

THOMAS SCHNEIDER¹
 KATHARINA FILO¹
 ASTRID L. KRUSE²
 MICHAEL LOCHER¹
 KLAUS W. GRÄTZ²
 HEINZ-THEO LÜBBERS²

¹ Poliklinik für Orale Chirurgie, Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich, Zürich

² Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich, Zürich

KORRESPONDENZ

PD Dr. med. Dr. med. dent.
 Heinz-Theo Lübbers
 Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
 Zentrum für Zahnmedizin
 der Universität Zürich
 Plattenstrasse 11
 8032 Zürich
 Tel. 044 255 50 64
 Fax 044 255 41 79
 E-Mail: t.luebbers@gmail.com

SWISS DENTAL JOURNAL 124:
 530–538 (2014)
 Zur Veröffentlichung angenommen: 20. August 2013

Lagevariationen in der Anatomie retinierter unterer Weisheitszähne und deren Implikationen für die Praxis

SCHLÜSSELWÖRTER

retinierter Zahn,
 Weisheitszahn,
 Digitale Volumetomografie,
 Computertomografie,
 Normvarianten

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entfernung retinierter Weisheitszähne ist einer der häufigsten oralen Eingriffe. Eine 3-dimensionale (3D) Bildgebung wird vielfach eingesetzt und ihre Notwendigkeit intensiv diskutiert. Ziel der Studie war es, die anatomischen Lagevariationen dritter unterer Molaren zu beschreiben, und anhand dieser den Sinn einer solchen Bildgebung zu beleuchten.

Es wurde eine retrospektive Fallstudie aus Patienten einer oralchirurgischen Fachabteilung im Zeitraum von Januar 2009 bis Februar 2013 erstellt. Als primäre Studienvariablen waren die räumliche Beziehung zum Mandibularkanal, Angulation, Wurzelkonfiguration und Entwicklungsstadium des Zahnes definiert. Die deskriptive Statistik wurde für alle Variablen berechnet.

Insgesamt wurden 1197 Weisheitszähne bei 699 Patienten ausgewertet. Ein direkter Kontakt

zum Mandibularkanal wurde in 46,7% festgestellt, eine Nähe in 28,7% und ein messbarer Abstand in 24,6%. In 29,0% verlief der Mandibularkanal vestibulär und in 23,8% lingual der Zahnstrukturen. In 7,4% war der Verlauf interradikulär und in 0,6% intraradikulär. Die meisten Zähne hatten eine (21,3%) oder zwei (55,3%) Wurzeln. Weitere Varianten waren drei (17,6%), vier (2,0%) oder fünf (0,2%) Wurzeln. Hierbei perforierten 31,4% der Zähne mit ihrem Wurzelstock die linguale und 4,3% die vestibuläre Kompakta. Die Zähne wiesen zu 44,4% eine mesiale und zu 9,7% eine distale Angulation auf. Lingual gekippt waren 35,3%, bukkal 2,9%. Basierend auf der anatomischen Vielfalt wird eine 3-D-Bildgebung vor der geplanten Entfernung eines unteren Weisheitszahnes empfohlen, sofern die konventionelle Bildgebung komplizierte Verhältnisse nicht ausschliessen kann.

Einleitung

Die chirurgische Entfernung von retinierten dritten Molaren ist – neben implantologischen Massnahmen – der wohl häufigste chirurgische Eingriff in der oralen Chirurgie wie auch der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Eine Schädigung des Nervus alveolaris inferior ist eine zum Glück seltene aber typische Komplikation des chirurgischen Eingriffes (SUSARLA & DODSON 2007). Das Alter des Patienten, die Erfahrung des Chirurgen und die Impaktionstiefe des Zahnes sind beschriebene Einflussgrössen (HAUG ET AL. 2005; BLONDEAU & DANIEL 2007; BAQAIN ET AL. 2008).

Nach der Entwicklung der Computertomografie (CT) (CORMACK 1963; CORMACK 1964; HOUNSFIELD 1973), wurde diese auch zur Schnittbildgebung von retinierten Weisheitszähnen verwendet (JAQUIERY ET AL. 1994; ENGELKE ET AL. 1997). Mit der Einführung der Digitalen Volumetomographie (DVT) hat die dreidimensionale (3D) Darstellung bei Fragestellungen rund um retinierte Zähne immens an Aktualität gewonnen. Die Frage der Beziehung zwischen dem unteren dritten Molaren und dem Nervus alveolaris inferior war beispielsweise regelmässig Gegenstand von wissenschaftlichen Untersuchungen (NAKAGAWA ET AL. 2007; SUSARLA & DODSON 2007; NAKAMORI ET AL. 2008; TANTANAPORNKUL ET AL. 2009).

Insbesondere in Situationen mit den von Rood beschriebenen *klassischen* Risikofaktoren in der herkömmlichen Panoramanschichtaufnahme (ROOD & SHEHAB 1990) erscheint die Kenntnis der exakten 3-D-Anatomie des individuellen Patienten nicht nur für die Risikobewertung und die informierte Einwilligung nützlich, sondern auch für eine allfällige Anpassung der chirurgischen Strategie entscheidend.

Ziel der vorliegenden Studie war das Vorkommen und die Häufigkeiten von anatomischen Lagevariationen von unteren dritten Molaren mit enger Lagebeziehung zum Mandibularkanal zu untersuchen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Beziehung des unteren dritten Molaren zum Mandibularkanal gelegt, da diese das wohl relevanteste Komplikationsrisiko beinhaltet.

Material und Methoden

Um den Forschungszweck zu erfüllen, entwickelten und untersuchten die Autoren eine retrospektive Fallstudie. Die Studienpopulation bestand aus allen Patienten, die zwischen Januar 2009 und Februar 2013 an der Poliklinik für Orale Chirurgie einer Schweizer Universitätszahnklinik zur Beurteilung und Therapie von Weisheitszähnen vorstellig wurden. Um in die Studie eingeschlossen zu werden, mussten die Patienten eine 3-D-Bildgebung der relevanten Region erhalten haben. Patienten wurden als Probanden ausgeschlossen, wenn in der 3-D-Bildgebung eine sichere Bewertung der Studienvariablen unmöglich war.

Das verwendete DVT war ein KaVo 3D eXam (KaVo Dental AG, Brugg, Schweiz). Ohne spezielle Zusatzfragestellungen wurde für Weisheitszahnabklärungen eine Ortsauflösung (Voxelgröße) von 0,4 mm eingestellt. Die Aufnahmezeit betrug hierbei 8,5 Sekunden bei 90–120 kVp und 3–8 mA (gepulst).

Die Auswertung wurde an einem PC (HP Compaq 6200 Pro Microtower PC, Grafikkarte: Intel HD Graphics 2000 Dynamic Video Memory Technology, Maus: HP Compaq DC 172B; Hewlett Packard, Palo Alto/CA, USA) mit kalibrierten Monitor (HP Compaq LA 2306x; Hewlett Packard, Palo Alto/CA, USA) durchge-

führt. Zur Auswertung wurde die Rekonstruktionssoftware eXamVision Version 1.9.3.13 (KaVo Dental GmbH, Biberach/Riss, Deutschland) verwendet.

Die Auswertung erfolgte innerhalb eines Zeitraums von 4 Wochen durch einen Assistenz Zahnarzt mit insgesamt 6 Jahren Berufserfahrung, welcher sich im dritten Ausbildungsjahr zum Fachzahnarzt für Oralchirurgie befand. Zweifelsfälle wurden am Ende der Auswertungsphase gemeinsam mit dem Leiter der dentomaxillofazialen Radiologie (habilitierter Oberarzt, Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, 11 Jahre Berufserfahrung, Ausbilder Digitale Volumetomografie) erneut beurteilt.

Zur Auswertung wurde die Darstellung auf dem Bildschirm zunächst so weit wie möglich durch Anpassen des Kontrastes verbessert. Anschliessend erfolgte die Evaluation in unten angegebener Systematik. Falls notwendig und hilfreich wurde auch während der Auswertung erneut Helligkeit und/oder Kontrast angepasst.

Folgende Kriterien wurden untersucht:

- Räumliche Beziehung zwischen Zahn und Mandibularkanal (Beurteilung in beliebigen Schichten, hauptsächlich koronal)
 - Mandibularkanal apikal der Zahnstrukturen
 - Mandibularkanal bukkal
 - Linguale Kompakta intakt
 - Nervverlauf in der lingualen Kompakta
 - Mandibularkanal lingual
 - Linguale Kompakta intakt
 - Nervverlauf in der lingualen Kompakta
 - Mandibularkanal zwischen apikal offenen Wurzeln (inter-radikulärer Mandibularkanalverlauf)
 - Mandibularkanal durch apikal geschlossenen Wurzelstock (intradikulärer Mandibularkanalverlauf)
 - Direkter Kontakt Zahn zu Mandibularkanal (Abb. 1)
 - Annäherung von Zahn und Mandibularkanal (Abb. 2)
 - Spongöser Raum zwischen Mandibularkanal und Zahn (Abb. 3)

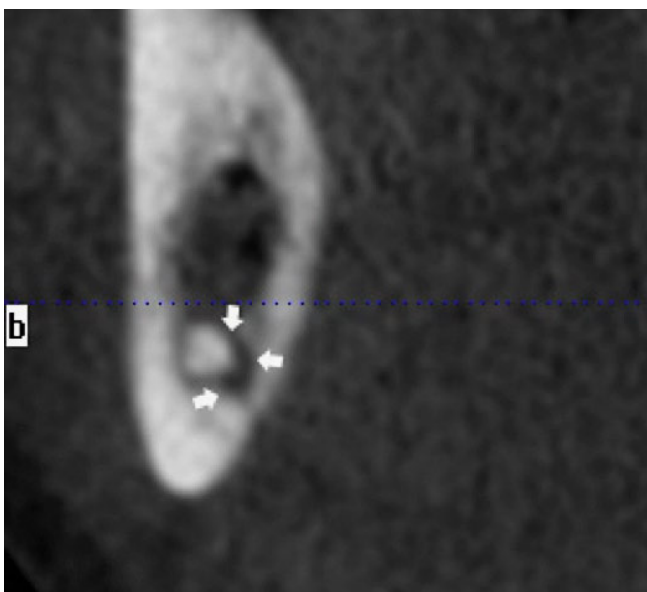


Abb. 1 Beispiel mit direktem Kontakt zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren; flacher Kanalquerschnitt; weisse Pfeile = Mandibularkanal (koronale Schnittebene bei Zahn 48).



Abb. 2 Beispiel einer Annäherung zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren, eine Abgrenzung von Kanal und Zahnwurzel ist noch möglich; ovaler Kanalquerschnitt; weisse Pfeile = Anschnitt Zahnwurzel 38 (koronale Schnittebene bei Zahn 38)

- Durchmesser des Mandibularkanales (Beurteilung in koronaler Schicht)
 - Konstanter Durchmesser; rundlich (Abb. 3)
 - Leichte Einengung; ovalär (Abb. 2)
 - Starke Einengung; flach (Abb. 1)
- Anatomie der Zahnwurzeln
 - Unreife Wurzeln (Beurteilung in sagittaler Schicht)
 - Voll ausgebildete Wurzeln (Beurteilung in sagittaler Schicht)
 - Anzahl der Wurzelspitzen (Beurteilung in sagittaler und koronaler Schicht)
 - Perforation der lingualen Kompakta durch Wurzelanteile (Beurteilung in koronaler und axialer Schicht)
 - Ohne Perforation der lingualen Kompakta durch Wurzelanteile (Beurteilung in koronaler und axialer Schicht)

- Art der Retention (Beurteilung in sagittaler und koronaler Schicht)
- Angulation des Zahnes
 - mesio-distal (Beurteilung in sagittaler Schicht)
 - bucco-lingual (Beurteilung in koronaler Schicht)
- Demografische Basisdaten
 - Alter
 - Geschlecht
 - Seite

Darüber hinaus wurden vorliegende Pathologien der Region ebenfalls analysiert (siehe Tab. VI).

Zur Beurteilung der Lagebeziehung des Mandibularkanales und des unteren dritten Molaren wurde falls nötig eine Anpas-

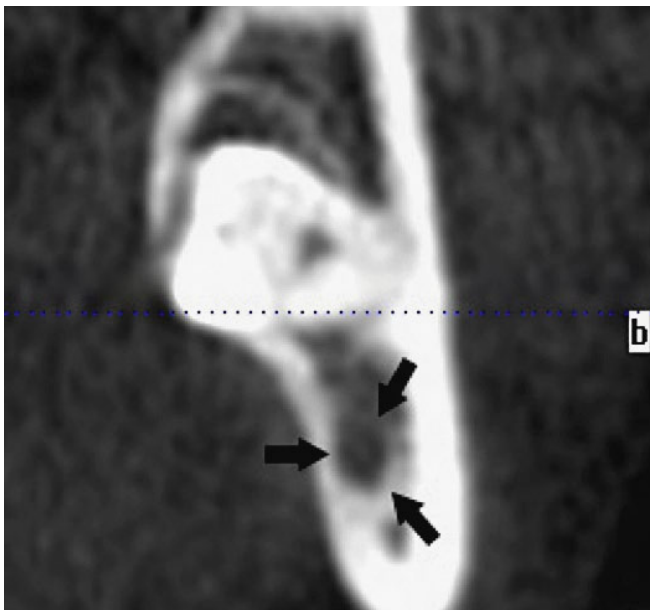


Abb. 3 Beispiel mit messbarem Abstand zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren; runder Kanalquerschnitt; schwarze Pfeile = Mandibularkanal (koronale Schichtebene bei Zahn 38)

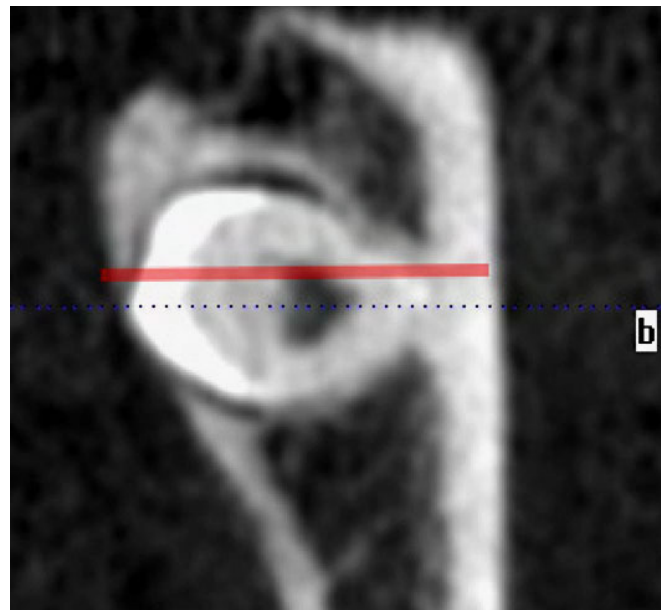


Abb. 5 Messung der koronalen Angulation: Zunächst Festlegung der 8er-Achse im entsprechenden Dentascan-Schnitt (rote Linie).

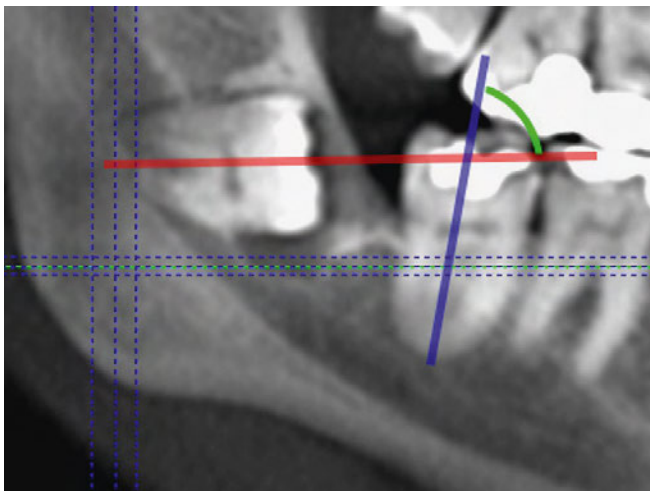


Abb. 4 Messung der sagittalen Angulation als Winkel (grün) zwischen den Zahnachsen des 8ers (rote Linie) und des 7ers (blaue Linie) in der rekonstruierten Panoramaschichtaufnahme

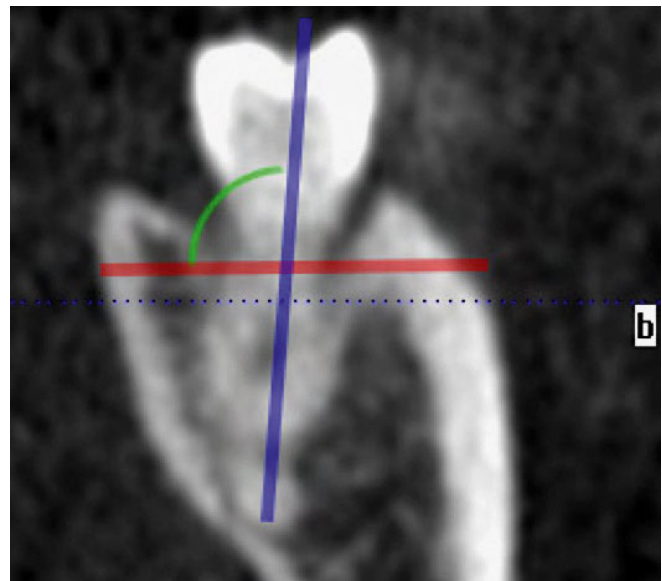


Abb. 6 Messung der koronalen Angulation: Bestimmung der 7er-Zahnachse (blau) im entsprechend weiter mesial gelegenen Dentascan-Schnitt. Definitive Festlegung des Angulationswinkels (grün); rot = Zahnachse des 8ers aus Abbildung 5

sung der Ausrichtung durchgeführt. Es wurde immer die räumlich kleinste Lagebeziehung ausgewertet und in drei Kategorien unterteilt: Als deutlich erkennbarer Abstand wurde gewertet wenn spongiöse Strukturen zwischen Mandibularkanal und Zahn zu erkennen waren und der Mandibularkanal keinen direkten Kontakt zum Zahn aufwies (Abb. 3). Als Annäherung war definiert, wenn sich der Mandibularkanal an den Zahn anlegt, jedoch in der koronalen Darstellung noch abgegrenzt werden konnte (Abb. 2). War diese Abgrenzung nicht mehr möglich, wurde dies als direkter Kontakt gewertet (Abb. 1).

Die Form des Kanalquerschnittes wurde in der koronalen Ebene der Dentascan-Rekonstruktionsdarstellung auf Höhe des kleinsten Zahn-Mandibularkanal-Abstands beurteilt. Unterschieden wurden runde Kanalform (Abb. 3), ovale Kanalform (Abb. 2) und flache Kanalform (Abb. 1).

Die Angulation in sagittaler Richtung wurde in der rekonstruierten Panoramaschichtaufnahme durch Überlagerung mit einer Winkelskala ermittelt und in Gruppen von 5 Grad Schritten eingeteilt. Als Bezugsachse diente die Zahnängsachse des zweiten unteren Molaren in Lagerrelation zur Zahnängsachse des dritten unteren Molaren (siehe Abb. 4).

Die Beurteilung der Angulation in koronaler Ebene wurde in der Dentascan-Rekonstruktionsdarstellung durchgeführt. Hierzu wurde zunächst die Ebene des dritten unteren Molaren aufgesucht und die Zahnängsachse bestimmt. Anschliessend wurde die mesial gelegene Ebene des zweiten unteren Molaren aufgesucht und dessen Zahnängsachse bestimmt. Die Abweichung beider zueinander entsprach dem gesuchten Winkel, welcher durch Überlagerung mit einer Winkelskala abgelesen und in 5 Grad Gruppen eingeteilt wurde (siehe Abb. 5 und 6).

Als nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum waren alle Zähne definiert, bei welchen der Apex noch offen und das Wurzelwachstum über die Hälfte fortgeschritten war. Als Zahnkeim wurden Zähne eingestuft, wenn nur die Krone oder die Wurzel weniger als die Hälfte ausgebildet waren. Als Referenz wurde die Länge der Wurzeln der Nachbarzähne angenommen.

Eine beschreibende Statistik wurde für alle genannten Parameter mithilfe von Excel, Office für Mac 2008 (Microsoft Corp, Redmond, WA, USA) berechnet.

Alle ausgewerteten Daten wurden in klinischen Behandlungen erhoben. Alle Patienten haben in die Verwendung ihrer Daten zu Studienzwecken eingewilligt. Das Studiendesign entspricht damit Kriterien der Paragraphen 4a und b der Richtlinien (Version 21.5.2010) der zuständigen kantonalen Ethikkommission und ist dementsprechend von einem individuellen Ethikantrag ausgenommen. Das Studiendesign erfüllt somit auch vollumfänglich die Richtlinien der Deklaration von Helsinki (Declaration of Helsinki concerning Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects).

Resultate

Insgesamt erfüllten 699 Patienten mit 1197 Weisheitszähnen die Einschlusskriterien der Studie. Es musste kein Patient respektive Weisheitszahn ausgeschlossen werden. Damit waren 100% der DVT-Aufnahmen auswertbar bezüglich der Fragestellungen.

Das Geschlechterverhältnis war patientenbezogen 49,1% zu 50,9% (n=343 zu 356; weiblich zu männlich) und zahnbezogen 50,5% zu 49,5% (n=605 zu 592; weiblich zu männlich). Die Seitenverteilung betrug 51,2% zu 48,8% (N=613 zu 584; links zu rechts). Das Durchschnittsalter bei DVT-Bildgebung betrug 28,4 Jahre (Minimum=8, Maximum=89, Standardabweichung=

Tab. I Demografische Daten der Studienpopulation

	relative Häufigkeit (%)	absolute Häufigkeit (n)
Anzahl Patienten	100,00	699
weiblich	0,49	343
männlich	0,51	356
Anzahl Zähne	100,00	1197
weiblich	0,51	605
männlich	0,49	592
links (#38)	0,51	613
rechts (#48)	0,49	584

12,1 Jahre) (Tab. I). Die Altersverteilung ist in Abbildung 7 dargestellt.

Re-Evaluationen unklarer Befunde waren nicht erforderlich. Der Zeitaufwand für die Bildbeurteilung lag bei 81 Stunden. Somit wurden (eine gewisse Lernkurve bezgl. Analysereihenfolge etc. angenommen) pro Zahnregion ca. 4 Minuten Zeit aufgewendet.

Bezüglich der dreidimensionalen räumlichen Beziehung zwischen Zahnanteilen und Mandibularkanal gab es bei 559 Zähnen (46,7%) einen direkten Kontakt zwischen den Strukturen. Bei 344 (28,7%) dieser Zähne gab es eine Nähe zum Mandibularkanal (Abb. 8). Eine Verengung mit flachem Querschnitt im Bereich der Kontaktfläche konnte bei 23,6% festgestellt werden. 347 Zähnen (29%) wiesen einen bukkalen Mandibularkanalverlauf und 285 (23,8%) einen lingualen Mandibularkanalverlauf auf. 89 (7,4%) der Zähne hatten mindestens eine Wurzel auf jeder Seite des Mandibularkanal (interadikulärer Verlauf), und bei 7 Zähnen (0,6%) lagen Zahnanteile beidseits des Mandibularkanal und waren kaudal von diesem wieder fusioniert (intradikulärer Verlauf). Alle restlichen Nervkanäle (469, 39,2%) lagen apikal der Zahnanteile. Die Lagebeziehung zwischen Zahn und Nerv ist grafisch in Abbildung 8 dargestellt.

Bei 1004 (83,9%) der untersuchten Zähne waren die Wurzeln voll entwickelt. Die meisten der unteren dritten Molaren hatten 2 Wurzeln (662, 55,3%), gefolgt von einer Wurzel (255, 21,3%) und 3 Wurzeln (211, 17,6%). Bei nur 24 Zähnen (2%) gab es 4 Wurzeln. 2 (0,2%) untere dritte Molaren mit 5 Wurzeln wurden identifiziert.

Die meisten der Zähne waren nach mesial anguliert (44,4%, 531) oder standen vertikal (45,9%, 550) ohne wesentliche Angulation. Lediglich 116 (9,7%) waren distal anguliert. In der koronalen Ebene wurde eine linguale Angulation bei 423 (35,3%) Zähnen festgestellt, eine bukkale bei 35 (2,9%) Zähnen. Die meisten Zähne wiesen in dieser Ebene also keine Angulation auf. Die Angulation wird in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt.

Eine Perforation der lingualen Kortikalis durch Wurzelanteile war bei 376 Zähnen (31,4%) zu verzeichnen, eine bukkale Perforation bei 51 Zähnen (4,3%).

Einen Überblick über die erhobenen anatomischen Variablen geben die Tabellen II bis V.

Die überwiegende Mehrheit von 70,9% (n=849) der DVT-Aufnahmen wiesen keine lokalen Pathologien auf. Karies (12,2%; n=146), perikoronale Läsionen (6,4%; n=76), Läsionen

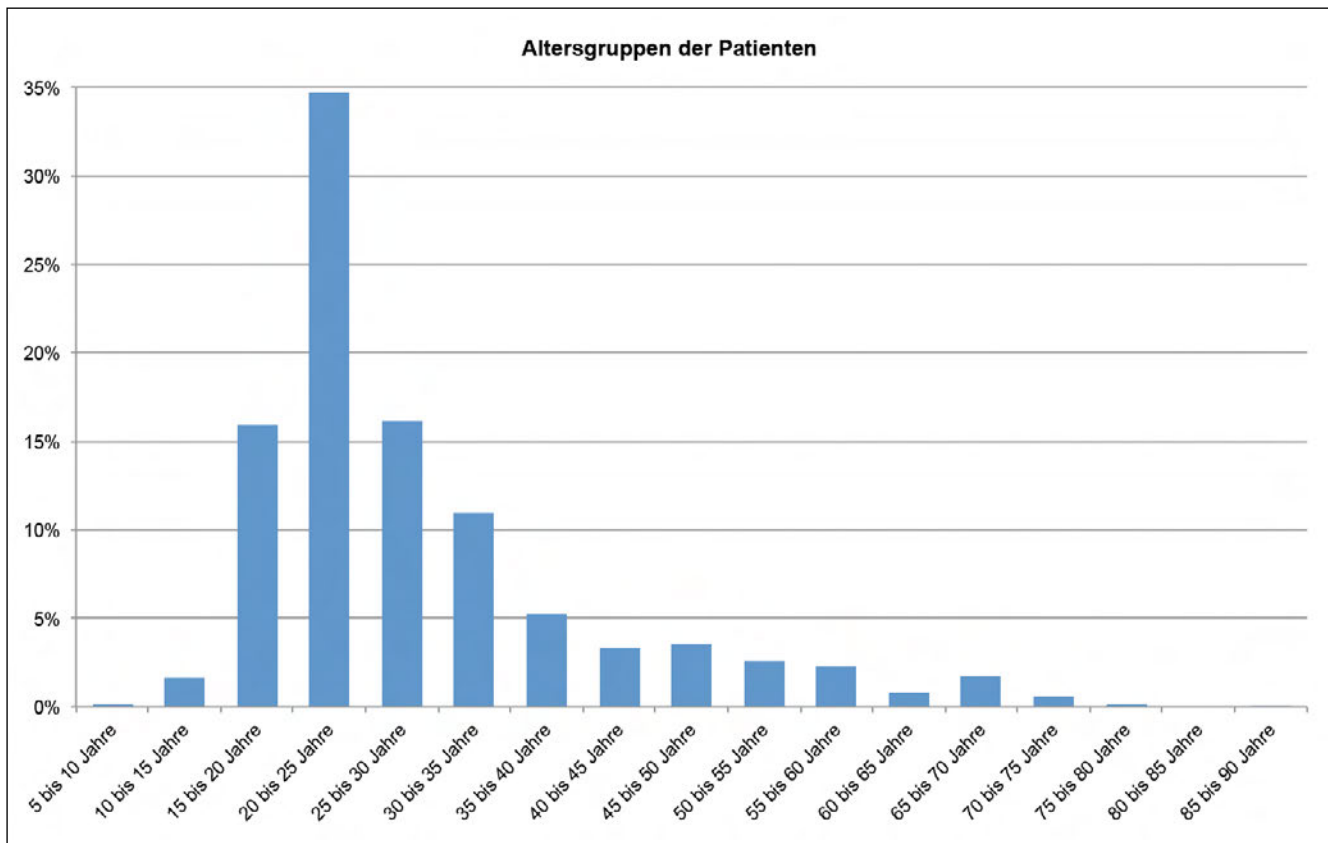


Abb. 7 Altersverteilung der Studienpopulation

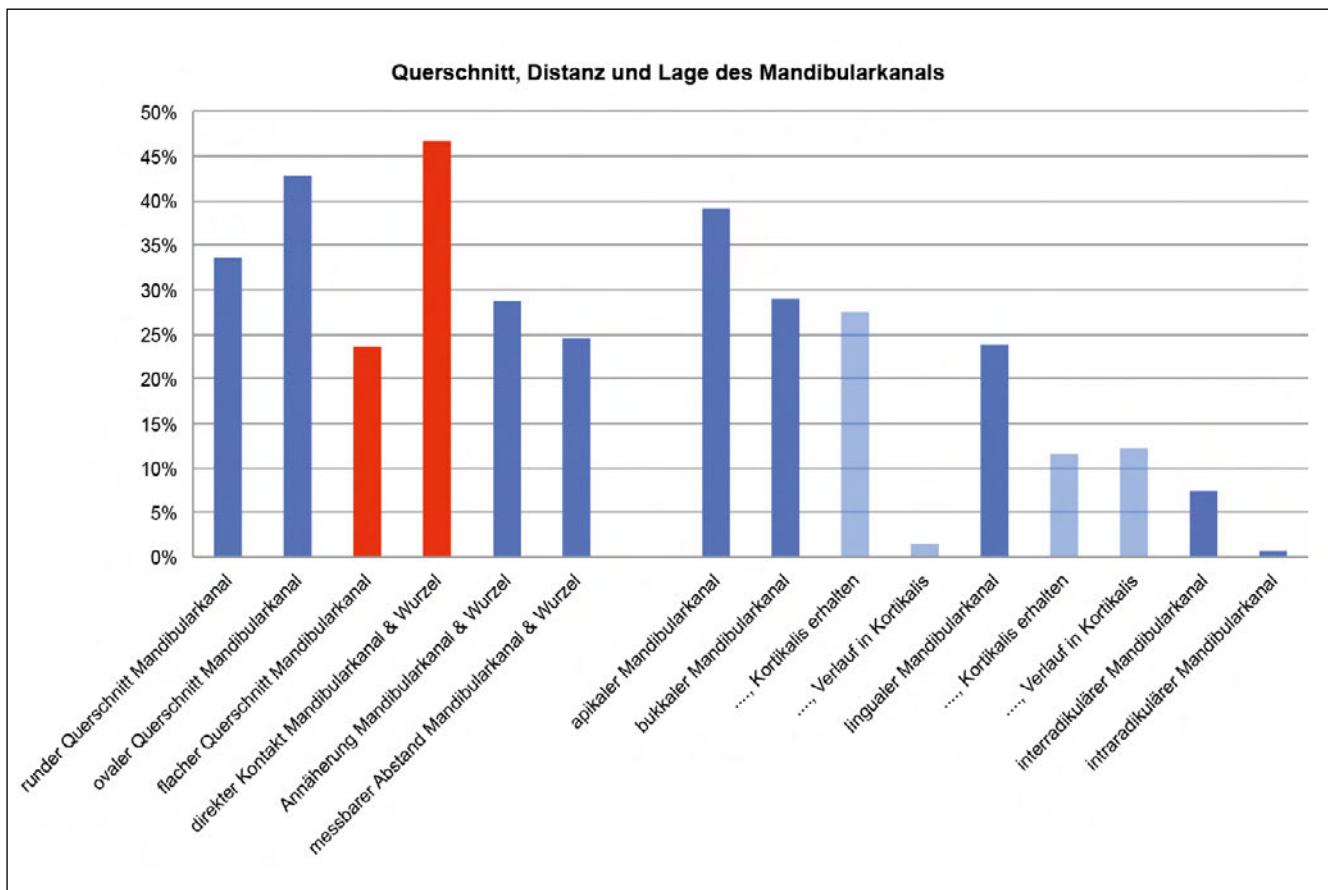


Abb. 8 Grafische Darstellung von Mandibularkanalquerschnitt, -distanz und -lage; hellblaue Balken = Untergruppen der links davon stehenden dunkelblauen Balken; rote Balken = unabhängige Risikofaktoren für postoperative Läsion des Nervus alveolaris inferior gemäss Eyrich et al (EYRICH ET AL. 2011).

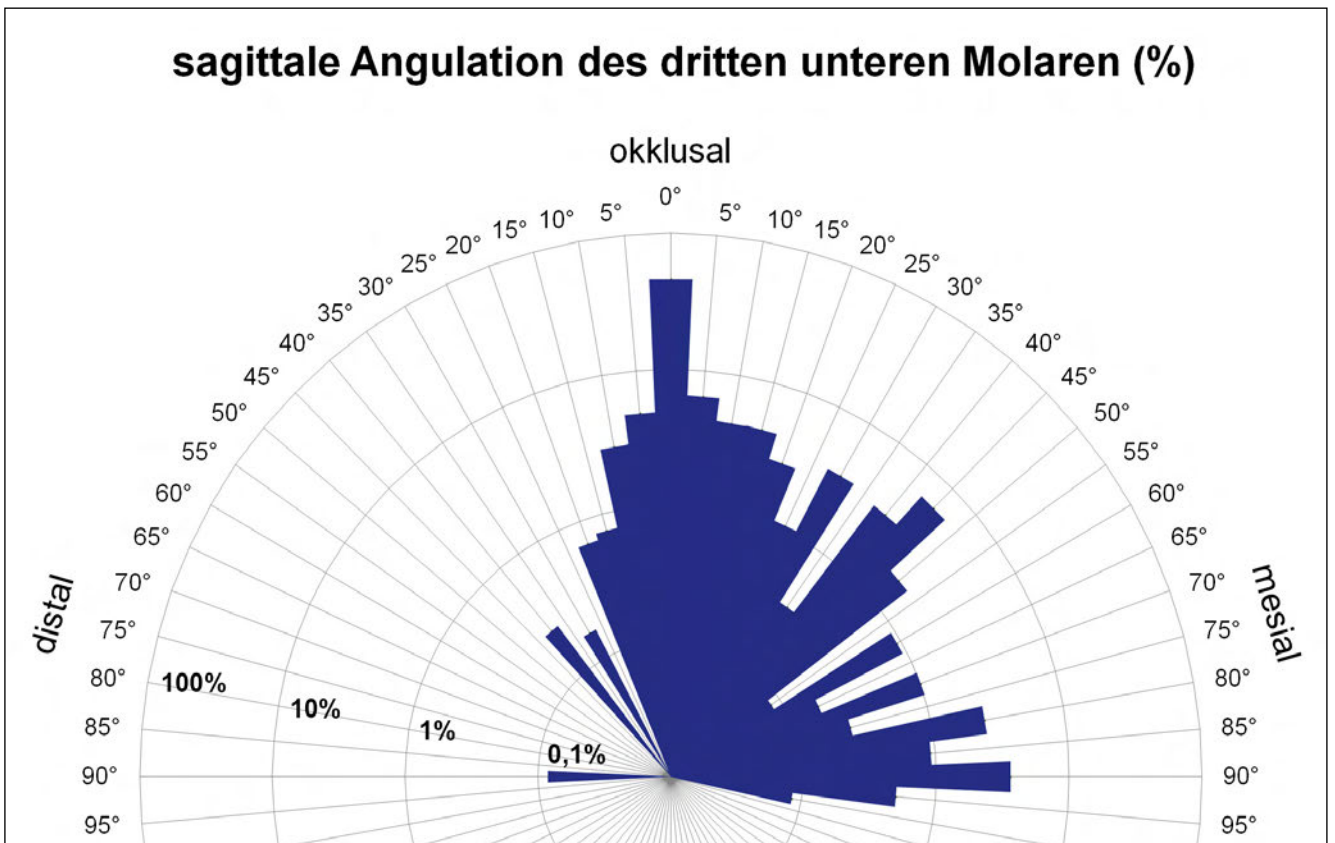


Abb. 9 Verteilung der Angulationen in mesio-distaler Richtung (Sagittalschnitt) (logarithmische Skalierung)

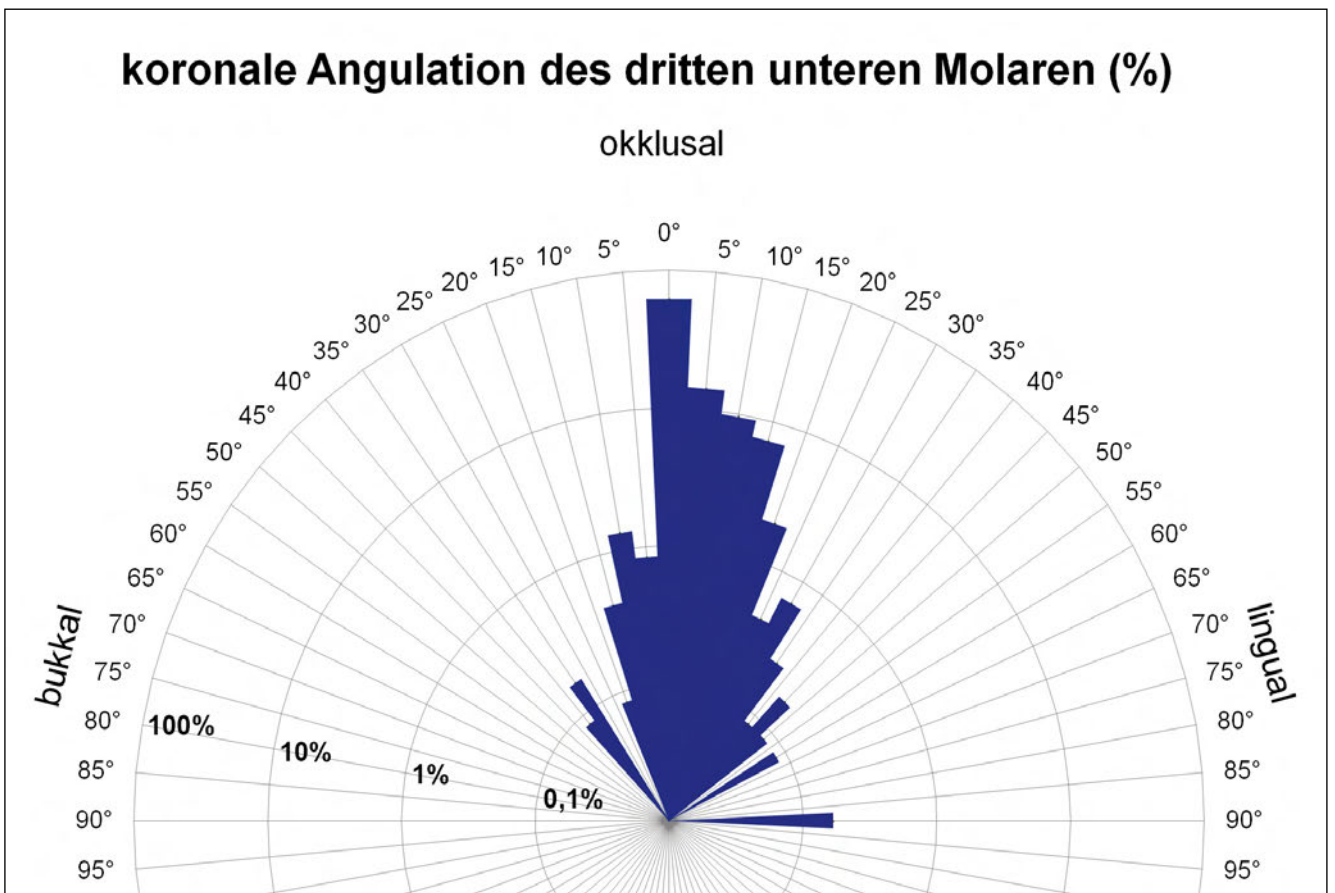


Abb. 10 Verteilung der Angulationen in bukko-lingualer Richtung (koronaler Schnitt) (logarithmische Skalierung)

am zweiten Molaren (5,0%; n = 60) und apikale Läsionen (2,1%; n = 25) stellten die häufigsten erkannten Pathologien dar.

Einen Überblick über die erhobenen Pathologien gibt Tabelle VI.

Diskussion

Das Ziel der Studie war es, die Häufigkeit von anatomischen Lagevariationen von unteren dritten Molaren bei Patienten mit gemäss Panoramaschichtaufnahme hohem Risiko für Nervus-alveolaris-inferior-Verletzungen zu beschreiben.

Von allen eingeschlossenen DVT musste keines aus Qualitätsgründen respektive wegen Nichtbeurteilbarkeit ausgeschlossen werden. Dies obwohl die Ortsauflösung mit 0,4 mm Voxelkanallänge aus Gründen der Strahlenhygiene für DVT-Verhältnisse eher niedrig gewählt war. Auch eine Bildbeurteilung durch einen speziell DVT-erfahrenen Arzt war in keinem Fall erforderlich. Die erfassten Parameter konnten offensichtlich

sicher und zweifelsfrei beurteilt werden. Dies unterstreicht auch der vergleichsweise geringe Zeitaufwand von etwa vier Minuten pro Zahnregion. Wären die Bildinformationen schwierig zu interpretieren gewesen, so müsste hier eine deutlich längere Zeit erwartet werden.

Es kann also geschlossen werden, dass die gewählte eher niedrige Ortsauflösung hinsichtlich der Fragestellungen ausreichend war.

Aus Sicht der Autoren entscheidend für die problemlose Bildauswertung war – neben der klaren Definition der Fragestellung – die Möglichkeit beispielsweise eine schräge Schnittebene – mit tangentialem Anschnitt des Mandibularkanal zu dessen sicherer Identifikation – festlegen zu können (LUBBERS ET AL. 2012). Der Zugriff auf das Volumen mit der Möglichkeit, als Betrachter orientiert an der Fragestellung individuelle Schnittebenen wählen zu können, sollte heutzutage Standard sein (LUBBERS ET AL. 2011B). Insbesondere unerlässlich ist der Volumendatensatz (im standardisierten Datenformat) auch, wenn es um die Weiterverarbeitung des Datensatzes in Drittsoftware zum Beispiel für Implantatplanungen geht.

Geschlechts- und Seitenverteilung waren ausgesprochen ausgeglichen. Die Altersverteilung entspricht dem, was für die Fragestellung Weisheitszahn typisch ist, und den internatio-

Tab. II Übersicht der erhobenen anatomischen Variablen der Lagebeziehung zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren; fett gedruckt = unabhängige Risikofaktoren für postoperative Nervus-alveolaris-inferior-Schäden gemäss Eyrich et al. (EYRICH ET AL. 2011)

	absolute Häufigkeit (n)	relative Häufigkeit (%)
Direkter Kontakt von Mandibularkanal und Wurzel	559	46,7%
Annäherung Mandibularkanal und Wurzel	344	28,7%
Messbarer Abstand Mandibularkanal und Wurzel	294	24,6%
Apikaler Mandibularkanalverlauf	469	39,2%
Bukkaler Mandibularkanalverlauf	347	29,0%
Untergruppe: Mandibularkanal bukkal, Kortikalis vollständig erhalten	329	27,5%
Untergruppe: Mandibularkanal bukkal, Kanalverlauf in der Kortikalis	18	1,5%
Lingualer Mandibularkanalverlauf	285	23,8%
Untergruppe: Mandibularkanal lingual, Kortikalis vollständig erhalten	139	11,6%
Untergruppe: Mandibularkanal lingual, Kanalverlauf in der Kortikalis	146	12,2%
Interradikulärer Mandibularkanalverlauf	89	7,4%
Intraradikulärer Mandibularkanalverlauf	7	0,6%
Form des Mandibularkanal in der 8er-Region		
Runder Querschnitt	402	33,6%
Ovaler Querschnitt	512	42,8%
Flacher Querschnitt	283	23,6%

Tab. III Übersicht der erhobenen anatomischen Variablen der Lagebeziehung zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren in Bezug auf Wurzelzahl und Entwicklungsstadium.

	absolute Häufigkeit (n)	relative Häufigkeit (%)
Zahnentwicklung		
Vollständig entwickelte Wurzeln	1004	83,9%
Unvollständig entwickelte Wurzeln	193	16,1%
Anzahl der Wurzelspitzen		
Zahnkeim (nicht ausgebildet)	43	3,6%
1	255	21,3%
2	662	55,3%
3	211	17,6%
4	24	2,0%
5	2	0,2%

Tab. IV Übersicht der erhobenen anatomischen Variablen der Lagebeziehung zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren mit Fokus auf die linguale Kompakta.

	absolute Häufigkeit (n)	relative Häufigkeit (%)
Linguale Kompakta		
intakt	821	68,6%
perforiert	376	31,4%
Bukkale Kompakta		
intakt	1146	95,7%
perforiert	51	4,3%

nen Guidelines entspricht, wenn es um die mögliche prophylaktische Entfernung von Weisheitszähnen geht. Dieses war – ohne dass diese Frage im Detail ausgewertet wurde – sicher der häufigste Zuweisungsgrund. Insgesamt kann das Studienkollektiv somit als repräsentativ betrachtet werden.

In knapp einem Zehntel der Fälle war der Mandibularkanalverlauf inter- oder intraradikulär. Dieses Ergebnis stimmt mit denen verschiedener Studien mit ähnlichen Einschlusskriterien im Kern überein (MAEGAWA ET AL. 2003; MAHASANTIPIYA ET AL. 2005; OHMAN ET AL. 2006; TANTANAPORNKUL ET AL. 2009; LUBBERS ET AL. 2011A). Die Zahlen sind im Kern gültig für die Untergruppe der unteren dritten Molaren mit 2-D-Risikozeichen nach Rood und Shehab (ROOD & SHEHAB 1990). Dies ist die relevante Untergruppe in Bezug auf eine potenzielle Schädigung des Nervus alveolaris inferior durch Operation.

Bezüglich der weiteren Verteilung fällt insbesondere die hohe Variabilität des Verlaufes auf. Der Mandibularkanalverlauf war vestibulär und lingual annähernd gleich häufig anzutreffen. Es gibt also keine typische Nervlage. Dies entspricht früheren Studien (EYRICH ET AL. 2011; LUBBERS ET AL. 2011A). In diesen war

allerdings aufgrund engerer Einschlusskriterien ein apikaler Verlauf nicht möglich, sodass alle anderen Situationen – bei vergleichbarer relativer Verteilung – entsprechend häufiger auftraten.

Aufgrund der hohen Variabilität muss der Behandler also bis zur Klärung durch 3-D-Bildgebung alle Verlaufsmöglichkeiten in Betracht ziehen. Die unterschiedlichen relativen Verteilungen in verschiedenen Studien (MAEGAWA ET AL. 2003; MAHASANTIPIYA ET AL. 2005; OHMAN ET AL. 2006; TANTANAPORNKUL ET AL. 2009; LUBBERS ET AL. 2011A) sind im Lichte der qualitativ identischen Aussage einer hohen Variabilität für den klinischen Alltag kaum von Relevanz.

Der in nahezu der Hälfte der Fälle bestehende direkte Kontakt der Wurzeln zum Mandibularkanal und in einem weiteren Viertel der Fälle vorliegende Nähe zum Mandibularkanal legt nahe, dass die 2-D-Bildgebung in der Lage ist, eine enge Beziehung der Wurzeln unterer dritter Molaren mit dem Mandibularkanal vorherzusagen. Dies wird von verschiedenen anderen Studien bestätigt (MAHASANTIPIYA ET AL. 2005; OHMAN ET AL. 2006; LUBBERS ET AL. 2011A). Zumindest für den direkten Kontakt konnte in früheren Studien gezeigt werden, dass er unabhängiger Faktor für eine statistisch erhöhte Wahrscheinlichkeit einer (temporären) Läsion des Nervus alveolaris inferior nach operativer Zahnentfernung ist (EYRICH ET AL. 2011).

Gleiches gilt für eine Verengung des Nervenkanales mit flachem Querschnitt im Bereich der Kontaktfläche mit dem Zahn, welche in nahezu einem Viertel der Fälle gefunden wurde (EYRICH ET AL. 2011). Die etwa hälftige Verteilung des Kanalquerschnittes in die Gruppen *rund* oder *oval* kann als weniger relevant erachtet werden. Zum einen erscheint ein schräg angeschnittener runder Mandibularkanal oval, zum anderen spricht eine ovale Form für eine weniger ausgeprägte Einengung im Vergleich zum flachen Querschnitt.

Die Wurzelkonfiguration folgte der erwarteten Verteilung immerhin ein Fünftel der Zähne besaßen mehr als zwei Wurzeln, was mit der konventionellen Panoramaschichtaufnahme überlagerungsbedingt schwierig festzustellen ist (ENGSTROM & SAGNE 1980).

Die grosse Mehrheit der untersuchten unteren dritten Molaren zeigte einen mesialen oder vertikalen Angulationstyp (Abb. 9). Dies ist abweichend von den Ergebnissen von Tantanapornkul et al., die 48% horizontal positionierter Zähne in einer kleineren Gruppe von nur 80 Zähne sahen (TANTANAPORNKUL ET AL. 2009), aber im Einklang mit den Ergebnissen der meisten anderen Studien (SANTAMARIA & ARTEAGOITIA 1997; KRUGER ET AL. 2001; VENTA ET AL. 2001; SEDAGHATFAR ET AL. 2005; ALMENDROS-MARQUES ET AL. 2006). Der Wurzelentwicklungsstand und die Art der Retention in der Sagittalebene kann allerdings leicht durch herkömmliche Röntgenbilder identifiziert werden (ALMENDROS-MARQUES ET AL. 2008) und wird daher nicht als besonders relevant für die Indikationsstellung und klinische Anwendung der DVT gelten.

Anders stellt sich die Lage bei der Angulation in der koronalen Schnittebene (lingual-vestibulär) dar. Diese wird in der konventionellen Bildgebung nur unzureichend dargestellt, da es sich um eine Neigung senkrecht zur Filmebene handelt. Der überwiegende Teil der Zähne in der vorliegenden Studie war in vertikaler Achsneigung positioniert, gefolgt von der lingualen Neigung. Die Streuung war in der koronalen Ebene deutlich geringer als in der sagittalen (Abb. 9 und 10). Zwar sind weder die Zahnachsen noch der als Referenz verwendete 7er tauglich für hochexakte Messungen, jedoch ist aufgrund der klaren

Tab. VI Übersicht der erhobenen Pathologien der Region

	absolute Häufigkeit (n)	relative Häufigkeit (%)
Ohne Besonderheiten	849	70,9%
Kronen-Wurzel-Knick	22	1,8%
Mandibularkanal in einer Kuhle der Zahnwurzel	9	0,8%
Perikoronale Läsion	76	6,3%
Apikale Läsion	25	2,1%
Kariöse Läsion	146	12,2%
Resorption am 2. Molar	60	5,0%
Anoperierter Zahn	6	0,5%
Sonstige: Zystische Läsion (1), ossäre Dysplasie (2), Fraktur des UK (2), parodontale Einbrüche (1), Wurzelrest (1)	7	0,6%

Tab. V Übersicht über die Angulation der Zahnachse von unteren dritten Molaren in Relation zum zweiten unteren Molaren in der sagittalen und koronalen Ebene.

	absolute Häufigkeit (n)	relative Häufigkeit (%)
Sagittale Angulation des dritten Molaren		
keine	550	45,9%
mesial	531	44,4%
distal	116	9,7%
Koronale Angulation des dritten Molaren		
keine	739	61,7%
lingual	423	35,3%
bukkal	35	2,9%

Ergebnisse bei gleichzeitig hoher Fallzahl die Aussage bezüglich der Retentionstypen valide.

Die hohe Anzahl der Perforationen der lingualen Kortikalis in einem knappen Drittel der Fälle ist gut vereinbar mit der häufig sehr engen Beziehung vom Zahn zur lingualen Knochenwand, die zudem oft dünn ausgebildet ist. Weiterhin liegen aufgrund des lingualen Unterschnittes die Wurzelspitzen von in der koronalen Ebene wenig angulierten Zähnen regelmässig direkt an der lingualen Kompakta oder durchdringen ebendiese. Bukkale Perforationen hingegen sind selten und kommen vor allem bei stark nach lingual gekippten Zähnen vor. Beide Perforationstypen sind in der konventionellen Bildgebung nicht darstellbar. Vor allem bei lingualen Perforationen mit im Mundboden unterhalb des lingualen Balkons stehenden Wurzelspitzen besteht ein relevantes Risiko diese bei einer Wurzelfraktur im Rahmen der Zahnextraktion nicht mehr sicher entfernen zu können. Eine Entfernung aus dem Mundboden ist dann naturgemäss verhältnismässig aufwendig (LUBBERS ET AL. 2011C).

Eine Schwäche der vorliegenden Studie ist ihr retrospektiver Charakter, bei dem prinzipbedingt nicht garantiert werden kann, dass nicht Patienten versäumt wurden, welche die Studienkriterien erfüllt hätten. In der vorliegenden Arbeit wird diese Schwäche durch die hohe Anzahl der ausgewerteten Zähne ausgeglichen. Die Ergebnisse können daher als repräsentativ gelten. Ebenso eine Schwäche des retrospektiven Charakters der Studie ist, dass die Indikationsstellung zur dreidimensionalen Bildgebung nicht anhand exakter Kriterien definiert war. Der Prozess der Entscheidungsfindung war im Klinikalltag grundsätzlich in zwei Instanzen geregelt. Die letzte Entscheidung wurde in Absprache mit einem Oberarzt an Hand geltender internationaler Empfehlungen getroffen. Dennoch waren natürlich Schwankungen in der individuellen Handhabung unumgänglich.

Aktuelle Guidelines (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERHEILKUNDE 2009; SEDENTEXCT PROJECT 2012) empfehlen eine DVT-Aufnahme durchzuführen, wenn die räumliche Lagebeziehung zwischen Mandibularkanal und drittem unteren Molaren auf der Panoramaschichtaufnahme nicht ausreichend sicher interpretiert werden kann und als kritisch einzuschätzen ist. Ebenso wird sie bei Pathologien wie zystischen Läsionen oder Resorptionen an Nachbarzähnen empfohlen.

Basierend auf der Vielfalt und Häufigkeit der anatomischen Varianten und Lagevariationen bei unteren dritten Molaren, aufgezeigt in der vorliegenden Studie und in der Literatur (MAEGAWA ET AL. 2003; MAHASANTIPPIYA ET AL. 2005; OHMAN ET AL. 2006; TANTANAPORNKUL ET AL. 2009) ist anzunehmen, dass eine exakte präoperative Abklärung der Anatomie die Komplikationsraten für damit assoziierte Risiken reduzieren sollte. Zwar gibt es Studien, die darauf hindeuten, dass die dreidimensionale Bildgebung keinen Einfluss auf die Häufigkeit postoperativer Nervschäden hat (GUERRERO ET AL. 2012; SUOMALAINEN ET AL. 2012), jedoch ist deren Evidenzgrad aufgrund von Fallzahl respektive Studiendesign niedrig. Weiterhin fokussieren sie nur

auf eine singuläre Komplikationsmöglichkeit (Verletzung des Nervus alveolaris inferior), sodass die naheliegender Weise zu vermutenden Vorteile für den Operateur (und damit indirekt auch den Patienten) nicht widerlegt sind.

Weitere Untersuchungen sollten sich auf die Frage konzentrieren, ob eine präoperative 3-D-Bildgebung der unteren Weisheitszähne einen (positiven) Einfluss auf die chirurgische Morbidität hat und für welche Untergruppen dies allenfalls zutrifft (SUSARLA & DODSON 2007; FRIEDLAND ET AL. 2008). Dabei sollte sich die Fragestellung nicht auf Schäden des Nervus alveolaris inferior alleine konzentrieren. Leider ist schon alleine aufgrund der glücklicherweise insgesamt niedrigen Komplikationsrate eine hohe Fallzahl erforderlich und ein solcher Nachweis rein studientechnisch nur schwierig zu erbringen. Allenfalls wird man sich – wie in vielen Bereichen der Medizin und insbesondere der Chirurgie – mit einem Evidenzgrad auf Niveau von Konsensusmeinungen zufriedengeben müssen.

Im Sinne des Strahlenschutzes sollte die Indikationsstellung zur DVT stets genau überprüft werden. Das ALARA-Prinzip, welches besagt, eine allfällige Röntgenuntersuchung soll mit einer Strahlenbelastung «As Low As Reasonable Achievable» durchgeführt werden, gilt selbstverständlich bei der 3-D-Bildgebung wie bei jeder anderen Röntgenbildgebung auch. Erstes logisches Ziel ist dementsprechend die Vermeidung von Röntgenaufnahmen. Falls indiziert stehen an zweiter Stelle konventionelle Röntgentechniken wie Zahnfilm und Panoramaschichtaufnahme. Wenn diese die Situation nicht ausreichend darstellen können folgt die 3-D-Bildgebung des kritischen (und möglichst nur dieses) Bereiches. Für dentale Fragestellungen, welche in aller Regel Hartgewebe betreffen, ist hierbei 3-D-Bildgebung in der Regel gleichzusetzen mit digitaler Volumentomografie. Diese bringt im Durchschnitt deutlich geringere effektive Dosen mit sich als ein klassisches Multi-Detektor-Computer-Tomogramm (MDCT). Jedoch konnten Ludlow et al. zeigen, dass einzelne Geräte durchaus bis an MDCT-Werte und darüber hinaus reichen. Das in dieser Studie verwendete Gerät liegt mit 69 μ Sv (gewichtet nach IRCP 2007) im untersten Bereich der untersuchten DVT (LUDLOW & IVANOVIC 2008). Die Belastung ist aber immer noch etwa das 10-Fache einer Panoramaschichtaufnahme (LUDLOW ET AL. 2006).

Für die klinische Arbeit gilt es also eine stufenweise radiologische Diagnostik zu betreiben und jeweils kritisch zu hinterfragen, ob der nächste Schritt erforderlich ist oder schon genügend Informationen vorliegen, um Diagnose und/oder Behandlung sicher vornehmen zu können. Von einem routinemässigen unkritischen Einsatz der DVT-Bildgebung muss – nicht nur vor Weisheitszahnentfernung – Abstand genommen werden.

Es wurde gezeigt, dass der Erfahrungsgrad des Operateurs einen Einfluss auf die Komplikationsrate hat (BATAINEH 2001; JERJES ET AL. 2006). Somit scheint vorderhand vor allem wichtig, erfahrene Kollegen in Behandlungen einzubeziehen und besonders anspruchsvolle Fälle an Spezialisten zu überweisen.