Erstvorstellung der Patientin aufgenommenem OPG sind dentalradiologisch ein elongierter, kariös weitgehend zerstörter Weisheitszahn 28, persistierende Milchzähne 75 und 85 und eine hyperdense Struktur an der distalen Wurzelspitze des Zahnes 37 zu erkennen. Das von der Patientin nicht zu entfernende Piercing (blauer Kreis) in der Mitte der Unterlippe projiziert sich auf die Zahnkrone des unteren linken Eckzahnes.

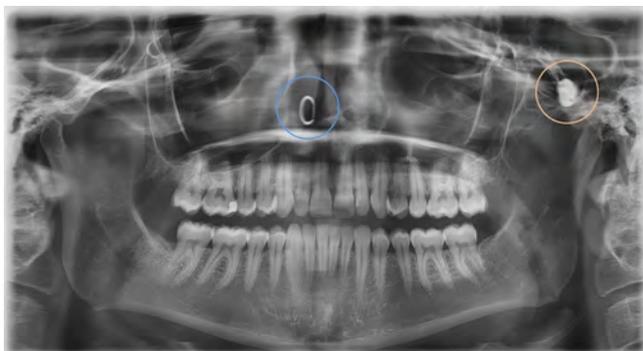


► **Abb. 5** Bei dem anlässlich einer zahnärztlichen Routinekontrolle angefertigten OPG erkennt man dentalradiologisch mehrere röntgendichte Füllungen, wurzelgefüllte Zähne 24 und 37 sowie Zahnstein an der Distalfläche des elongierten Weisheitszahnes 18. Die Patientin trägt beidseits Haarklammern (blaue Kreise).

rand lokalisierte Artefakte hervor. Auch Haargummis können durch einen Metallkern Auslöschungen hervorrufen (► **Abb. 6**). Ebenfalls können bestimmte synthetische Haarverlängerungen zu diagnostischen Schwierigkeiten führen [12]. Diese können sich in der Panoramaschichtaufnahme als lineare bis krummlinige Trübungen mit diffusen Rändern zeigen, die sich vertikal über das gesamte Bild erstrecken [13].

Susuks

Sogenannte Susuks oder Charmenadeln sind eine besondere Form der kulturellen Praxis in Südostasien, v. a. in Malaysia, Thailand, Singapur, Indonesien und Brunei [14–16]. Susuks sind dünne Metallstifte aus Silber, Gold oder deren Legierungen, die zwischen 5 und 10 mm lang sind und einen Durchmesser von etwa 0,5 mm aufweisen. Susuks sollen die Träger schöner machen, jung halten, die Gesundheit fördern, Schmerzen lindern und karriereförderlich sein [15, 17]. Diese Objekte werden unter die äußere Haut platziert, wobei die orofaziale Region, speziell das Kinn, die häufigste Stelle ist. Im OPG ist es als radioopakes nadelartiges Objekt erkennbar [17]. Einige Falldarstellungen stellen Panoramaschicht-



► **Abb. 6** Auf dieser Routineaufnahme einer 31-jährigen Patientin ist sowohl ein Piercing im rechten Nasenflügel (blauer Kreis) als auch ein Haarband mit einem kleinen metallenen Logo (rosa Kreis), das sich kranial des linken Kondylus projiziert, zu erkennen. Die Zähne und die zahntragenden Kieferabschnitte sind ohne Auffälligkeiten.



► **Abb. 7** OPG zur Focussuche sowie Beurteilung der Wertigkeit der Restbeziehung zur Festlegung eines Therapieplanes unter Pandemie-Schutzmaßnahmen. Der nicht abgenommene Mund-Nasenschutz bewirkt 3 parallel verlaufende Linien im oberen Bildbereich (blauer Pfeil). Der Brückenpfeiler 35 zur Aufnahme der zahngetragenen Brücke im Unterkiefer links ist frakturiert.

aufnahmen mit einem oder mehreren Susuks und Charmenadeln vor [15–17]. Einig sind sich die Autoren, dass Susuks insofern verwirrend sein können, da sie nicht offenkundig sicht- und tastbar sind [14–17].

II. Kleidung

In der Röntgenaufnahme sind Knöpfe aus Metall oder Reißverschlüsse an der Vorder- oder Rückseite der Kleidung des Patienten aufgrund der Lage zumeist einfach zuzuordnen.

III. Persönliche Schutzausrüstung

Durch die COVID-19-bedingten Schutzmaßnahmen wurden oft radiologische Untersuchungen ohne das Ablegen einer Mund-Nasen-Schutzmaske durchgeführt. Die zur besseren Adaptation an die Gesichtskonturen eingearbeiteten metallenen Nasenbügel (technisch auch „Nasendraht“ genannt) bilden sich – je nach Ausführung – als linienförmige ein-, doppel- oder sogar dreireihige Opazität mit gebogenem Verlauf ab. Diese Linien befinden sich üblicherweise median am obersten Bildrand oder sie überlagern die Conchae nasales (► **Abb. 7**). Der Verlauf ist dabei projektionsabhängig, aber auch eine Asymmetrie beim Anlegen der Maske wirkt sich auf den speziellen Verlauf des Artefakts aus.

IV. Medizinisch-technische Hilfsmittel

Unter medizinisch-technischen Hilfsmitteln lassen sich die Röntgenbleischürze, Brillen, Hörhilfen und Akupunkturadeln zusammenfassen. Eine zu hoch positionierte Röntgenbleischürze ruft regelmäßig Artefakte im Unterkiefer-Frontzahnggebiet hervor (► **Abb. 8**). Bei der Röntgenaufnahme nicht heruntergenommene Brillen sehen im Röntgenbild kurios aus (► **Abb. 9**), sind jedoch für jedermann unmittelbar als solche zu identifizieren und sind sicherlich vermeidbar [6]. Externe Hörhilfen und Cochlea-Implantate sind im OPG aufgrund der typischen Lokalisation ebenfalls



► **Abb. 8** Das bei der Erstvorstellung des Patienten angefertigte OPG zeigt als zahnärztlich relevanten Hauptbefund einen fortgeschrittenen Knochenabbau im Oberkiefer. Die Zähne 24 und 36 weisen im distozervikalen Bereich eine Karies auf. Durch die zu hoch positionierte Röntgenbleischürze sind ausgelöste Artefakte (blaue Pfeile) in der Unterkiefermitte zu erkennen.



► **Abb. 9** Mit nicht abgenommener Brille durchgeführte Röntgenaufnahme zum Zwecke der Zahnersatzplanung. Außerdem sind ein Ohrhörnchen (blauer Kreis) am linken Ohr zu sehen sowie seine entsprechende Geisterstruktur auf der kontralateralen Seite (rosa Kreis) sowie die Röntgenbleischürze (blauer Pfeil) in der Kinnregion.

leicht zu erkennen (► **Abb. 10**). Akupunkturadeln können auch auf Röntgenaufnahmen als Zufallsbefunde erscheinen.



► **Abb. 10** Im Oberkiefer sind auf dieser Kontrollaufnahme 4 osseointegrierte Implantate zu erkennen, auf denen eine feststehende, sogenannte All-on-4-Versorgung eingegliedert wurde. Im Unterkiefer sind 2 wurzelgefüllte Zähne und ein frakturierter Wurzelrest in Regio 44 zu sehen. Nebenbefundlich sind beidseits die Hörgeräte (blaue Kreise) des Patienten zu erkennen.



► **Abb. 11** Die Kontrollröntgenaufnahme nach Insertion von Implantaten in den Oberkieferregionen 14, 12, 21 und 24 zeigt im Unterkiefer gleich 2 frakturierte Lindemannfräsen (blaue Kreise) in der Regio 37 und Regio 48, die jeweils zur Knochenblockentnahme verwendet wurden. Neben den insgesamt 7 endossalen Implantaten sind multiple Minischraubchen zur Fixierung von Knochenblöcken erkennbar.

V. Iatrogenes Fremdmaterial

Rotierende Instrumente

Frakturierte zahnärztliche Schleifkörper und Lindemannfräsen finden sich im OPG relativ häufig [18]. Lindemannfräsen kommen bei der operativen Entfernung der Weisheitszähne oder bei der Bildung von Knochenblöcken für Knochenaugmentationen zur Anwendung. Sie sind durch ihre Lokalisation und Form meistens einfach zu erkennen (► **Abb. 11**). Eine exakte Lagebestimmung ist allerdings mit der zweidimensionalen Aufnahme nicht möglich. Über einen Fall mit Bergung eines frakturierten Fissurenbohrers bei der Unterkiefer-Weisheitszahnentfernung berichten Chen et al. (2020). Die Autoren führten die Entfernung mithilfe eines Referenzrahmens durch, um das Fragment gezielt entfernen zu können [19]. Auch von frakturierten Spiralbohrern bei der zahnärztlichen Implantation wird berichtet [20].

Chirurgisches Instrumentarium

Andere iatrogene metallene Fremdkörper können durchaus diagnostische Schwierigkeiten bereiten: Demirkol (2015) berichtete z. B. von einem 45-jährigen Patienten, bei dem ein angefertigtes OPG ein Objekt mit ausgeprägter Radiodensität im Bereich der Extraktionswunde des Zahnes 16 zeigte. Dieser Fremdkörper imitierte in Bezug auf seine Lokalisation, seine achsengerechte Positionierung und Größe ein Zahnimplantat. Anamnestisch berichtete der Patient von einer traumatischen Zahnentfernung, jedoch nicht von einer dentalen Implantation. Mit einer DVT-Aufnahme wurde der radioopake Fremdkörper lokalisiert. Es zeigte sich, dass der Fremdkörper in Regio 16 palatinal unter der Schleimhaut gelegen war. In Lokalanästhesie konnte ein frakturiertes Elevatorium geborgen werden [21].

In der Literatur finden sich zudem einige Fallberichte zu chirurgischen Nadeln, die im Operationsgebiet zurückgelassen wurden. Ein Bericht illustriert den Fall eines 23-jährigen Patienten, der aufgrund von Zahnschmerzen ein OPG angefertigt bekommen hatte, und auf dem im Kieferwinkel rechts unterhalb des Mandibularkanals eine Nadel zu sehen war. Die Anamnese brachte zutage, dass im Alter von 4 Jahren eine Tonsillektomie durchgeführt wor-

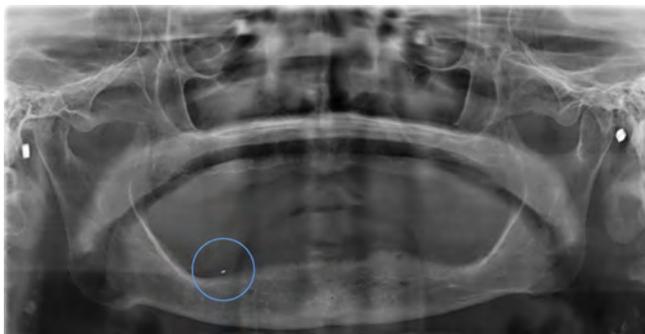
den war [22]. Die häufigere Ursache sind allerdings zahnärztlich-chirurgische Eingriffe, wie Sencimen et al. (2010) berichten. Dort wurde eine Nadel, die bei der Entfernung des oberen dritten Molaren versehentlich im pterygomandibulären Raum zurückblieb, dann intraoral unter Verwendung eines C-Arm-Fluoroskops entfernt [23].

Injektionskanülen

Frakturierte Injektionskanülen bei der Lokalanästhesie stellen u. a. durch die Einführung der Einweginjektionskanülen heutzutage eine Seltenheit dar [24–28]. Dennoch wird gelegentlich über dieses seltene Ereignis sowie die Bergung bei der Leitungsanästhesie frakturierter Kanülen berichtet, wie z. B. bei einer 18-jährigen Patientin, die ein Jahr zuvor bei ihrem Hauszahnarzt 4 Weisheitszähne entfernt bekommen hatte, und bei der die gebrochene Injektionskanüle bei der Anästhesie des N. mandibularis rechts belassen wurde, da eine Bergung des Fragments nicht möglich war [27]. Die Patientin wurde ein Jahr später mit Schmerzen in eine MKG-Klinik überwiesen, bei der das angefertigte OPG die Kanüle im rechten pterygomandibulären Raum zeigte. Die Entfernung gelang nach Anfertigung einer CT mit Unterstützung eines chirurgischen Navigationssystems [27]. In einem ähnlich gelagerten Fall, bei dem die Bergung ohne dreidimensionale röntgenologische Lokalisation gelang, gaben die Autoren als Gründe für die Fraktur der 35 mm langen Kanüle zur Leitungsanästhesie eine fehlerhafte Ausführung der Lokalanästhesie, Bewegungen des Patienten während der Injektion und herstellungsbedingte Fehler an [25].

Amalgam

Weitere typische metallische Fremdkörper in der Mundhöhle sind im Kieferknochen oder im Gewebe versprengte kleine Amalgamstücke bei der Extraktion von Zähnen (► **Abb. 12**) und in die Kieferhöhle bzw. die Nasennebenhöhlen gewanderte, „verschwundene“ Implantate [29, 30]. Hierbei handelt es sich häufig um Implantate, die bei geringer Restknochenhöhe im Oberkiefer-Seitenzahnge-



► **Abb. 12** Das zur Einschätzung des knöchernen Prothesenlagers aufgenommene OPG weist einen stark atrophierten Kieferkamm in Ober- und Unterkiefer aus. Es ist ein Amalgamrest (blauer Kreis) im Kiefer bzw. in der den Kieferkamm bedeckenden Schleimhaut zu erkennen. Nebenbefundlich sind 2 durch Ohringe hervorgerufene Opazitäten am seitlichen Bildrand erkennbar und die zugehörigen Geisterstrukturen im Bereich der Orbita.



► **Abb. 13** Bei dem zur zahnärztlichen Routinekontrolle aufgenommenen OPG sind 6 Implantate und 3 wurzelgefüllte Zähne zu erkennen. Auf dem Implantat in Regio 24 befindet sich eine provisorische Versorgung. Im Kieferwinkel links sind nebenbefundlich Gefäßclips aus Titan zu sehen (blauer Kreis). Die Anamnese ergab z. n. Zungenkarzinom links mit Neck Dissection. Die Gefäßclips wurden bei der Lymphknotenausräumung zur Blutstillung verwendet.

biet inseriert wurden und die Osseointegration ausgeblieben ist oder diese durch mechanische Traumata in die Kieferhöhle getrieben wurden. Aufgrund der Lokalisation in den Nasennebenhöhlen sind diese Fremdkörper als unerwartet zu bezeichnen.

Gefäßclips zur Blutstillung

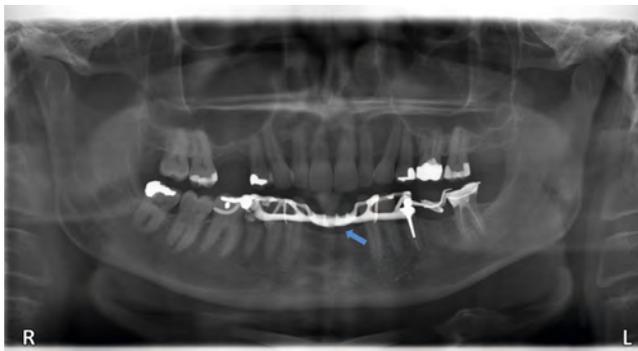
Weitere iatrogene Fremdkörper sind Gefäßclips, die im Kopf-Halsbereich z. B. bei der Blutstillung bei einer Neck Dissection zur Anwendung kommen können (► **Abb. 13**). Diese nicht ferromagnetischen Klammern bestehen häufig aus Titan bzw. Titanlegierungen oder können auch aus resorbierbarem Kunststoff hergestellt werden. Gefäßclips werden bewusst belassen und stellen keine entfernungspflichtigen Fremdkörper dar.

Herausnehmbarer Zahnersatz und Epithesen

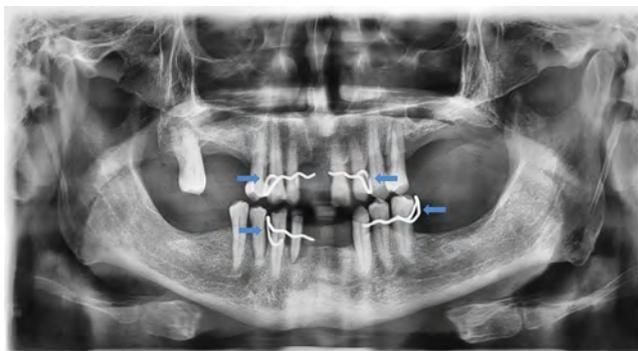
Wenn vor der Röntgenaufnahme der Patient nicht gebeten wurde herausnehmbaren Zahnersatz zu entnehmen, kann dieser zu nicht auswertbaren Aufnahmen [7] führen. Neben definitivem herausnehmbarem Zahnersatz (Totalprothesen mit Metallgerüst, Modellguss- und Teleskopprothesen) (► **Abb. 14**), kann es sich bei herausnehmbarer Prothetik auch lediglich um vorübergehenden Zahnersatz, z. B. um eine Interimsprothese mit handgeboffenen Klammern handeln (► **Abb. 15**).

Darüber hinaus können im Strahlengang befindliche nicht abgenommene Epithesen bspw. bei den Verankerungselementen Metallanteile aufweisen und dann ebenso zu vermeidbaren Fremdkörpern im OPG führen.

Ebenso können als weitere Beispiele für die Kategorie iatrogene Fremdmaterialien Stents zum Offenhalten von Gefäßen als röhrenförmige Spiraldrahtprothesen auf einer Panoramaschichtaufnahme abgebildet sein (► **Abb. 16**). Auch Drahtligaturen zur Befestigung von Drainageröhren können unbeabsichtigt abgebildet werden (► **Abb. 17**). Auch können in der Panoramaschichtaufnahme stabilisierende Eingriffe an der Halswirbelsäule abgebildet sein, wie etwa teilerfasste Platten und Schrauben bei einer HWS-Spondylodese (► **Abb. 18**).



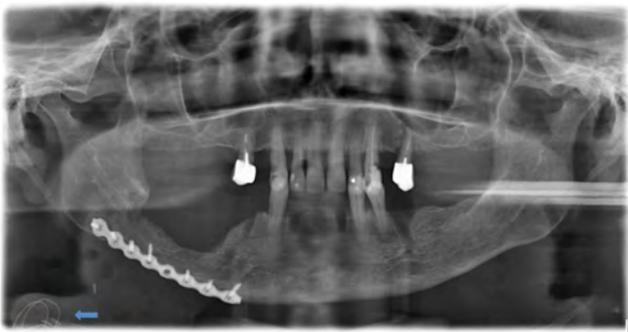
► **Abb. 14** In der routinemäßig aufgenommenen Röntgenaufnahme sind dentalradiologisch im Bereich der Wurzel des Zahnes 35 ein Metallstift sichtbar und Amalgamfüllungen auf den Zähnen 14, 25, 46 und 48 zu erkennen. Die nicht herausgenommene Modellgussprothese (blauer Pfeil) zum Ersatz der fehlenden Unterkieferzähne 36, 32–42 erschwerte eine weitere Diagnostik der klinischen Kronen im Unterkiefer.



► **Abb. 15** Nach erfolgter Parodontitisbehandlung wurde bei einem 76-jährigen Patienten zur definitiven Zahnersatzplanung dieses OPG angefertigt. Bei der Röntgenaufnahme wurde der vorübergehende Zahnersatz nicht herausgenommen. Der Patient trägt im Ober- und Unterkiefer eine Interimsprothese mit handgeboffenen Klammern (blaue Pfeile) als Halteelemente.



► **Abb. 16** Die Routineaufnahme bei einem 82-jährigen Patienten zeigt im Ober- und Unterkiefer umfangreiche Kronen- und Brückenrestaurationen. Im Unterkiefer sind 3 endossale Implantate sichtbar. Nebenbefundlich ist ein Stent in der linken A. carotis (blauer Pfeil) zu erkennen.



► **Abb. 17** Postoperatives OPG nach Tumorsektion und prophylaktischer Stabilisierung des Ramus durch eine Frakturplatte: Rechtslateral ist am unteren Bildrand eine Drahtligatur (blauer Pfeil) zur Aufnahme eines Drainagerohres als Artefakt abgebildet. Darüber hinaus ist die Lochplatte aus Titan zu erkennen, zu der eine kontralaterale Verwischungsstruktur gehört.



► **Abb. 18** Auf dieser zum Zwecke der Zahnersatzplanung angefertigten Röntgenaufnahme eines stark reduzierten Gebisses ist eine teilerfasste anteriore HWS-Spondyloseplatte (blauer Pfeil) abgebildet. Am Bildrand rechts und links sind zugehörige Geisterstrukturen zu sehen. Darüber hinaus ist ein Ohrring am linken Ohr läppchen mit zugehöriger Geisterstruktur am Unterrand der rechten Orbita vorhanden.

VI. Seltene sonstige Zufallsbefunde

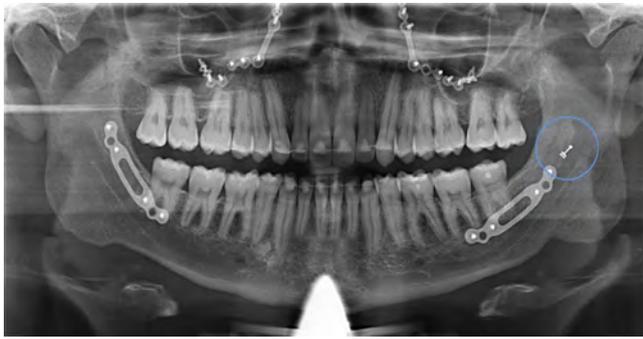
Es existieren noch Fremdkörper, die sich nicht den vorgenannten Kategorien zuordnen lassen und sehr seltene radiologische Zufallsbefunde hervorrufen. Dazu zählen Splitter von Schusswaffen, Schrotkugeln und Granatsplitter [8, 31–33] sowie akzidentelle Fremdkörpereinbringungen im Ohr läppchen, im äußeren Gehörgang und in der Nase [34]. In der Literatur findet sich ein Fallbericht von einer 16-jährigen Patientin, die von ihrem behandelnden Kieferorthopäden zur Entfernung der Weisheitszähne in eine kieferchirurgische Klinik überwiesen wurde. Auf dem präoperativ angefertigten OPG zeigte sich im Bereich des rechten Ohr läppchens ein Fremdkörper. Nach Rücksprache mit den Eltern ergab sich, dass vor 12 Jahren ein Ohrring verschwunden war. Bei der chirurgischen Eröffnung zeigte sich, dass es sich um einen eingewachsenen Verschluss eines Ohrrings handelte. Zusammenfassend trug die Anamnese zur Klärung des diagnostischen Problems entscheidend bei [35]. Fremdkörper aus Metall sind auch im äußeren Gehörgang – abgesehen von den bereits angesprochenen Hörgeräten – anzutreffen [36, 37].

Einige Fallberichte handeln von den häufigeren Fremdkörpern in der Nase von Kindern. Das Spektrum der Fundstücke reicht von Schmuck über kleine Batterien, Knöpfen bis hin zu Spielzeug [34, 38]. Exemplarisch ist hier Habibullah et al. (2010) anzuführen, die von einem ungewöhnlichen OPG bei einem unter einer Hyperaktivitätsstörung leidenden 8-jährigen Jungen berichten. Bei diesem Patienten war aufgrund einer seit 2 Wochen bestehenden Schwellung und mehrerer zerstörter Zähne eine chirurgische Sanierung vorgesehen. Auf dem präoperativen Röntgenbild zeigte sich ein intranasaler Fremdkörper. Geborgen wurden 2 Perlen, eine Heftklammer und ein Stück Radiergummi. Die Inspektion der Gehörgänge war dagegen unauffällig. Eine 3-D-Bildgebung war hier nicht erforderlich [39]. Selbstverständlich können derartige Fremdkörper auch über viele Jahre hinweg unentdeckt bleiben, wie Tay et al. (2000) in einem Fallbericht darstellen [40].

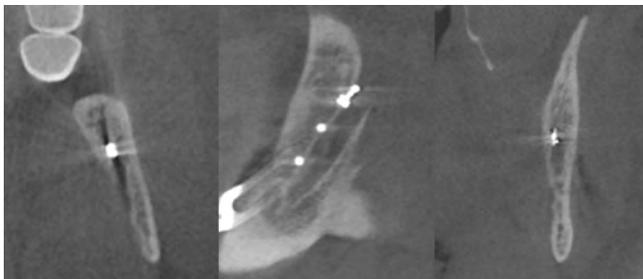
Eine weitere Rarität ist eine im Rahmen einer Dysgnathie-Operation verlorengegangene kieferorthopädische Befestigung, die im Kontrollröntgenbild einen Zufallsbefund darstellte (► **Abb. 19**) und dann mit einer DVT-Aufnahme lokalisiert wurde (► **Abb. 20**). Abschließend ist als interessanter, seltener Zufallsbefund noch die operative Technik des Goldfaden-Liftings zu nennen, bei der mittels feiner Golddrähte der Stärke 0,1 mm ein Facelifting durchgeführt werden kann. Diese Goldfäden treten im Röntgenbild dann als unregelmäßige röntgendichte, fadenförmige Artefakte in Erscheinung, die die Interpretation eines Orthopantomogramms erschweren und bei der dreidimensionalen Implantatplanung zu Fehlern führen können [41, 42].

Diskussion

Unterschiedliche metallische Fremdkörper können Artefakte im OPG hervorrufen. Diese Bildstörungen sind zum größten Teil vermeidbar, da diese vorher in der Regel bekannt sind und ab- oder herausgenommen werden können, teilweise sind diese aber auch unerwartet. An dieser Stelle zeigt sich, dass eine Unterteilung in vermeidbare und unvermeidbare Metall-Fremdkörper prinzipiell



► **Abb. 19** Auf dieser nach einer Umstellungsosteotomie routinemäßig angefertigten Aufnahme sind Osteosyntheseplatten an den Rami mandibulae und an der Maxilla abgebildet. Am unteren Bildrand ist ein durch eine Röntgenschürze hervorgerufenen Artefakt zu erkennen. Als Zufallsbefund imponiert eine kieferorthopädische Befestigung (blauer Kreis), die bei der Umstellungsosteotomie zur Fixierung von Schienen verwendet wurde, sich intraoperativ gelöst hatte und schlussendlich im Markraum des linken aufsteigenden Unterkieferastes zu liegen kam. Zunächst wurde davon ausgegangen, dass dieses Befestigungselement in den M. masseter abgeglitten war. Nach einstimmigem Votum wurde zunächst expektativ vorgegangen, bis 2 Jahre später eine DVT angefertigt wurde, um den Konsolidierungsfortschritt zu überprüfen. Dabei stellte sich heraus, dass die UK-Spaltung die Eintrittspforte war, durch die das Element zwischen die Laminae gelangte. Diesem Umstand wird nach wie vor keine Therapiepflicht beigemessen. In der vorliegenden Aufnahme wird weiterhin sichtbar, dass sich das „Bracket“ durch einen erheblich höheren Kontrast von einem zunächst angenommenen Piercing abhebt. Piercings stellen sich aufgrund ihres Abstandes zur Fokalebene in der Regel an den Objektgrenzen unschärfer dar.



► **Abb. 20** Der Fremdkörper aus ► **Abb. 19** in 3 Ebenen, geschnitten an den Orten der größten Ausdehnung. Dieser ist 2 Jahre postoperativ im Bereich der Spaltung und in enger nachbarschaftlicher Beziehung zum Mandibularkanal knöchern eingeeilt.

möglich wäre. Eine derartige Einteilung wäre für die allermeisten Fremdkörper sicherlich passend, andererseits ist z. B. unklar, ob das „gewanderte“ Befestigungselement aus der ► **Abb. 19** entsprechend dieser Argumentation nicht auch vermeidbar gewesen wäre, wenn es der Behandler nicht intraoperativ verloren hätte. In einigen Fällen war zur Klärung der Herkunft die Anamnese hilfreich, in anderen Fällen war für eine Identifizierung bzw. Bergung der Fremdkörper zusätzliche dreidimensionale Bildgebung erforderlich. Wesentlicher als formale Einteilungen bleiben die klare Identifikation und Zuordnung der gefundenen Fremdkörper und das gewissenhaft arbeitende Fachpersonal. Es ist unbedingt zu

fordern, dass jeglicher Schmuck im Kopf-Halsbereich vor Anfertigung einer Röntgenaufnahme entfernt wird [11]. Vordergründige Argumentationen der Patienten wie z. B., das Zungen-Piercing sei nur schwierig zu entfernen, dürfen kein Hindernisgrund für eine Entfernung sein. Genauso müssen – sofern dies möglich ist – medizinisch-technische Geräte abgelegt werden, da diese unter Umständen ebenso potenziell bedeutsame Befunde verschleiern oder überdecken können. Es ist darauf zu achten, dass bei Verwendung der Röntgenbleischürze diese korrekt positioniert und angelegt wird. Ein Faltenwurf ist unbedingt zu vermeiden. Iatrogene Fremdkörper im Bereich der zahntragenden Kieferabschnitte bereiten den Zahnärzten vergleichsweise weniger Schwierigkeiten. Neben den hier beschriebenen Fremdkörpern aus Titan, Blei, Gold, Silber oder ähnlichem sind naturgemäß auch Fremdkörper aus anderen Materialien auf Röntgenaufnahmen anzutreffen, die genauso Schwierigkeiten bei der Röntgendiagnostik hervorrufen können. Auch hier ist bei Unklarheiten häufig eine dreidimensionale Aufnahme hilfreich, die eine Lokalisation und Ausdehnung des Fremdkörpers in allen 3 Ebenen ermöglicht [43].

Die im vorliegenden Beitrag gezeigten Röntgenaufnahmen verdeutlichen die Problematik des Teilgebietsröntgens in der Zahnmedizin. Eine entsprechende Kenntnis potenzieller Fremdkörper ist selbst bei prospektiver flächendeckender Einführung von Software mit künstlicher Intelligenz zur Erkennung und Klassifizierung von Strukturen und Zahnbehandlungen in Panoramaröntgenbildern, die bei Implantaten, Kronen, metallenen Füllungen und endodontischen Behandlungen in zahntragenden Kieferabschnitten recht vielversprechend ist [44], unabdingbar.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Boldt J, Rottner K, Schmitter M et al. High-resolution MR imaging for dental impressions: a feasibility study. *Clin Oral Invest* 2018; 22 (3): 1209–1213
- [2] Hilgenfeld T, Saleem MA, Schwindling FS et al. High-resolution single tooth MRI with an inductively coupled intraoral coil – Can MRI compete with CBCT? *Invest Radiol* 2022; 57 (11): 720–727
- [3] Masthoff M, Gerwing M, Masthoff M et al. Dental Imaging – A basic guide for the radiologist. *Fortschr Röntgenstr* 2019; 191 (3): 192–198
- [4] Pakravan AH, Aghamiri SMR, Bamdadian T et al. Dosimetry of occupational radiation around panoramic x-ray apparatus. *J Biomed Phys Eng* 2019; 9 (5): 525–532
- [5] Fuhrmann A. *Zahnärztliche Radiologie*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013
- [6] Düker J. *Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme*. Stuttgart: Haug; 2000
- [7] Rugani P, Jakse N. Der aktuelle Stand der Röntgendiagnostik in der Zahnmedizin – Teil 1. *ZMK* 2010; 26 (3): 92–104
- [8] Omezli MM, Torul D, Sivrikaya EC. The prevalence of foreign bodies in jaw bones on panoramic radiography. *Indian J Dent* 2015; 6 (4): 185–189
- [9] Hwang SA, Kang BC, Yoon SJ et al. Unexpected radiopaque foreign bodies encountered in dental practice. *Quintessence Int* 2019; 50 (2): 146–155
- [10] Brooks JK, Price JB, Jones JL. Giant sialolith and tonsillolith with ghost images: rare presentations. *Gen Dent* 2020; 68 (6): 18–22

- [11] Liang H, Flint DJ, Benson BW. Why should we insist patients remove all jewellery? *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40 (5): 328–330
- [12] Brown RS, Coleman-Bennett MM, Jones-Matthews T. Synthetic hair braid extension artifacts in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1998; 129 (5): 601–604
- [13] Scheifele C, Lemke AJ, Reichart PA. Hair artefacts in the head and neck region. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32 (4): 255–257
- [14] Devang Divakar D, Mavinapalla S, Al Kheraif AA et al. Incidental radiographic finding of the concealed art of susuk. *Med Sci Law* 2016; 56 (3): 230–232
- [15] Kanneppady SK, Kanneppady SS, Lakshman AR et al. The charming tale of charm needles! *Journal of Health and Allied Sciences* 2017; 7 (2): 66–68
- [16] Nor MM, Yushar A, Razali M et al. Incidental radiological findings of susuk in the orofacial region. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 (6): 473–474
- [17] Varghese E, Samson RS, Nagraj SK et al. Susuk or charm needle: a strange object detected on orthodontic diagnostic radiographs. *BMJ Case Rep* 2017. doi:10.1136/bcr-2017-222497
- [18] Abe K, Beppu K, Shinohara M et al. An iatrogenic foreign body (dental bur) in the maxillary antrum: a report of two cases. *Br Dent J* 1992; 173 (2): 63–65
- [19] Chen S, Liu YH, Gao X et al. Computer-assisted navigation for removal of the foreign body in the lower jaw with a mandible reference frame: A case report. *Medicine (Baltimore)* 2020; 99 (3): e18875
- [20] Friedrich RE. Komplikationen durch verzögerte Entfernung eines submental dislozierten Spiralbohrer-Bruchstückes. *Quintessenz* 1999; 50 (4): 331–337
- [21] Demirkol M. Foreign body mimicking a dental implant radiographically. *J Craniofac Surg* 2015; 26 (8): e738–e739
- [22] Gündüz K, Celenk P, Kayipmaz S. An unusual foreign body (suturing needle) in the tonsillar region. *J Contemp Dent Pract* 2004; 5 (4): 148–154
- [23] Sencimen M, Bayar GR, Gulsels A. Removal of the retained suture needle under C-arm fluoroscopy: a technical note. *Dent Traumatol* 2010; 26 (6): 527–529
- [24] Acham S, Truschneegg A, Rugani P et al. Needle fracture as a complication of dental local anesthesia: recommendations for prevention and a comprehensive treatment algorithm based on literature from the past four decades. *Clin Oral Investig* 2019; 23 (3): 1109–1119
- [25] Bailey E, Rao J, Saksena A. Case report: Fractured needle in the pterygo-mandibular space following administration of an inferior dental nerve block. *Dent Update* 2015; 42 (3): 270–272
- [26] Faura-Solé M, Sánchez-Garcés MA, Berini-Ayres L et al. Broken anesthetic injection needles: report of 5 cases. *Quintessence Int* 1999; 30 (7): 461–465
- [27] Lee TY, Zaid WS. Broken dental needle retrieval using a surgical navigation system: a case report and literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015; 119 (2): e55–e59
- [28] Reck SF, Fielding AF. Linear radiopacity resembling broken needle. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72 (6): 757–758
- [29] Galindo-Moreno P, Padial-Molina M, Avila G et al. Complications associated with implant migration into the maxillary sinus cavity. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 (10): 1152–1160
- [30] Wanner L, Manegold-Brauer G, Brauer HU. Review of unusual intraoperative and postoperative complications associated with endosseous implant placement. *Quintessence Int* 2013; 44 (10): 773–781
- [31] Schulze D. Interpretation von Röntgenbildern – Granatsplitter. *Quintessenz Zahnmedizin* 2017; 68 (9): 1069
- [32] Stockmann P, Vairaktaris E, Fenner M et al. Conventional radiographs: are they still the standard in localization of projectiles? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104 (4): e717–e715
- [33] Zeller AN, Neuhaus M, Lentge F et al. Rätselhafter Fremdkörper im OPT: Patient hatte den Schuss nicht gehört. *Zahnärztl Mitt* 2022; 112 (20): 38–40
- [34] Maspero C, Abate A, Inchingolo F et al. Incidental Finding in Pre-Orthodontic Treatment Radiographs of an Aural Foreign Body: A Case Report. *Children* 2022; 9 (3): 421
- [35] Sancar M. Impacted earring clip visible on panoramic radiograph. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 (1): 36–37
- [36] Schafer T, Riggs B, Murakaru J et al. Incidental finding of a foreign object on a panoramic radiograph. *Pediatr Dent* 2015; 37 (5): 453–454
- [37] Voss JO, Maier C, Wüster J et al. Imaging foreign bodies in head and neck trauma: a pictorial review. *Insights Imaging* 2021; 12 (1): 20
- [38] Lloyd S, Talati VR, Ward JP. An unusual finding on routine dental pan-oral tomography. *Br Dent J* 1994; 176 (4): 144–146
- [39] Habibullah MA, Bhat SS, Hegde KS. Multiple intranasal foreign bodies: An incidental diagnosis. *Int J Clin Pediatr Dent* 2010; 3 (3): 203–235
- [40] Tay AB. Long-standing intranasal foreign body: an incidental finding on dental radiograph: a case report and literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90 (4): 546–549
- [41] Keestra JA, Jacobs R, Quirynen M. Gold-wire artifacts on diagnostic radiographs: A case report. *Imaging Sci Dent* 2014; 44 (1): 81–84
- [42] Schulze D. Interpretation von Röntgenbildern – Subkutane Goldfäden. *Quintessenz Zahnmedizin* 2019; 70 (3): 354
- [43] Brauer HU. Parapharyngeale Kalzifikationen als Zufallsbefunde in der Panoramaschichtaufnahme und der dentalen digitalen Volumentomografie. *Fortschr Röntgenstr* 2018; 190 (9): 859–860
- [44] Bonfanti-Gris M, Garcia-Cañas A, Alonso-Calvo R et al. Evaluation of an Artificial Intelligence web-based software to detect and classify dental structures and treatments in panoramic radiographs. *J Dent* 2022. doi:10.1016/j.jdent.2022.104301