

Aus dem Institut für Rechtsmedizin  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Untersuchungen zum Einfluss der Retention auf die  
Mineralisationsgeschwindigkeit dritter Molaren**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Andrea Otto

aus Münster

Gutachter/in: 1. Priv.-Doz. Dr. med. dent. A. Olze  
2. Prof. Dr. med. M. Tsokos  
3. Prof. Dr. med. R. Lessig

Datum der Promotion: 09.09.2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Forensische Altersdiagnostik bei Lebenden – Methoden und Rechtsgrundlagen</b>	<b>9</b>
3.1	Körperliche Untersuchung	9
3.2	Radiologische Untersuchung	10
3.3	Forensisch-odontologische Untersuchung	14
3.4	Rechtsgrundlagen	22
<b>4</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>26</b>
5.1	Alter männlicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian-Stadium H	26
5.2	Alter weiblicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian-Stadium H	29
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>33</b>
6.1	Stand der Literatur zur Weisheitszahnmineralisation und -eruption	33
6.1.1	Weisheitszahnmineralisation	33
6.1.2	Weisheitszahneruption	47
6.2	Zum Einfluss der Gaumen- und Kiefermaße und der Platzverhältnisse auf das Eruptionsverhalten	57
6.3	Zur Möglichkeit der Abgrenzung der Erreichung des 18. Lebensjahres	66
6.4	Das Merkmal Weisheitszahnretention als mögliche Ursache für eine verzögert ablaufende Weisheitszahnmineralisation und die Möglichkeit zur Abgrenzung des 18. Lebensjahres	70
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>74</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>89</b>
<b>11</b>	<b>Danksagung</b>	<b>90</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Radiologische Untersuchung, ausgereiftes Handskelett	12
Abbildung 2:	Stadieneinteilung der Ossifikation der Schlüsselbein- Brustbein-Gelenke nach Schmeling (2004)	13
Abbildung 3:	Altersverteilung und Fallzahlen	24
Abbildung 4:	Typisches Orthopantomogramm	24
Abbildung 5:	Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973)	25
Abbildung 6:	Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 18	27
Abbildung 7:	Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 28	28
Abbildung 8:	Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 38	28
Abbildung 9:	Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 48	29
Abbildung 10:	Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 18	31
Abbildung 11:	Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 28	31
Abbildung 12:	Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 38	32
Abbildung 13:	Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 48	32
Abbildung 14:	Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Wurzelkanäle (Olze et al. 2010a)	68
Abbildung 15:	Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Parodontalspalt (Olze et al. 2010b)	68

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Statistische Daten zur Altersverteilung männlicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian Stadium H für die Zähne 18, 28, 38 und 48	26
Tabelle 2:	Ermittlung des p-Wertes anhand der Altersdifferenz zwischen retinierten und nicht retinierten dritten Molaren im Demirjian Stadium H männlicher Probanden für die Zähne 18, 28, 38 und 48	27
Tabelle 3:	Statistische Daten zur Altersverteilung weiblicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian Stadium H für die Zähne 18, 28, 38 und 48	30
Tabelle 4:	Ermittlung des p-Wertes anhand der Altersdifferenz zwischen retinierten und nicht retinierten dritten Molaren im Demirjian Stadium H weiblicher Probanden für die Zähne 18, 28, 38 und 48	30
Tabelle 5:	Durchschnittliches Alter bei Erreichen der Stadien D-H der Weisheitszähne nach Demirjian et al. (1973) in verschiedenen Populationen	44
Tabelle 6:	Mittleres Durchbruchsalter der dritten Molaren bei vollständiger und unvollständiger Dentition, getrennt nach Geschlecht und Kiefer (Adler et al. 1962)	47
Tabelle 7:	Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Wurzelkanäle (Olze et al. 2010a)	68
Tabelle 8:	Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Parodontalspalt -PAS- (Olze et. al. 2010b)	68

# 1 Einleitung

In Deutschland, aber auch in zahlreichen anderen Ländern, ist der Anteil von Ausländern mit Migrationshintergrund in der Bevölkerung in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Gemäß Integrationsbericht der Bundesregierung lebten in Deutschland im Jahr 2009 15,3 Millionen Migranten.

Aus rechtsmedizinischer Perspektive ist diese Entwicklung bereits seit einigen Jahren mit einer wachsenden Nachfrage nach forensischen Altersschätzungen bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen verbunden (Schmeling et al. 2001b). Die zu untersuchenden Personen sind Ausländer ohne gültige Ausweispapiere, die ihr Alter nicht kennen oder mutmaßlich falsch angeben. Die juristisch bedeutsamen Altersgrenzen sind in Deutschland das 14., 18. und 21. Lebensjahr (Kaatsch 2001). Auch in zahlreichen anderen europäischen Ländern liegen die rechtsrelevanten Altersgrenzen zwischen dem 14. und 18. Lebensjahr (Dünkel 1997).

In größeren Ballungsräumen, wie zum Beispiel in Berlin, hat die von jugendlichen Migranten verursachte Kriminalität eine spürbare Brisanz erreicht. In der Gesellschaft besteht Dissens über Möglichkeiten des Umgangs mit diesem Problem. Ihre Thesen zur Parallelgesellschaft in Berlin-Neukölln machten Richterin Kirsten Heisig zur umstrittensten Richterin der Republik. Vor ihrem Freitod hatte sie ihr Buch "Das Ende der Geduld" fertig gestellt (Heisig 2010). Heisig hatte überwiegend mit jugendlichen Intensivtätern aus Migrantenfamilien zu tun. Ihre Erfahrungen verarbeitete die Richterin im so genannten Neuköllner Modell. Es sieht unter anderem vor, jugendliche Straftäter so schnell wie möglich zu verurteilen. Zusammen mit ihren Aussagen über ein paralleles Gesellschafts- und Rechtssystem löste die Richterin eine heftig geführte gesellschaftliche Debatte aus.

Weisheitszahnmineralisation und -eruption stellen die Hauptkriterien der forensisch-odontologischen Altersschätzung in der relevanten Altersgruppe dar. Zwischenzeitlich ist der zeitliche Ablauf der Weisheitszahnmineralisation und -eruption für die einzelnen Ethnien gut untersucht. Eine Abgrenzung des 18. Lebensjahres ist aus zahnärztlicher Sicht unter Berücksichtigung aktueller Forschungsergebnisse in bestimmten Fällen möglich geworden (Olze et al. 2010a, Olze et al. 2010b). Eine weitere Diversifizierung und Erweiterung des zur Verfügung stehenden forensisch-odontologischen Methodenspektrums ist jedoch wünschenswert. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Klärung der

Fragestellung leisten, ob über die Einbeziehung der Beurteilung retinierter Weisheitszähne hinsichtlich ihres Mineralisationsstadiums eine Abgrenzung der Erreichung des 18. Lebensjahres gelingt.

## **2 Aufgabenstellung**

In der forensisch-odontologischen Altersschätzungsroutine wurde deutlich, dass eine Retention Einfluss auf die Mineralisationsgeschwindigkeit der dritten Molaren dahingehend haben kann, dass retinierte Weisheitszähne insgesamt deutlich langsamer mineralisieren.

In der vorliegenden retrospektiven Studie sollte untersucht werden, inwieweit die beobachteten Phänomene tatsächlich klassifizierbar sind, wenn ja, welche zeitlichen Unterschiede zwischen der Mineralisation retinierter und nicht retinierter Weisheitszähne bestehen und ob eine für die Altersschätzungsroutine wichtige, sichere Abgrenzung des Erreichens des 18. Lebensjahres über die Einbeziehung und Beurteilung retinierter dritter Molaren gelingt.

### **3 Forensische Altersdiagnostik bei Lebenden - Methoden und Rechtsgrundlagen**

Die forensische Altersschätzung Lebender ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus des gesellschaftlichen Interesses gerückt. Die Aufgabe besteht darin, für Personen, die nicht willens oder in der Lage sind, ihr korrektes Lebensalter anzugeben und durch Urkunden oder Ausweise zu belegen, dieses anhand biologischer Entwicklungszeichen gutachterlich einzuschätzen.

Entsprechend den Empfehlungen der interdisziplinären Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik (AGFAD), welche sich am 10.03.2000 in Berlin konstituierte, sollten für eine Altersschätzung im Strafverfahren eine zahnärztliche Untersuchung mit Erhebung des Zahnstatus und Auswertung eines Orthopantomogramms, eine körperliche Untersuchung mit Erfassung anthropometrischer Maße, der sexuellen Reifezeichen sowie möglicher altersrelevanter Entwicklungsstörungen und ferner eine radiologische Untersuchung der linken Hand eingesetzt werden. Zur Frage der Vollendung des 21. Lebensjahres wird eine zusätzliche Röntgen- bzw. CT-Untersuchung der Schlüsselbeine empfohlen (Schmeling et al. 2001a, 2001b). Die zuverlässigste Altersdiagnose ergibt sich aus der Synopsis der Teilgutachten (Geserick et al. 2002).

#### **3.1 Körperliche Untersuchung**

Bei der körperlichen Untersuchung werden neben anthropometrischen Maßen, wie Körperhöhe, Körpergewicht und Körperbautyp, die äußerlich erkennbaren sexuellen Reifezeichen erfasst. Bei Jungen sind dies der Entwicklungsstand von Penis und Hodensack, Schambehaarung, Achselhöhlenbehaarung, Bartwuchs und Kehlkopfprominenz, bei Mädchen die Brustentwicklung, Schambehaarung, Achselhöhlenbehaarung und Hüftform. Allgemein gebräuchlich sind die Stadieneinteilungen nach Tanner (1962) für die Genitalentwicklung, Brustentwicklung und Ausprägung der Schambehaarung. Hinsichtlich des zeitlichen Verlaufes der sexuellen Reifeentwicklung sei exemplarisch auf Untersuchungen von Marshall und Tanner (1969, 1970) verwiesen. Im Rahmen der körperlichen Untersuchung ist zu prüfen, ob altersrelevante Entwicklungsstörungen vorliegen.

### **3.2 Radiologische Untersuchung**

Der menschliche Stützapparat ist in der Embryonalperiode weitgehend als knorpelige Vorstufe angelegt, bei dem zunächst ein hyalines Knorpelmodell des jeweiligen Skelettstückes gebildet wird, welches im Laufe der Entwicklung schrittweise durch Knochengewebe ersetzt wird. Das Erscheinen von Knochenkernen als Ossifikationszentren erlaubt in frühem Kindesalter bis etwa zum zehnten Lebensjahr eine sichere Altersdiagnostik.

Bis etwa zum 15. Lebensjahr erreichen dann die einzelnen Knochenelemente ihre endgültige Form und Größe.

Durch Epiphysenfugen oder -scheiben erfolgt eine ständige Knorpelneubildung, die zu den Knochenenden hin ständig Knorpelgewebe abbauen. Dieses Knorpelgewebe wird durch Knochengewebe ersetzt und stellt demnach für den Knochen junger Menschen indirekte Wachstumszentren dar, die das Längenwachstum gewährleisten. Sie werden im Laufe des Lebens mehr oder weniger aufgebraucht und durch Knochengewebe verdrängt und bieten nach dem 15. Lebensjahr die beste Möglichkeit zur Altersschätzung. Die Epiphysenfuge verknöchert zur Epiphysennarbe, ein Prozess, der etwa um das 20. Lebensjahr seinen Abschluss erfährt, also im Alter des Heranwachsenden bzw. Erwachsenen knöchern geschlossen wird. Aus diesem Grund ist die radiologische Untersuchung der Epiphysenfugen für die rechtlich bedeutsamen Altersgrenzen von besonderem Wert.

Die Röntgenaufnahme des Handskeletts steht stets am Anfang der röntgenologischen Untersuchung (Abb.1). Kriterien zur Bewertung sind der Entwicklungsstand der Handwurzelknochen sowie der Epiphysenfugen der langen und kurzen Knochen des Hand- und des distalen Unterarmskeletts, aber auch Formen- und Größenparameter des Handskeletts sowie die Anlage und Konfiguration der Sesambeine. Dieses Verfahren ist bewährt, wird seit Jahrzehnten insbesondere von Kinderärzten und Kieferorthopäden erfolgreich eingesetzt und ist insgesamt als eine etablierte Methode mit hoher diagnostischer Wertigkeit einzuschätzen. Da in jeder Population die Rechtshänder überwiegen und somit die rechte Hand wesentlich häufiger Traumen und größeren Beanspruchungen ausgesetzt ist, welche die Skelettentwicklung stören können, wurde vereinbart, für radiologische Untersuchungen die linke Hand zu nutzen.

Die Vorteile der Handröntgenaufnahme liegen in der guten Durchführbarkeit bei standardisierten Bedingungen. Weiterhin bietet sie eine große Anzahl an Einzelparametern, da 30 Knochenzentren, das heißt zehn Prozent des gesamten Skeletts und somit die meisten Verknöcherungszonen, beurteilt werden können.

Beurteilungskriterien der Handröntgenaufnahme sind Form und Größe der einzelnen Knochenelemente sowie deren Verknöcherungszustand an den Epiphysenfugen. Des Weiteren ist eine geschlechtergetrennte Begutachtung vorzunehmen, da Mädchen gegenüber Jungen einen Entwicklungsvorsprung in der Skelettreifung zeigen. So beginnt der Wachstumsspurts bei Mädchen mit zirka zehn und endet mit zirka 14,8 Jahren, wohingegen bei Jungen der Beginn bei zirka zwölf Jahren liegt und mit etwa 17 Jahren endet.

Bei den angefertigten Handröntgenbildern werden für die Altersschätzung zwei Methoden unterschieden. Zum einem die von Greulich und Pyle (1959) publizierte Atlasmethode, in der das vorliegende Röntgenbild mit Standardaufnahmen des jeweiligen Alters und Geschlechts verglichen wird. Zum anderen, die auf Tanner zurückführende Einzelknochenmethode, bei welcher für den ausgewählten Knochen der jeweilige Reifegrad bzw. das Knochenalter bestimmt werden kann.

Die jüngste derzeit vorliegende Studie von Thiemann und Nitz (1986, 1991) bildet die Grundlage der Publikation „Röntgenatlas der normalen Hand im Kindesalter“ und repräsentiert aus insgesamt 5200 ausgewerteten Röntgenaufnahmen der Hand Referenzwerte für die heutige Lebensalterschätzung. Aus insgesamt 20 medizinischen Einrichtungen der ehemaligen DDR wurden die 5200 Handröntgenaufnahmen in den Altersgruppen vom Neugeborenen bis zum 18-jährigen angefertigt, ausgewertet und anschließend in einem Atlas zusammengefasst.

Ergibt sich aus der Beurteilung des Handskeletts ein geschätztes Lebensalter von 18 Jahren oder älter wird (bei Vorliegen eines richterlichen Beschlusses) zusätzlich eine Röntgenuntersuchung der Schlüsselbein-Brustbein-Gelenke durchgeführt. Sind die Epiphysenfugen der medialen Schlüsselbeinepiphysen komplett geschlossen, ist ein Lebensalter von mindestens 22 Jahren anzunehmen (Abb. 2).

Zur Aussagefähigkeit der Röntgenaufnahme des Handskeletts ist grundsätzlich festzustellen, dass eine Altersschätzung lediglich bis etwa zum 18. Lebensjahr mit hinreichender Sicherheit möglich ist, da dann das Skelett bei Gesunden vollständig

ausgereift ist (Abb. 1) und nach diesem Zeitpunkt keine altersrelevanten Veränderungen der Skelettentwicklung mehr auftreten. Zur Beurteilung eines höheren Lebensalters sind zusätzliche Aufnahmen (mediale Schlüsselbeingelenke) anzufertigen. Weist das Reifungsstadium des Handskeletts aber auf ein Lebensalter unter 18 Jahren hin, dürfen diese Zusatzaufnahmen nicht durchgeführt werden, da sie keine zusätzlichen Informationen erbringen.

## Radiologische Untersuchung

- Röntgenuntersuchung der linken Hand
  
- ggf. Röntgenuntersuchung der Schlüsselbein-Brustbein-Gelenke



L

Abbildung 1: Radiologische Untersuchung, ausgereiftes Handskelett

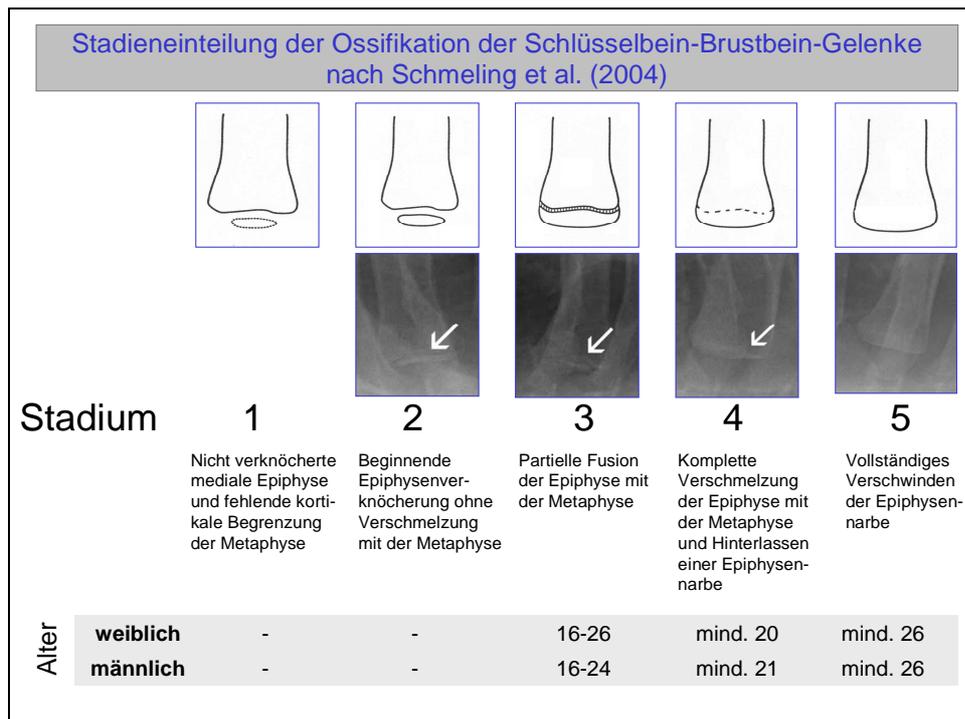


Abbildung 2: Stadieneinteilung der Ossifikation der Schlüsselbein-Brustbein-Gelenke nach Schmeling (2004)

Zum zeitlichen Verlauf der Ossifikation der medialen Claviculaepiphysenfugen als ein nützliches Merkmal zur forensischen Altersschätzung liegen vielfache Untersuchungen vor, welche sich anhand der Beurteilung in anatomische Studien, bei denen die Ossifikation im Rahmen einer Sektion oder bei Beurteilung von Skeletten durch direkte Inspektion, oder in radiologischen Untersuchungen mittels konventioneller Technik oder Computertomographie unterteilen lassen.

In einer von Kreitner et al. (1998) durchgeführten retrospektiven Studie an 380 normal entwickelten unter dreißigjährigen Probanden, wurden für das Merkmal Verknöcherung der medialen Claviculaepiphysenfuge eine Stadieneinteilung mit vier Stadien vorgelegt und entsprechende statistische Maßzahlen für die untersuchte deutsche Population mitgeteilt. Den Mittelwert für die komplett vorliegende Epiphysenunion bildete ein Lebensalter von 27, mit dem frühesten Beginn bei 22 Jahren.

In einer weiterführenden Studie haben Schmeling et al. (2004) darüber hinaus ein fünftes Stadium klassifiziert, welches sich durch ein vollständiges Verschwinden der Epiphysenarbe auszeichnet und bei beiden Geschlechtern mit einem Mindestalter von 26 Jahren auftritt.

Schmidt et al (2008a) überprüften retrospektiv die Atlasmethode nach Greulich und Pyle als am weitesten verbreitete Schätzmethode zur Bestimmung des Skeletalters auf ihre Eignung für die forensische Altersschätzungspraxis. Zur Untersuchung kamen 649 Handradiogramme die bei ein- bis achtzehnjährigen Patienten gefertigt worden waren. Unter Verwendung der Atlasmethode nach Greulich und Pyle konnte mit 95%iger Erfolgswahrscheinlichkeit bestimmt werden, ob der jeweilige männliche Proband das 14. Lebensjahr zum Zeitpunkt der Untersuchung erreicht hatte. Für weibliche Probanden ließ sich diese Aussage nicht mit der erforderlichen Irrtumswahrscheinlichkeit treffen. Die Autoren empfehlen daher, zur Erhöhung der Aussagesicherheit die Anwendung der Atlasmethode nach Greulich und Pyle mit einer körperlichen Untersuchung mit Bestimmung der sexuellen Reifezeichen und einer zahnärztlichen Untersuchung der/ des Betreffenden zu kombinieren.

Schmidt et al. (2008b) überprüften retrospektiv die Eignung der Methode zur Schätzung des Skeletalters nach Tanner und Whitehouse hinsichtlich ihrer Eignung für die forensische Altersschätzungsroutine. Untersucht wurden die Handröntgenaufnahmen von 48 Jungen und 44 Mädchen im Alter von 12 bis 16 Jahren. Die Anwendung der TW2-Methode führte in der forensisch relevanten Altersgruppe von 14 bis 16 Jahren zu einer Differenz zwischen skelettalem und chronologischem Alter von -0,1 bis +1,4 Jahren. Bei Anwendung der TW3-Methode betrug diese Differenz -0,4 bis +0,2 Jahre. Wegen des Risikos einer tendenziellen Überschätzung wurde die TW2-Methode von den Autoren als für die Altersschätzungspraxis ungeeignet klassifiziert und die Anwendung der TW3- Methode empfohlen.

### **3.3 Forensisch-odontologische Untersuchung**

Der Umfang der für die forensisch-odontologische Untersuchung des Betreffenden zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden hängt naturgemäß vom juristischen Untersuchungsanlass ab. Grundsätzlich kommt im Jugend- und jungen Erwachsenenalter den entwicklungsbiologischen Merkmalen Zahndurchbruch und Zahnmineralisation die größte forensische Bedeutung zu. Unter Zahndurchbruch soll der Zeitpunkt verstanden werden, an dem die Spitze des Zahnes die Gingiva penetriert. Die Diagnose erfolgt durch Inspektion der Mundhöhle. Mit Ausnahme der dritten Molaren sind die Zähne des Dauergebisses im Durchschnitt etwa bis zum 12. Lebensjahr durchgebrochen. Die dritten Molaren brechen (zumindest in

europiden Populationen) erst nach dem 17. Lebensjahr durch (Müller 1983). Nach weiteren zwei bis vier Jahren wird die Kauenebene erreicht (Berkowitz und Bass 1976). Die Zahnmineralisation wird anhand einer Übersichtsaufnahme der Gebissregion, dem so genannten Orthopantomogramm, beurteilt. Die Mineralisation beginnt mit der Bildung der Zahnkrone an der späteren Kaufläche und setzt sich dann über den Zahnhals zur Wurzel hin fort. Mit Abschluss der Wurzelbildung ist das Zahnwachstum, abgesehen von späteren Zementanlagerungen im Wurzelbereich, abgeschlossen. Lange war ungeklärt, inwiefern die ethnische Zugehörigkeit des zu Untersuchenden den zeitlichen Verlauf der Mineralisation und Eruption der Zähne und hier insbesondere der Weisheitszähne, als am längsten in der Entwicklung befindliche Zähne beeinflusst und inwieweit die für die Altersdiagnosen gebräuchlichen Referenzdaten, die an weißen Nordamerikanern sowie Mittel- und Nordeuropäern gewonnen worden sind, auch für Angehörige anderer ethnischer Gruppen verwendet werden können. Zwischenzeitlich wurde eine Anzahl von Studien vorgelegt, welche ethnische Unterschiede hinsichtlich des zeitlichen Durchlaufens der verschiedenen Stadien der Weisheitszahnmineralisation und -eruption beschreiben (Olze et al. 2004d, Olze et al. 2007b). Nach Auffassung der Autorin besteht in der Literatur Konsens über die Notwendigkeit der Verwendung populationsspezifischer Standards in der Altersschätzungspraxis.

Olze et al. (2004a, 2004b, 2004c) untersuchten darüber hinaus, inwieweit anhand eines Orthopantomogramms ein klinisch bedeutsamer Parameter, wie der Ausprägungsgrad des parodontalen Knochenabbaus oder der DMF-Index, zur Altersschätzung herangezogen werden kann und Aussagen zur Vollendung des 21. Lebensjahres erlaubt. Gingiva, Wurzelzement, periodontales Ligament (Desmodont) und Alveolenkorticulis bilden den Zahnhalteapparat (Parodontium). Die Parodontalerkrankungen umfassen Veränderungen an diesen Strukturen. Mit zunehmendem Lebensalter gewinnen atrophische und degenerative Veränderungen am Parodontium an Bedeutung (Henning 1989). Ferner unterliegt das Pulpa- Dentin-System fortschreitenden biomorphotischen Veränderungen (Zuhrt 1991), welche das umliegende Parodontium beeinflussen können. Darüber hinaus bedingen entzündliche Veränderungen des Parodontiums einen entsprechenden Abbau der parodontalen Gewebe. Gingivitis und Parodontitis sind Ausdruck der entzündlichen Reaktion des Parodonts, ausgelöst durch supra- und vor allem subgingivale Plaque, die in unmittelbarer Umgebung zu den parodontalen Geweben direkten Einfluss auf

diese ausübt. Die Metaboliten der Plaque bauen wichtige Bestandteile der Interzellulärschicht wie Kollagen, Hyaluronsäure und Chondroitinsulfat ab. Endotoxine aktivieren das Komplementsystem und induzieren eine akute Inflammation, dadurch zerstören und lockern sie das dichte epitheliale und bindegewebige Gefüge auf und schädigen die Zellen des Wirts (Flores De Jacobi 1987). Die Permeabilität des Saumeithels nimmt zu, dadurch wird die Passage entzündungsfördernder Stoffwechselprodukte der Plaque in tiefere Gewebeabschnitte begünstigt. Es kommt zu einem Attachmentverlust, der klinisch und röntgenologisch durch Taschenbildung ohne bzw. mit Gingivarezession und Knochenabbau manifest wird (Merte 1990). Referenzbereiche für den Grad des Befestigungsverlustes sind Schmelz-Zement-Grenze und klinischer Taschenfundus bzw. röntgenologische Knochengrenze.

Olze et al. (2004b) untersuchten insgesamt 650 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von deutschen Personen im Alter von 18-30 Jahren. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Der parodontale Knochenabbau wurde an den zweiten Prämolaren aller vier Quadranten bestimmt. Berücksichtigt wurden nur karies- und restaurationsfreie Zähne. Hierzu wurde eine vierstufige Stadieneinteilung verwendet. Die Stadien wurden folgendermaßen definiert:

- Stadium 0: Kein Knochenabbau
- Stadium 1: Beginnender Knochenabbau, wobei weniger als die Hälfte des ersten Wurzeldrittels betroffen ist
- Stadium 2: Fortgeschrittener Knochenabbau, wobei bis zu einem Drittel der Wurzellänge betroffen ist
- Stadium 3: Erheblicher Knochenabbau, wobei mehr als ein Drittel der Wurzellänge betroffen ist

Olze et al. (2004b) geben an, dass ein zunehmender parodontaler Knochenabbau gut mit einem Altersanstieg der untersuchten Probanden korreliert. Es ließ sich bei beiden Geschlechtern ganz überwiegend ein Anstieg der Mediane mit zunehmendem Stadium feststellen. Insbesondere in den mittleren Stadien waren beträchtliche Streubreiten zu verzeichnen. So lagen die Interquartilabstände in den Stadien 1 und 2 zwischen drei und acht Jahren; in diesen Stadien ergaben sich Spannweiten

zwischen zehn und zwölf Jahren. Ab dem Stadium 1 betragen die Mediane für alle untersuchten Zähne und beide Geschlechter mindestens 21 Jahre. Bei einem nachweisbaren parodontalen Knochenabbau war bei den Probanden somit die Vollendung des 21. Lebensjahres überwiegend wahrscheinlich. Ein unteres Quartil von mindestens 21 Jahren trat regelmäßig ab dem Stadium 2 auf, das heißt 75% der Untersuchten mit einem fortgeschrittenen parodontalen Knochenabbau waren mindestens 21 Jahre alt. Ein Stadium 3 wurde in der untersuchten Stichprobe bei Männern frühestens mit 25 Jahren festgestellt. Es handelte sich hierbei aber um ein seltenes Ereignis (3,7% der Fälle). Bei den untersuchten Frauen trat das Stadium 3 vereinzelt bereits mit 20 Jahren auf. Als Ursache für die in der vorliegenden Untersuchung festgestellte, nicht unbeträchtliche interindividuelle Variation hinsichtlich der Ausprägung des parodontalen Knochenabbaus ist die multifaktorielle Genese der Parodontopathien zu diskutieren, wobei auch den Umweltfaktoren eine beträchtliche Rolle zukommt. So sind für die Ausbildung von Parodontopathien neben genetisch determinierten Immundefekten, systemischen Erkrankungen und Viren auch bestimmte Gewohnheiten, wie der allgemeine Umgang mit Gesundheit, Rauchen, Alkoholkonsum und Medikationen, das soziale Umfeld sowie psychische Faktoren maßgeblich (Reichart 2000). Unter den vermeidbaren Risiken von Parodontalerkrankungen steht der Tabakkonsum an erster Stelle (Rateitschak 2004). So zeigten mehrere kontrollierte Studien bei Rauchern größere Werte klinischer Parameter, wie sondierbare Taschentiefen, Attachment-Verlust, Pusaustritt und Furkationsbefall (Brunnemann und Hoffmann 1981, Bergström und Preber 1994, Brochut und Cimasoni 1997, Salvi et al. 1997, Bergstrom 2004, Tanaka et al. 2006). Die Risikoabschätzung zeigte ein 2- bis 14fach erhöhtes Risiko des Rauchers im Vergleich zum Nichtraucher für Zahnfleischentzündungen und ein 2,5- bis 6fach erhöhtes Risiko für Parodontalerkrankungen (Liebrecht 2002). Auch die individuelle Mundhygiene hat einen großen Einfluss auf die Ausbildung parodontaler Erkrankungen. So führt die tägliche, gründliche aber schonende, systematische Plaqueentfernung durch Zähneputzen zu einer Reduzierung des Parodontitisrisikos (Lang et al. 1993). Der Einfluss von Umweltfaktoren, wie Rauchen und Mundhygiene, erklärt die beträchtliche interindividuelle Variation bei der Ausprägung des parodontalen Knochenabbaus. Zusammenfassend konnten die Autoren feststellen, dass ein zunehmender parodontaler Knochenabbau in der untersuchten Stichprobe gut mit einem Altersanstieg der Probanden korrelierte und somit als ergänzendes

Kriterium der forensischen Altersdiagnostik im jungen Erwachsenenalter gelten kann. Es blieb jedoch unklar, ob die in der vorliegenden Arbeit präsentierten Referenzwerte auch auf Personen anderer ethnischer Zugehörigkeit übertragbar sind. Bei einem beginnenden parodontalen Knochenabbau (Stadium 1) war die Hälfte der Untersuchten mindestens 21 Jahre alt. 75% der Untersuchten mit einem fortgeschrittenen parodontalen Knochenabbau (Stadium 2) hatten das 21. Lebensjahr vollendet. Alle männlichen Probanden mit einem erheblichen Knochenabbau (Stadium 3) waren deutlich älter als 21 Jahre, wobei dieses Stadium in der untersuchten Altersgruppe nur selten vorkam.

Der DMF-Index zur Kennzeichnung der Kariesprävalenz einer Bevölkerung wurde erstmals von Klein et al. (1938) beschrieben. Der DMF-S- bzw. DMF-T-Index beschreibt die Anzahl von Zahnflächen (Surfaces) bzw. der Zähne (Teeth) im bleibenden Gebiss, die zerstört (Decayed), aufgrund von Karies extrahiert (Missing) oder gefüllt (Filled) wurden. In den bislang vorliegenden Untersuchungen wurde der DMF-Index klinisch durch Inspektion der Mundhöhle erhoben. Bei der radiologischen Bestimmung des DMF-Index sind, insbesondere in Bezug auf die D-Komponente, Abweichungen vom klinischen Befund möglich. Hier kann der D-Faktor unter Berücksichtigung der Größe der Kariesläsion in die Untergruppen D1 bis D4 aufgeteilt werden. Klinisch sind oftmals initiale kariöse Läsionen oder Zahnhalsdefekte nicht eindeutig erkennbar. Andererseits ist die Approximalraumkaries auf Röntgenbildern besser sichtbar. Zwar ist die röntgenologische Bestimmung der M-Komponente problemlos möglich, da jedoch in der Regel keine anamnestischen Angaben vorliegen, muss offen bleiben, aus welchen Gründen die betreffenden Zähne fehlen. Als Extraktionsgründe kommen neben Kariesbefall auch eine traumatische oder iatrogene Schädigung, kieferorthopädische Erwägungen oder Parodontopathien in Betracht. Ferner sind nicht angelegte Zähne als fehlend zu werten. Als Ausdruck der Kariesprävalenz ist die M-Komponente aber nur aussagekräftig, wenn sie ausschließlich diejenigen Zähne erfasst, die infolge Karies verloren gegangen sind.

Friedrich et al. (2003a, 2003b) gingen der Frage nach, ob die Anzahl kariöser oder gefüllter Weisheitszähne Rückschlüsse auf die Vollendung des 18. Lebensjahres zulässt. Sie untersuchten die Orthopantomogramme von 1053 Probanden der Altersgruppe 14-24 Jahre. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen der Anzahl der kariösen Zähne und dem chronologischen Alter ließ sich für die

untersuchte Altersgruppe nicht herstellen. Aus dem Nachweis von Füllungen der Weisheitszähne wurden hingegen hohe positive prädiktive Werte abgeleitet. So liege der positive prädiktive Wert für einen gefüllten Zahn 28 bei 95,56% und für einen gefüllten Zahn 38 sogar bei 100%. In Anbetracht der geringen Prävalenz der gefüllten Weisheitszähne in der untersuchten Stichprobe (4,7-6,1%) sollte dieses Ergebnis nach Ansicht der Autoren zurückhaltend interpretiert werden, zumal es sachlogisch nur schwer nachvollziehbar erscheint, warum gefüllte Weisheitszähne die Vollendung des 18. Lebensjahres wesentlich wahrscheinlicher machen als kariöse Weisheitszähne, ist doch der kariöse Befall eines Zahns die Voraussetzung für seine konservierende Versorgung.

Olze et al. (2004a) haben insgesamt 650 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von je 325 männlichen und weiblichen Deutschen mit gesicherten Geburtsdaten im Alter von 18-30 Jahren untersucht. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Anhand der Orthopantomogramme wurden der DMF-T-Index unter Einbeziehung aller bleibenden Zähne sowie der DF-T-Index der in der Kauebene befindlichen Weisheitszähne bestimmt. Es erfolgte eine statistische Auswertung mit dem Programm SPSS für Windows. Ein Vergleich der präsentierten Ergebnisse mit den vorliegenden klinischen Studien war wegen der nur bedingt spezifizierbaren M-Komponente des DMF-Index lediglich eingeschränkt möglich, da keine gesicherten, anamnestischen Angaben der Patienten vorlagen. In mehreren klinischen Arbeiten, die allerdings zumeist in größere Altersgruppen unterteilten, wurde eine kontinuierliche Zunahme des DMFT-Index mit dem Lebensalter beschrieben (Amrhein 1967, Sheiham und Hobdell 1969, Crossner und Unell 1996, Glöckner 1971, Friedrich et al. 2003a). Gemäß den Ergebnissen von Olze et al. (2004a) geht eine Zunahme des DMFT-Index nicht mit einem stetigen Zuwachs der Mittelwerte bzw. Mediane einher, wobei auf die zum Teil geringen Fallzahlen hinzuweisen ist. Die Mittelwerte bzw. Mediane liegen ab einem DMFT-Index von 7 für beide Geschlechter bei mindestens 21 Jahren. Die hohen Streubreiten führen jedoch dazu, dass es selbst bei einem DMFT-Index von 27 Probanden gibt, die das 21. Lebensjahr nicht erreicht haben. Neben dem DMFT-Index aller bleibenden Zähne wurde von den Autoren zusätzlich der DFT-Index der Weisheitszähne bestimmt. Für die männlichen Probanden konnte ein Anstieg der Mittelwerte bzw. Mediane mit zunehmendem Weisheitszahn-DFT-Index festgestellt werden. Für das weibliche Geschlecht war ein

solcher Trend nur für die DFT-Indizes 0,1 und 2 zu verzeichnen. Auch für den DFT-Index der dritten Molaren waren die Spannweiten beträchtlich. So umfassten sie für die Indizes 0, 1, 2 und 3 bei beiden Geschlechtern nahezu den gesamten untersuchten Altersbereich. Nur bei einem DFT-Index von 4 (alle Weisheitszähne wiesen kariöse Läsionen oder Füllungen auf) waren alle untersuchten Probanden mindestens 21 Jahre alt. In der untersuchten Stichprobe war diese Konstellation allerdings sehr selten. Nur sechs Männer und neun Frauen wiesen einen Weisheitszahn- DFT-Index von 4 auf. Als Ursache für die geringe Korrelation der untersuchten DMF-Index-Varianten mit dem Lebensalter ist der große Einfluss von Ernährungsgewohnheiten und kariesprophylaktischen Maßnahmen auf den individuellen Kariesbefall zu diskutieren. Die Zahnkaries ist ein exogener Prozess und wird durch bestimmte Einflüsse der Umgebung des Zahnes hervorgerufen. Karies entsteht, wenn die Mikroorganismen der Plaque bei einer zuckerreichen Ernährung über eine längere Zeitspanne auf die Zähne einwirken können. Zusätzlich fördern oder verringern disponierende Einflüsse, wie die Speichelzusammensetzung und die Resistenz der Zahnschichten, die Erkrankungswahrscheinlichkeit. Die Ernährungsgewohnheiten haben sich in den westlichen Industrienationen in den letzten 150 Jahren geändert. Mit der Zunahme des Zuckerkonsums kam es zu einem deutlichen Anstieg der Karies. Für die Zahngesundheit ist jedoch nicht nur eine vermehrte Zuckeraufnahme problematisch, sondern auch eine konstante und regelmäßige Zufuhr säurehaltiger Nahrungsmittel. Gegenwärtig kann vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen eine Geschmacksbevorzugung saurer Getränke und Lebensmittel festgestellt werden (Willershausen et al. 2003). Besonders die enorme Zunahme des Softdrink-Verbrauchs ist hier zu erwähnen. Diese Getränke enthalten zur Geschmacksverstärkung diverse Fruchtsäuren, als Antioxidans Ascorbinsäure, als Konservierungsmittel Benzoesäure und Kohlensäure zur Gasbildung. Außerdem haben die Verhaltensweisen nach der Aufnahme säurehaltiger Getränke Bedeutung für die Zahngesundheit. Kommt es unmittelbar nach der Säurezufuhr zur mechanischen Bearbeitung der Zähne durch kräftiges Zähneputzen, starkes Kauen von abrasiven Lebensmitteln oder heftiges Kaugummikauen, so können säurebedingt angelöste Zahnareale schnell abgetragen werden. Als kariesprophylaktische Maßnahmen sind neben einer zucker- und säurearmen Ernährung regelmäßige Zahnpflege sowie der Zusatz von Fluoriden zum Trinkwasser, zu Nahrungsmitteln (zum Beispiel Kochsalz und Milch) oder zu

Zahnpflegemitteln zu nennen. Im Ergebnis der Fluoridgabe wird die Demineralisation des Zahnschmelzes gehemmt. Dieser wird dadurch widerstandsfähiger gegen Säuren, die bei Karies und Erosion auf ihn einwirken. Zusammenfassend wurde von den Autoren festgestellt, dass die untersuchten DMF-Index-Varianten als Kriterium der Altersdiagnostik in Bezug auf die Vollendung des 21. Lebensjahres aufgrund ihrer geringen Alterskorrelation und der erheblichen interindividuellen Streubreiten als ungeeignet erscheinen.

Darüber hinaus überprüften Olze et al. (2004c), ob durch die kombinierte Beurteilung verschiedener röntgenmorphologischer Merkmale der zahnärztlichen Altersdiagnostik bei Erwachsenen forensisch verwertbare Aussagen zum Abschluss des 21. Lebensjahres erlaubt sind. Bei den untersuchten Merkmalen handelt es sich um den DMFT-Index aller bleibenden Zähne, den DMFT-Index aller bleibenden Zähne mit Ausnahme der Weisheitszähne, den DFT-Index der in der Kauebene befindlichen Weisheitszähne, die Weisheitszahneruption sowie den parodontalen Knochenabbau der zweiten Prämolaren. Zur Untersuchung kamen insgesamt 650 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von Deutschen mit gesicherten Altersangaben im Alter von 18-30 Jahren. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Es wurden der DMFT-Index aller bleibenden Zähne, der DMFT-Index aller bleibenden Zähne mit Ausnahme der Weisheitszähne sowie der DFT-Index der in der Kauebene befindlichen Weisheitszähne bestimmt.

Für die Beurteilung der Weisheitszahneruption wurde folgende Stadieneinteilung verwendet:

- Stadium 0: Bedeckung der Okklusalfäche mit alveolärem Knochen
- Stadium 1: Alveolärer Durchbruch, die halbe Kronenlänge des zweiten Molaren ist nicht erreicht
- Stadium 2: Mindestens die halbe Kronenlänge des zweiten Molaren ist erreicht, die Kauebene ist nicht erreicht
- Stadium 3: Die Kauebene ist erreicht, keine Elongation
- Stadium 4: Elongation

Von der Untersuchung ausgeschlossen waren retinierte Weisheitszähne. Als retiniert galten mesio- und distoangulierte bzw. vestibulo-oral angulierte dritte Molaren (Archer 1955, Wolf und Haunfelder 1960). Weisheitszähne, deren Durchbruchrichtung nicht eindeutig bestimmbar war, wurden nicht berücksichtigt. Der parodontale Knochenabbau wurde an den zweiten Prämolaren aller vier Quadranten analog zur Einzelbestimmung bestimmt, wobei zur Beurteilung des parodontalen Knochenabbaus nur karies- und restaurationsfreie Zähne berücksichtigt wurden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Diskriminanzanalyse. Diese wurde mit zwei Klassen durchgeführt, die durch die beiden Altersgruppen  $\leq 21$  Jahre und  $> 21$  Jahre definiert waren. Zur Einschätzung der möglichen Fehlklassifikation wurde die leaving-one-out Fehlerschätzmethode verwendet, welche den Fehler für ein Individuum unbekannter Klassenzugehörigkeit bei Verwendung der mit dem Verfahren ermittelten Entscheidungsregel schätzt (Wernecke 1995). 69,7% der Fälle männlicher Probanden wurden korrekt klassifiziert bzw. die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Klassenzuordnung betrug 69,7%. 71,4% der Fälle der weiblichen Probanden wurden korrekt klassifiziert bzw. die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Klassenzuordnung betrug 71,4%. Als Ursache für die nur mäßige Wahrscheinlichkeit der richtigen Klassenzuordnung diskutierten Olze et al. (2004c) die nur geringe genetische Determinierung der untersuchten epidemiologischen Merkmale und die starke Beeinflussung durch Umweltfaktoren. Olze et al. (2004c) sahen die kombinierte Bestimmung der DMF-T-Index-Varianten, des parodontalen Knochenabbaus sowie der Weisheitszahneruption anhand von Orthopantomogrammen als ergänzendes Kriterium der forensischen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen als geeignet an. Durch alleinige Bestimmung der untersuchten Merkmale ist allerdings eine Aussage zur Vollendung des 21. Lebensjahres mit der im Strafverfahren erforderlichen Wahrscheinlichkeit nicht möglich.

### **3.4 Rechtsgrundlagen**

Die juristischen Anlässe für Lebensaltersschätzungen können vielfältiger Art sein. In Strafsachen regelt § 81a der Strafprozessordnung (StPO) die Ermächtigung für die Durchführung körperlicher Untersuchungen und Eingriffe (zu letzteren ist auch die Anwendung von Röntgenstrahlen zu zählen).

Die im Verlauf von Strafverfahren zu untersuchenden Personen sind Ausländer ohne gültige Ausweispapiere, die ihr Alter mutmaßlich falsch angeben und deren Alter von juristischer Bedeutung ist. Die juristisch relevanten Altersgrenzen im Strafverfahren betreffen in Deutschland das 14., 18. und 21. Lebensjahr. Die Vollendung des 14. Lebensjahres ist für die Frage der Strafmündigkeit entscheidend (§19 Strafgesetzbuch). Es gilt als unwiderlegbare Behauptung, dass ein Kind unter 14 Jahren generell schuldunfähig und damit strafunmündig ist, also in jedem Fall - trotz Erfüllung eines Straftatbestandes - straflos bleibt. Für die Frage der Anwendbarkeit von Erwachsenen- bzw. Jugendstrafrecht sind die Altersgrenzen 18 und 21 Jahre von Belang. Nach §1 Jugendgerichtsgesetz gilt als Jugendlicher, wer zur Zeit der Tat 14, aber noch nicht 18 Jahre alt ist. Bei Jugendlichen ist das Jugendstrafrecht anzuwenden. Bei Heranwachsenden muss darüber hinaus festgestellt werden, ob die Gesamtwürdigung der Persönlichkeit ergibt, dass der Betroffene nach seiner sittlichen und geistigen Entwicklung noch einem Jugendlichen gleichsteht bzw. es sich nach der Art, den Umständen oder Beweggründen der Tat um eine Jugendverfehlung handelt – und damit Jugendstrafrecht gilt – oder ob das allgemeine „Erwachsenen-Strafrecht“ anzuwenden ist (Kaatsch 2001). Mit Vollendung des 21. Lebensjahres wird grundsätzlich die volle strafrechtliche Verantwortlichkeit des Täters festgelegt.

Im Bürgerlichen Recht (BGB) betreffen Altersschätzungen Vormundschafts-, Pflegschafts- oder Ergänzungspflegschafts- Angelegenheiten, welche sich nur auf Minderjährige beziehen. Mit Vollendung des 18. Lebensjahres tritt gemäß § 2 BGB Volljährigkeit ein, womit Vormundschaften oder Pflegschaften entfallen.

Im Verwaltungsrecht interessiert die Altersgrenze von 16 Jahren bei Asylverfahren, weil nach ihrem Erreichen Betroffene gemäß Ausländergesetz (AuslG) und Asylverfahrensgesetz (AsylVfg) als selbstständig handlungsfähig gelten und demzufolge in Sammelunterkünften anstelle von Einrichtungen der Jugendhilfe unterzubringen sind.

Im Zivilrecht wie im Asylverfahrensrecht bestehen in Deutschland keinerlei Ermächtigungsgrundlagen für die zwangsweise Durchführung von Altersschätzungen.

Schließlich kann bei älteren Arbeitnehmern bei Fehlen von amtlichen Urkunden über das Geburtsdatum die Erreichung des Rentenalters Gegenstand der Begutachtung sein.

## 4 Material und Methode

Zur Untersuchung kamen 1198 konventionell erstellte Orthopantomogramme von 629 weiblichen und 569 männlichen Deutschen im Alter von 15-40 Jahren, welche im Zeitraum von 1987 bis 2008 erstellt worden waren.

Abbildung 3 zeigt die Altersverteilung und Fallzahlen der Stichprobe, Abbildung 4 ein typisches Orthopantomogramm.

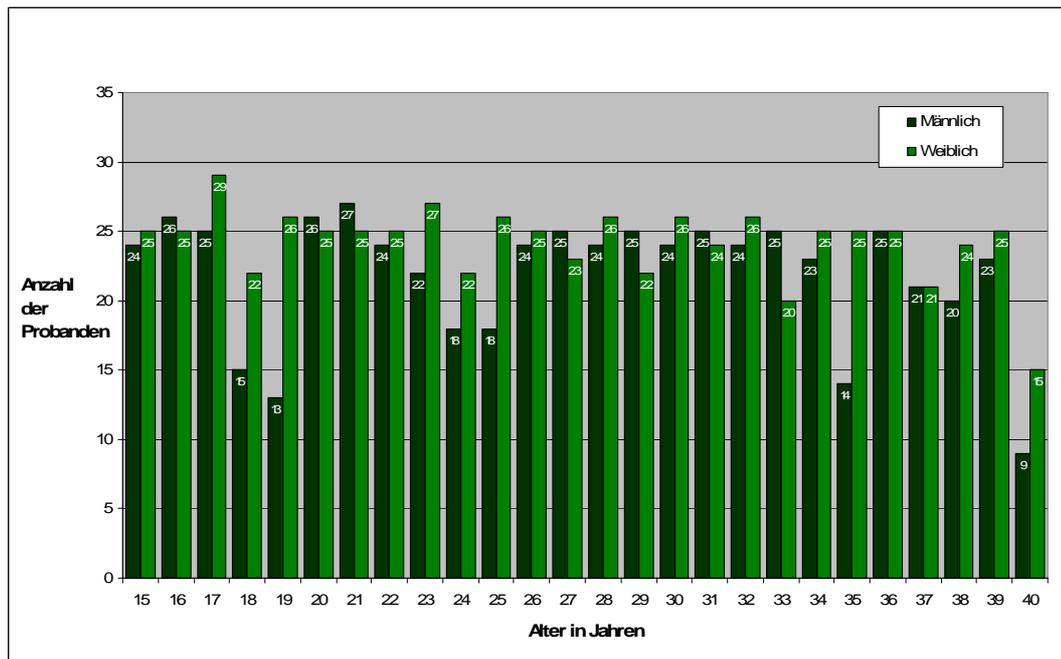


Abbildung 3: Altersverteilung und Fallzahlen



Abbildung 4: Typisches Orthopantomogramm

Es wurden alle angelegten dritten Molaren hinsichtlich des Mineralisationsstandes klassifiziert und das Stadium nach Demirjian et al. (1973) bestimmt. Bei Vorliegen

des Stadiums H nach Demirjian wurde der Retentionsstatus bestimmt. Als retiniert galten mesio- und distoangulierte bzw. vestibulo-oral angulierte dritte Molaren gemäß den Klassifikationen von Archer (1955) und Wolf und Haunfelder (1960). Dieses Einschlusskriterium ergab sich aus der Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit und in der Annahme, dass lediglich in Fällen mit abgeschlossener Weisheitszahnmineralisation (Stadium H nach Demirjian) ein chronologisches Lebensalter von mindestens 18 Jahren angenommen werden kann.

Zunächst wurden von der Autorin im Rahmen einer Pilotstudie 100 Orthopantomogramme, welche zufällig ausgewählt worden waren, untersucht. Nachfolgend wurden diese 100 Orthopantomogramme von einem erfahrenen Untersucher begutachtet und die Ergebnisse mit den Ergebnissen der Autorin abgeglichen.

Nach durchgeführter Kalibrierung erfolgte die Bestimmung der Mineralisations- und Eruptionsstadien randomisiert und geblindet, d.h. ohne Kenntnis der Geburts- oder Aufnahmedaten. Erfasst wurden Identifizierungsnummer, Geschlecht und Geburtsdatum des jeweiligen Probanden.

Die Beurteilung des jeweiligen Mineralisationsstadiums erfolgte unter Verwendung der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973). Abbildung 5 zeigt die entsprechende Stadieneinteilung.

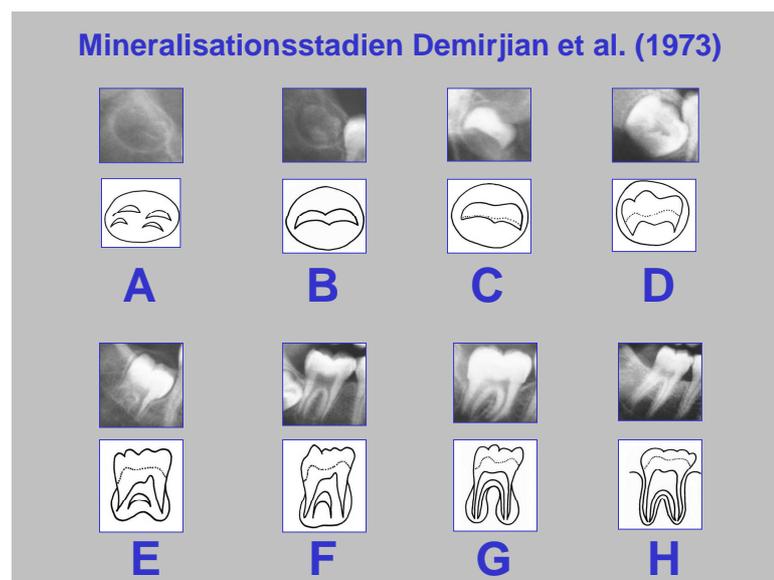


Abbildung 5: Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973)

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS 16.0 für Windows durchgeführt.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Alter männlicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian-Stadium H

Bei Betrachtung der Weisheitszähne 18-48 im Stadium H nach Demirjian et al. (1973) konnte für männliche Probanden ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,0001$ - $p = 0,0002$ ) des Alters zwischen Probanden mit retinierten und Probanden mit nicht retinierten Weisheitszähnen festgestellt werden. Der Mittelwert für das Alter von Probanden mit nicht retinierten rechten oberen Weisheitszähnen betrug 25,74 Jahre, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 18 betrug 29,29 Jahre. Für den Zahn 28 ergab sich ein Altersmittelwert von 26,28 Jahren für Probanden ohne Retention, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 28 betrug 29,17 Jahre. Für den Zahn 38 bei Probanden ohne Retention betrug der Altersmittelwert 27,11 Jahre, der Mittelwert für solche mit retinierten Zähnen 38 betrug 30,86 Jahre. Bei Betrachtung des Zahnes 48 betrug der Mittelwert für das Alter von Probanden mit nicht retinierten rechten unteren Weisheitszähnen 27,45 Jahre, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 48 betrug 30,79 Jahre. Die Tabellen 1 und 2 zeigen die ermittelten statistischen Maßzahlen, die Abbildungen 6-9 veranschaulichen die Altersverteilung.

Tabelle 1: Statistische Daten zur Altersverteilung männlicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian Stadium H für die Zähne 18, 28, 38 und 48

Statistik	18 nicht retiniert	18 retiniert	28 nicht retiniert	28 retiniert	38 nicht retiniert	38 retiniert	48 nicht retiniert	48 retiniert
Anzahl der Beobachtungen	62	284	72	294	142	246	140	270
Minimum (in Jahren)	17,00	19,00	17,00	19,00	17,00	19,00	17,00	20,00
Maximum (in Jahren)	37,00	40,00	38,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
1. Quartil	21,00	24,75	21,00	25,00	23,00	27,00	22,00	27,00
Median	26,00	29,00	27,00	29,00	27,00	31,00	27,50	31,00
3. Quartil	29,00	34,00	31,00	34,00	31,00	36,00	32,00	36,00
Mittelwert	25,74	29,29	26,28	29,17	27,11	30,86	27,45	30,79
Standardabweichung	5,51	5,73	5,68	5,82	5,22	5,57	5,84	5,49
Untere Grenze des Mittelwertes (95%)	24,34	28,62	24,94	28,51	26,25	30,16	26,47	30,13
Obere Grenze des Mittelwertes (95%)	27,14	29,96	27,61	29,84	27,98	31,56	28,43	31,44
Me/Mi	1,01	0,99	1,03	0,99	1,00	1,00	1,00	1,01
3s < M	16,52	17,18	17,05	17,47	15,66	16,72	17,53	16,47

Tabelle 2: Ermittlung des p-Wertes anhand der Altersdifferenz zwischen retinierten und nicht retinierten dritten Molaren im Demirjian Stadium H männlicher Probanden für die Zähne 18, 28, 38 und 48

Statistik	18	28	38	48
Differenz	-3,547	-2,896	-3,745	-3,335
t (Beobachteter Wert)	-4,447	-3,800	-6,523	-5,704
t  (Kritischer Wert)	1,967	1,967	1,966	1,966
FG	344	364	386	408
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001

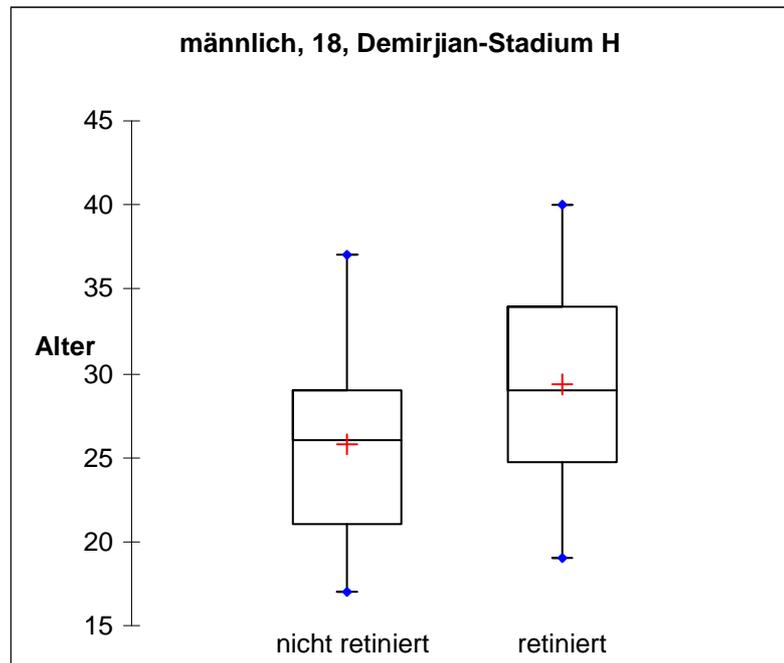


Abbildung 6: Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 18

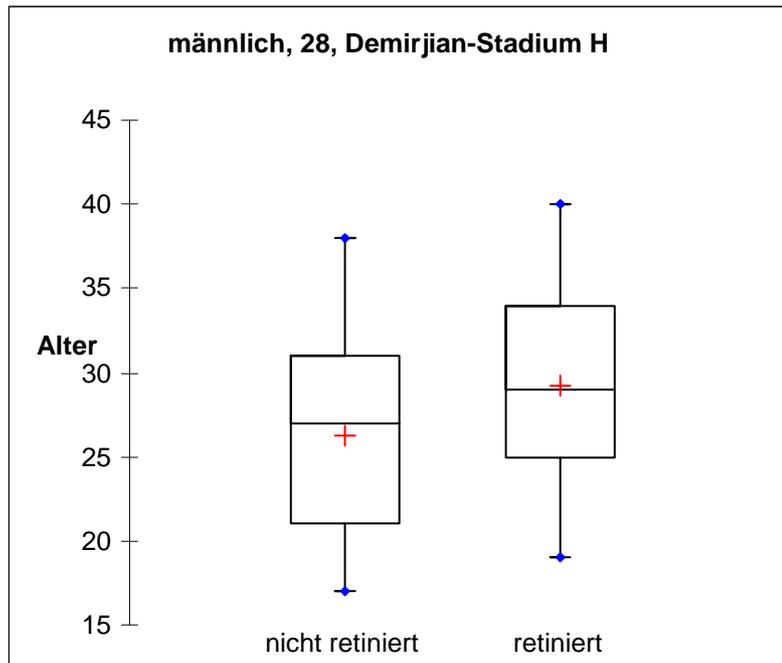


Abbildung 7: Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 28

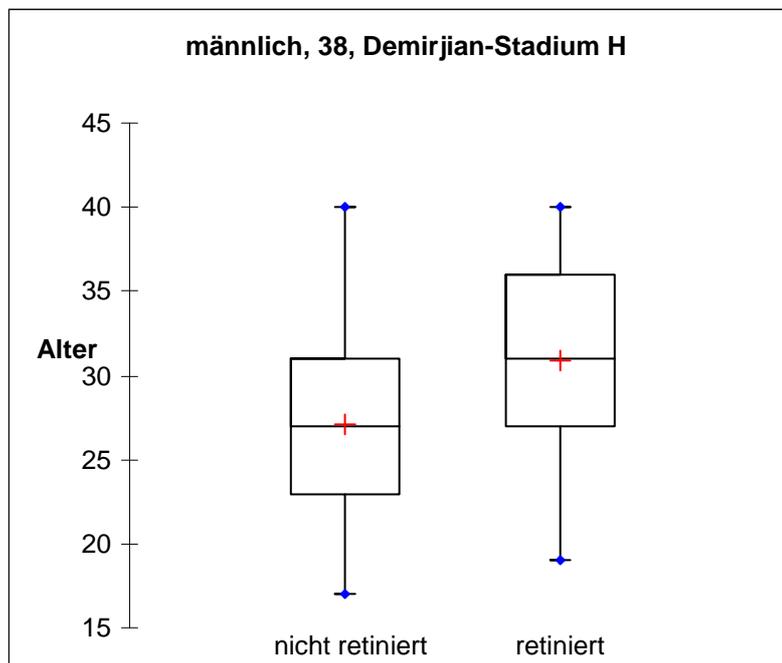


Abbildung 8: Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 38

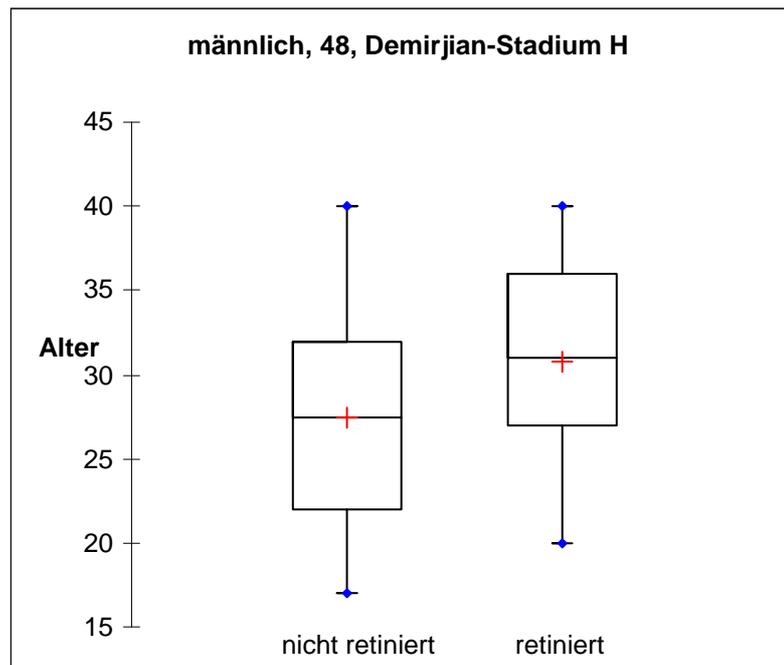


Abbildung 9: Altersverteilung männlicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 48

## 5.2 Alter weiblicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian-Stadium H

Bei Betrachtung der Weisheitszähne 18-48 im Stadium H nach Demirjian et al. (1973) konnte für weibliche Probanden ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,0001$ - $p = 0,0031$ ) des Alters zwischen Probanden mit retinierten und Probanden mit nicht retinierten Weisheitszähnen festgestellt werden. Der Mittelwert für das Alter von Probanden mit nicht retinierten rechten oberen Weisheitszähnen betrug 26,61, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 18 betrug 29,14 Jahre. Für den Zahn 28 ergab sich ein Altersmittelwert von 26,52 Jahren für Probanden ohne Retention, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 28 betrug 29,63 Jahre. Für den Zahn 38 bei Probanden ohne Retention betrug der Altersmittelwert 27,66 Jahre, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 38 betrug 31,28 Jahre. Bei Betrachtung des Zahnes 48 betrug der Mittelwert für das Alter von Probanden mit nicht retinierten rechten unteren Weisheitszähnen 28,10 Jahre, der Mittelwert für solche, mit retinierten Zähnen 48 betrug 30,99 Jahre. Tabelle 3 und 4 zeigen die ermittelten statistischen Maßzahlen, die Abbildungen 10-13 veranschaulichen die Altersverteilung.

Tabelle 3: Statistische Daten zur Altersverteilung weiblicher Probanden mit dritten Molaren im Demirjian Stadium H für die Zähne 18, 28, 38 und 48

Statistik	18 nicht retiniert	18 retiniert	28 nicht retiniert	28 retiniert	38 nicht retiniert	38 retiniert	48 nicht retiniert	48 retiniert
Anzahl der Beobachtungen	79	245	84	245	148	254	149	278
Minimum (in Jahren)	15,00	18,00	15,00	18,00	17,00	17,00	15,00	19,00
Maximum (in Jahren)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
1. Quartil	21,00	25,00	21,75	25,00	24,00	27,00	24,00	27,00
Median	24,00	29,00	24,00	29,00	26,00	32,00	27,00	31,00
3. Quartil	31,50	34,00	31,00	35,00	31,25	36,00	32,00	35,00
Mittelwert	26,61	29,14	26,52	29,63	27,66	31,28	28,10	30,99
Standardabweichung	6,72	5,65	6,49	5,91	5,78	5,69	6,15	5,40
Untere Grenze des Mittelwertes (95%)	25,10	28,43	25,12	28,89	26,72	30,58	27,11	30,35
Obere Grenze des Mittelwertes (95%)	28,11	29,85	27,93	30,37	28,60	31,99	29,10	31,62
Me/Mi	0,90	1,00	0,90	0,98	0,94	1,02	0,96	1,00
3s < M	20,16	16,94	19,47	17,72	17,35	17,06	18,44	16,20

Tabelle 4: Ermittlung des p-Wertes anhand der Altersdifferenz zwischen retinierten und nicht retinierten dritten Molaren im Demirjian Stadium H weiblicher Probanden für die Zähne 18, 28, 38 und 48

Statistik	18	28	38	48
Differenz	-2,531	-3,105	-3,621	-2,885
t (Beobachteter Wert)	-3,022	-4,052	-6,120	-5,009
t  (Kritischer Wert)	1,981	1,967	1,966	1,966
FG	116	327	400	425
p-Wert (Zweiseitig)	0,0031	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

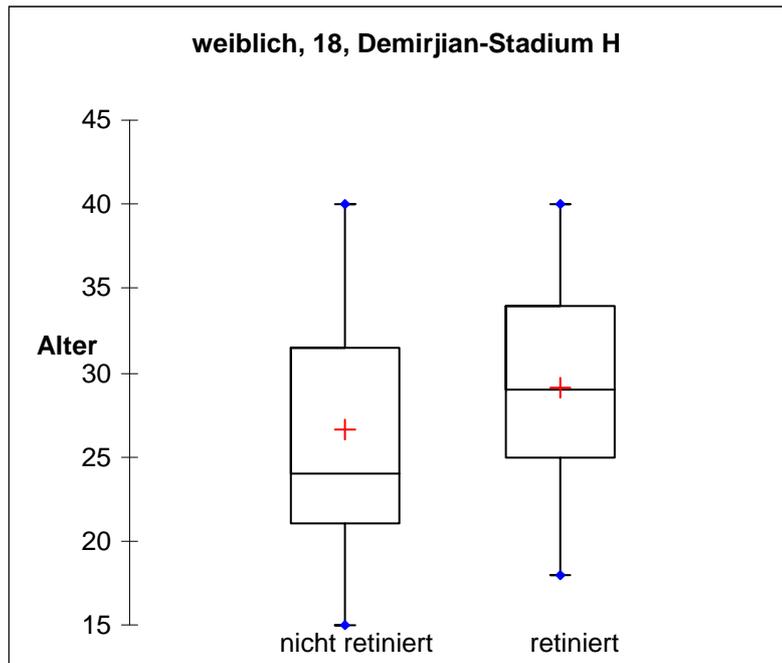


Abbildung 10: Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 18

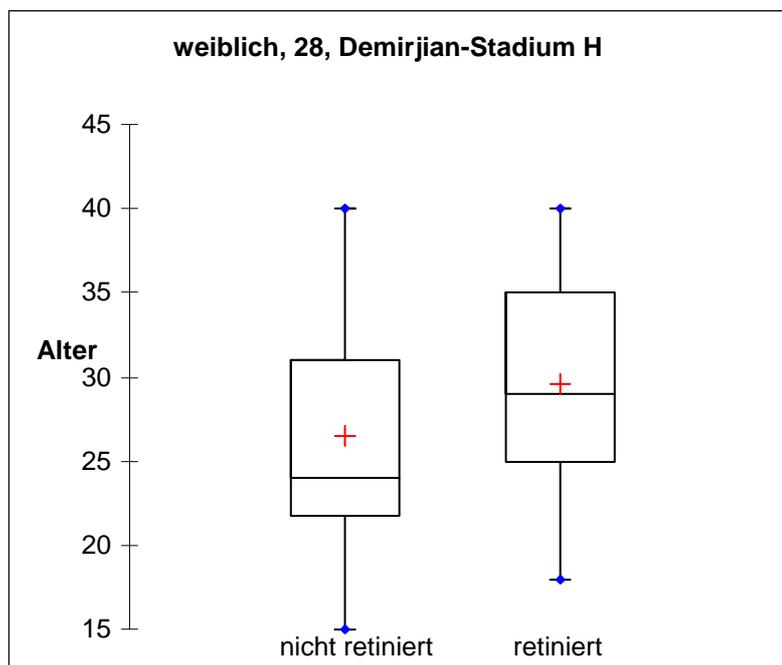


Abbildung 11: Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 28

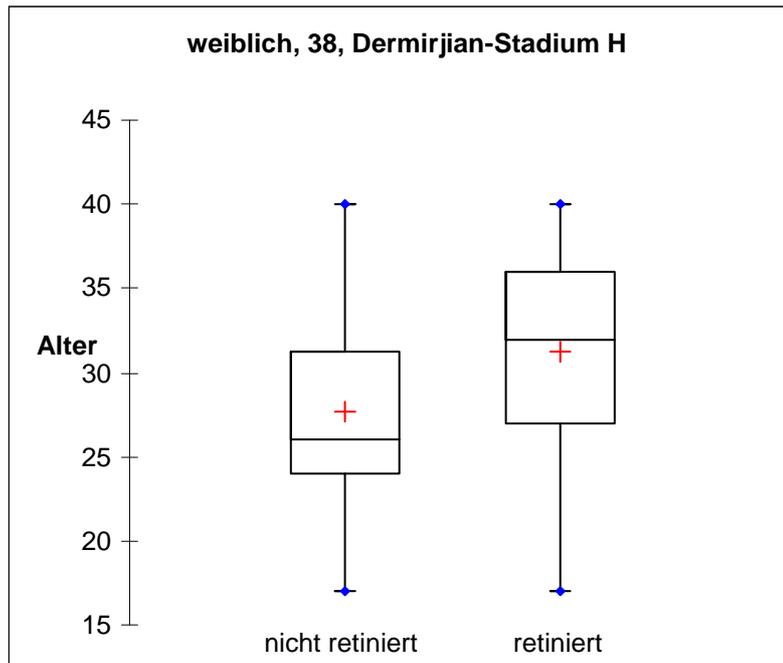


Abbildung 12: Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 38

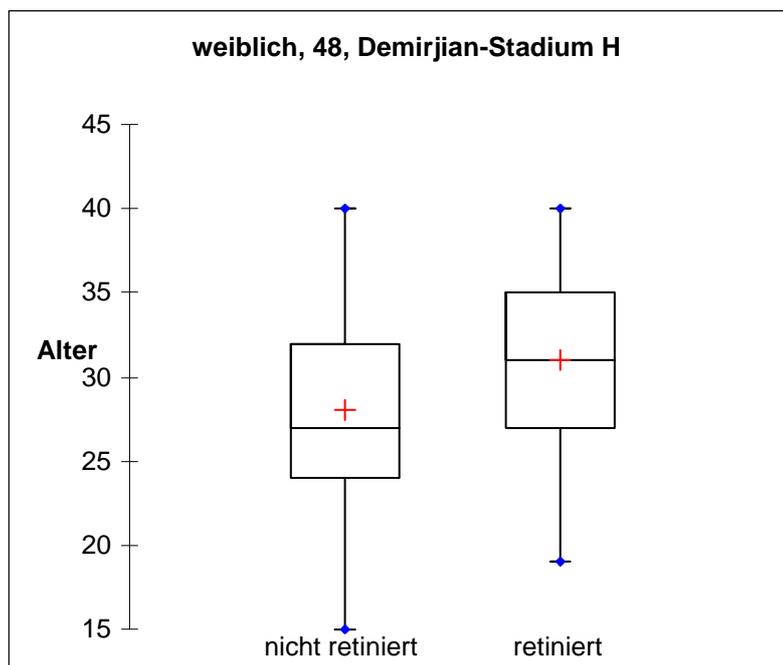


Abbildung 13: Altersverteilung weiblicher Probanden bei Erreichen des Demirjian-Stadiums H an Zahn 48

## **6 Diskussion**

### **6.1 Stand der Literatur zur Weisheitszahnmineralisation und -eruption**

Die forensische Altersschätzung Lebender steht nach wie vor im Fokus des wissenschaftlichen Interesses (Braga et al. 2005, Olze et al. 2005, Paewinsky et al. 2005, Prieto et al. 2005, Cameriere et al. 2006, Mühler et al. 2006, Schulz et al. 2005, Schmeling et al. 2006a, Schmeling et al. 2006b, Cameriere et al. 2009, Kellinghaus et al. 2009, Knell et al. 2009, Olze et al. 2010, Chen et al. 2010).

Auf dem Gebiet der forensisch-odontologischen Altersdiagnostik bei Lebenden kam im Jugend- und jungen Erwachsenenalter dem entwicklungsbiologischen Merkmal Weisheitszahnmineralisation lange die größte forensische Bedeutung zu. Zwischenzeitlich ist das Merkmal Weisheitszahneruption ebenfalls gut untersucht und hat anerkannt Einzug in die forensische Altersschätzungspraxis gefunden. Darüber hinaus besteht Konsens in der Literatur, dass populationsspezifische Standards und Referenzstudien in der Altersschätzungsroutine Anwendung finden sollten.

#### **6.1.1 Weisheitszahnmineralisation**

Zunächst war von wissenschaftlichem Interesse, welche Stadieneinteilung valide Aussagen hinsichtlich des erreichten Lebensalters ermöglichen könnte.

Im Rahmen verschiedener Studien wurden diverse Stadieneinteilungen zur Bewertung der Mineralisation entwickelt. Dabei wurde zunächst nur die Mineralisation der bleibenden Dentition (Zähne 1-7) untersucht, erst später richtete sich das Augenmerk der Forschung auch auf den dritten Molar. Die Ergebnisse der Studien waren nicht unmittelbar miteinander vergleichbar, da einerseits die Daten an verschiedenen Referenzpopulationen gewonnen wurden und andererseits verschiedene Untersucher die Beurteilungen vorgenommen haben (Hägg und Matsson 1985, Pöyry et al. 1986).

So wurden in der Vergangenheit unter anderem von Gleiser u. Hunt (1955), Moorrees et al. (1963), Kullmann et al. (1992) und Köhler et al. (1994) unterschiedliche Stadieneinteilungen vorgestellt. Die aufgeführten Klassifikationen enthalten zum Teil sehr viele Stadien, die nur schwer gegeneinander abgrenzbar sind. Zudem wird beispielsweise zwischen  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{2}{3}$  der zu erwartenden Wurzellänge unterschieden, was zu einer eher subjektiv geprägten Beurteilungsweise führt (Demirjian 1986). Während Gleiser u. Hunt (1955), Moorrees

et al. (1963) und Köhler et al. (1994) den kompletten Zahn bewerteten, verwendeten Kullmann et al. (1992) ausschließlich Wurzelstadien.

Die von Demirjian et al. (1973) vorgestellte Stadieneinteilung unterscheidet jeweils vier Kronen- und Wurzelstadien (Stadien A-H). Diese Stadien sind durch Formveränderungen gekennzeichnet und unabhängig von spekulativen Längenschätzungen. Von einer numerischen Kennzeichnung der Stadien wurde abgesehen, um den Eindruck zu vermeiden, es handele sich bei den einzelnen Stadien um Abläufe gleicher Zeitdauer.

In einer Arbeit von Olze et al. (2005) werden fünf verschiedene Stadieneinteilungen zur Zahnmineralisation nach Kenntnis der Autoren erstmalig unabhängig von der ursprünglich zugrunde liegenden Referenzpopulation hinsichtlich ihrer Validität verglichen (Gleiser und Hunt 1955, Demirjian et al. 1973, Gustafson und Koch 1974 Harris und Nortje 1984, Kullmann et al. 1992).

Es wurden insgesamt 420 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von weiblichen deutschen Probanden im Alter von 12-25 Jahren untersucht. Jedes Röntgenbild wurde mit einer Identifizierungsnummer versehen, die Geburtsdaten wurden fallbezogen erfasst. Untersucht wurde ausschließlich der Mineralisationsstand des unteren linken Weisheitszahns (Zahn 38).

Die Orthopantomogramme wurden von zwei unabhängigen Beobachtern untersucht (A und B). Beobachter A untersuchte die Orthopantomogramme ein zweites Mal (A2). Zwischen beiden Untersuchungen (A1 und A2) lag ein halbes Jahr. Es wurden jeweils Binnen- und Zwischenbeobachterfehler bestimmt. Unter Verwendung aller 5 Methoden zeigte weder der Vergleich aller 3 Begutachtungen (A1, A2 und B), der Begutachtungen A1 und B, A2 und B sowie A1 und A2 signifikante Unterschiede. Den insgesamt höchsten inter- und intraindividuellen Übereinstimmungsgrad zwischen den Begutachtern (Intraclass-Korrelation) sowie die größte Übereinstimmung zwischen Schätzalter und chronologischem Alter zeigte die Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973).

Zusätzlich und als Ergänzung zur Varianzanalyse wurde mittels der Berechnung des gewichteten Kappa-Koeffizienten (Fleiss 1981) für jeweils zwei (rangskalierte) Begutachtungen inter- und intraindividuell der Grad der Übereinstimmung zwischen den Begutachtern eingeschätzt (Intraclass-Korrelation). Zu jedem ermittelten Kappa-Koeffizienten sind darüber hinaus 95%-Konfidenzintervalle berechnet worden. Es

erscheint plausibel, dass die Methode, für welche die größten Übereinstimmungen bestehen, d.h. welche mit einer geringen Variabilität der Begutachtungen einhergeht, besonders günstig ist. Die Einschätzung der Übereinstimmung der aus der jeweiligen Methode erhaltenen Stadien/Scores in Bezug zum tatsächlichen Alter geschah mittels direktem Vergleich der kategorial-skalierten Stadien/Score-Beurteilung mit dem intervall-skalierten Alter durch den Eta-Koeffizienten (Siegel 1956).

Diejenige Methode mit der höchsten Übereinstimmung gilt als die beste. Im Sinne der oben angeführten Argumentationen erwies sich die Methode „Demirjian“ als die günstigste unter den 5 ausgewählten Methoden.

Es wird geschlussfolgert, dass zur Bestimmung des Mineralisationsstandes der dritten Molaren die Stadieneinteilung von Demirjian et al. (1973) verwendet werden sollte, welche eine das Schätzergebnis anscheinend günstig beeinflussende Anzahl von Mineralisationsstadien unterteilt. Die Verwendung von Stadieneinteilungen, welche nur wenige Stadien unterscheiden, erweist sich in der Altersschätzungspraxis als unvorteilhaft, da wegen des höheren Altersabstandes zwischen den Stadien bei Bestimmung eines falschen Stadiums schnell ein entsprechend großer Schätzfehler resultiert. Die Verwendung von Stadieneinteilungen, welche einerseits durch zahlreiche und andererseits durch vor allem von spekulativen Längenschätzungen geprägte Stadien gekennzeichnet sind, führt ebenfalls zu einer Verschlechterung des Schätzergebnisses. Hierbei scheint der Nachteil der stark subjektiv geprägten Vorgehensweise und der schlechten Abgrenzbarkeit der einzelnen Stadien den Vorteil des geringeren Altersabstandes zwischen den Stadien zu kompensieren. Alle bislang vorliegenden vergleichenden Studien ( Hägg & Matsson 1985, Staaf et al. 1991, Kullmann 1992, Mörnstad et al. 1995, Reventlid et al. 1996) sind von eingeschränkter Aussagekraft, da sie jeweils auf die (meist unzulänglichen und nicht vergleichbaren) Stichproben der methodenbeschreibenden (Erst-) Untersuchungen Bezug nehmen. Durch das in der zitierten Studie gewählte Vorgehen wurde dieses methodische Problem nach Kenntnis der Autoren erstmalig gelöst.

Drosos (2005) ging anhand von Vergleichsuntersuchungen der Frage nach, inwieweit der tatsächliche morphologische Entwicklungsstand der jeweils untersuchten Zähne (=Mineralisationsstadium) mit den auf dem Wege einer radiologischen Untersuchung bestimmten Entwicklungsstadien übereinstimmt. In die Untersuchung einbezogen wurden 100 Patienten der Praxis des Untersuchers, bei

welchen aus medizinischer Indikation heraus eine Extraktion von Weisheitszähnen anstand. Es wurde präoperativ ein konventionelles Orthopantomogramm gefertigt und die extrahierten Zähne postoperativ standardisiert präpariert. Anschließend erfolgte die Bestimmung des Entwicklungsstadiums am Röntgenbild und am Präparat unter Zuhilfenahme der Stadieneinteilungen nach Demirjian (1973) und Gleiser und Hunt (1955). Bei Verwendung der „Demirjian-Methode“ wurden die untersuchten Weisheitszähne in 78,48% der Fälle morphologisch und radiologisch in die gleiche Entwicklungsstufe eingruppiert. 18,35% der untersuchten Zähne wurden mit einer Entwicklungsstufe Unterschied befundet, bei 3,16% betrug der Unterschied von radiologischer zu morphologischer Einordnung mehr als eine Entwicklungsstufe. Bei 7,59% der untersuchten Zähne wurde mittels radiologischer Auswertung ein höheres Entwicklungsstadium diagnostiziert, als durch die morphologische Beurteilung, bei 13,92% der untersuchten Weisheitszähne wurde durch die morphologische Auswertung eine höhere Entwicklungsstufe bestimmt, als durch die radiologische Beurteilung. Unter Verwendung der Stadieneinteilung von Gleiser und Hunt (1955) ergaben sich insgesamt schlechtere Werte. Im Ergebnis der durchgeführten Studie zeigte sich insbesondere bei Verwendung der „Demirjian-Methode“ ein hoher Übereinstimmungsgrad zwischen röntgenologisch und morphologisch bestimmtem Mineralisationsstadium.

Zwischenzeitlich liegt eine Anzahl von Arbeiten vor, welche für Probanden unterschiedlicher Herkunft statistische Maßzahlen präsentieren.

Kahl und Schwarze (1988) untersuchten unter Verwendung der Stadieneinteilung von Demirjian et al. (1973) bei 993 deutschen Probanden im Alter von 5-24,5 Jahren das zeitliche Durchlaufen der Mineralisationsstadien der Zähne 18-48 geschlechtergetrennt. Es konnte ein dentaler Entwicklungsvorsprung der weiblichen Probanden insbesondere im Alter von 8,7-12,8 Jahren herausgearbeitet werden, in den früheren und späteren Altersstufen hingegen wiesen alle bleibenden Zähne, ausgenommen die Zähne 44 und 47, und somit auch die dritten Molaren in mindestens einem Entwicklungsstadium einen Vorsprung der Jungen von 0,3 Jahren auf. Die Entwicklungszeiten der Ober- und Unterkieferzähne wichen deutlich voneinander ab, wobei die Entwicklung der unteren bleibenden Zähne durchgehend jenen des Oberkiefers vorauseilte. Lediglich die dritten Molaren bei beiden Geschlechtern entwickelten sich mit etwa der gleichen Geschwindigkeit in allen vier

Quadranten und wiesen alternierend Entwicklungsvorsprünge im Ober- und im Unterkiefer auf.

Olze et al. (2003) untersuchten die Orthopantomogramme von 860 weiblichen und 577 männlichen deutschen Probanden im Alter von 12-26 Jahren. Der Mineralisationsstand der dritten Molaren wurde unter Verwendung der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973) beurteilt. Die Autoren fanden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des zeitlichen Durchlaufens der Mineralisationsstadien der dritten Molaren des Ober- und Unterkiefers, signifikante Geschlechterunterschiede wurden ebenfalls nicht festgestellt.

Willershausen et al. (2001) untersuchten insgesamt 1202 Orthopantomogramme von 602 weiblichen und 600 männlichen Probanden, welche aus Mittel- und Südeuropa, der Türkei und anderen nicht näher spezifizierten Ländern stammten. Es wurden die Mineralisationsstadien der dritten Molaren gemäß der Stadieneinteilung von Kullmann et al. (1992) bestimmt. Die Autoren fanden keine signifikanten Unterschiede im Entwicklungsablauf der Weißheitszähne zwischen den linken und rechten Kieferabschnitte von Ober- und Unterkiefer, die dritten Molaren des Oberkiefers entwickelten sich jedoch generell schneller, als jene des Unterkiefers. Jungen zeigten bezüglich der Weisheitszahnentwicklung einen dentalen Entwicklungsvorsprung gegenüber gleichaltrigen Mädchen. 2,5% der 18- und 38,4% der 21-jährigen zeigten eine abgeschlossene Weisheitszahnentwicklung in allen vier Quadranten, weshalb die Autoren schlussfolgerten, dass eine ausschließliche Verwendung des Entwicklungsstandes der Weisheitszähne zur Altersschätzung allein nicht ausreichte. Vielmehr könnten die Erkenntnisse der Schätzung des Zahnalters nur im Kontext mit anderen, ergänzenden Untersuchungen eine zuverlässige Altersschätzung ermöglichen. Zu möglichen ethnischen Unterschieden konnten nach Angabe der Autoren keine zuverlässigen Angaben gemacht werden, da die Fallzahl hierfür nicht ausreichte. Lediglich für das Stadium Ac, welches die abgeschlossene Wurzelbildung kennzeichnet, konnte eine genügende Fallzahl vorgewiesen werden. Demnach erreichte die türkische Population dieses Stadium für den Zahn 18 im Mittel im Alter von 20,6 Jahren, die südeuropäische Population in einem mittleren Alter von 21,1 Jahren. Die Mitteleuropäische Population nahm eine Zwischenposition ein. Da die Unterschiede weniger als ein halbes Jahr betrug, handelte es sich hier um nicht signifikante Abweichungen.

Bolanos et al. (2003) untersuchten die Entwicklung der dritten Molaren, der zweiten Unterkieferprämolaren und -molaren auf 812 Panoramaschichtaufnahmen von spanischen Patienten im Alter von 4-20 Jahren. Die Einteilung der Entwicklungsstadien erfolgte nach dem System von Nolla et al.(1960). Bei Erreichen des Stadiums 10 (das apikale Ende der Wurzel ist komplett) der dritten Molaren waren die Probanden in einem durchschnittlichen Alter zwischen 18,62 und 19,58 Jahren bei einer SD von 1,05-2,27 Jahren. Die Autoren fanden vernachlässigbare Geschlechterunterschiede bezüglich der Mineralisationsgeschwindigkeit der dritten Molaren. Die Oberkieferweisheitszähne waren den Unterkieferweisheitszähnen in ihrer Entwicklung voraus. Gorgani et al. (1990), Llarena del Rosario et al. (1990) und Uzamis et al. (2000) fanden ähnliche Ergebnisse.

Die wenigen vergleichenden Studien zur Weisheitszahnmineralisation sind meist auf die frühen Entwicklungsstadien beschränkt.

Gorgani et al. (1990) untersuchten 229 schwarze und 221 weiße US-Amerikaner im Alter von 6-14 Jahren. Die Kronenmineralisation der dritten Molaren war bei Schwarzen etwa 1 Jahr früher abgeschlossen.

Harris & McKee (1990) untersuchten 655 weiße und 335 schwarze US-Amerikaner im Alter von 3,5-13 Jahren. Während die schwarzen US-Amerikaner die frühen Weisheitszahnmineralisationsstadien etwa 1 Jahr früher erreichten, schienen die Unterschiede in den späten Stadien geringer auszufallen.

Dieser Trend wird durch eine Arbeit von Mincer et al. (1993) bestätigt. Sie untersuchten 823 US-Amerikaner (80% Weiße, 19% Schwarze) im Alter von 14,1-24,9 Jahren und konnten keine signifikanten Unterschiede im zeitlichen Verlauf der Weisheitszahnmineralisation feststellen.

Daito et al. (1992) untersuchten die Weisheitszahnmineralisation bei 9111 7-16-jährigen Japanern und verglichen ihre Daten mit den von Rantanen (1967), Haavikko (1970) und Gorgani (1990) für europide Populationen mitgeteilten Werten. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Aussagefähigkeit der vorliegenden Studien ist durch vielfach ungesicherte Altersangaben der Probanden, mangelhafte Informationen zu sozioökonomischem Status und Gesundheitszustand der untersuchten Personen, Verwendung nicht vergleichbarer Stadieneinteilungen und eine oftmals unzureichende statistische Aufbereitung der Untersuchungsergebnisse eingeschränkt.

Die im Folgenden zitierten Studien wurden unter Verwendung der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973) als Mindestkriterium für den Versuch eines Datenabgleichs erstellt. Tabelle 5 zeigt schließlich die ermittelten statistischen Maßzahlen und gewährt einen Einblick in das Mineralisationsverhalten der dritten Molaren in verschiedenen Populationen. Die ermittelten Werte sind auch hier nicht vollständig vergleichbar, die einheitlich verwendete Stadieneinteilung ermöglicht jedoch einen zumindest groben Vergleich.

Mincer et al. (1993) untersuchten 823 amerikanische Probanden weißer und schwarzer Hautfarbe im Alter von 14,1-24,9 Jahren. Die Mineralisation der dritten Molaren wurde gemäß des von Demirjian et al. (1973) entwickeltem Stadiensystems bewertet. Die Wahrscheinlichkeit in einem bestimmten Stadium 18 Jahre alt zu sein wurde berechnet. Die Ergebnisse zeigten nach Auffassung der Autoren, dass die Wahrscheinlichkeit, bei vorliegenden Stadien A-D das achtzehnte Lebensjahr erreicht zu haben sehr gering sei, da das durchschnittliche Alter für Stadium D gemessen an weißen Amerikanern bei 15,5-16 Jahren liege ( $\pm$  SD 1,55-1,97). Wenn allerdings das Stadium H erreicht wurde, sei es sehr wahrscheinlich, dass der Proband mindestens 18 Jahre alt geworden ist. Das durchschnittliche Alter im Stadium H betrug 20,2-21,4 Jahre ( $\pm$  SD 1,97-3,14).

Solari et al. (2002) untersuchten anhand von 679 Orthopantomogrammen lateinamerikanischer Patienten zwischen 14-25 Jahren die Entwicklung der Weisheitszähne unter Zuhilfenahme einer von ihnen leicht modifizierten Version der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973). Statt der bekannten acht Stadien wurden zehn Stadien verwandt, die Stadien F1 und G1 kamen neu hinzu. Der ermittelte Unterschied zwischen dem geschätzten und chronologischen Alter betrug für männliche Probanden  $\pm$  2,6, für weibliche Probanden  $\pm$  3,0 Jahre.

Olze et al. (2004d) präsentierten vergleichende Daten bezüglich des Mineralisationsstandes der dritten Molaren einer europiden, einer asiatischen und einer afrikanischen Population. Es wurden 3611 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von 1430 Deutschen, 1597 Japanern und 584 schwarzen Südafrikanern der Altersgruppe 12-26 Jahre mit gesicherten Geburtsdaten untersucht. Für jedes Röntgenbild wurden eine Identifizierungsnummer, Geschlecht und Geburtsdatum des Patienten sowie das Aufnahmedatum erfasst. Aus Geburtsdatum und Aufnahmedatum des Röntgenbildes wurde das jeweilige

Patientenalter ermittelt. Der Mineralisationsstand der dritten Molaren wurde unter Zuhilfenahme der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973) beurteilt. Alle Bestimmungen wurden von ein und demselben Untersucher vorgenommen. In der zitierten Arbeit konnten durchgängig die Stadien D-H nach Demirjian bei den untersuchten Populationen bestimmt werden. Zusammenfassend konnten Olze et al. (2004d) feststellen, dass die Ergebnisse für die Zähne 18, 28, 38 und 48 eine ähnliche Signifikanzstruktur aufwiesen. Japanische Männer und Frauen waren beim Erreichen der Stadien D-G circa 1-2 Jahre älter als die deutschen Männer und Frauen. Hingegen waren die südafrikanischen Probanden beim Erreichen der betreffenden Stadien circa 1-2 Jahre jünger als die deutschen Probanden. Die festgestellten Populationsunterschiede können nach Ansicht der Autoren möglicherweise auf die unterschiedlichen Gaumenmaße der verschiedenen Ethnien zurückgeführt werden. Olze et al. (2004d) schlussfolgerten, dass bei der Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation im Rahmen forensischer Altersschätzungen bei Lebenden zur Erhöhung der Aussagesicherheit populationsspezifische Standards benutzt werden sollten.

De Salvia et al. (2004) verglichen die Methode nach Demirjian et al. (1973) mit der von Solari et al. (2002) modifizierten Variante. Insgesamt 400 Orthopantomogramme einer spanischen Population im Alter von 14,5-25 Jahren wurden hinsichtlich der Mineralisation des Zahnes 48 bewertet. Für jedes der acht bzw. zehn Stadien wurde die Wahrscheinlichkeit kalkuliert, mit welcher der jeweilige Proband das 18. Lebensjahr vollendet hat. Für das Stadium H nach Demirjian et al. (1973) lag die Wahrscheinlichkeit, 18 Jahre alt zu sein für Frauen bei 98,61% und für Männer bei 96,84%. Die Sub-Stadien F1 und G1 waren nach Auffassung der Autoren schwer von den Stadien F, G und H zu unterscheiden. Die Autoren empfehlen, weiterhin die Methode nach Demirjian et al. (1973) zu wählen.

Arany et al. (2004) bewerteten ebenfalls die Weisheitszahnmineralisation nach der Methode von Demirjian et al. (1973). Dazu wurden 1282 Orthopantomogramme von japanischen Probanden im Alter von 14-24 Jahren beurteilt. Ziel der Untersuchung war herauszufinden, ob anhand der vorgefundenen Mineralisationsstadien eine verlässliche Vorhersage bezüglich des Abschlusses des 14., 16., 18. und 20. Lebensjahres möglich ist. Bei Erreichen des Stadiums F lag die Wahrscheinlichkeit, mindestens 14 Jahre alt zu sein bei 97%, für das Stadium H konnte nach Auffassung der Autoren zu 99% davon ausgegangen werden, dass der Proband mindestens

16 Jahre alt geworden ist. Der durchschnittliche Unterschied zwischen geschätztem und chronologischem Alter betrug 1,6 Jahre bei einer Standardabweichung von  $\pm 1,2$  Jahren.

Prieto et al. (2005) bestimmten den Mineralisationsgrad der Zähne 38 und 48 auf 1054 Orthopantomogrammen von spanischen Jugendlichen im Alter von 14-21 Jahren unter Verwendung der Methode nach Demirjian et al. (1973). Es wurde die Wahrscheinlichkeit, dass ein Proband das 18. Lebensjahr erreicht hatte berechnet. Darüber hinaus wurde das durchschnittliche Alter bei Erreichen des jeweiligen Stadiums mit Werten aus anderen Ländern verglichen. Der durchschnittliche Unterschied zwischen dem geschätzten und dem chronologischen Alter betrug für den Zahn 38 0,10 Jahre ( $\pm 1,23$  SD) und für den Zahn 48 0,07 Jahre ( $\pm 1,22$  SD). Das rechtlich relevante Alter von 18 Jahren wurde bei Frauen mit Auftreten des Stadiums G, und bei Männern mit Auftreten des Stadiums H erreicht.

Blankenship et al. (2007) untersuchten anhand von 1200 Orthopantomogrammen von 637 schwarzen und 563 weißen US-Amerikanern im Alter von 14-24,9 Jahren die Entwicklung der dritten Molaren nach der Methode von Demirjian et al. (1973). Es konnten Unterschiede bezüglich der Mineralisation zwischen den Geschlechtern festgestellt werden sowie zwischen den schwarzen und weißen Amerikanern. So erreichten die schwarzen Amerikaner die Stadien D, E und F im Schnitt sehr viel schneller als die weißen Amerikaner. Darüber hinaus wurde die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der ein Proband im Stadium H das 18. Lebensjahr erreicht hatte. Für schwarze Amerikaner lag die Wahrscheinlichkeit, mit Erreichen des Stadiums H 18 Jahre alt zu sein bei 93% (Männer) bzw. 84% (Frauen), für weiße Amerikaner bei 90% (Männer) bzw. 93% (Frauen).

Anhand von 900 Orthopantomogrammen türkischer Kinder und junger Erwachsener im Alter von 8-25 Jahren beurteilten Sisman et al. (2007) den Mineralisationsstand des Zahnes 48 gemäß der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973). Es wurde die Korrelation der jeweiligen Mineralisationsstadien mit dem chronologischen Alter berechnet und Geschlechterunterschiede hinsichtlich des zeitlichen Durchlaufens der jeweiligen Entwicklungsstadien bestimmt. Statistisch signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) traten zwischen Männern und Frauen bezüglich des Erreichens der Stadien D und G auf, die Entwicklung der dritten Molaren schritt bei den männlichen Probanden schneller voran, als bei den weiblichen Probanden. Die statistische

Analyse ergab eine starke Korrelation zwischen dem Entwicklungsstand der untersuchten dritten Molaren und dem chronologischen Alter ( $r^2=0.65$  für männliche und  $r^2=0.61$  für weibliche Probanden).

Orhan et al. (2007) veröffentlichten ebenfalls eine Studie zur Entwicklung der dritten Molaren. Zur Untersuchung kamen 1134 Orthopantomogramme von türkischen Kindern und Jugendlichen im Alter von 4-20 Jahren. Es wurden alle vier angelegten Weisheitszähne beurteilt. Die Beurteilung erfolgte nach der Stadieneinteilung von Demirjian et al. (1973), welche von den Autoren um zwei zusätzliche Stadien erweitert wurde. Das Stadium 0 war durch das völlige Fehlen einer Kalzifizierung, das Stadium 1 durch eine beginnende radiologische Veränderung vor einer eigentlichen Kalzifikation gekennzeichnet. Die statistische Analyse ergab eine starke Korrelation zwischen dem Entwicklungsstand der dritten Molaren und dem chronologischen Alter (männliche Probanden:  $r^2=0.57$ , weibliche Patienten:  $r^2=0.56$ ).

Meinl et al. (2007) beurteilten unter Verwendung der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973) an 610 Orthopantomogrammen von österreichischen Probanden im Alter von 12-24 Jahren den Stand der Weisheitszahnmineralisation und bestimmten anschließend die Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein Proband in einem bestimmten Entwicklungsstadium das 18. Lebensjahr erreicht oder überschritten hat. Betrachtet wurden ausschließlich die dritten Molaren im Unterkiefer. Die Auswertung der Daten zeigte, dass 90% der Probanden im Demirjian-Stadium H 18 Jahre und älter waren. 75% der Probanden waren mit Erreichen des Stadiums D mindestens 16 Jahre alt. Die Wahrscheinlichkeit eines Individuums, das Erwachsenenalter erreicht zu haben lag bei vollständig abgeschlossenem Wurzelwachstum der dritten Molaren für Männer bei 99,5% und für Frauen bei 99,3%.

Lee et al. (2009) untersuchten 3301 Orthopantomogramme von koreanischen Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Alter von 4-26 Jahren. Der Entwicklungsstand der Zähne 18, 28, 38 und 48 wurde unter Verwendung der Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1973) bewertet. Das ermittelte Schätzalder korrelierte stark mit dem chronologischen Alter ( $r^2=0.81$  für Mädchen und  $r^2=0.84$  für Jungen). Anschließend wurde die Wahrscheinlichkeit bestimmt, mit der die Probanden in einem bestimmten Stadium jünger als 14, 18 und 20 Jahre alt waren. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Stadien C, F und G als Referenzstadien

betrachtet werden können, da im jeweils darauffolgenden Stadium die Wahrscheinlichkeit unter einem bestimmten Alter zu liegen, sehr stark abnahm.

Kasper et al. (2009) untersuchten die Weisheitszahnmineralisation auf 950 Orthopantomogrammen von Probanden lateinamerikanischer Herkunft aus Nord- und Südtexas im Alter von 12-22 Jahren. Die Ergebnisse wurden mit den Daten der Untersuchung von Mincer et al. (1993) verglichen. Die Autoren stellten fest, dass sich die dritten Molaren der Probanden lateinamerikanischen Ursprungs im Durchschnitt 8-18 Monate schneller entwickelten, als jene der von Mincer et al. (1993) untersuchten amerikanischen Probanden.

Zeng et al. (2010) untersuchten 3100 Orthopantomogramme von Han-Chinesen im Alter von 4-26 Jahren hinsichtlich des Mineralisationsstandes der dritten Molaren. Die Untersuchungen erfolgten unter Verwendung der Methode nach Demirjian et al. (1973). Beurteilt wurden Unterschiede in der Mineralisation zwischen den einzelnen dritten Molaren. Es wurden Seiten- und Geschlechterunterschiede bestimmt. Es bestand kein signifikanter zeitlicher Unterschied zwischen der Mineralisation der Zähne 18, 28, 38 und 48, Seitenunterschiede konnten ebenfalls nicht festgestellt werden. Für einzelne Stadien der Zähne 18-48 wurde bei den männlichen Probanden ein Entwicklungsvorsprung gegenüber den Frauen in Höhe von 0,26-1,34 Jahren gefunden.

Tabelle 5: Durchschnittliches Alter bei Erreichen der Stadien D-H der Weisheitszähne nach Demirjian et al. (1973) in verschiedenen Populationen

Autor	Nationalität	Untersuchte Zähne	Stadium D Ø Alter SD	Stadium E Ø Alter SD	Stadium F Ø Alter SD	Stadium G Ø Alter SD	Stadium H Ø Alter SD	Publikationsjahr
Mincer et al.	amerikanisch (Amerikaner weißer Hautfarbe, soweit nicht anders gekennzeichnet)	18 und 28	♀ 16.0 ± 1.6 ♂ 16.0 ± 2.0 B. k.A.	♀ 16.9 ± 1.9 ♂ 16.6 ± 2.4 B. k.A.	♀ 18.0 ± 2.0 ♂ 17.7 ± 2.3 B. k.A.	♀ 18.8 ± 2.3 ♂ 18.2 ± 1.9 B 19.3 ± 3.4	♀ 20.6 ± 2.1 ♂ 20.2 ± 2.1 B 20.4 ± 3.1	1993
		38 und 48	♀ 16.0 ± 1.7 ♂ 15.5 ± 1.6 B. k.A.	♀ 16.9 ± 1.8 ♂ 17.3 ± 2.5 B. k.A.	♀ 17.7 ± 1.8 ♂ 17.5 ± 2.1 B 17.2 ± 3.1	♀ 19.1 ± 2.2 ♂ 18.3 ± 2.0 B 18.5 ± 2.7	♀ 20.9 ± 2.0 ♂ 20.5 ± 2.0 B 21.4 ± 2.3	
Solari et al.	lateinamerikanisch	18 und 28	♀ 15.7 ± 1.4 ♂ 15.3 ± 1.4	♀ 16.2 ± 1.7 ♂ 16.0 ± 1.4	♀ 16.7 ± 1.8 ♂ 16.1 ± 1.5	♀ 18.4 ± 2.2 ♂ 16.7 ± 1.4	♀ 20.8 ± 2.2 ♂ 20.1 ± 2.2	2002
		38 und 48	♀ 15.6 ± 1.4 ♂ 15.5 ± 1.5	♀ 16.1 ± 1.4 ♂ 15.8 ± 1.2	♀ 17.3 ± 2.6 ♂ 16.3 ± 1.3	♀ 18.5 ± 2.1 ♂ 17.1 ± 1.7	♀ 21.7 ± 1.8 ♂ 20.6 ± 2.3	
Olze et al.	deutsch	18	♀ 15.7 ± 2.8 ♂ 16.5 ± 3.1	♀ 16.8 ± 2.3 ♂ 16.7 ± 2.6	♀ 18.6 ± 2.5 ♂ 17.8 ± 2.0	♀ 20.7 ± 2.6 ♂ 20.6 ± 2.4	♀ 22.7 ± 1.9 ♂ 22.5 ± 1.9	2004
		28	♀ 15.7 ± 2.5 ♂ 16.3 ± 3.2	♀ 17.0 ± 2.7 ♂ 16.6 ± 2.3	♀ 18.7 ± 2.5 ♂ 17.7 ± 2.0	♀ 20.7 ± 2.6 ♂ 20.6 ± 2.4	♀ 22.7 ± 1.9 ♂ 22.6 ± 1.9	
		38	♀ 15.5 ± 2.6 ♂ 16.3 ± 3.1	♀ 16.8 ± 2.3 ♂ 16.7 ± 2.3	♀ 19.1 ± 2.5 ♂ 18.3 ± 2.2	♀ 21.7 ± 2.1 ♂ 21.3 ± 2.0	♀ 23.0 ± 1.8 ♂ 22.7 ± 1.9	
		48	♀ 15.7 ± 2.6 ♂ 16.7 ± 3.1	♀ 17.2 ± 2.4 ♂ 16.7 ± 2.1	♀ 19.0 ± 2.5 ♂ 18.2 ± 2.1	♀ 21.7 ± 2.1 ♂ 21.3 ± 2.2	♀ 23.1 ± 1.8 ♂ 22.7 ± 1.9	
Olze et al.	japanisch	18	♀ 19.2 ± 2.6 ♂ 18.7 ± 3.1	♀ 19.5 ± 2.7 ♂ 18.9 ± 3.2	♀ 20.2 ± 2.3 ♂ 20.4 ± 2.4	♀ 21.5 ± 2.2 ♂ 21.6 ± 2.0	♀ 22.3 ± 2.1 ♂ 22.4 ± 2.4	2004
		28	♀ 19.3 ± 2.5 ♂ 18.0 ± 3.7	♀ 19.5 ± 3.2 ♂ 18.9 ± 3.3	♀ 19.9 ± 2.3 ♂ 20.3 ± 2.5	♀ 21.4 ± 2.0 ♂ 21.6 ± 2.0	♀ 22.3 ± 2.1 ♂ 22.4 ± 2.3	
		38	♀ 18.0 ± 2.8 ♂ 18.2 ± 3.3	♀ 18.6 ± 2.3 ♂ 18.5 ± 2.7	♀ 20.5 ± 2.2 ♂ 20.4 ± 2.4	♀ 21.8 ± 2.0 ♂ 21.8 ± 2.5	♀ 22.4 ± 2.1 ♂ 22.7 ± 2.0	
		48	♀ 18.2 ± 2.6 ♂ 18.1 ± 2.8	♀ 18.6 ± 3.2 ♂ 18.8 ± 2.9	♀ 20.2 ± 2.0 ♂ 19.9 ± 2.2	♀ 21.7 ± 2.0 ♂ 22.0 ± 2.2	♀ 22.4 ± 2.0 ♂ 22.6 ± 2.2	

Autor	Nationalität	Untersuchte Zähne	Stadium D Ø Alter SD	Stadium E Ø Alter SD	Stadium F Ø Alter SD	Stadium G Ø Alter SD	Stadium H Ø Alter SD	Publikationsjahr
Olze et al.	afrikanisch (Südafrikaner)	18	♀ 13.9 ± 3.1 ♂ 13.2 ± 1.5	♀ 15.5 ± 1.8 ♂ 15.9 ± 2.3	♀ 18.6 ± 2.7 ♂ 17.9 ± 2.3	♀ 20.3 ± 2.8 ♂ 20.9 ± 2.6	♀ 22.1 ± 2.5 ♂ 22.7 ± 2.5	2004
		28	♀ 14.1 ± 3.4 ♂ 13.4 ± 1.5	♀ 16.1 ± 2.9 ♂ 15.7 ± 1.8	♀ 17.9 ± 2.4 ♂ 17.1 ± 2.5	♀ 20.6 ± 2.5 ♂ 19.6 ± 2.2	♀ 22.7 ± 2.5 ♂ 22.5 ± 2.3	
		38	♀ 13.6 ± 2.5 ♂ 13.4 ± 1.6	♀ 15.4 ± 2.6 ♂ 15.9 ± 2.3	♀ 18.6 ± 2.5 ♂ 17.4 ± 2.5	♀ 21.1 ± 2.2 ♂ 19.8 ± 2.3	♀ 22.9 ± 2.4 ♂ 22.8 ± 2.1	
		48	♀ 14.0 ± 2.6 ♂ 14.8 ± 4.5	♀ 15.2 ± 2.4 ♂ 15.2 ± 2.4	♀ 18.7 ± 2.3 ♂ 18.7 ± 2.3	♀ 21.1 ± 2.5 ♂ 21.1 ± 2.5	♀ 22.9 ± 2.3 ♂ 22.9 ± 2.3	
De Salvia et al.	spanisch	48	♀ 17.2 ± k.A. ♂ 17.1 ± k.A.	♀ 18.1 ± k.A. ♂ 17.3 ± k.A.	♀ 19.2 ± k.A. ♂ 18.9 ± k.A.	♀ 20.7 ± k.A. ♂ 20.0 ± k.A.	♀ 22.3 ± k.A. ♂ 21.9 ± k.A.	2004
Arany et al.	japanisch	18	♀ 15.8 ± k.A. ♂ 15.8 ± k.A.	♀ 17.1 ± k.A. ♂ 16.6 ± k.A.	♀ 18.6 ± k.A. ♂ 18.3 ± k.A.	♀ 19.3 ± k.A. ♂ 18.5 ± k.A.	♀ 21.7 ± k.A. ♂ 21.4 ± k.A.	2004
		28	♀ 16.1 ± k.A. ♂ 15.3 ± k.A.	♀ 17.4 ± k.A. ♂ 16.8 ± k.A.	♀ 18.6 ± k.A. ♂ 18.1 ± k.A.	♀ 19.5 ± k.A. ♂ 18.5 ± k.A.	♀ 21.7 ± k.A. ♂ 21.5 ± k.A.	
		38	♀ 16.0 ± k.A. ♂ 15.4 ± k.A.	♀ 17.3 ± k.A. ♂ 16.4 ± k.A.	♀ 18.3 ± k.A. ♂ 17.4 ± k.A.	♀ 19.4 ± k.A. ♂ 18.6 ± k.A.	♀ 21.8 ± k.A. ♂ 21.6 ± k.A.	
		48	♀ 16.1 ± k.A. ♂ 15.9 ± k.A.	♀ 17.2 ± k.A. ♂ 16.3 ± k.A.	♀ 18.1 ± k.A. ♂ 17.2 ± k.A.	♀ 19.4 ± k.A. ♂ 18.7 ± k.A.	♀ 21.8 ± k.A. ♂ 21.6 ± k.A.	
Prieto et al.	spanisch	38	♀ 15.1 ± 1.0 ♂ 15.1 ± 1.0	♀ 16.0 ± 1.4 ♂ 15.2 ± 1.0	♀ 16.8 ± 1.6 ♂ 16.4 ± 1.3	♀ 18.4 ± 1.4 ♂ 17.9 ± 1.5	♀ 19.7 ± 1.0 ♂ 19.7 ± 1.1	2005
		48	♀ 15.1 ± 1.0 ♂ 15.1 ± 1.0	♀ 15.9 ± 1.2 ♂ 15.2 ± 0.9	♀ 16.8 ± 1.5 ♂ 16.4 ± 1.3	♀ 18.5 ± 1.4 ♂ 17.7 ± 1.5	♀ 19.6 ± 1.2 ♂ 19.7 ± 1.1	
Blankenship et al.	amerikanisch (weiß)	18 und 28	♀ 15.8 ± k.A. ♂ 15.7 ± k.A.	♀ 16.8 ± k.A. ♂ 16.3 ± k.A.	♀ 18.0 ± k.A. ♂ 17.3 ± k.A.	♀ 18.7 ± k.A. ♂ 18.0 ± k.A.	k.A. k.A.	2006
		38 und 48	♀ 15.9 ± k.A. ♂ 15.1 ± k.A.	♀ 16.9 ± k.A. ♂ 16.7 ± k.A.	♀ 17.8 ± k.A. ♂ 17.0 ± k.A.	♀ 19.0 ± k.A. ♂ 17.9 ± k.A.	k.A. k.A.	
Blankenship et al.	amerikanisch (schwarz)	18 und 28	♀ 14.7 ± k.A. ♂ 14.4 ± k.A.	♀ 15.3 ± k.A. ♂ 15.7 ± k.A.	♀ 16.2 ± k.A. ♂ 16.6 ± k.A.	♀ 16.9 ± k.A. ♂ 17.9 ± k.A.	k.A. k.A.	2006
		38 und 48	♀ 14.7 ± k.A. ♂ 14.7 ± k.A.	♀ 15.3 ± k.A. ♂ 15.6 ± k.A.	♀ 16.4 ± k.A. ♂ 16.6 ± k.A.	♀ 16.9 ± k.A. ♂ 18.8 ± k.A.	k.A. k.A.	
Sisman et al.	türkisch	48	♀ 13.6 ± 2.2 ♂ 12.9 ± 1.5	♀ 15.4 ± 2.4 ♂ 14.4 ± 1.7	♀ 16.8 ± 2.1 ♂ 16.9 ± 1.5	♀ 19.3 ± 2.3 ♂ 18.1 ± 2.4	♀ 22.7 ± 2.2 ♂ 22.1 ± 2.9	2007

Autor	Nationalität	Untersuchte Zähne	Stadium D Ø Alter SD	Stadium E Ø Alter SD	Stadium F Ø Alter SD	Stadium G Ø Alter SD	Stadium H Ø Alter SD	Publikationsjahr
Orhan et al.	türkisch	18	♀ 15.2 ± 2.8 ♂ 14.7 ± 2.8	♀ 16.5 ± 2.3 ♂ 15.5 ± 2.8	♀ 17.2 ± 2.5 ♂ 16.8 ± 2.8	♀ 18.0 ± 2.2 ♂ 17.8 ± 2.4	♀ 20.1 ± 1.9 ♂ 20.2 ± 1.8	2007
		28	♀ 15.4 ± 2.6 ♂ 14.8 ± 2.7	♀ 16.4 ± 2.3 ♂ 15.5 ± 2.8	♀ 17.4 ± 2.5 ♂ 16.7 ± 2.8	♀ 17.9 ± 2.4 ♂ 17.9 ± 2.4	♀ 20.0 ± 1.9 ♂ 20.1 ± 1.8	
		38	♀ 15.2 ± 2.7 ♂ 14.5 ± 2.7	♀ 16.1 ± 2.4 ♂ 15.6 ± 2.8	♀ 17.0 ± 2.5 ♂ 16.9 ± 2.7	♀ 17.9 ± 2.2 ♂ 17.9 ± 2.2	♀ 20.0 ± 1.9 ♂ 20.1 ± 2.0	
		48	♀ 15.1 ± 2.7 ♂ 14.5 ± 2.8	♀ 16.2 ± 2.3 ♂ 16.2 ± 2.9	♀ 17.0 ± 2.5 ♂ 16.8 ± 2.8	♀ 18.0 ± 2.3 ♂ 17.9 ± 2.4	♀ 20.0 ± 1.9 ♂ 20.0 ± 2.0	
Meinl et al.	österreichisch	38	♀ 15.4 ± 1.8 ♂ 16.1 ± 2.3	♀ 17.8 ± 2.5 ♂ 15.6 ± 1.8	♀ 18.4 ± 2.4 ♂ 17.5 ± 2.6	♀ 20.3 ± 2.1 ♂ 20.1 ± 2.1	♀ 22.9 ± 1.3 ♂ 22.4 ± 1.8	2007
		48	♀ 15.5 ± 2.0 ♂ 15.3 ± 1.6	♀ 17.2 ± 2.8 ♂ 15.1 ± 1.6	♀ 18.5 ± 2.3 ♂ 17.6 ± 2.0	♀ 20.5 ± 2.2 ♂ 20.1 ± 1.9	♀ 22.8 ± 1.4 ♂ 22.5 ± 1.8	
		18	♀ 14.4 ± 1.7 ♂ 14.1 ± 1.7	♀ 15.9 ± 1.6 ♂ 15.8 ± 1.6	♀ 17.5 ± 1.9 ♂ 16.7 ± 1.5	♀ 19.3 ± 2.1 ♂ 18.2 ± 1.6	♀ 22.3 ± 1.8 ♂ 20.9 ± 1.3	
		28	♀ 14.3 ± 1.7 ♂ 14.0 ± 1.6	♀ 15.9 ± 1.7 ♂ 16.4 ± 1.7	♀ 17.5 ± 1.9 ♂ 16.8 ± 1.4	♀ 19.2 ± 1.9 ♂ 18.3 ± 1.5	♀ 22.3 ± 1.7 ♂ 20.9 ± 1.3	
Lee et al.	koreanisch	38	♀ 15.0 ± 1.6 ♂ 14.6 ± 1.5	♀ 16.4 ± 1.7 ♂ 16.2 ± 1.7	♀ 17.6 ± 1.9 ♂ 16.7 ± 1.4	♀ 19.5 ± 1.9 ♂ 18.6 ± 1.6	♀ 22.4 ± 1.7 ♂ 21.1 ± 1.2	2009
		48	♀ 14.9 ± 1.5 ♂ 14.8 ± 1.8	♀ 16.2 ± 1.6 ♂ 15.8 ± 1.5	♀ 17.7 ± 1.9 ♂ 16.9 ± 1.5	♀ 19.4 ± 1.8 ♂ 18.7 ± 1.6	♀ 22.3 ± 1.7 ♂ 21.1 ± 1.2	
		18 und 28	♀ 15.2 ± k.A. ♂ 14.9 ± k.A.	♀ 16.4 ± k.A. ♂ 15.5 ± k.A.	♀ 17.0 ± k.A. ♂ 16.4 ± k.A.	♀ 18.0 ± k.A. ♂ 17.3 ± k.A.	♀ 19.6 ± k.A. ♂ 19.4 ± k.A.	
		38 und 48	♀ 15.4 ± k.A. ♂ 14.8 ± k.A.	♀ 16.5 ± k.A. ♂ 15.8 ± k.A.	♀ 17.4 ± k.A. ♂ 16.8 ± k.A.	♀ 18.4 ± k.A. ♂ 17.9 ± k.A.	♀ 20.1 ± k.A. ♂ 19.9 ± k.A.	
Kasper et al.	amerikanisch (lateinamerikanischer Ursprung)	18	♀ 13.8 ± 1.6 ♂ 13.6 ± 1.6	♀ 16.1 ± 1.8 ♂ 15.6 ± 1.8	♀ 18.2 ± 2.0 ♂ 17.5 ± 1.7	♀ 20.8 ± 2.4 ♂ 19.9 ± 2.0	♀ 23.3 ± 2.0 ♂ 22.8 ± 2.3	2010
		28	♀ 13.8 ± 1.7 ♂ 13.6 ± 1.6	♀ 16.2 ± 2.0 ♂ 15.6 ± 1.8	♀ 18.2 ± 1.9 ♂ 17.5 ± 1.7	♀ 20.9 ± 2.4 ♂ 19.9 ± 2.0	♀ 23.3 ± 2.0 ♂ 22.8 ± 2.3	
		38	♀ 13.7 ± 1.7 ♂ 13.5 ± 1.5	♀ 15.9 ± 2.0 ♂ 15.3 ± 1.7	♀ 18.0 ± 2.1 ♂ 17.1 ± 1.6	♀ 20.6 ± 2.3 ♂ 19.3 ± 1.8	♀ 23.4 ± 2.0 ♂ 22.7 ± 2.3	
		48	♀ 13.9 ± 1.7 ♂ 13.5 ± 1.5	♀ 15.8 ± 1.8 ♂ 15.1 ± 1.6	♀ 17.9 ± 2.1 ♂ 17.1 ± 1.8	♀ 20.6 ± 2.2 ♂ 19.3 ± 1.8	♀ 23.4 ± 2.0 ♂ 22.7 ± 2.3	

Die Angaben wurden auf eine Stelle nach dem Komma auf- oder abgerundet.

♀ = Frauen ♂ = Männer B. = amerikanische Afroamerikaner (Männer und Frauen)

### 6.1.2 Weisheitszahneruption

Der Zahndurchbruch und hier insbesondere der Durchbruch der Weisheitszähne stellt in zivilrechtlichen und Asylverfahren, in welchen keine Röntgenaufnahmen zur Altersdiagnostik herangezogen werden können, oftmals die einzige valide Informationsquelle für eine forensisch-odontologische Altersschätzung dar. Darüber hinaus ist bei der Altersschätzung von Lebenden im Strafverfahren unter Einbeziehung des Eruptionsstatus der Weisheitszähne ein zusätzlicher Informationsgewinn möglich. Lange unzureichend untersucht war, inwieweit ethnische Unterschiede hinsichtlich des zeitlichen Durchlaufens der verschiedenen Eruptionsstadien der Weisheitszähne bestehen.

Aufgrund der für die Weisheitszahnmineralisation vorgelegten Ergebnisse lag die Vermutung nahe, dass auch die Weisheitszahneruption in ihrem zeitlichen Ablauf ethnischen Einflüssen unterliegt.

In der Literatur finden sich einerseits radiologische Studien zur Weisheitszahneruption, andererseits wurde im Verlauf von klinischen Studien der zeitliche Ablauf der Weisheitszahneruption untersucht. In einigen Studien schließlich wurde der Eruptionsstand der dritten Molaren radiologisch und klinisch bestimmt. Eine durchgängige Systematik in der Diskussion ist daher schwer zu entwickeln. Von besonderem Interesse sind in jedem Fall Studien aus dem afrikanischen Raum, da in verschiedenen Quellen über ausgesprochen frühe Zeitpunkte für den Weisheitszahndurchbruch berichtet wird. Ferner existieren verschiedene die Ethnien vergleichende Studien.

Adler et al. (1962) teilten ihre Untersuchungen über das mittlere Durchbruchsalter der Weisheitszähne in Zahnreihen mit vollständiger und Zahnreihen mit unvollständiger Dentition auf. Die Autoren kamen zu den in Tabelle 6 dargestellten Ergebnissen.

Tabelle 6: Mittleres Durchbruchsalter der dritten Molaren bei vollständiger und unvollständiger Dentition, getrennt nach Geschlecht und Kiefer (Adler et al. 1962)

	<b>Frauen Oberkiefer</b>	<b>Frauen Unterkiefer</b>	<b>Männer Oberkiefer</b>	<b>Männer Unterkiefer</b>
<b>Mittleres Durchbruchsalter bei vollständiger Dentition (in Jahren)</b>	20,01	19,11	20,02	19,11
<b>Mittleres Durchbruchsalter bei unvollständiger Dentition (in Jahren)</b>	18,08	17,11	18,09	18,06

Die unteren Weisheitszähne brachen nach Angaben der Autoren signifikant früher durch als die oberen dritten Molaren. Sie wiesen eine größere individuelle Variabilität auf als alle anderen Zähne, die Streuung lag bei circa zwei Jahren. Nach Meinung der Autoren beschleunigt eine unvollständige Dentition den Durchbruch der Weisheitszähne.

Sillman (1964) gab als mittleres Durchbruchsalter für die dritten Molaren bei weißen Amerikanern jeweils 21,4 Jahre bei Männern und 21,54 Jahre bei Frauen an.

Haavikko (1970) untersuchte die Zahneruption und -mineralisation anhand von Orthopantomogrammen von 615 männlichen und 547 weiblichen Finnen im Alter von 2-21 Jahren. Die Weisheitszähne nahmen hier eine Sonderstellung ein, da sie lediglich hinsichtlich ihres alveolären Durchbruchs beurteilt werden konnten. Der alveoläre Durchbruch der dritten Molaren erfolgte bei den männlichen Probanden im Mittel in einem Alter von 17,7 (Oberkiefer) bis 18,1 (Unterkiefer) Jahren. Die Standardabweichung betrug 3,9 Jahre. Bei den weiblichen Probanden fand der alveoläre Weisheitszahndurchbruch im Mittel in einem Alter von 17,2 (Oberkiefer) bis 17,7 (Unterkiefer) Jahren statt, die Standardabweichung betrug 6,3 Jahre. Die Weisheitszähne der Frauen zeigten demnach einen um 0,5 (Oberkiefer) bzw. 0,4 (Unterkiefer) Jahre beschleunigten alveolären Durchbruch. Die Oberkieferweisheitszähne brachen bei den männlichen Probanden im Mittel 0,4 Jahre früher durch als die dritten Molaren im Unterkiefer. Hinsichtlich der weiblichen Probanden zeigte sich ein um 0,5 Jahre früherer Durchbruch der Oberkieferweisheitszähne im Vergleich zu den dritten Molaren des Unterkiefers. Seitenunterschiede wurden nicht erfasst. Hinsichtlich der Zulässigkeit der Verwendung von Röntgenaufnahmen zur Beurteilung der Zahneruption verweist die Autorin auf zwei eigene Arbeiten.

Mattila und Haavikko (1969) verglichen klinische und alveoläre Eruption des ersten Molaren bei 24 Kindern im Alter von fünf bis sechs Jahren. Es fand sich eine hohe Übereinstimmung hinsichtlich der Ergebnisse der klinischen und der röntgenologischen Untersuchung. In den Fällen, bei welchen röntgenologisch ein gingivaler Durchbruch angenommen worden war, tatsächlich jedoch der jeweilige Zahn lediglich alveolär durchgebrochen war, bedeckte eine sehr dünne Schleimhautschicht die Okklusalfäche des durchbrechenden Zahns.

Haavikko und Mattila (1970) untersuchten an 136 finnischen Kindern zwischen 6 und 13 Jahren den Grad der Übereinstimmung zwischen röntgenologisch bestimmtem gingivalem Durchbruch und der tatsächlichen klinischen Eruption der jeweiligen Zähne. Fehlbestimmungen erfolgten in 5% der Fälle. In der eingangs zitierten Studie (Haavikko 1970) lag die Fehlerquote bezüglich der in der Altersgruppe der 5-13-jährigen untersuchten 17314 Zähne lediglich bei 0,27%. Den alveolären Durchbruch sah die Autorin als gegeben an, wenn der alveoläre Knochen oberhalb der Okklusalfäche vollständig resorbiert war.

Gleiser und Hunt (1955), Schultz (1935), Bengston (1935) und Garn et al. (1957) definierten den alveolären Durchbruch als Durchbruch einer Höckerspitze oder der gesamten Kaufläche des Zahns bis über das Niveau des Randes des Alveolarfortsatzes.

Lewis und Garn (1960) gaben als Kriterium für den alveolären Durchbruch das Nichtvorhandensein von Knochen über dem Zahn an.

Bezüglich des gingivalen Durchbruchs gibt Haavikko (1970) als Kriterium das erste Durchdringen der Gingiva durch Teile der Zahnkrone an und verweist auf eine diesbezügliche breite Übereinstimmung in der Literatur. Die Autorin führt weiter an, dass in der Literatur Konsens über die Kombinierbarkeit der Kieferseiten besteht, bezüglich der Zahneruption beständen keine signifikanten Unterschiede zwischen linker und rechter Kieferseite. Nach Auswertung von 521 internationalen Studien zu möglichen Geschlechtsdifferenzen, sei in 494 der Studien geschlussfolgert worden, dass die Zähne der weiblichen Probanden früher durchbrechen würden als jene der männlichen Probanden. Die eigenen Untersuchungen hatten erbracht, dass bei Mädchen die oberen dritten Molaren 0,5 Jahre und die unteren Weisheitszähne 0,4 Jahre früher alveolär durchbrachen, als bei Jungen. Die Oberkieferweisheitszähne brachen früher alveolär durch, als die Unterkieferweisheitszähne.

Rantanen (1967) untersuchte den klinischen Durchbruch der dritten Molaren bei insgesamt 2218 männlichen und weiblichen Finnen im Alter von 16-24 Jahren. In einer ersten Serie von Untersuchungen wurden die Probanden im Abstand von jeweils einem Monat insgesamt drei Mal untersucht. Eine Nachuntersuchung fand bei 1429 Probanden 17 Monate nach der Erstuntersuchung statt, wobei hier ebenfalls drei Untersuchungen im Abstand von jeweils einem Monat durchgeführt wurden. Für den Durchbruch wenigstens eines Höckers (Stadium 2) wurde für die männlichen

Probanden im Ober- bzw. Unterkiefer ein Medianwert von jeweils 21,7 bzw. 21,8 Jahren ermittelt. Bei den weiblichen Probanden brachen die Weisheitszähne im Ober- bzw. Unterkiefer mit 23,3 bzw. 23,0 Jahren durch. Bei den männlichen Probanden brachen die Weisheitszähne somit etwa 1,5 Jahre früher durch als bei den weiblichen Probanden, die signifikanten Unterschiede zeigten sich sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer. Für das Sichtbarwerden der gesamten Okklusalfäche (Stadium 3) wurde im Oberkiefer für die männlichen bzw. weiblichen Probanden ein Medianwert von 22,1 bzw. 23,5 Jahren ermittelt. Der Zeitraum zwischen dem Durchbruch des ersten Höckers und dem Sichtbarwerden der gesamten Kaufläche umfasste bei den untersuchten Männern 0,4 und bei den Frauen 0,2 Jahre. Ferner zeigte sich eine tendenzielle Kieferseitenasymmetrie hinsichtlich der Durchbruchzeiten. So brachen die oberen rechten Weisheitszähne früher als die linken und die unteren linken früher als die unteren rechten Weisheitszähne durch. Die Weisheitszähne brachen bei Männern und Frauen frühestens mit 17 Jahren durch.

Levesque et al. (1981) untersuchten 4640 Orthopantomogramme von 2278 männlichen und 2362 weiblichen Frankokanadiern im Alter von 7-25 Jahren bezüglich des alveolären und klinischen Durchbruchs und der Mineralisation der dritten Molaren. Bei den weiblichen Probanden vollzog sich der alveoläre Durchbruch bezogen auf die Mittelwerte in einem Alter von 17,7 und bei den männlichen Probanden in einem Alter von 17,2 Jahren. Der klinische Durchbruch der Weisheitszähne vollzog sich bei den untersuchten weiblichen Probanden im Alter von 19,0 und bei den männlichen Probanden in einem Alter von 18,5 Jahren (Medianwerte). Demnach bestand hinsichtlich des alveolären bzw. klinischen Durchbruchs der dritten Molaren ein Entwicklungsvorsprung der männlichen gegenüber den weiblichen Probanden in Höhe von 0,5 Jahren.

Müller (1983) ermittelte für insgesamt 823 männliche und weibliche Deutsche im Alter von 16-40 Jahren Medianwerte für den Durchbruch der dritten Molaren (20,36 bzw. 20,29 Jahre). Es zeigte sich, dass in der Gruppe der 16-jährigen Probanden kein dritter Molar durchgebrochen war und die Präsenz dritter Molaren erstmals bei 17-jährigen Patienten festgestellt werden konnte. In einem Alter von 21 Jahren waren mehr als 50% der Vollzahl dritter Molaren durchgebrochen.

Ventä et al. (1991) untersuchten 123 finnische Zahnmedizinstudenten (39 Männer und 84 Frauen) im Alter von 20 Jahren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Probanden 26 Jahre alt. Im Rahmen der ersten Untersuchung wurde jeweils ein Orthopantomogramm angefertigt und ein klinischer Eruptionsstatus der unteren dritten Molaren erhoben. Nachfolgend wurden folgende Merkmale radiologisch bestimmt: der Stand der Wurzelentwicklung, der Retentionsstatus (hier wurde unterschieden zwischen Weichgewebsretention, partieller knöcherner Retention und vollständiger knöcherner Retention), die relative Tiefenlage der dritten Molaren (je nach Durchbruchstand wurden verschiedene Level zugeordnet: Okklusalfäche, Zahnhalss oder Wurzelbereich der benachbarten zweiten Molaren) und die Relation der Weisheitszähne zum Unterkieferast und zum zweiten Molaren. Bezüglich des klinischen Status der unteren dritten Molaren wurde zwischen nicht durchgebrochenen Zähnen (diese Zähne hatten die Schleimhaut nicht penetriert), partiell durchgebrochenen Zähnen (hier war die Okklusalfäche teilweise sichtbar) und durchgebrochenen Zähnen (mit einer zumindest vollständig sichtbaren Okklusalfäche) unterschieden. Bei der sechs Jahre später durchgeführten Folgeuntersuchung wurde erneut der Eruptionsstatus erhoben. 67% der dritten Molaren waren bei den Probanden im Alter von nunmehr 26 Jahren durchgebrochen. Mehr als die Hälfte der im Alter von 20 Jahren mesioangulierten Zähne brach bis zum Alter von 26 Jahren nicht durch. Alle unteren Weisheitszähne, die im Alter von 20 Jahren genügend Platz zwischen dem zweiten Molaren und dem aufsteigenden Unterkieferast aufwiesen, brachen bis zum 26. Lebensjahr klinisch durch.

In einer weiteren Studie von Ventä et al. (1999) wurden die klinischen Veränderungen der dritten Molaren während einer 12-jährigen Beobachtungsphase bei 81 Probanden im Alter von 20-32 Jahren untersucht. Bei jedem der 81 Studenten (32 Männer und 49 Frauen) wurde zum Anfang (mittlere Alter  $20,7 \pm 0,5$  Jahre) und zum Ende der Studie (mittlere Alter  $32,6 \pm 0,6$  Jahre) eine klinische Untersuchung vorgenommen und ein Orthopantomogramm gefertigt. Beim klinischen Durchbruch der dritten Molaren wurde zwischen „nicht durchgebrochen (nicht sichtbar)“, „teilweise durchgebrochen (Teil der okklusalen Oberfläche sichtbar)“, „durchgebrochen (vollständige okklusale Oberfläche sichtbar)“ und „fehlend (radiologisch bestätigt)“ unterschieden. Zu Beginn der Studie waren 285 Weisheitszähne nicht, teilweise oder vollständig durchgebrochen. Bei der Abschlussuntersuchung konnten noch 150 Weisheitszähne beurteilt werden, von

denen jedoch 115 in die Mundhöhle durchgebrochen waren. Während des 12-jährigen Untersuchungszeitraums brachen 22% der Weisheitszähne durch, ein Teil der Zähne interessanterweise sogar nach dem 26. Lebensjahr, 42% der Weisheitszähne waren zwischenzeitlich extrahiert oder operativ entfernt worden.

In einer weiterführenden Studie von Ventä et al. (2004) wurden 118 Probanden der Ausgangsstichprobe (37 Männer und 81 Frauen) hinsichtlich ihrer Weisheitszahnentwicklung über einen Zeitraum von insgesamt 18 Jahren untersucht. Zu Beginn betrug das mittlere Alter 20,2 Jahre (SD  $\pm$  0,6 Jahre) und am Ende der Studie 38,6 Jahre (SD  $\pm$  0,6 Jahre). Alle Probanden wurden zu Beginn und zum Ende der Studie klinisch und röntgenologisch untersucht. Ein Teil der Probanden (n=69) wurde auch mit dem 32. Lebensjahr geprüft. Ein Großteil der anfänglich nicht durchgebrochenen oder teilweise durchgebrochenen dritten Molaren wurde während des Folgezeitraumes entfernt (73% bzw. 64%). Von den anfänglich nicht durchgebrochenen, teilweise durchgebrochenen oder durchgebrochenen dritten Molaren brachen jeweils 10%, 33%, und 50% bis zum 38. Lebensjahr durch. Waren bestimmte röntgenologische Merkmale, wie eine komplett abgeschlossene Wurzelbildung und ausreichend vorhandener Platz zwischen dem Ramus und dem zweiten Molaren im Alter von 20 Jahren erkennbar, brachen die dritten Molaren durch. Ein im Alter von 20 Jahren gefertigtes Orthopantomogramm könne demnach radiologische Merkmale aufweisen, welche einen späteren Durchbruch oder eine Retention von unteren Weisheitszähnen vorhersagbar machen könne.

Rajasuo et al. (1993) verglichen in ihrer Studie die klinische Entwicklung der dritten Molaren bei finnischen Männern mit den Werten von Rantanen et al. (1967). Die Autoren bestimmten bei 867 männlichen Probanden im mittleren Alter von 19,9 Jahren (SD 1,1 Jahre) den klinischen Status der dritten Molaren (Anzahl der Weisheitszähne bei den 19- und 20-jährigen; n=651) und verglichen die Daten mit den von Ratanen untersuchten finnischen Studenten (Anzahl der Weisheitszähne bei den 19- und 20-jährigen; n=476). Es fanden sich signifikant mehr teilweise durchgebrochene und weniger vollständig durchgebrochene Weisheitszähne.

Für den Durchbruch der dritten Molaren wurden zum Teil beträchtliche Populationsunterschiede beschrieben. Während in europäischen Populationen die dritten Molaren in der Regel nicht vor dem 17. Lebensjahr durchbrechen (Müller

1983), berichten Brown (1978), Chagula (1960), Otuyemi et al. (1997) und Shouri (1946) über einen wesentlich früheren Eruptionsbeginn.

Shouri (1946) untersuchte die Eruption der permanenten Zähne bei 1412 Jungen und 474 Mädchen aus der Region Südindien (Madras) und 1713 Jungen aus der nordindischen Region um Lahore im Alter von 6-21 Jahren. Bei 1-3% der südindischen Jungen brachen die Weisheitszähne in Ober- und Unterkiefer im Alter von 13 Jahren durch. Bei 4% der südindischen Mädchen war im Alter von 13 Jahren wenigstens ein dritter Molar durchgebrochen. Bei 0,5-0,7% der nordindischen Jungen war mindestens ein Weisheitszahn im Alter von 13 Jahren durchgebrochen.

Chagula (1960) untersuchte die Weisheitszahneruption bei 990 schwarzen männlichen ugandischen Probanden im Alter von 6-26 Jahren. Die Ergebnisse zeigten, dass bei einem schwarzafrikanischen Probanden im Alter von 14 Jahren mit einer Wahrscheinlichkeit von eins zu zehn alle vier Weisheitszähne durchgebrochen waren. Die Wahrscheinlichkeit für den Durchbruch aller vier Weisheitszähne wurde für ein Alter von 16, 18 und 21 Jahren mit jeweils eins zu zwei, drei zu fünf und vier zu fünf angegeben. Für den gegenüber kaukasischen Populationen offensichtlich früher ablaufenden Weisheitszahndurchbruch werden genetische und hormonelle Ursachen angeführt.

Brown (1978) untersuchte den Durchbruch der permanenten Zähne bei 125 australischen eingeborenen Kindern. Der zeitliche Ablauf des Zahndurchbruchs wurde mit den an Australiern europäischen Ursprungs gewonnenen Daten verglichen. Bei den eingeborenen Mädchen brach die Mehrzahl der Zähne früher durch als bei den Jungen. Verglichen mit australischen Kindern europäischer Abstammung zeigten die eingeborenen australischen Kinder einen früheren Durchbruch der überwiegenden Anzahl der untersuchten Zähne. Nach Ansicht des Autors wird bei den Eingeborenen der Vorgang des Zahndurchbruchs und nachfolgenden Ausrichtens durch angemessenen Raum und kompensatorisches Knochenwachstum in der Alveolarregion unterstützt. Die Weisheitszähne brachen bei den männlichen eingeborenen Probanden im Oberkiefer im Mittel mit 16,8 und im Unterkiefer mit 16,5 Jahren bei einer Standardabweichung von 1,3 Jahren und bei den weiblichen eingeborenen Probanden im Ober- und Unterkiefer mit 16,1 Jahren bei einer Standardabweichung von 1,3 bzw. 1,0 Jahren durch.

Ajmani et al. (1986) untersuchten die Eruption der Weisheitszähne bei 654 männlichen und 584 weiblichen schwarzen Nordnigerianern im Alter von 11-23 Jahren. Der Weisheitszahndurchbruch begann bei den Jungen in einem Alter von 18 Jahren, bei den Mädchen im Alter von 18,5 Jahren. Im Allgemeinen brachen die dritten Molaren bei den Nigerianern zwischen dem 15. und 21. Lebensjahr in die Mundhöhle durch. Bei 5% der untersuchten schwarzen Probanden scheiterte der Weisheitszahndurchbruch. Ferner konnte die Eruption der dritten Molaren auf der linken Kieferseite früher beobachtet werden als auf der rechten Kieferhälfte. Die Unterkieferweisheitszähne brachen früher durch als die des Oberkiefers.

Odusanya und Abayomi (1991) untersuchten 258 Probanden, 125 männliche und 133 weibliche Kinder und Jugendliche aus dem südwestlichen Teil Nigerias hinsichtlich des Durchbruchs der dritten Molaren. Das Alter der Schüler lag zwischen 11 und 20 Jahren. Die Autoren gaben als Definition des Zahndurchbruchs die Penetration eines Teils der Krone durch die Mundschleimhaut an. Das durchschnittliche Alter bei initialem Weisheitszahndurchbruch lag bei 15 Jahren für männliche und bei 13 Jahren für weibliche Probanden. Der Anteil der durchgebrochenen dritten Molaren erhöhte sich langsam bei beiden Geschlechtern bis zum Alter von 16 Jahren. Danach konnte ein steiler Anstieg bei beiden Geschlechtern registriert werden. Im Alter von 19 Jahren waren alle dritten Molaren bei den männlichen und weiblichen Probanden in die Mundhöhle durchgebrochen. Die dritten Molaren brachen im Unterkiefer signifikant früher als im Oberkiefer durch.

Otuyemi et al. (1997) ermittelten bei insgesamt 1071 11-21 Jahre alten Kindern und Jugendlichen aus ländlichen Gebieten Nigerias die Durchbruchszeiten der dritten Molaren. Die Gruppe der weiblichen Probanden war statistisch signifikant jünger als die der männlichen Probanden ( $p < 0,01$ ). Der früheste Durchbruch der Weisheitszähne konnte bei den insgesamt 523 männlichen Probanden ab einem Alter von 14 Jahren und bei den insgesamt 548 Mädchen im Alter von 13 Jahren festgestellt werden. Bei 1,1% der untersuchten Population waren alle vier Weisheitszähne im Alter von 14 Jahren in die Mundhöhle durchgebrochen. Das mittlere Alter, in welchem 1, 2 oder 3 Weisheitszähne durchgebrochen waren, betrug für die Gesamtpopulation 16,58 Jahre ( $SD=1,66$ ), alle vier Weisheitszähne waren im Mittel mit 17,50 Jahren ( $SD=1,56$ ) durchgebrochen. Der im Gegensatz zu europäischen und amerikanischen Werten früher einsetzende Durchbruch der Weisheitszähne wird von den Autoren auf die Ernährung mit überwiegend

grobfaseriger Nahrung zurückgeführt. Es wurden keine rechts-links Divergenzen festgestellt, der Durchbruch der dritten Molaren erfolgte im Unterkiefer signifikant früher.

Olasoji und Odusanya (2000) haben an 2400 20-jährigen nigerianischen Probanden untersucht, inwieweit die Herkunft der Probanden die Prävalenz des Auftretens von retinierten Weisheitszähnen beeinflusst. Bei 22,8% der 1200 Probanden mit städtischer und bei 3,1% der 1200 Probanden mit ländlicher Herkunft wurde mindestens ein retinierter Weisheitszahn gefunden. Der Grad der Zivilisation und der Wandel in der Ernährungsweise scheint nach Ansicht der Autoren die Prävalenz des Auftretens von retinierten Weisheitszähnen auch in einer schwarzafrikanischen Population zu beeinflussen.

Die Aussagefähigkeit letzterer Studien ist aufgrund zweifelhafter Altersangaben der Probanden eingeschränkt. So resümierten Krumholt et al. (1971) nach Untersuchungen zur Weisheitszahneruption bei schwarzen ugandischen Kindern, dass Geburtsdokumente in Uganda nicht von jeder Person zu erlangen seien und dass das Alter einer Person hier eine untergeordnete Rolle spielen würde.

Vergleichende Studien zu den Durchbruchzeiten der dritten Molaren liegen für schwarze und weiße US-Amerikaner, Afrikaner sowie Asiaten vor.

Fanning (1962) untersuchte den klinischen Durchbruch der dritten Molaren bei 2370 männlichen und 1053 weiblichen weißen Nordamerikanern im Alter von 13-22 Jahren aus der Region Boston und verglich die gewonnenen Daten mit den von Chagula (1960) für eine schwarzafrikanische Population mitgeteilten Werten. Ferner wurden die Probanden jeweils in eine Gruppe mit (Gruppe 1) und ohne Extraktionen (Gruppe 2) im bleibenden Gebiss unterteilt. Es wurden die Medianwerte ermittelt. Die Oberkieferweisheitszähne brachen bei den Männern der Gruppe 1 im Alter von 19,1 und bei jenen der Gruppe 2 mit 20,5 Jahren durch. Bei den Frauen der Gruppen 1 und 2 erfolgte der gingivale Durchbruch der dritten Molaren im Oberkiefer mit 19,2 bzw. 20,5 Jahren. Die Unterkieferweisheitszähne brachen bei den Männern der Gruppe 1 im Alter von 18,1 und bei Männern der Gruppe 2 mit 19,8 Jahren durch. Bei den Frauen der Gruppe 1 und Gruppe 2 erfolgte die Eruption der dritten Molaren im Unterkiefer mit 18,9 bzw. 20,4 Jahren. Demnach betrug der Entwicklungsvorsprung der männlichen und weiblichen Probanden mit Extraktionen im bleibenden Gebiss gegenüber jenen ohne Entfernung von bleibenden Zähnen im

Oberkiefer 1,4, bzw. 1,3 Jahre und im Unterkiefer 1,7 bzw. 1,5 Jahre. Im Vergleich mit den von Chagula (1960) mitgeteilten Daten ergab sich ein Entwicklungsvorsprung der Afrikaner gegenüber den Nordamerikanern (Gruppe 1 und 2) in Höhe von 2,5 Jahren im Alter von 13-16 und von 1,25 Jahren im Alter von 17-20 Jahren.

Garn et al. (1972) untersuchten den Zahndurchbruch aller permanenten Zähne bei 953 schwarzen und 998 weißen US-Amerikanern. Im Oberkiefer zeigten die männlichen schwarzen US-Amerikaner einen Entwicklungsvorsprung von 3,9 Jahren, im Unterkiefer von 6 Jahren. Bei den weiblichen schwarzen US-Amerikanern betrug der Eruptionsvorsprung gegenüber den weißen US-Amerikanerinnen 3,4 Jahre für den Ober- und 5,2 Jahre für den Unterkiefer.

In einer Übersichtsarbeit zu Wachstum und Entwicklung in Japan präsentierte Kimura (1984) Mittelwerte für den Zahndurchbruch der dritten Molaren (19,8 Jahre für Männer, 21,0 Jahre für Frauen). Er verglich diese Daten mit von Fanning (1962) für weiße Nordamerikaner mitgeteilten Werten und kam zu dem Ergebnis, dass die Angaben in enger Übereinstimmung stehen.

Hassanali (1985) verglich die Eruptionszeiten der dritten Molaren von 1343 Afrikanern und 1092 Asiaten kenianischer Abstammung (Alter 13-23 Jahre). Bei den afrikanischen Probanden brachen die Weisheitszähne im Unterkiefer im Median mit 17,6-18,3 Jahren und im Oberkiefer mit 18,5-18,9 Jahren durch. Der Weisheitszahndurchbruch vollzog sich bei den asiatischen Probanden im Unterkiefer im Median mit 19,9-20,3 und im Oberkiefer mit 20,7-21,0 Jahren. Der Entwicklungsvorsprung der Afrikaner betrug somit zwei bis drei Jahre. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass bei den untersuchten afrikanischen Probanden der Weisheitszahndurchbruch mit 13 Jahren beginnt und dass im Alter von 18,5 Jahren bei 50% der untersuchten schwarzen Probanden alle vier Weisheitszähne durchgebrochen waren. Bei den untersuchten asiatischen Probanden setzte der Durchbruch der dritten Molaren im Alter von 15 Jahren ein, im Alter von 21,5 Jahren waren bei 50% der Asiaten alle vier Weisheitszähne durchgebrochen. Die afrikanischen Frauen wiesen gegenüber den Männern einen Entwicklungsvorsprung von 0,3-0,4 Jahren auf, während sich die Weisheitszahneruption bei den asiatischen Frauen gegenüber den Männern um 0,3 Jahre verzögert vollzog.

Olze et al. (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) haben in breit angelegten Studien Daten zum Einfluss der ethnischen Abstammung auf die Weisheitszahneruption vorgelegt. Zur Untersuchung kamen insgesamt 2482 konventionell gewonnene Orthopantomogramme von 666 Deutschen, 1300 Japanern und 519 schwarzen Südafrikanern mit gesicherten Geburtsdaten. Die Beurteilungen wurden stets von ein und demselben Untersucher vorgenommen. Es wurden folgende Stadien eingeteilt: Stadium A (Okklusallfläche in Durchbruchrichtung von alveolärem Knochen bedeckt), Stadium B (alveolärer Durchbruch), Stadium C (gingivaler Durchbruch) und Stadium D (Einstellung in die Kauebene). Die untersuchten Deutschen nahmen hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs des Erreichens des jeweiligen Eruptionsstadiums nach Olze et al. eine Zwischenstellung ein. Statistisch signifikante Populationsunterschiede wurden bei Frauen hinsichtlich des Erreichens der Stadien A, B und C festgestellt. Die südafrikanischen schwarzen Frauen erreichten die genannten Stadien im Mittel 1,6-1,8 Jahre früher als die deutschen Frauen. Die japanischen Frauen waren hingegen bei Erreichen der angegebenen Stadien 0,9-3,3 Jahre älter als die deutschen Frauen. Hinsichtlich der männlichen Probanden bestanden statistisch signifikante Populationsunterschiede bezüglich des Erreichens der Stadien A und B. Die südafrikanischen schwarzen Männer waren bei Erreichen der genannten Stadien 3,0-3,2 Jahre jünger als die deutschen Probanden, die japanischen Männer waren hingegen 3,1-4,2 Jahre älter als die südafrikanischen Männer.

## **6.2 Zum Einfluss der Gaumen- und Kiefermaße und der Platzverhältnisse auf das Eruptionsverhalten**

Die hier ansatzweise erkennbaren Populationsunterschiede können möglicherweise auf die unterschiedlichen Gaumen- und Kiefermaße der einzelnen Ethnien zurückgeführt werden.

Björk et al. (1956 ) untersuchten anhand von zwei Probandengruppen mögliche Ursachen für die Retention der Weisheitszähne. Er begutachtete im Abstand von 8 bzw. 11 Jahren Fernröntgenseitenbilder von insgesamt 480 männlichen Probanden und untersuchte das Längenwachstum von Mandibula und Kondylus, sowie die Durchbruchrichtung der Zähne. Zu diesem Zweck wurde das Platzangebot ermittelt, welches für die unteren Weisheitszähne zur Verfügung stand. Der Abstand zwischen der distalen Fläche der unteren zweiten Molaren und der Vorderkante des entsprechenden Ramus auf dem Niveau der Okklusallinie des

Unterkieferzahn Bogens wurde ermittelt. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass in 90% der Fälle, in denen eine Retention der unteren dritten Molaren auftrat, ein vermindertes Platzangebot distal des zweiten Molaren vorherrschte. Dieses reduzierte Platzangebot trat auf, wenn das Längenwachstum des Unterkiefers gering bzw. die Wachstumsrichtung der Kondylen vertikal gerichtet oder die Durchbruchrichtung der Zähne rückwärts gerichtet war. Des Weiteren fiel auf, dass eine verspätete Mineralisation der unteren dritten Molaren ebenfalls ein Grund für eine Retention sein kann.

Die oben genannten Faktoren können sich gegenseitig verstärken oder abschwächen. Bei der Beurteilung der Rangordnung der Ursachen von Weisheitszahnretentionen im Unterkiefer zeigte sich, dass das vertikale Kondylenwachstum den wichtigsten Faktor darstellte, während eine geringe Unterkieferlänge und eine rückwärts gerichtete Durchbruchrichtung der Zähne von untergeordneter Bedeutung waren.

Richardson et al. (1977) untersuchten eine Gruppe von 95 Probanden über einen Zeitraum von 7-10 Jahren. Zum Untersuchungsbeginn waren die Probanden 10 bzw. 11 Jahre alt. Eine Retention der dritten Molaren wurde frühestens im Alter von 18 Jahren diagnostiziert, wenn der Zahn in den 3 Jahren zuvor seine Position nicht verändert hatte und durch seine mesioangulierte Lage durch den zweiten Molaren am Durchbruch gehindert wurde.

45 Probanden wiesen einen oder zwei retinierte untere dritte Molaren auf, bei den restlichen 50 Probanden waren die unteren Weisheitszähne durchgebrochen.

Zur Beurteilung kamen Fernröntgenseitenbilder, posterior-anterior Aufnahmen des Schädels und Situationsmodelle der Probanden. Es erfolgte die Analyse der Fernröntgenseitenbilder, die Messung der Unterkieferbreite auf den posterior-anterior-Aufnahmen, sowie die Ermittlung der mesio-distalen Breite der unteren dritten Molaren. Ebenfalls untersucht wurde der Platz zwischen der distalen Fläche des sich in der Entwicklung befindlichen zweiten Unterkiefermolaren und der mesialen Fläche des dritten Molaren. Die Angulation des Weisheitszahnes im Verhältnis zum Unterkiefer wurde vermerkt und die Mineralisation des Zahnes nach der modifizierten Methode von Björk et al. (1956) bewertet. Bei der Modellanalyse wurde die Länge des Zahn Bogens ausgemessen und die Summe der Zahnbreiten

von dem erhaltenen Wert subtrahiert, um die Platzverhältnisse im Unterkiefer zu ermitteln.

Die Ergebnisse der beiden Probandengruppen (retinierte Zähne-eruptierte Zähne) wurden miteinander verglichen. Signifikante Unterschiede bezüglich des Unterkieferwachstums fanden sich im Rahmen der Fernröntgenseitenbilddauswertung. Das gesamte Unterkieferwachstum und hier insbesondere das Längenwachstum war in der Gruppe mit retinierten dritten Molaren reduziert. Die ermittelte Unterkieferbreite wies keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen auf, ebenso wenig die durchschnittlichen Zahnbreiten. Der Abstand zwischen dem zweiten und dritten Molaren war zwischen den betrachteten Gruppen signifikant unterschiedlich, ebenso die initiale Angulation der dritten Molaren. Zum Vergleich der Mineralisationsstadien beider Gruppen zu Untersuchungsbeginn wurde ein Chi-Test vorgenommen. Die Ergebnisse zeigten, dass die dritten Molaren in der Gruppe der eruptierten Weisheitszähne signifikant weiter entwickelt waren als die retinierten Zähne.

Die Autoren vermuteten, dass die Extraktion bleibender Zähne einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung von Retentionen nehmen kann. So fand sich bei 54% der Probanden mit retinierten Zähnen ein intakter unterer Zahnbogen, in der Eruptionsgruppe wiesen nur 12% der Probanden ein vollständiges unteres Gebiss auf.

Byers et al. (1997) beschrieben für die verschiedenen Ethnien unterschiedliche Gaumenformen. Die Autoren beschreiben die Gaumen der Kaukasoiden als parabelförmig, gequetscht oder schmal. Die Gaumen der Negroiden seien eher lang, schmal und parallelseitig. Die Mongoliden besäßen schließlich jeweils kurze und breite Gaumen. Die Autoren gingen der Frage nach, ob die Formen, welche von früheren Untersuchern bereits beschrieben worden sind, auch bei den ethnischen Hauptgruppen in den Vereinigten Staaten zu finden sind. Die größten Gaumenmaße wurden bei Schwarzen gefunden. Die Autoren werteten Breitenmessungen der Gaumen an insgesamt 414 weißen und schwarzen US-Amerikanern und indianischen Ureinwohnern aus, um Unterschiede zwischen den einzelnen ethnischen Gruppen zu erfassen. Es wurden sieben Messungen durchgeführt. Dazu zählten der Abstand zwischen den mittleren Schneidezähnen (I1-I1), zwischen den Eckzähnen (C1-C1), zwischen den zweiten Prämolaren (P2-P2) und zweiten Molaren (M2-M2). Weiterhin wurde die Distanz zwischen mittlerem Schneidezahn und

Eckzahn (I1-C1), die Entfernung zwischen mittlerem Schneidezahn und zweitem Prämolaren (I1-P2) und die Entfernung zwischen mittlerem Schneidezahn und zweitem Molaren (I1-M2) bestimmt. Die Ergebnisse zeigten, dass bei unbekanntem Geschlecht in 66,0% der Fälle die korrekte ethnische Gruppe zugeordnet werden konnte. War das Geschlecht bekannt, konnte die korrekte ethnische Gruppe bei 65,7% der Männer bzw. 72,0% der Frauen zugeordnet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass bezüglich der Männer alle vorgenommenen Messungen (ausgenommen der Abstand I1-I1) für die Unterscheidung der ethnischen Gruppen aussagefähig waren. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die gewählten Messungen geeignet erscheinen, um die jeweiligen ethnischen Gruppen gegeneinander abzugrenzen.

Burris und Harris (1998) wandten sich in ihrer Untersuchung ebenfalls den, so vermutet, unterschiedlichen Gaumenmaßen bei schwarzen und weißen US-Amerikanern zu und gingen der Frage nach, ob anhand bekannter Gaumenmaße eine Rassen- oder Geschlechtsbestimmung möglich ist. Es erfolgten Messungen der Breite und Tiefe des jeweiligen Gaumens. Das Probandengut der prospektiven Studie bestand aus insgesamt 332 Erwachsenen und jungen Heranwachsenden mit permanenter Dentition. Jeweils zur Hälfte bestand die Stichprobe aus schwarzen und weißen US-Amerikanern, wobei das Probandengut proportional zwischen Männern und Frauen geteilt wurde. Die Messungen erfolgten an gefertigten Modellen der Oberkiefer jeweils zwischen den Höckerspitzen der Zähne. Die schwarzen Probanden, mit einem eher quadratischen Gaumen, wiesen hierbei einen primär größeren Abstand zwischen den Prämolaren der beiden Kieferseiten und einen größeren Abstand zwischen dem ersten Prämolaren und dem zweiten Molaren auf. Die Autoren fanden signifikante Geschlechterunterschiede bezüglich der Gaumenmaße. Eine Geschlechtsbestimmung in Unwissenheit der ethnischen Zugehörigkeit war nicht sicher möglich. Wenn jedoch die ethnische Zugehörigkeit bekannt war, konnte anhand der Gaumenmaße mit hoher Wahrscheinlichkeit das Geschlecht festgestellt werden. Die untersuchten Männer zeigten signifikant größere Gaumen als die Frauen. Der durchschnittliche Unterschied zwischen schwarzen und weißen Amerikanern war größer (8%), als der Unterschied der Geschlechter innerhalb beider ethnischen Gruppen (3%). Die zitierte Studie von Burris und Harris (1998) zeigt, dass die Unterschiede der ethnischen Zugehörigkeit vor allem in der Eckzahn- und der Region der ersten Prämolaren zu finden sind. Die Gaumen der

untersuchten weißen US-Amerikaner zeigten eine eher elliptische Gaumenform. Die schwarzen Probanden zeigten, bedingt durch die größere Breite im mittleren Abschnitt, eine eher U-förmige Gaumenform.

In einer weiterführenden Studie von Burris und Harris (2000) wurde die Oberkiefergröße und -form bei schwarzen (n=171) und weißen (n=159) Amerikanern untersucht. Bei schwarzen Amerikanern konnten größere Zähne als bei weißen Amerikanern gefunden werden. Die Zähne der schwarzen Population standen, wahrscheinlich aufgrund der größeren Zahnbögen, weniger gedrängt im Kiefer. Die Studie untersuchte Unterschiede in der Zahnbogengröße und -form der betrachteten US-Populationen. Die durchschnittlich ermittelten Zahnbogenbreiten bei schwarzen waren um 10% größer als bei weißen US-Amerikanern. Die durchschnittlich ermittelte Zahnbogenbreite bei schwarzen Männern war im Mittel 9% größer als bei weißen Männern, schwarze Frauen wiesen 11% größere Zahnbogenbreiten auf als weiße Frauen. Die schwarze Population, mit einem eher quadratischen Gaumen und einem signifikant größeren Gaumenindex, zeichnete sich im Gegensatz zu den weißen US-Amerikanern primär durch größere Eckzahn- und Prämolarenbreiten aus. Es konnte gezeigt werden, dass schwarze eher größere Gaumenmaße aufweisen als weiße Amerikaner und somit bei ihnen ein höheres Platzangebot („extra space“) für durchbrechende Zähne besteht.

Ein mangelndes Platzangebot in Bereich der Kiefer führt zu einer Verzögerung des Weisheitszahndurchbruchs bzw. zu dessen Retention (Fanning 1962).

Ein Platzüberschuss innerhalb des Kieferverlaufs, beispielsweise nach Extraktion der ersten bzw. zweiten Molaren oder der zweiten Prämolaren, fördert die Eruption der dritten Molaren (Orton-Gibbs et al. 2001, Kim et al. 2003, Ay et al. 2006, Artun et al. 2006, De la Rosa Gay et al. 2006).

Diese Beobachtungen würden möglicherweise die ethnischen Differenzen bezüglich des zeitlichen Durchlaufens der verschiedenen Stadien des Weisheitszahndurchbruchs erklären.

Darüber hinaus scheinen retinierte dritte Molaren später zu mineralisieren als im Durchbruch nicht behinderte Weisheitszähne (Köhler et al. 1994). Gestützt wird diese These durch die Untersuchungen von Drosos (2005). Je stärker der durchbrechende Zahn durch den Nachbarzahn oder aufsteigenden Unterkieferast am Durchbruch

gehindert würde, desto stärker verzögere sich sein Wurzelwachstum. Die Wurzelmineralisation könne sich demnach um bis zu 3,5 Jahre verzögern.

Die Ursachen für eine Retention oder Halbretenion von Weisheitszähnen werden verständlicher und damit mittelbar mögliche ethnische Unterschiede hinsichtlich des Platzangebotes im Kiefer und ihre möglichen Auswirkungen auf die Durchbruchzeiten der dritten Molaren erklärbarer, wenn der Zusammenhang von postnatalem Gesichts- und Kieferwachstum einerseits und Entwicklung der Dentition andererseits als komplexes Gefüge betrachtet wird. Darüber hinaus erscheinen grundsätzliche Betrachtungen hinsichtlich der Faktoren, welche eine Retention der dritten Molaren fördern können, als hilfreich.

In einer Studie zu den sagittalen Platzverhältnissen in der Maxilla während des Durchbruchs der Molaren von Tschechne, Müller und Dibbets (2008) wurden die Platzverhältnisse in der Maxilla während des Durchbruchs der Molaren vermessen und interpretiert. Dazu wurden 154 Schädel vom Kleinkind- bis hin zum Erwachsenenalter vermessen und die ermittelten Werte erfasst. Zusätzlich wurden je nach Durchbruchstatus der Molaren 4 Gruppen eingeteilt. Die vermessenen Strecken basierten auf fünf definierten Messpunkten: Es wurde der Abstand vom Hinterrand der Maxilla bis zum jeweils distalsten Punkt des letzten bereits vorhandenen Molaren in der Zahnreihe gemessen. Es wurde festgestellt, dass der Durchbruch der ersten bleibenden Molaren nicht platzabhängig ist, da schon weit vor seinem regelrechten Durchbruch ein ausreichendes Platzangebot vorhanden ist. Der Durchbruch des ersten bleibenden Molaren erfolgt jedoch trotz dieser Umstände nicht vor dem 5.-6. Lebensjahr. Im Gegensatz hierzu scheint der Durchbruch des zweiten Molaren vom Platzangebot abzuhängen, da er durchbricht, sobald der distale Platz ausreicht. Ob der Durchbruchzeitpunkt des dritten Molaren platzabhängig ist, wird nicht erwähnt. Es konnte aber gezeigt werden, dass meist schon vor dem 18. Lebensjahr genug Platz zum Durchbruch aller Zähne im Zahnbogen vorhanden ist, aber nach dem 18. Lebensjahr noch Wachstum am Hinterrand der Maxilla stattfindet, woraus sich ergibt, dass der Zeitpunkt der Extraktion der dritten Molaren später gewählt werden kann, da doch noch eine regelrechte Einordnung in den Zahnbogen möglich werden kann.

Tsai (2005) untersuchte in einer Studie, welche möglichen Faktoren einen Einfluss auf das Durchbruchverhalten der Unterkieferweisheitszähne haben können. Dazu

wurden 152 Taiwanesen (72 Männer und 80 Frauen) im Alter von 20-25 Jahren untersucht. Alle waren vollständig bezahnt und waren weder kieferorthopädisch, noch prothetisch behandelt worden. Die Probanden wurden in 2 Gruppen eingeteilt: Die erste Gruppe (n=74, 30 männliche und 44 weibliche Probanden) wiesen im Unterkiefer keine retinierten dritten Molaren auf. Die zweite Probandengruppe wurde aus 42 männlichen und 36 weiblichen Probanden (n=78) mit impaktierten Unterkieferweisheitszähnen gebildet. Im Ergebnis der Studie wurden Parameter festgestellt, welche eine Retention der dritten Molaren im Unterkiefer beeinflussen können:

1. Neigungswinkel und mesio-distale Zahnbreite der Unterkiefermolaren,
2. horizontales und vertikales Platzangebot zwischen der Vorderseite des aufsteigenden Unterkieferastes und distaler Fläche der zweiten Molaren,
3. Länge und Breite des Unterkieferramus und -korpus,
4. Neigung des Unterkieferramus,
5. der plane angle (Winkel zwischen FH und UK-Basis) und
6. Kieferwinkel

Auf Durchzeichnungen der Röntgenbilder wurden die Mittelwerte von 16 Messstrecken ermittelt und in einem Koordinatensystem für männliche und weibliche Probanden getrennt graphisch dargestellt. Für beide Geschlechter wurde festgestellt, dass die Gruppe mit retinierten Weisheitszähnen im Bereich der unteren ersten Molaren höhere Werte bezüglich der mesio-distalen Kronenbreite aufwies. Der Abstand zwischen der Distalfläche der 2. Molaren und dem aufsteigenden Unterkieferast war kleiner, als bei der Gruppe mit durchgebrochen dritten Molaren.

Zuvor von Kaplan (1975), Richardson (1973), Richardson (1975) und Richardson (1978) durchgeführte Studien konnten nachweisen, dass der Durchbruch der dritten Molaren im Unterkiefer vor allem platzabhängig ist, Neuheitswert besaß jedoch die Erkenntnis, dass im Unterkiefer die Kronengröße der ersten Molaren, wie auch die Breite des Ramus das Durchbruchverhalten der dritten Molaren offensichtlich entscheidend beeinflussen können.

In einer Untersuchung von De la Rosa Gay et al. (2006) zum spontanen Durchbruch der Weisheitszähne nach Exzision der zweiten Molaren im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung wurde die Abhängigkeit zwischen

Durchbruchsaktivität und Platzangebot untersucht. Das Probandengut bestand aus 48 Patienten (19 männlich und 29 weiblich) im Alter zwischen 11 und 23 Jahren. Den Probanden wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung 128 zweite bleibende Molaren (74 im Unterkiefer und 54 im Oberkiefer) als Alternative zur Prämolarenentfernung extrahiert und somit der Durchbruch der dritten Molaren ermöglicht. Auf Orthopantomogrammen wurde der Winkel des dritten zum ersten Molaren vor und nach der Extraktion des zweiten Molaren ermittelt und anhand der Differenz der beiden Winkel die Aufrichtung des Zahnes errechnet. Ein erfolgreicher Durchbruch der Weisheitszähne war durch das Erreichen der Kauebene und einen Winkel zwischen ersten und dritten Molaren im Bereich von  $-35^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$  definiert. Die mittlere Durchbruchszeit nach Extraktion der zweiten Molaren betrug 3-4 Jahre. Ziel der Studie war es herauszufinden, wie hoch der Anteil an regelrecht durchgebrochenen dritten Molaren war, welchen Betrag das Ausmaß der Aufrichtung in Bezug auf den ersten Molaren erreichen und welchen Zeitraum der Durchbruch der dritten Molaren nach Extraktion der zweiten Molaren beanspruchen würde. Ein weiteres Ziel der Studie war es, Faktoren zu ermitteln, welche den regelrechten Durchbruch der dritten Molaren fördern können. Während im Oberkiefer 92,6% der untersuchten Weisheitszähne eine regelrechte Position im Kiefer einnahmen, waren es im Unterkiefer nur 66,2%. Daher werden die Ergebnisse für beide Kiefer getrennt beschrieben. Alle dritten Molaren im Oberkiefer brachen durch. Von diesen erreichten 4 keinen Approximalkontakt und 3 nicht die Kauebene, wobei jeweils die Antagonisten ebenfalls nicht korrekt durchgebrochen waren. Es wurde ein Zusammenhang sowohl zum Probandenalter, als auch zum Entwicklungsstatus der Zähne deutlich: die 4 nicht erfolgreich durchgebrochenen Zähne gehörten 3 der ältesten Teilnehmerinnen (20 Jahre: 1 Zahn, 21 Jahre: 1 Zahn, 23 Jahre 2 Zähne). Alle 4 Zähne hatten bereits einen Zahnentwicklungsstatus nach Nolla et al. (1960) von 9 (root almost formed) und 10 (closed apex) erreicht. Im Unterkiefer brachen 4 (5,4%) Molaren überhaupt nicht durch, 14 (18,9%) erreichten keinen Approximalkontakt und 10 (13,5%) erreichten nicht die Okklusionsebene.

Breik und Grubor (2008) haben eine Untersuchung zur Häufigkeit der Impaktierung von Weisheitszähnen bei unterschiedlichen skelettalen Gesichtstypen durchgeführt. Im Verlauf dieser Studie sollte festgestellt werden, welchen Einfluss der faciale Wachstumstyp auf die Durchbruchswahrscheinlichkeit von Unterkieferweisheitszähnen hat. Grundsätzlich wurde angenommen, dass das Platzangebot

distal der zweiten bleibenden Molaren bis zum aufsteigenden Unterkieferast ausschlaggebend für das Durchbruchverhalten wäre. Als Hypothese lag zugrunde, dass bei einem brachiofazialen (horizontalen) Wachstumsmuster weniger impaktierte dritte Molaren zu beobachten sind als beim meso- und dolichofazialen (vertikalen) Wachstumsmuster. Die Studie wurde von 2004 bis 2005 mit 98 Patienten am Royal Dental Hospital in Melbourne durchgeführt. Zur Untersuchung kamen 39 Probanden mit brachiofazialen, 28 mit mesofazialen und 30 mit dolichofazialen Wachstumstyp. Alle Probanden waren älter als 16 Jahre und vollbezahnt. Eingeschlossen waren ausschließlich Probanden mit dritten Molaren, deren Wurzeln zu mehr als zwei Dritteln ausgebildet waren. Anamnestisch war keine kieferorthopädische oder kieferchirurgische Behandlung bekannt. Grundlage der Untersuchung waren Orthopantomogramme und Fernröntgenseitenbilder. Allgemein zeigte sich eine Impaktionsrate der dritten Unterkiefermolaren von 58,76%. Dieser relativ hohe Wert lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass die Probanden im Rahmen einer bevorstehenden kieferorthopädischen Behandlung rekrutiert wurden und somit Malokklusion oder Platzmangel aufwiesen. Der Vergleich zwischen den 3 Gruppen zeigte einen signifikanten Unterschied der Durchbruchrate: bei der brachiofazialen Gruppe brachen 62,82% der Weisheitszähne durch, bei der dolichofazialen 31,67% und in der mesofazialen Wachstumsumgruppe zeigte sich mit 29,31% die geringste Durchbruchrate.

Sandhu und Kaur (2008) untersuchten in einer retrospektiven Studie die standardisiert gefertigten Orthopantomogramme von 43 vollbezahnten jugendlichen indischen Probanden. Die Autoren konnten zeigen, dass sich Positions- und Angulationsänderungen der unteren dritten Molaren noch nach dem 19. Lebensjahr zeigen können. Betroffen waren vor allem vertikal und distoangulär verlagerte und weniger mesioangulär verlagerte Weisheitszähne. Zunächst impaktierte dritte Molaren brachen später durch. Es wurden zwei Beurteilungen der Zähne und ihrer Positionsänderungen im Abstand von 4 Jahren durchgeführt. Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung befanden sich die Probanden in einem Alter von durchschnittlich 19,1 und zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung in einem Durchschnittsalter von 23,1 Jahren. Sagittale Inklinationsbewegungen waren bei 15% der Unterkiefer- und 23% der Oberkieferweisheitszähne zu beobachten. Insgesamt 26% der Oberkieferweisheitszähne zeigte im Beobachtungszeitraum eine Veränderung des Eruptionsstatus. Im Unterkiefer zeigte sich, dass 50% der zunächst

distoangulär, 37,5% der vertikal verlagerten und 13,6% der mesial angulierten Zähne zum Ende des Untersuchungszeitraums die Kauebene erreicht hatten. Die Anzahl der Weisheitszähne mit vollendetem Wurzelwachstum erhöhte sich im Unterkiefer im Verlauf des Untersuchungszeitraums von 61% auf 93%. Im Oberkiefer erhöhte sich dieser Anteil von 62% auf 94,5%.

### **6.3 Zur Möglichkeit der Abgrenzung der Erreichung des 18. Lebensjahres**

Nach Beendigung der Zahnentwicklung stellte die Methode von Kvaal et al. (1995) für mittlere bis höhere Lebensalter eine bewährte und nach Kenntnis der Autorin lange Zeit die einzige röntgenologische Schätzmethode dar. Die betreffenden Zähne werden radiologisch vermessen, bestimmte Teilstrecken ermittelt und ins Verhältnis gesetzt (maximale Zahnlänge, Wurzellänge an der mesialen Fläche, maximale Pulpalänge, Wurzel- und Pulpabreite an der Schmelz-Zementgrenze =A, Wurzel- und Pulpabreite in der Mitte zwischen Apex und Schmelz-Zementgrenze =C, Wurzel- und Pulpabreite auf halber Strecke zwischen A und C). Hinsichtlich der Anwendung der Methode bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen erreicht diese jedoch ihre Grenzen und wird kontrovers diskutiert. Eine tendenzielle Überschätzung oder Unterschätzung des Lebensalters ist die Folge (Paewinsky et al. 2005, Meinel et al. 2007). Darüber hinaus scheint die Anwendung der Kvaal-Methode bei digitalen Orthopantomogrammen nicht unproblematisch zu sein (Landa et al. 2009).

Es besteht Konsens darüber in der Literatur, dass sich der apikale Verschluss der Weisheitszähne im Alter zwischen 20 und 23 Jahren vollzieht (Kahl und Schwarze 1988, Mincer et al. 1993, Olze et al. 2003, Knell et al. 2009). Die Wahrscheinlichkeit, voll ausgebildete Weisheitszahnwurzeln in einem Alter unter 18 Jahren vorzufinden ist sehr gering, prinzipiell konnte dies bislang jedoch nicht ausgeschlossen werden (Mincer et al. 1993, Gunst et al. 2003, Knell et al. 2009).

Die radiologische Untersuchung der Hand erbringt bis zu einem Lebensalter von 19 Jahren gute Ergebnisse, wenngleich auch hier ein Alter von unter 18 Jahren nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Die Minima für eine abgeschlossene Ossifikation der Handwurzelknochen betragen für Männer 16,7 und für Frauen 17,1 Jahre (Schmeling et al. 2006a). Die einzige Möglichkeit des Ausschlusses eines unter 18 Jahren liegenden Lebensalters besteht bislang in der radiologischen Untersuchung der Ossifikation der Claviculaepiphysenfuge (Schmeling et al. 2004,

Schulz et al. 2008, Kellinghaus et al. 2009). Viele Radiologen beherrschen diese Methode jedoch nicht, weshalb Sie nur in wenigen Ländern angewendet wird.

Hinsichtlich der Abgrenzung der Vollendung des 18. Lebensjahres mit Hilfe von zahnärztlichen Untersuchungsmethoden liegen zwischenzeitlich neuere Untersuchungsergebnisse vor.

Olze et al. (2010a, 2010b) haben untersucht, inwieweit nach Erreichen des Stadiums H nach Demirjian et al (1973), also nach dem Abschluss der Mineralisation der Wurzeln der dritten Molaren, weitere Reifeprozesse abgrenzbar sind. Zur Untersuchung kamen die Merkmale Sichtbarkeit des Parodontalspalts und Sichtbarkeit der Wurzelkanäle der dritten Molaren. Für die untersuchten Merkmale wurden Stadieneinteilungen vorgenommen. Von Olze et al. (2010a) wurden anhand der vollständig ausgebildeten Zähne 38 und 48 auf 1198 Orthopantomogrammen von Probanden im Alter von 15-40 Jahren die Sichtbarkeit der Wurzelkanäle gemäß einer neu geschaffenen Einteilung bewertet (Abbildung 14). Die Minima für das Stadium W0 lagen für die Zähne 38 und 48 im Bereich von 17,6 Jahren für männliche Probanden und im Bereich von 17,2 Jahren bei weiblichen Probanden. Die Minima für das Stadium W1 lagen bei den männlichen Probanden im Bereich von 21,0-22,4 und bei den weiblichen Probanden im Bereich von 21,6-21,9 Jahren. Der früheste Zeitpunkt, in dem das Stadium W2 auftrat lag im Bereich von 22,3-22,7 Jahren für männliche und im Bereich von 23,4-24,7 Jahren für weibliche Probanden. Die Minima für das Stadium W3 lagen für die Zähne 38 und 48 bezüglich der männlichen Probanden im Bereich von 25,2-25,9 und hinsichtlich der weiblichen Probanden im Bereich von 25,1-25,2 Jahren. Die Autoren schlussfolgerten, dass bei Vorliegen des Stadiums W0 keine eindeutige Abgrenzung des 18. Lebensjahres möglich sei, jedoch bei Vorliegen des Stadiums W1 eine sichere Abgrenzung des 18. Lebensjahres vorgenommen werden kann. Insbesondere das Erreichen der Stadien W2 und W3 ermögliche für beide Geschlechter mit hoher Wahrscheinlichkeit die Abgrenzung des 21. Lebensjahres.

Tabelle 7: Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Wurzelkanäle (Olze et al. 2010a)

W0	Alle vorhandenen Wurzelkanäle bis zur Spitze sichtbar
W1	Ein Kanal reicht nicht mehr zur Wurzelspitze
W2	Zwei Kanäle reichen nicht mehr zur Wurzelspitze, oder ein Kanal in voller Länge nicht mehr sichtbar
W3	Zwei Kanäle in voller Länge nicht mehr sichtbar

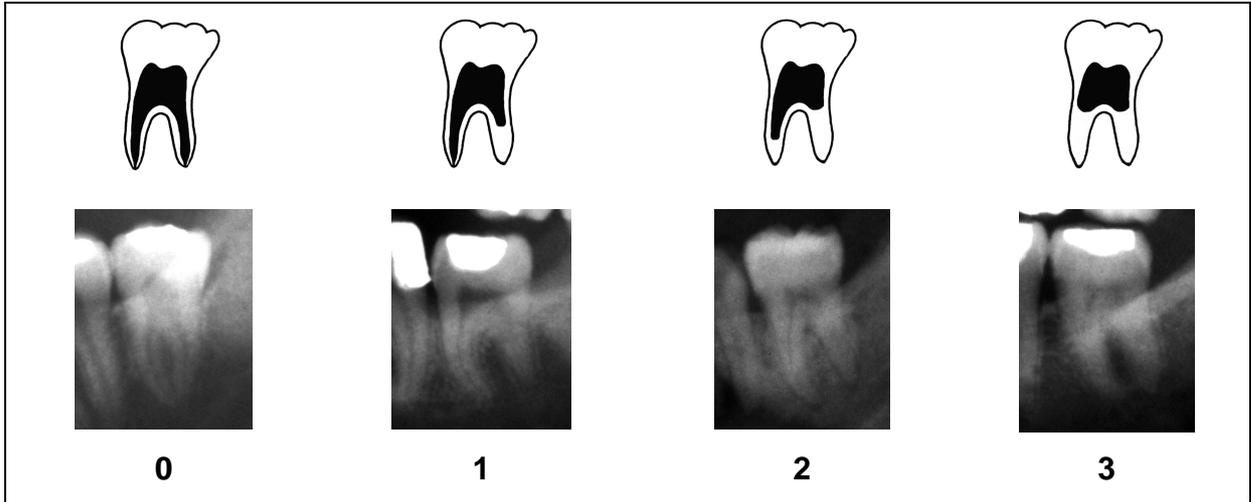


Abbildung 14: Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Wurzelkanäle (Olze et al. 2010a)

Tabelle 8: Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Parodontalspalt -PAS- (Olze et al. 2010b)

P0	PAS an beiden Wurzeln in voller Länge sichtbar
P1	PAS zu mehr als der Hälfte an einer Wurzel nicht mehr sichtbar
P2	PAS an einer Wurzel in voller Länge oder an Teilen beider Wurzeln nicht mehr sichtbar
P3	PAS an beiden Wurzeln nicht mehr sichtbar

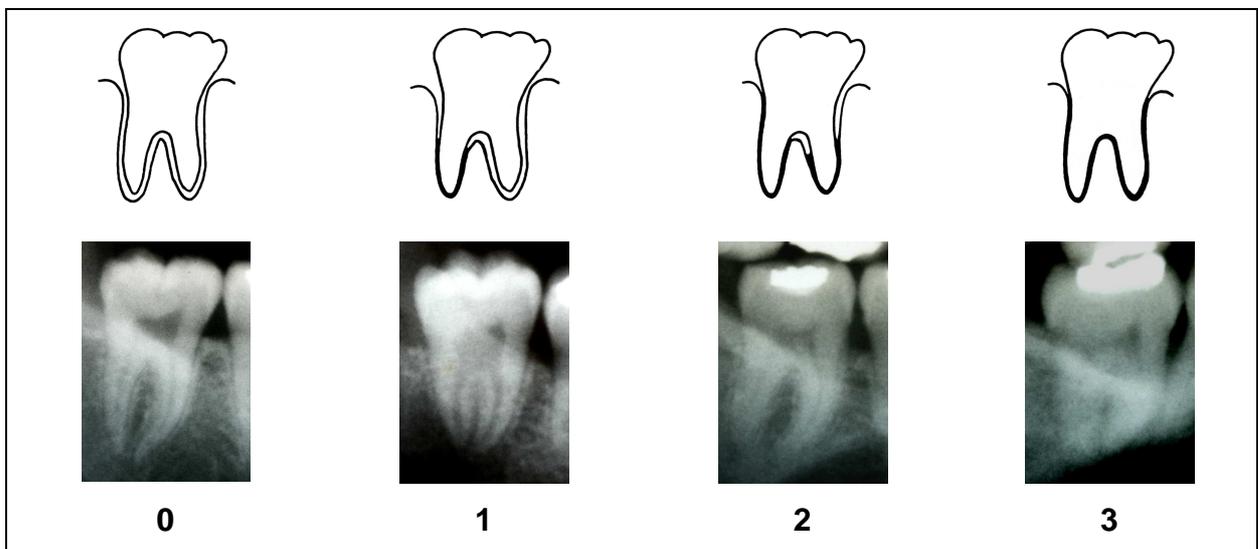


Abbildung 15: Stadieneinteilung Merkmal Sichtbarkeit Parodontalspalt (Olze et al. 2010b)

Olze et al. (2010b) untersuchten 1198 Orthopantomogramme von Probanden der Altersgruppe 15-40 Jahre hinsichtlich der Sichtbarkeit des Parodontalspaltes von vollständig mineralisierten Zähnen 38 und 48 gemäß der in Tabelle 8 beschriebenen Einteilung. Die frühesten Zeitpunkte beim Erreichen der einzelnen Stadien sind nachfolgend beschrieben: Stadium P0 wurde von weiblichen Probanden zuerst im Alter von 17,2 Jahren, von männlichen im Alter von 17,6 Jahren erreicht. Stadium P1 wurde frühestens im Alter von 18,9-20,0 Jahren (weibliche Probanden) und 20,1-20,2 Jahren (männliche Probanden) erreicht, im Stadium P2 waren die jüngsten Frauen zwischen 22,5-23,1 Jahre alt, die Männer waren 22,3 Jahre alt. Stadium P3 trat bei den weiblichen Probanden erst im Alter von 24,6-25,2 Jahren und bei männlichen Probanden zwischen 25,4 und 26,2 Jahren auf. Die Autoren schlussfolgern, dass bei Vorliegen des Stadiums P0 eine Abgrenzung des 18. Lebensjahres nicht möglich sei. Bei Vorliegen der Stadien P1-P3 sei dagegen eine sichere Abgrenzung des 18. Lebensjahres möglich. Insbesondere das Erreichen der Stadien P2 und P3 ermögliche nach Auffassung der Autoren mit hoher Wahrscheinlichkeit die Abgrenzung des 21. Lebensjahres. Insgesamt sei jedoch nach Auffassung von Olze et al. (2010a, 2010b) Zurückhaltung hinsichtlich der möglichen Abgrenzung des 21. Lebensjahres geboten. Die Abgrenzung der Vollendung des 18. Lebensjahres gelinge mit beiden Methoden bei Erreichen der entsprechenden Stadien jedoch mit der nötigen statistischen Sicherheit. Von Olze et al. (2010a, 2010b) waren Orthopantomogramme von 15-40-jährigen Probanden in die Studie eingeschlossen worden. Die Autoren merken an, dass, wenn beispielsweise bis zu 50-jährige Probanden eingeschlossen worden wären, dies zu einer Erhöhung der Medianwerte in den späteren Stadien, nicht jedoch zu einer Anhebung der Minima geführt hätte. Jede Altersgruppe bestand aus Aufnahmen von je 20 weiblichen und männlichen Probanden. Eine Erhöhung der Fallzahl hätte vermutlich eine Erhöhung der Aussagesicherheit begünstigt. Da jedoch prospektive röntgenologische Studien nach Maßgabe der Röntgenschutzverordnung nicht durchführbar seien, waren die Autoren auf retrospektiv zur Verfügung stehende Aufnahmen angewiesen. Nach Auffassung der Autoren wurden erstmalig altersabhängige Veränderungen, welche nach Beendigung der Zahnmineralisation in dieser Form ausschließlich an den unteren Weisheitszähnen visuell sichtbar und auswertbar auftreten, hinsichtlich ihrer Relevanz für die odontologische Altersschätzungsroutine untersucht. Über die Ursachen der dargestellten Effekte

konnten daher auch nur Vermutungen angestellt werden. Die zunehmende Unsichtbarkeit der Wurzelkanäle bzw. des Parodontalspalts der untersuchten dritten Molaren sei nach Auffassung der Autoren als vorrangig optisches Phänomen zu klassifizieren. Die Arbeitsgruppe war der Überzeugung, dass sich die Wurzelkanäle bzw. der Parodontalspalt mit zunehmendem Lebensalter nicht wirklich völlig schließen würden. Vielmehr komme es einerseits zu einer lebenslangen Anlagerung von Sekundärdentin im Bereich von Kronen- und Wurzelpulpa, welche mit einer Einengung des Lumens einhergeht und andererseits zu einer ebenfalls lebenslangen Anlagerung von Wurzelzement, welche den ursprünglich im Parodontalspalt vorhandenen Raum ebenfalls zunehmend einengt (Solheim 1992). Die im Strahlengang befindlichen knöchernen Strukturen schienen ausschließlich in der Region der dritten Molaren die dargestellten Phänomene zu erzeugen. Im Unterkiefer schien die in der Linea obliqua mandibularis befindliche Knochenmasse die dargestellten Effekte zu erzeugen. Im Oberkiefer würde die radiologische Überlagerung der zu untersuchenden dritten Molaren durch den Jochbogen in überproportional vielen Fällen dazu führen, dass die Bilder nicht auswertbar wären. Die Einteilung und Definition von Stadien für die beobachteten Phänomene gelang nicht ohne Schwierigkeiten. Die Autoren waren der Auffassung, dass die vorgenommene Stadieneinteilung am anschaulichsten die altersabhängigen Vorgänge beschreiben würde.

#### **6.4 Das Merkmal Weisheitszahnretention als mögliche Ursache für eine verzögert ablaufende Weisheitszahnmineralisation und die Möglichkeit zur Abgrenzung des 18. Lebensjahres**

Es erscheint vorstellbar, dass über die Einbeziehung retinierter Weisheitszähne in die Altersschätzungsroutine eine Abgrenzung des 18. Lebensjahres gelingen könnte. Dies wäre unter der Annahme möglich, dass sich die Mineralisationsvorgänge bei retinierten dritten Molaren langsamer als bei nicht retinierten Molaren vollziehen würden.

Eine Anzahl von Autoren hat sich mit dem Thema Mineralisation der dritten Molaren im Zusammenhang mit einer Retention beschäftigt. Ob eine Retention der Weisheitszähne deren Mineralisationsgeschwindigkeit beeinflusst, wird kontrovers diskutiert.

Köhler et al. (1994) überprüften, inwieweit die Entwicklung der Weisheitszähne Hinweise auf das Lebensalter erlaubt. Dazu beurteilten sie die Weisheitszähne auf 58 Panoramavergrößerungsaufnahmen und 880 Panoramaschichtaufnahmen von Patienten im Alter von 15-25 Jahren und modifizierten die Stadieneinteilung von Gleiser und Hunt (1955) zu diesem Zweck. Die ursprünglich 15 Stadien wurden auf 10 Stadien reduziert. Die Mittelwerte der Stadien der Weisheitszahnmineralisation wurden bei beiden Geschlechtern mit bis zu  $\pm 4$  Jahren Abweichung erreicht. Das Ende des Wurzelwachstums war im Unterkiefer bei Frauen mit 23,6 Jahren, bei Männern mit 23,2 Jahren sowie im Oberkiefer bei beiden Geschlechtern mit 23 Jahren erreicht. Die Autoren konnten feststellen, dass retinierte Weisheitszähne durchschnittlich 2-3,5 Jahre in der Entwicklung verzögert sind.

In einer Studie von Hattab et al. (1999) wurden die unteren dritten Molaren auf Orthopantomogrammen von 134 jordanischen Studenten mit einem durchschnittlichen Alter von 19,8 ( $\pm 0,7$ ) Jahren untersucht. Beobachtet wurde dabei, ob die dritten Molaren in die Mundhöhle durchgebrochen waren oder ob eine Retention vorlag. Bewertet wurden hinsichtlich der Retention nur mesioangulierte Zähne. Es wurden drei Stadien unterschieden: vollständig durchgebrochene in der Okklusionsebene stehende Zähne (A), teilweise durchgebrochene Zähne, die die Okklusionsebene nicht erreicht haben, aber über der Schmelz-Zement-Grenze des zweiten Molaren liegen (B) und Zähne, deren höchster Punkt unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze des zweiten Molaren lag (C). Die Mineralisation der Zähne wurde ebenfalls untersucht, dabei wurde unterschieden, ob die Wurzeln zu einem Drittel, zu zwei Dritteln oder komplett ausgebildet waren. Das Platzangebot distal des zweiten unteren Molaren und die Kronenbreite wurde gemessen und anschließend der retromolare Platz/Kronenbreiten-Quotient ermittelt. Bei keinem der Probanden war eine kieferorthopädische Behandlung oder eine Extraktion im Unterkiefer vorangegangen. Von den 213 dritten Molaren im Unterkiefer konnten 113 bewertet werden. 69 Probanden wiesen 101 mesioangulierte dritte Unterkiefermolaren auf, bei 65 Probanden waren insgesamt 112 Weisheitszähne durchgebrochen. Die mittlere Kronenbreite der retinierten Weisheitszähne war um 0,24 mm größer als die der durchgebrochenen dritten Molaren, dieses Ergebnis erwies sich jedoch als nicht signifikant. Die Messung des retromolaren Platzangebotes ergab in der Gruppe der retinierten Zähne 11,13 ( $\pm 2,55$ ) mm für weibliche und 10,96 ( $\pm 2,77$ ) mm für männliche Probanden, bei den durchgebrochenen Zähnen ergaben sich

14,18 ( $\pm 2,41$ ) mm bzw. 15,00 ( $\pm 2,36$ ) mm für Frauen bzw. Männer. Der Unterschied zwischen dem Platzangebot der beiden Gruppen war signifikant. Der retromolare Platz/Kronenbreiten-Quotient war bei 87% der männlichen und bei 78% der weiblichen Probanden mit retinierten dritten Molaren  $<1$ . In der Gruppe mit durchgebrochenen Weisheitszähnen lag der Quotient bei mindestens 1 für 69% der Probanden beider Geschlechter. Von den 101 retinierten dritten Molaren waren 66% zum Teil durchgebrochen (B), der Rest war nicht durchgebrochen (C). Von den nicht durchgebrochenen Molaren wiesen 76% ein abgeschlossenes Wurzelwachstum auf, bei 20% waren zwei Drittel der Wurzel und bei 4% ein Drittel ausgebildet. Dahingegen wiesen 98% der Probanden mit eruptierten dritten Molaren ein abgeschlossenes Wurzelwachstum auf.

Friedrich et al. (2005) untersuchten anhand von 1053 Orthopantomogrammen deutscher Patienten im Alter von 14-24 Jahren den Einfluss der Topographie der Weisheitszähne auf den zeitlichen Verlauf der Wurzelentwicklung. Die Beurteilung der Weisheitszahnentwicklung erfolgte modifiziert nach Demirjian et al. (1973). Es wurden neun Entwicklungsstadien unterschieden, beginnend mit dem Zeitpunkt, an dem die Krone zur Hälfte mineralisiert war bis zum vollständigen Apexschluss. Die mesialen und distalen Wurzeln der Unterkiefermolaren wurden getrennt bewertet. Die Retentionsformen wurde im Oberkiefer nach Archer (1955), im Unterkiefer nach Wolf und Haunfelder (1960) klassifiziert. Nach erfolgter statistischer Auswertung konnte gezeigt werden, dass die Anzahl retinierter dritter Molaren im Unterkiefer um 10% höher war, als im Oberkiefer. Der Vergleich von mesialer und distaler Wurzel im Unterkiefer ergab eine Tendenz zu beschleunigtem Wachstum an der mesialen Wurzel von Zahn 38. Die Korrelation zwischen Mineralisationsstadium und chronologischem Alter war hoch ( $p < 0,001$ ). Die Entwicklungsgeschwindigkeit der dritten Molaren im Ober- und Unterkiefer unterschied sich nicht, lediglich der Beginn der Mineralisation erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten. Des Weiteren ergaben sich für die Wurzelentwicklung der Zähne 18, 28 und 48 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen retinierten und nicht retinierten Weisheitszähnen. Lediglich die retinierten Weisheitszähne im dritten Quadranten zeigten ein leicht verzögertes Wachstum ( $p < 0,05$ ). Die Autoren schlussfolgern, dass die Entwicklung der Weisheitszähne unabhängig von einer Retention verläuft. Somit sei es durchaus möglich, ein Röntgenbild mit retinierten dritten Molaren für die forensisch-odontologische Altersanalyse zu verwenden. Die Topographie der Weisheitszähne

hat nach Auffassung der Autoren keinen Einfluss auf die Entwicklungszeiten der dritten Molaren und deren Korrelation zum chronologischen Alter.

In der vorliegenden Untersuchung kamen 1198 konventionell erstellte Orthopantogramme von 629 weiblichen und 569 männlichen Deutschen im Alter von 15-40 Jahren zur Untersuchung, welche im Zeitraum von 1987 bis 2008 erstellt worden waren. Es wurden in jedem Orthopantogramm alle angelegten dritten Molaren hinsichtlich des Mineralisationsstandes klassifiziert und das Stadium nach Demirjian et al. (1973) bestimmt. Bei Vorliegen des Stadiums H nach Demirjian wurde der Retentionsstatus bestimmt. Zwischen allen vier jeweils nicht retinierten und retinierten Weisheitszähnen bestanden bei den männlichen und weiblichen Probanden bezüglich des erreichten Lebensalters signifikante Unterschiede ( $p < 0,0001$ - $p = 0,0002$  bzw.  $p < 0,0001$ - $p = 0,0031$ ). Nicht retinierte dritte Molaren mit abgeschlossener Wurzelbildung und Stadium H nach Demirjian et al. (1973) waren offensichtlich bei deutlich jüngeren Frauen und Männern zu beobachten als retinierte Weisheitszähne im Endstadium der Mineralisation. Frauen mit jeweils retiniertem dritten Molar waren mit Erreichen des Stadiums H nach Demirjian et al. (1973) je nach betrachtetem Weisheitszahn zwischen 2,5 und 3,6 Jahre älter als Frauen mit nicht retinierten Weisheitszähnen. Für die untersuchten Männer betrug die diesbezügliche Altersdifferenz zwischen 2,9 und 3,7 Jahre. Die Minima für das Erreichen des Stadiums H nach Demirjian lagen bei beiden Geschlechtern hinsichtlich der untersuchten retinierten Weisheitszähne (mit Ausnahme des Zahnes 38 bei weiblichen Probanden) durchweg zwischen 18 und 20 Jahren.

Im Ergebnis der vorliegenden Arbeit kann festgestellt werden, dass retinierte Weisheitszähne offensichtlich signifikant langsamer mineralisieren als nicht retinierte dritte Molaren.

Bei Vorliegen eines retinierten Weisheitszahns mit Stadium H nach Demirjian kann bei aller Vorsicht hinsichtlich der Wertung der Ergebnisse jeweils unter Zugrundelegung der Minima nahezu ausnahmslos davon ausgegangen werden, dass sich die untersuchte Person zum Zeitpunkt der Untersuchung mindestens in einem Alter von 18 Jahren befunden haben dürfte. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie besitzen nach Kenntnis der Autorin Neuheitswert.

## 7 Zusammenfassung

In der forensisch-odontologischen Altersschätzungsroutine wurde deutlich, dass eine Retention Einfluss auf die Mineralisationsgeschwindigkeit der dritten Molaren dahingehend haben kann, dass retinierte im Gegensatz zu nicht retinierten Weisheitszähnen insgesamt deutlich langsamer mineralisieren.

In der vorliegenden retrospektiven Studie sollte untersucht werden, inwieweit die beobachteten Phänomene tatsächlich klassifizierbar sind, und wenn ja, welche zeitlichen Unterschiede zwischen der Mineralisation retinierter und nicht retinierter Weisheitszähne bestehen und ob eine für die Altersschätzungsroutine wichtige, sichere Abgrenzung des Erreichens des 18. Lebensjahres über die Einbeziehung und Beurteilung retinierter dritter Molaren gelingt.

Zur Untersuchung kamen 1198 konventionell erstellte Orthopantomogramme von 629 weiblichen und 569 männlichen Deutschen im Alter von 15-40 Jahren, welche im Zeitraum von 1987 bis 2008 erstellt worden waren.

Es wurden in jedem Orthopantomogramm alle angelegten dritten Molaren hinsichtlich des Mineralisationsstandes klassifiziert und das Stadium nach Demirjian et al. (1973) bestimmt. Bei Vorliegen des Stadiums H nach Demirjian wurde der Retentionsstatus bestimmt.

Zwischen allen vier jeweils nicht retinierten und retinierten Weisheitszähnen bestanden hinsichtlich beider Geschlechter signifikante Unterschiede ( $p < 0,0001$ - $p = 0,0031$ ) bezüglich des erreichten Lebensalters, wobei nicht retinierte dritte Molaren mit abgeschlossener Wurzelbildung und Stadium H offensichtlich bei deutlich jüngeren Frauen und Männern vorkommen als retinierte Weisheitszähne im Endstadium der Mineralisation. Frauen mit jeweils retinierten dritten Molaren waren mit Erreichen des Stadiums H nach Demirjian et al. (1973) je nach betrachtetem Weisheitszahn zwischen 2,5 und 3,6 Jahre älter als Frauen mit nicht retinierten Weisheitszähnen. Für die untersuchten Männer betrug die diesbezügliche Altersdifferenz zwischen 2,9 und 3,7 Jahre.

Die Minima für das Erreichen des Stadiums H nach Demirjian et al. (1973) lagen bei beiden Geschlechtern hinsichtlich der untersuchten retinierten Weisheitszähne (mit Ausnahme des Zahnes 38 bei weiblichen Probanden) durchweg zwischen 18 und 20 Jahren.

Im Ergebnis der vorliegenden Arbeit kann somit zusammenfassend festgestellt werden, dass retinierte Weisheitszähne offensichtlich signifikant langsamer mineralisieren als nicht retinierte dritte Molaren. Bei Vorliegen eines retinierten Weisheitszahns mit Stadium H nach Demirjian kann nahezu ausnahmslos davon ausgegangen werden, dass sich die untersuchte Person zum Zeitpunkt der Untersuchung mindestens in einem Alter von 18 Jahren befunden haben dürfte.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Adler P, Adler-Hradecky C (1962) Eruption times of the upper and lower third molars. *Acta Genet Stat Med* 12: 366-74
2. Ajmani ML, Jain SP, Joshi SD (1986) Age and wisdom teeth in Nigeria. *Anthropol Anz* 44: 143-148
3. Amrhein H (1967) Stomatologische Morbiditätsuntersuchungen an einer Standardbevölkerung des Kreises Ludwigslust. *Med Diss Greifswald*
4. Arany S, Iino M, Yoshioka N (2004) Radiographic survey of third molar development in relation to chronological age among Japanese juveniles. *J Forensic Sci* 49(3): 534-8
5. Archer WH (1955) *Die Chirurgie des Mundes und der Zähne*. Medica, Stuttgart
6. Artun J, Behbehani F, Thalib L (2006) Prediction of maxillary third molar impaction in adolescent orthodontic patients. *Angle Orthod* 75: 904-911
7. Ay S, Agar U, Bicakci AA, Kosger HH (2006) Changes in mandibular third angle and position after unilateral mandibular first molar extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129: 36-41
8. Bengston RG (1935) A study of the time of eruption and root development of the permanent teeth between six and thirteen years. *Northwest Univ Bull* 35: 3-9
9. Bergström J, Preber H (1994) Tobacco use as a risk factor. *J Periodontol* 65: 545-550
10. Bergström J (2004) Tobacco smoking and chronic destructive periodontal disease. *Odontology* 92 (1): 1-8
11. Berkowitz BKB, Bass TP (1976) Eruption rates of human upper third molars. *J Dent Res* 55: 460-464
12. Björk A, Jensen E, Palling M (1956) Mandibular growth and third molar impaction. *Acta Odont Scand* 14: 231-272
13. Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL (2007) Third molar development in the estimation of chronologic age in American blacks as compared with whites. *J Forensic Sci* 52(2): 428-33
14. Bolaños MV, Moussa H, Manrique MC, Bolaños MJ (2003) Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. *Forensic Sci Int* 133(3): 212-9

15. Braga J, Heuze Y, Chabadel O, Sonan NK, Gueramy A (2005) Non-adult dental age assessment: correspondence analysis and linear regression versus Bayesian predictions. *Int J Legal Med* 119(5): 260-74
16. Breik O, Grubor D (2008) The incidence of mandibular third molar impactions in different skeletal face types. *Aust Dent J* 53(4): 320-4
17. Brochut PF, Cimasoni G (1997) Auswirkungen des Rauchens auf das Parodont. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 107 (8): 672-686
18. Brown T (1978) Tooth emergence in Australian Aboriginals. *Ann Hum Biol* 5(1):41-54
19. Brunnemann KD, Hoffmann, D (1981) Assessment of the carcinogenic N-nitrosodietholamine in tobacco products and tobacco smoke. *Carcinogenesis* 2: 1123-1127
20. Burris BG, Harris EF (1998) Identification of race and sex from palate dimensions. *J Forensic Sci* 43: 959-963
21. Burris BG, Harris EF (2000) Maxillary Arch Size and Shape in American Blacks and Whites. *Angle Orthod* 70: 297-302
22. Byers SN, Churchill SE, Curran B (1997) Identification of Euro-Americans, Afro-Americans, and Ameridians from palatal dimensions. *J Forensic Sci* 42: 3-9
23. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M (2006) Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med* 120(1): 49-52
24. Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L (2009) Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int* 193(1-3): 128
25. Chagula WK (1960) The age at eruption of third permanent molars in male East Africans. *Am J Phys Anthropol* 18: 77-82
26. Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, Zou S (2010) Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 110(6): 777-83
27. Crossner CG, Unell LA (1996) A longitudinal study of dental health in a group of Swedish teenagers/young adults from the age of 14 to 25. *Swed Dent J* 20 (5): 189-97
28. Daito M, Tanaka T, Hieda T (1992) Clinical observations on the development of third molars. *J Osaka Dent Univ* 26(2): 91-104

29. De la Rosa Gay C, Valmaseda-Castellon E, Gay-Escoda C (2006) Spontaneous third molar eruption after second molar extraction in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129: 337-344
30. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM (1973) A new system of dental age assessment. *Hum Biol* 45(2): 211-27
31. De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D (2004) Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int* 146 Suppl: 9-12
32. Drosos V (2005) Vergleichende röntgenologische und morphologische Befunderhebung an Weisheitszähnen als Kriterium für die forensische Altersbestimmung bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Wie präzise ist die Panoramaschichtaufnahme? Diss Hamburg
33. Dünkel F, van Kalmthout A, Schüler-Springorum H (Hrsg.) (1997) Entwicklungstendenzen und Reformstrategien im Jugendstrafrecht im europäischen Vergleich. Forum Verlag Godesberg
34. Fanning EA (1962) Third molar emergence in Bostonians. *Am J Phys Anthropol* 20: 339-346
35. Fleiss JL (1981) *Statistical Methods for Rates and Proportions*. J Wiley, New York
36. Flores-De-Jacobi L (1987) Parodontologie. In: Schwenzler N (Hrsg) Zahn-Mund-Kieferheilkunde (Band 5). Georg Thieme, Stuttgart New York: 232-349
37. Friedrich RE, Ulbricht C, von Maydell LA (2003a) Altersbestimmung in Abhängigkeit von der Anzahl kariöser oder konservierend versorgter Zähne. *Quintessenz* 54: 863-874
38. Friedrich RE, Ulbricht C, von Maydell LA (2003b) Karies und Füllungen an Weisheitszähnen als forensisch-odontologisches Hilfsmittel der Bestimmung eines chronologischen Alters über 18 Jahren. Radiologische Untersuchungen an Panoramaschichtaufnahmen von Kindern und Jugendlichen. *Arch Kriminol* 212 (3-4): 74-82
39. Friedrich RE, Ulbricht C, von Maydell LA, Scheuer HA (2005) Der Einfluss der Topographie des Weisheitszahns auf die Chronologie der Wurzelentwicklung – Konsequenzen für die forensisch-odontologische Altersschätzung von Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Radiologische Untersuchungen an Panoramaschichtaufnahmen. *Arch Kriminol* 216(1-2): 15-35

40. Garn SM, Koski K, Lewis AB (1957) Problems in determining the tooth eruption sequence in fossil and modern man. *Am J Phys Anthropol* 15: 313-31
41. Garn SM, Lewis AB, Polacheck DL (1960) Interrelations in dental development. I. Interrelationships within the dentition. *J Dent Res* 39: 1049-55
42. Garn SM, Wertheimer F, Sandusky ST, Mc Cann MB (1972) Advanced tooth emergence in Negro individuals. *J Dent Res* 51(5): 1506
43. Geserick G, Reisinger W, Schmeling A, Olze A (2002) Forensische Altersdiagnostik. In: Sösemann B (Hrsg.) *Jahrbuch 2001 der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft*. Berlin: Berlin Verlag, Arno Spitz GmbH: 95-105
44. Gleiser I, Hunt E (1955) The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol* 13: 253-84
45. Glöckner E (1971) Untersuchungen über den DMF-Index und die erforderlichen Therapiemaßnahmen in 13 Landkreisen der DDR - ein Beitrag zur allgemeinen stomatologischen Teilmorbidität. *Med Diss Greifswald*
46. Gorgani N, Sullivan RE, DuBois L (1990) A radiographic investigation of third-molar development. *ASDC J Dent Child* 57(2): 106-10
47. Greulich WW, Pyle SI (1959) *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Second Edition. Stanford Univ Press, California
48. Gunst K, Mesotten K, Carbonez A, Willems G (2003) Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int* 136(1-3): 52-7
49. Gustafson G, Koch G (1974) Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontol Revy* 25(3): 297-306
50. Haavikko K (1970) The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim* 66(3): 103-70
51. Haavikko K, Mattila K (1970) The correspondence between the orthopantomographic and the clinical appearance of an erupting permanent tooth replacing a deciduous tooth. *Suom Hammaslaak Toim* 66(4): 190-5
52. Hägg U, Matsson L (1985) Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. *Eur J Orthod* 7(1): 25-34
53. Harris MJ, Nortjé CJ (1984) The mesial root of the third mandibular molar. A possible indicator of age. *J Forensic Odontostomatol* 2(2): 39-43

54. Harris EF, McKee JH (1990) Tooth mineralisation standards for Blacks and Whites from the Middle Southern United States. *J Forensic Sci* 35: 859-872
55. Hassanali J (1985) The third permanent molar eruption in Kenyan Africans and Asiens. *Ann Hum Biol* 12: 517-523
56. Hattab FN, Alhaija ES (1999) Radiographic evaluation of mandibular third molar eruption space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88(3): 285-91
57. Heisig K (2010) *Das Ende der Geduld*. Herder Verlag
58. Hennig T (1989) Überprüfung der Möglichkeit der Altersbestimmung an Einzelzähnen mittels Wurzelidentintransparenz bei einer Population aus dem 10. bis 12. Jahrhundert. *Med Diss Berlin*
59. Kaatsch HJ (2001) Juristische Aspekte der Altersschätzung. In: Oehmichen M, Geserick G: (Hrsg.): *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Schmidt- Römhild (Lübeck) 243-254
60. Kahl B, Schwarze CW (1988) Aktualisierung der Dentitionstabelle von I Schour und M Massler von 1941. *Fortschr Kieferorthop* 49: 432-443
61. Kaplan RG (1975) Some factors related to mandibular third molar impaction. *Angle Orthod* 45(3): 153-8
62. Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR (2009) Reliability of third molar development for age estimation in a Texas Hispanic population: a comparison study. *J Forensic Sci* 54(3): 651-7
63. Kellinghaus M, Schulz R, Vieth V, Schmidt S, Schmelting A (2009) Forensic age estimation in living subjects based on the ossification status of the medial clavicular epiphysis as revealed by thin-slice multidetector computed tomography. *Int J Legal Med* 124(2): 149-54
64. Kim TW, Artun J, Behbehani F, Artese F (2003) Prevalence of third molar impaction in orthodontic patients treated nonextraction and with extraction of 4 premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 138-145
65. Kimura K (1984) Studies on growth and development in Japan. *Yearb Phys Anthropol* 27: 179-214
66. Klein H, Palmer CE, Knutson JW (1938) Studies in dental caries (I) Dental status and dental needs of elementary school children. *Public Health Rep* 53: 751-757

67. Knell B, Ruhstaller P, Prieels F, Schmelting A (2009) Dental age diagnostics by means of radiographic evaluation of the growth stages of lower wisdom teeth. *Int J Legal Med* 123(6): 465-9
68. Köhler S, Schmelzle R, Loitz C, Püschel K (1994) Die Entwicklung des Weisheitszahnes als Kriterium der Lebensalterbestimmung. *Ann Anat* 176(4): 339-45
69. Kreitner KF, Schweden FJ, Riepert T, Nafe B, Thelen M (1998) Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *Eur Radiol* 8: 1116-1122
70. Krumholt L, Roed-Petersen B, Pindborg JJ (1971) Eruption times of the permanent teeth in 622 Ugandan children. *Arch Oral Biol* 16: 1281-1288
71. Kullman L, Johanson G, Akesson L (1992) Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J* 16(4): 161-7
72. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T (1995) Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 74(3): 175-85
73. Landa MI, Garamendi PM, Botella MC, Alemán I (2009) Application of the method of Kvaal et al. to digital orthopantomograms. *Int J Legal Med* 123(2): 123-8
74. Lang NP, Löe H (1993) Clinical management of periodontal diseases. *Periodontol* 2000 2: 128-39
75. Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK (2009) Development of third molars in Korean juveniles and adolescents. *Forensic Sci Int* 188(1-3): 107-11
76. Levesque GY, Demirijian A, Tanguay R (1981) Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the mandibular third molar. *J Dent Res* 60: 1735-41
77. Liebrecht S (2002) Stop smoking. *J Prophylaxe Impuls* 2: 73-75
78. Llarena del Rosario ME, Nuno González MM (1990) [Stages of formation and calcification of the third molar (radiographic study of 500 Mexican children and adolescents)]. *Rev ADM* 47(3): 112-8
79. Marshall WA, Tanner JM (1969) Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 44: 291-203
80. Marshall WA, Tanner JM (1970) Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 45: 13-23

81. Mattila K, Haavikko K (1969) The correspondence between the orthopantomographic and the clinical appearance of an erupting tooth (first molar). *Odontol Tidskr* 77: 39-45
82. Meini A, Tangl S, Huber C, Maurer B, Watzek G (2007) The chronology of third molar mineralization in the Austrian population - a contribution to forensic age estimation. *Forensic Sci Int* 169(2-3): 161-7
83. Merte K (Hrsg) (1992) *Parodontologie für die Praxis*. Johann Ambrosius Barth, Leipzig Berlin Heidelberg
84. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE (1993) The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci* 38(2): 379-90
85. Moorrees CFA, Fanning E, Hunt E (1963) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 42: 1490-502
86. Mörnstad H, Reventlid M, Teivens A (1995) The validity of four methods for age determination by teeth in Swedish children: a multicentre study. *Swed Dent J* 19(4): 121-30
87. Mühler M, Schulz R, Schmidt S, Schmeling A, Reisinger W (2006) The influence of slice thickness on assessment of clavicle ossification in forensic age diagnostics. *Int J Legal Med* 120(1): 15-7
88. Müller HR (1983) *Eine Studie über die Inkonstanz des dritten Molaren (Fehlen, Anlage, Durchbruch)*. Diss Dresden
89. Nolla CM (1960) The development of the permanent teeth. *J Dent Child* 27: 254-263
90. Odusanya SA, Abayomi IO (1991) Third molar eruption among rural Nigerians. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 71: 151-154
91. Olasoji HO, Odusanya SA (2000) Comparative study of third molar impaction in rural and urban areas of South-Western Nigeria. *Odontostomatol Trop* 23: 8-25
92. Olze A, Schmeling A, Rieger K, Kalb G, Geserick G (2003) Studies on the chronology of third molar mineralization in a German population. *Rechtsmedizin* 13: 5-10
93. Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Geserick G, Schmeling A (2004a) Radiologisch bestimmte Varianten des DMF-Index zur forensischen Altersschätzung bei jungen Erwachsenen. *Archiv für Kriminologie* 214: 103-111

94. Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Geserick G, Schmeling A (2004b) Der parodontale Knochenabbau als Kriterium der forensischen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen. *Rechtsmedizin* 14: 448-453
95. Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A (2004c) Combined determination of selected radiological and morphological variables relevant for dental age estimation of young adults. *Homo* 56: 133-140
96. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke KD, Geserick G (2004d) Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J of Legal Medicine* 118: 170-173
97. Olze A, Bilanz D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A (2005) Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med* 119(1): 22-6
98. Olze A, van Niekerk P, Schulz R, Schmeling A (2007a) Studies of the chronological course of wisdom tooth eruption in a Black African population. *J Forensic Sci* 52(5): 1161-3
99. Olze A, van Niekerk P, Ishikawa T, Zhu BL, Schulz R, Maeda H, Schmeling A (2007b) Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom tooth eruption. *Int J Legal Med* 121(6): 445-8
100. Olze A, Peschke C, Schulz R, Schmeling A (2008a) Studies of the chronological course of wisdom tooth eruption in a German population. *Forensic Leg Med* 15(7): 426-9
101. Olze A, Ishikawa T, Zhu BL, Schulz R, Heinecke A, Maeda H, Schmeling A (2008b) Studies of the chronological course of wisdom tooth eruption in a Japanese population. *Forensic Sci Int* 174(2-3): 203-6
102. Olze A, Solheim T, Schulz R, Kupfer M, Schmeling A (2010a) Evaluation of the radiographic visibility of the root pulp in the lower third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. *Int J Legal Med* 124(3): 183-6
103. Olze A, Solheim T, Schulz R, Kupfer M, Pfeiffer H, Schmeling A (2010b) Assessment of the radiographic visibility of the periodontal ligament in the lower third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. *Int J Legal Med* 124(5): 445-8
104. Orhan K, Ozer L, Orhan AI, Dogan S, Paksoy CS (2007) Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. *Forensic Sci Int* 165(1): 46-51

105. Orton-Gibbs S, Crow V, Orton HS (2001) Eruption of third permanent molars after the extraction of second permanent molars. Part 1: Assessment of third molar position and size. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119: 226-238
106. Otuyemi OD, Ugboko VI, Ndukwe KC, Adekoya-Sofowora CA (1997) Eruption times of third molars in young rural Nigerians. *Int Dent J* 47: 266-270
107. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B (2005) Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms - a contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J Legal Med* 119(1): 27-30
108. Pöyry M, Nyström M, Ranta R (1986) Comparison of two tooth formation rating methods. *Proc Finn Dent Soc* 82(3): 127-33
109. Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magaña C (2005) Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med* 119(6): 349-54
110. Rajasuo A, Murtomaa H, Meurman JH (1993) Comparison of the clinical status of third molars in young men in 1949 and in 1990. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 76: 694-698
111. Rantanen AV (1967) The age of eruption of the third molar teeth. *Acta Odontol Scand* 25 Suppl: 1-86
112. Rateitschak H, Rateitschak EM, Wolf HF (Hrsg.) (2004) *Parodontologie*. Georg Thieme, Stuttgart New York
113. Reichart PA (2000) Primärprävention des Mundhöhlenkarzinoms und oraler Präkanzerosen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4(6): 357-64
114. Reventlid M, Mörnstad H, Teivens AA (1996) Intra- and inter-examiner variation in four dental methods for age estimation of children. *Swed Dent J* 20: 133-139
115. Richardson ME (1973) Development of the lower third molar from 10 to 15 years. *Angle Orthod* 43(2): 191-3
116. Richardson M (1975) The development of third molar impaction. *Br J Orthod* 2(4): 231-4
117. Richardson ME (1977) The etiology and prediction of mandibular third molar impaction. *Angle Orthod* 47(3): 165-72
118. Richardson M (1978) Pre-eruptive movements of the mandibular third molar. *Angle Orthod* 48(3): 187-93

119. Salvi GE, Lawrence HP, Offenbacher S, Beck JD (1997) Influence of risk factors on the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol* 2000 14: 173-201
120. Sandhu S, Kaur T (2008) Radiographic study of the positional changes and eruption of impacted third molars in young adults of an Asian Indian population. *J Oral Maxillofac Surg* 66(8): 1617-24
121. Schmeling A, Kaatsch H-J, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, Rösing FW, Rötzscher K, Geserick G (2001a) Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Strafverfahren. *Rechtsmedizin* 11: 1-3
122. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Geserick G (2001b) Age estimation of living people undergoing criminal proceedings. *Lancet* 358: 89-90
123. Schmeling A, Schulz R, Reisinger W, Mühler M, Wernecke KD, Geserick G (2004) Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *Int J Legal Med* 118(1): 5-8
124. Schmeling A, Baumann U, Schmidt S, Wernecke KD, Reisinger W (2006a) Reference data for the Thiemann-Nitz method of assessing skeletal age for the purpose of forensic age estimation. *Int J Legal Med* 120(1): 1-4
125. Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A (2006b) Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *Forensic Sci Int* 159 Suppl 1: S61-4
126. Schmidt S, Koch B, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A (2008a) Studies in use of the Greulich-Pyle skeletal age method to assess criminal liability. *Leg Med (Tokyo)* 10(4): 190-5
127. Schmidt S, Nitz I, Schulz R, Schmeling A (2008b) Applicability of the skeletal age determination method of Tanner and Whitehouse for forensic age diagnostics. *Int J Legal Med* 122(4): 309-14
128. Schulz R, Mühler M, Mutze S, Schmidt S, Reisinger W, Schmeling A (2005) Studies on the time frame for ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans. *Int J Legal Med* 119(3): 142-5
129. Schulz R, Mühler M, Reisinger W, Schmidt S, Schmeling A (2008) Radiographic staging of ossification of the medial clavicular epiphysis. *Int J Legal Med* 122(1): 55-8
130. Schultz AH (1935) Eruption and decay of the permanent teeth in primates. *Am J Phys Anthropol* 19: 489-581

131. Sheiham A, Hobdell MH (1969) Decayed, missing and filled teeth in British adult populations. *Br Dent J* 126: 401-404
132. Shourie KL (1946) Eruption age of teeth in India. *Ind J Med Res* 34: 105-18
133. Siegel, S (1956) *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York
134. Sillman JH (1964) Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. *Am J Orthod* 50 (11): 824-42
135. Sisman Y, Uysal T, Yagmur F, Ramoglu SI (2007) Third-molar development in relation to chronologic age in Turkish children and young adults. *Angle Orthod* 77(6): 1040-5
136. Solari AC, Abramovitch K (2002) The accuracy and precision of third molar development as an indicator of chronological age in Hispanics. *J Forensic Sci* 47(3): 531-5
137. Solheim T (1992) Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scand J Dent Res* 100(4): 193-9
138. Staaf V, Mörnstad H, Welander U (1991) Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity. *Scand J Dent Res* 99(4): 281-6
139. Tanaka H, Tanabe N, Shoji M, Suzuki N, Katono T, Sato S, Motohashi M, Maeno M (2006) Nicotine and lipopolysaccharide stimulate the formation of osteoclast-like cells by increasing macrophage colony- stimulating factor and Prostaglandin E(2) production by osteoblasts. *Life Sci* 78(15): 1733-40
140. Tanner JM (1962) *Wachstum und Reifung des Menschen*. Thieme Stuttgart
141. Thiemann HH, Nitz I (1986, 1991) *Röntgenatlas der normalen Hand im Kindesalter*. Thieme Leipzig Stuttgart New York
142. Tsai HH (2005) Factors associated with mandibular third molar eruption and impaction. *J Clin Pediatr Dent* 30(2): 109-13
143. Tschechne S, Müller B, Dibbets J (2008) Sagittal space relations in the maxilla during molar eruption. *J Orofac Orthop* 69(2): 94-8
144. Uzamiş M, Kansu O, Taner TU, Alpar R (2000) Radiographic evaluation of third-molar development in a group of Turkish children. *ASDC J Dent Child* 67(2): 136-41, 83
145. Ventä I, Murtomaa H, Turtola L, Meurman J, Ylipaavalniemi P (1991) Assessing of eruption of lower third molars on the basis of radiographic features. *Br J Oral Maxillofac Surg* 29: 259-262

146. Ventä I, Turtola L, Ylipaavalniemi P (1999) Change in Clinical Status of Third Molars in Adults During 12 Years of Observation. *J Oral Maxillofac Surg* 57: 386-389
147. Ventä I, Ylipaavalniemi P, Turtola L (2004) Clinical Outcome of Third Molars in Adults Followed During 18 Years. *J Oral Maxillofac Surg* 62: 182-185
148. Wernecke KD (1995) *Angewandte Statistik für die Praxis*. Addison-Wesley, Bonn, Paris
149. Willershausen B, Löffler N, Schulze R (2001) Analysis of 1202 orthopantograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages. *Eur J Med Res* 6(9): 377-84
150. Willershausen B, Ernst C-P, Pistorius A, Brandenbusch M (2003) In-Getränke und ihre Folgen am Zahnschmelz. *Zahnärztl Mitt* 12: 38-44
151. Wolf H, Haunfelder D (1960) *Zahnärztliche Mundchirurgie für Studierende der Zahnheilkunde*. Berlinische Verlagsanstalt, Berlin, Vol. 5: 59-67
152. Zeng DL, Wu ZL, Cui MY (2010) Chronological age estimation of third molar mineralization of Han in southern China. *Int J Legal Med*. 124(2): 119-23
153. Zuhrt R (1991) Biologische Aspekte der Endodontie im höheren Erwachsenenalter. *Dtsch Stomatol* 41: 4-10

## **9 Eidesstattliche Erklärung**

„Ich, Andrea Otto, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Untersuchungen zum Einfluss der Retention auf die Mineralisationsgeschwindigkeit dritter Molaren“, selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift

## **10 Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## 11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die das Zustandekommen dieser Arbeit ermöglicht haben.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Andreas Olze danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Bereitstellung der Röntgenbilder sowie für seine außerordentliche Unterstützung im Verlauf der Arbeit.

Für Hilfe bei der statistischen Auswertung sowie für die graphische Aufbereitung der Ergebnisse danke ich Herrn Dr. Schlumprecht.

Herrn Sascha Schröter danke ich für seine Geduld bei der Klärung statistischer Grundlagen und für anregende Gespräche über wissenschaftliches Arbeiten.

Weiterhin danke ich meinem Vater für seinen Beistand aus der Ferne.

Mein besonderer Dank gilt Eike Jakob Spruth, ohne dessen Motivation und immerwährende Unterstützung in allen Lebensbereichen diese Arbeit wohl nicht entstanden wäre.