

Artefakt im Panoramaröntgen

G. Bauer

Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Wien, Sensengasse 2, A-1090 Wien, Österreich

Artifact in Panorama X-Ray

Summary. The false diagnosis of a fracture of the lower jaw offers an opportunity to explain the radiogram technique in panorama X-ray, to discuss the possibilities provoking artefacts, and to describe the perceptibility of such artificial products.

Key words: Panorama X-ray, artefact – Lower jaw fracture, panorama X-ray

Zusammenfassung. Die falsche Röntgendiagnose einer Unterkieferfraktur gibt Anlaß, die Aufnahmetechnik des Panoramaröntgens zu erläutern und die Möglichkeiten der Entstehung eines Artefaktes sowie dessen Erkennbarkeit im Röntgenbild zu besprechen.

Schlüsselwörter: Panoramaröntgen, Artefakt – Unterkieferfraktur, Panorama-röntgen

Ein panoramaartiger Überblick des Zahn- und Kieferbereiches wird grundsätzlich durch zwei röntgentechnische Verfahren ermöglicht:

Das sogenannte Panoramavergrößerungsverfahren arbeitet mit einem intraoralen Fokus, also einer in die Mundhöhle eingebrachten Röntgenröhre und einem Film, der den äußeren Weichteilen des Ober- oder Unterkiefers lose angelegt wird. Somit kann jeweils nur ein Kiefer abgebildet werden. Man verwendet eine Hohl-anodenröhre, deren Brennfleck intraoral ganz vorne an der Kuppe des Anodenrohres liegt, wo sich ein als Reflexionsanode wirkender Körper aus hochatomigem Material befindet; die von der Kathode ausgehenden Elektronen treffen im Zentrum der Anodenkuppe auf und lösen eine aus dem Inneren der Mundhöhle in Richtung Ober- oder Unterkiefer gerichtete Röntgenstrahlung aus. Ein extrem kleiner Brennfleck und ein dünnes in die Mundhöhle einführbares Anodenrohr sind also die wesentlichen Voraussetzungen dieses Verfahrens. Die Expositionszeit liegt bei Verwendung von Verstärkerfolien zwischen 0,1 und 0,2 s. Das Objekt wird vergrößert abgebildet. Die Vergrößerung wird um so stärker, je kleiner der Fokus-Objekt-Abstand und je größer die Distanz zwischen Objekt und Film ist. Bei einer

Dicke des Weichteilpolsters zwischen 10 und 20 mm ergibt sich eine 1,5- bis 2,3fache Vergrößerung des Objektes. Unter durchschnittlich genormten Abstandsverhältnissen wird das Objekt im Frontzahnbereich auf das 1,5-, im Seitenzahnbereich auf das 2,5fache vergrößert. Zur Verfügung stehen vor allem das Status-X-Gerät von Siemens und der Panoramixapparat der Firma CGR Koch & Sterzel KG [3].

Beim Panoramaschichtverfahren mit dem Orthopantomographen vollführen Strahlenquelle und Bildauffangebene eine koordinierte Bewegung um den fixierten Kopf des Patienten, die jedoch keiner Kreisbahn, sondern der normierten Krümmung eines Unterkieferbogens folgt und damit die orthoradiale Abbildung auf dem Film ermöglicht. Damit wird eine Kiefer und Zähne enthaltende gekrümmte Schicht dargestellt, während davor und dahinter gelegene Objekte tomographisch verwischt sind.

Fehlermöglichkeiten bei der Schichtaufnahmetechnik sollen nun demonstriert werden.

Im Rahmen eines Strafverfahrens nach Raufhandel war von medizinischer Seite zu Grad und Umfang der Gesichtsverletzung eines 20jährigen Mannes Stellung zu nehmen. An objektiven Beurteilungsgrundlagen boten sich vor allem zwei Panoramaschichtaufnahmen an, die am Tag des Vorfalles bzw. 10 Tage später angefertigt worden waren. Abbildung 1 (erste Aufnahme) zeigt in der linken Unterkieferhälfte eine sofort auffallende Stufenbildung mit Verschiebung um Corticalisbreite. Die zweite Röntgenaufnahme (Abb. 2) läßt von dieser massiven Stufenbildung mit Dislokation der scheinbaren Kieferfragmente dagegen überhaupt nichts erkennen. Nach der ebenfalls vorgelegenen Krankheitsgeschichte hatte man bei dem Patienten neben einer tiefen Rißquetschwunde über der linken Oberlippe vor allem auch ein beträchtliches Hämatom mit starker Druckschmerzhaftigkeit im Bereich der linken Unterkieferhälfte und eben aufgrund des ersten Röntgenbildes eine Unterkieferfraktur links festgestellt. Unter dieser Diagnose war der Patient auch 5 Tage stationär aufgenommen und bereits zur kieferchirurgischen Operation vorgesehen, von der man dann jedoch im Hinblick auf die Kontrollaufnahme Abstand nahm. Gleichwohl erfolgte auch die Entlassung des Patienten unter der Diagnose Unterkieferfraktur, was offenbar von dem Patienten zum Anlaß genommen wurde, in der Folge einen insgesamt 2monatigen Krankenstand in Anspruch zu nehmen.

Bei der Begutachtung wurde davon ausgegangen, daß eine Ausheilung nach, wie man aus dem ersten Röntgenbild entnehmen müßte, schwerster und mit starker Dislokation einhergehender Unterkieferfraktur innerhalb von 10 Tagen unmöglich ist, zumal auch eine chirurgische Intervention und Reposition nicht erfolgte.

Zur Rekonstruktion des Artefaktes ist die Kenntnis von Bau- und Funktionsweise des Orthopantomographen notwendig. Abbildung 3 zeigt rechts die Strahlenquelle, welche bei der Aufnahme die hintere Schädelhälfte im Uhrzeigersinn umkreist, während gleichzeitig die links im Bild erkennbare Filmkassette in gleicher Richtung von links nach rechts um den Gesichtsschädel herumgeführt wird. Die Filmkassette entspricht im Längsschnitt dem Sektor eines Kreises und wird während der Aufnahme um die Achse dieses Kreises gedreht. Der Film beschreibt also zwei, und zwar synchron ablaufende Bewegungen; er wird im

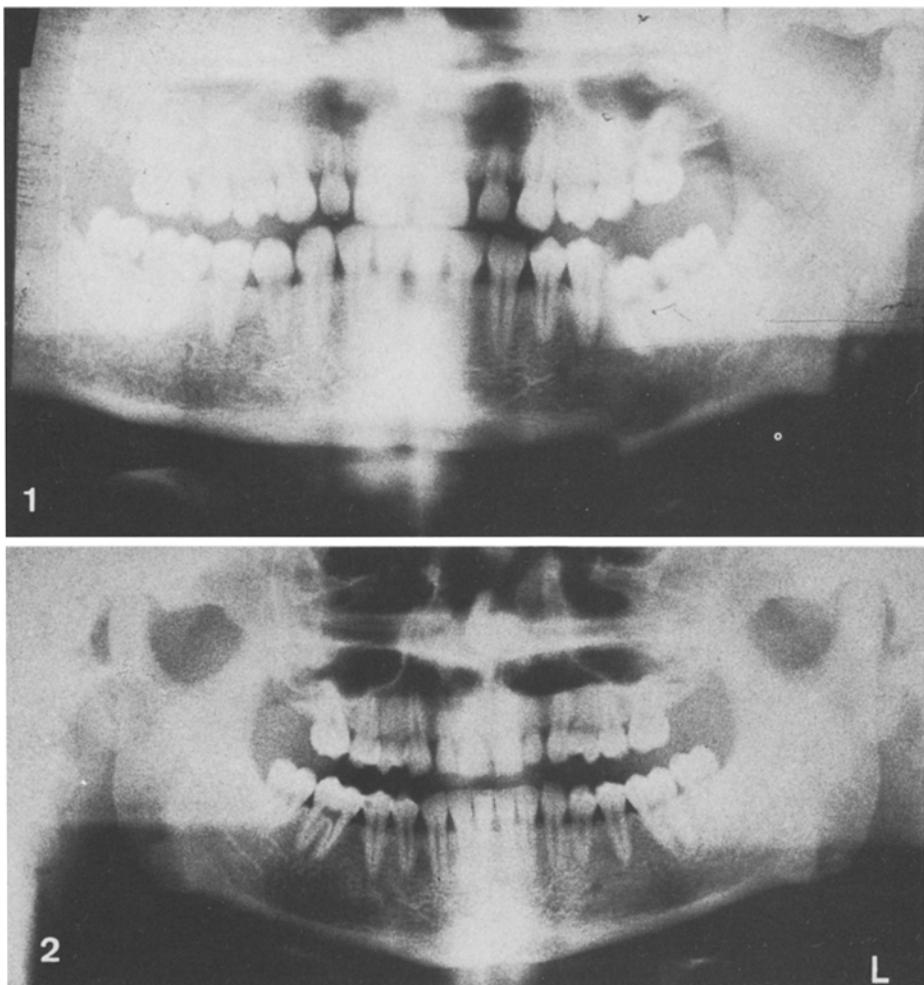


Abb. 1. Orthopantomographische Panoramaaufnahme mit deutlicher Stufenbildung in der linken Unterkieferhälfte

Abb. 2. Zehn Tage später angefertigte Kontrollaufnahme ohne Zeichen einer Fraktur

Bogen um das Gesicht des Patienten und zudem kreisförmig an der Sekundärschlitzblende vorbeigeführt.

Abbildung 1 lässt zunächst erkennen, daß sich der Kopf des Patienten bei der Aufnahme nicht in vorschriftsmäßiger Position befunden hat, was die unscharfe Darstellung erklärt. Um den Kopf in die günstigste Aufnahmeposition zu bringen, soll der Patient mit den Frontzähnen in die Vertiefungen eines festmontierten Aufbißstückes aus Plastik beißen. Dies scheint bei der gegenständlichen Aufnahme nicht geschehen zu sein. Dadurch kommt es aber häufig dazu, daß der Patient mit dem Kopf von der Filmebene zu weit entfernt ist. Dies erkennt man auch an der überstarken, ca. 1,5fachen Vergrößerung der Schneidezähne, die normalerweise nur das 1,3fache betragen sollte. Mit dieser falschen Positionierung rückt

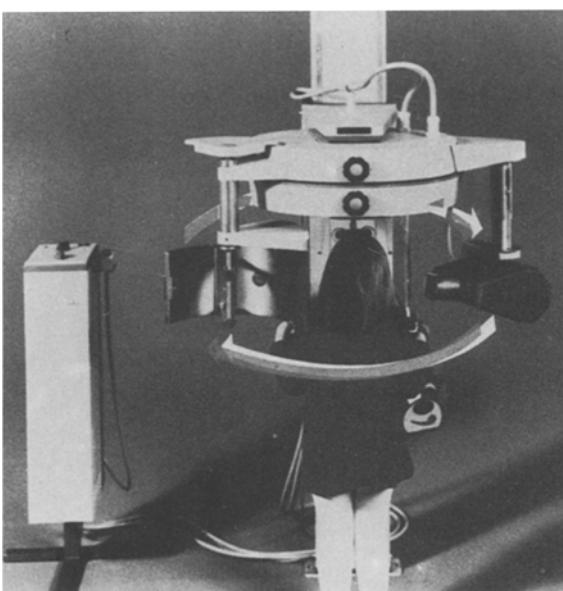


Abb. 3. Orthopantomograph der Firma Siemens¹

besonders der Frontzahnbereich aus jener, vorne nur etwa 4–6 mm breiten Schicht heraus, in welcher das Objekt scharf dargestellt wird. Für eine falsche Position bei der Aufnahme spricht auch der dichte Schatten, der sich über die Mittelgesichtsregion projiziert. Zu dieser störenden Abbildung der Knorpelknochenmasse der Halswirbelsäule kommt es dann, wenn die Röntgenstrahlen die Wirbelsäule nicht quer, sondern schräg durchsetzen.

Aus der überstarken Vergrößerung, unscharfen Abbildung des Frontzahnbereiches und massiven Verschattung durch die Halswirbelsäule kann somit darauf geschlossen werden, daß der Patient bei dieser Aufnahme falsch eingestellt und mit der unteren Gesichtshälfte von der Filmebene zu weit entfernt war, also offenbar kein Aufbißstück verwendet wurde und somit nicht die gebotene Feststellung der Kiefer mit Kieferschluß erfolgte.

Es scheint aber auch — vom Patienten unabhängig — die Aufnahmetechnik fehlerhaft gewesen zu sein. Abbildung 1 zeigt nämlich eine asymmetrische Lokalisation des Gesichtsschädels im Film, der rechte Kieferwinkel ist nicht mehr zu sehen. Vom Filmanfang, entsprechend der linken Kieferseite, ist außerdem ein offenbar unbelichtet gewesener Streifen weggeschnitten. Dies läßt darauf schließen, daß sich die Kassette nicht in regelrechter Ausgangsposition befunden hat, dadurch ein Abschnitt am Beginn des Filmes unbelichtet blieb, dann aber der Film nicht mehr ausreichte, um den gesamten Gesichtsschädel auch noch auf der rechten Seite zur Darstellung zu bringen.

Die Kontrollaufnahme vom Patienten in Abb. 2 läßt von all diesen Fehlern kaum etwas erkennen. Der Frontzahnbereich ist ohne überstarke Vergrößerung

1 Diese Abbildung wurde mir freundlicherweise von der Firma Siemens zu Demonstrationszwecken zur Verfügung gestellt

scharf dargestellt, der Schatten der Halswirbelsäule ist viel weniger störend. Vor allem ergibt aber der Vergleich zur Erstaufnahme, daß sich die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers nicht in unmittelbarer Okklusion befinden, sondern durch einen einigen Millimeter großen Zwischenraum getrennt sind. An der Erstaufnahme ist aber ein solcher Zwischenraum, der bei Verwendung eines Aufbißstückes im Frontzahnbereich sichtbar sein müßte, nicht vorhanden. Schließlich ist es in der Kontrollaufnahme auch zur nahezu genau symmetrischen Abbildung des Gesichtsschädels in der Mitte des verwendeten Filmes gekommen, somit befand sich also die Kassette bei dieser Aufnahme offenbar regulär in Ausgangsposition.

Der zu klärende Befund, die Pseudofraktur der linken Unterkieferhälfte in der ersten Aufnahme, läßt grundsätzlich an ein Verwackeln durch die Apparatur selbst oder eine unvorhergesehene Bewegung des Patientenkopfes denken. Die erste Möglichkeit kommt bereits nach kurzer Betrachtung der Bau- und Funktionsweise des Orthopantomographen praktisch nicht in Betracht.

Bei einer Bewegung des Patienten während der 12 s dauernden Aufnahme kann der Kopf insgesamt oder lediglich der Unterkiefer in Relation zum übrigen Schädel bewegt worden sein. Dazu fällt in Abb. 1 auf, daß links bis zu der fraglichen Stufenbildung im Unterkiefer ein beträchtlicher Abstand zwischen den Kauflächen der Zähne im Ober- und Unterkiefer, im übrigen Verlauf des Ober- und Unterkiefers hingegen entweder gar kein oder nur ein wesentlich kleinerer Abstand zwischen den Zähnen besteht. Durch die Bewegung von Strahlenquelle und Filmkassette wird nun immer zuerst die linke und dann die rechte Gesichtshälfte abgebildet; es kommt also zu einer kontinuierlichen Darstellung, die hinter dem linken Kiefergelenk beginnt, sich über den gesamten Kieferbogen von links nach rechts fortsetzt und — bei regulärer Aufnahmetechnik — mit der Abbildung des rechten Kiefergelenkes endet. Unter Berücksichtigung dieses Entstehungsablaufes jeder orthopantomographischen Aufnahme wäre daher aus der Aufnahme in Abb. 1 der Schluß zu ziehen, daß der Patient den Mund zunächst geöffnet hatte und dann — möglicherweise über eine zudem verspätete Aufforderung der Röntgenassistentin — den Kiefer geschlossen hat. Die Richtigkeit dieser Hypothese veranschaulicht die Aufnahme in Abb. 4. Es handelt sich dabei um einen Totenschädel, dessen Unterkiefer, wie bei derartigen Präparaten üblich, links und rechts durch einen Federzug fixiert ist. Vor Beginn der Aufnahme wurde durch Einschieben eines Holzstückes zwischen die Frontzähne ein leicht geöffneter Mund simuliert. Etwa 5 s nach Aufnahmehbeginn wurde das Holzstück ruckartig aus den Zahnreihen entfernt, wodurch es sofort zu einem Kieferschluß kam. Das Bild zeigt nun einen durchaus gleichartigen Befund zu der Aufnahme in Abb. 1, womit praktisch bewiesen ist, daß der Patient damals den Mund zuerst leicht geöffnet und erst einige Sekunden später geschlossen hatte. Auffällig ist in dieser Testaufnahme (Abb. 4) auch der Umstand, daß im Bereich der Stufenbildung des Unterkiefers die Wurzeln des 1. und 2. Backenzahnes schräg auseinandergerissen erscheinen, wobei man den Eindruck mehrerer parallel laufender bandförmiger Aufhellungen hat. Ein derartiger Befund hätte wohl auch bei der Beurteilung des Patientenröntgenbildes die fragliche Stufenbildung im Unterkieferbereich von vornherein als Artefakt gekennzeichnet. Im vorliegenden Fall ist es aber zu einem solchen charakteristischen Kunstprodukt nicht gekommen, da sich die Stufenbildung nur im Knochenbereich, und zwar zwischen dem 2. Backenzahn und dem 1. Mahlzahn



Abb. 4. Orthopantomographische Aufnahme von einem Totenschädel; Simulation einer Stufenbildung in der linken Unterkieferhälfte durch Kieferschluß während der Aufnahme



Abb. 5. Orthopantomographische Aufnahme einer Versuchsperson mit simulierter Stufenbildung in der rechten Unterkieferhälfte durch ruckartige Beugung des Kopfes während der Aufnahme

abgezeichnet hat, somit noch dazu an einer Stelle, wo die Unterkieferfrakturen am häufigsten lokalisiert sind [5].

Bei einer Bewegung des gesamten Kopfes, etwa einer Beugung, ergibt sich ein Bild wie in Abb. 5. Die Versuchsperson hat in der zweiten Hälfte der Aufnahmezeit den Kopf ruckartig gebeugt. Man sieht eine massive Stufenbildung in der rechten Unterkieferhälfte, vor allem aber auch, daß der Abstand zwischen den Zähnen des Ober- und Unterkiefers auf der rechten Seite nach der Stufenbildung nicht größer als vorher ist. Man kann also leicht erschließen, daß der Mund der Versuchsperson während dieser gesamten Aufnahme geschlossen war und somit nur die Bewegung des Kopfes als Ursache des Artefaktes in Frage kommt. Die Aufnahme zeigt

überdies in dem Bereich nach der Stufenbildung eine Versetzung aller Gesichtsschädelstrukturen nach unten, besonders deutlich sieht man die Verschiebung des unteren Randes der rechten Augenhöhle im Vergleich zur Gegenseite.

Eine im Röntgenbild sichtbare Stufenbildung des Unterkiefers muß also nicht immer einer Fraktur entsprechen. Besonders bei nicht eindeutigen Befunden aus Klinik und Krankheitsgeschichte sollte man vorerst darauf Bedacht nehmen, nach welcher Methode bei der Panoramaaufnahme vorgegangen wurde.

Beim Panoramavergrößerungsverfahren (Status-X) liegt die Expositionszeit im Bereich von wenigen Zehntelsekunden, so daß die Entstehung eines Kunstproduktes durch Kiefer- oder Kopfbewegungen des Patienten höchst unwahrscheinlich ist. Bei der Status-X-Aufnahme wird ein 10×24 cm-Film verwendet, auf dem jeweils nur ein Kiefer und keine anderen Knochenstrukturen des Schädels sichtbar sind, da die Röntgenstrahlen von einem enoralen Fokus den Kiefer in posterior-anteriorer Richtung durchsetzen. Dagegen ist die orthopantomographische Aufnahme durch das 15×30 cm-Format, die Abbildung beider Kiefer und die zusätzliche, wenngleich tomographisch verwischte Darstellung anderer Schädelstrukturen gekennzeichnet.

Ein Kunstprodukt wie im gegenständlichen Fall, mit daraus resultierender fälschlich positiver Diagnose einer Fraktur ist mir aus der Literatur und auch nach Befragen von Radiologen und Kieferchirurgen nicht bekannt geworden. So berichtet Biedermann [2] unter 405 Unterkieferfrakturen sieben Brüche, die orthopantomographisch nicht erfaßt wurden, aber keinen Befund, der als Artefakt qualifiziert werden mußte. Der Nachteil der orthopantomographischen Aufnahme wird ja vor allem darin gesehen, daß der genaueren Darstellung der Knochenstrukturen Grenzen gesetzt sind [4] und eben für eine exakte Darstellung von Bruchlinien besonders im Unterkiefer [6] doch die intraorale Aufnahmen zu bevorzugen sind.

Bei der rechtlichen Beurteilung im Strafverfahren ist die Diagnose einer Unterkieferfraktur in Deutschland weniger entscheidend als in Österreich, wo leichte und schwere Verletzungen sowie schwere Dauerfolgen getrennt in drei eigenen Paragraphen erfaßt werden. In Deutschland würden hingegen die bloße Unterkieferprellung wie auch eine Fraktur unter den Tatbestand der einfachen Körperverletzung fallen, wenngleich das Strafausmaß bei Annahme eines Kieferbruches wohl auch ein anderes wäre [1].

Literatur

1. Bauer G (1981) Objektive Voraussetzungen strafrechtlicher Haftung. *Z Rechtsmed* 86: 281–285
2. Biedermann F, Rink B, Laufer U (1980) Darstellungsmöglichkeiten der Frakturen des Kiefer-Gesichtsbereiches im Orthopantomogramm. *Radiol Diagn (Berl)* 21: 785–794
3. Canigiani G (1976) Das Panoramaaufnahmeverfahren. Thieme, Stuttgart
4. Neuner O, Schiegg H (1969) Die Verwendung des Orthopantomogramms zur Diagnostik, Planung und Beurteilung der Therapie in der Kieferchirurgie. *Dtsch Zahnärztl Z* 24: 64–70
5. Reinhardt G, Gerstmann D (1979) Kieferverletzungen als Folge von Verkehrsunfällen. *Beitr Gerichtl Med* 37: 183–187
6. Schröder F (1965) Panoramaaufnahmen und „klassische“ Schädelaufnahmen in der Traumatologie. *Zahnärztl Prax XVI*: 124