

2 Zahnärztliche Altersschätzung bei Lebenden

2.1 Zahnärztliche Altersdiagnostik auf der Grundlage der Weisheitszahnmineralisation

2.1.1 Grundsätzliches

Entwicklungsbiologische Prozesse, sind genetisch bzw. epigenetisch gesteuert. Die biologischen Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich die Zahnentwicklung vollzieht, sind für alle Zähne gleich. Die zeitliche und räumliche Koordination der Prozesse, welche zur Zahnbildung führen, bedingt den Zusammenhang zwischen sich nach biologischen Gesetzmäßigkeiten zeitabhängig ausformenden entwicklungsbiologischen Merkmalen, wie der Mineralisation der Zähne, und dem Lebensalter.

2.1.2 Zur Validität verschiedener Stadieneinteilungen zur Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation

Zur Beurteilung der Zahnmineralisation existieren verschiedene Stadieneinteilungen, deren Ergebnisse nicht unmittelbar vergleichbar sind, da einerseits die Daten an verschiedenen Referenzpopulationen gewonnen worden sind und andererseits verschiedene Untersucher die Beurteilungen vorgenommen haben (Hägg u. Matsson 1985, Pöyry et al. 1986).

So wurden in der Vergangenheit von Gleiser and Hunt (1955), Nolla (1960), Haavikko (1970), Liliequist and Lundberg (1971), Demirjian et al. (1973), Gustafson and Koch (1974), Nortje (1983), Harris and Nortje (1984), Kullman et al. (1992) and 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 $1/4$, $1/3$, $1/2$ und $2/3$ der geschätzten zukünftigen Wurzellänge unterschieden, was zu einer eher subjektiv geprägten Beurteilungsweise führt (Demirjian 1986).

In den aufgeführten Studien finden sich einerseits Arbeiten, die eine eher reduzierte Anzahl von Stadien einteilen, auf der anderen Seite wurden Stadieneinteilungen eingeführt, die stärker aufgegliedert Mineralisationsstadien präsentieren. So definieren Gustafson und Koch (1974), wie auch Harris and Nortje (1984), vier bis fünf Stadien. Kullman et al. (1992) präsentieren sieben, Demirjian et al. (1973) und Nortje (1983) haben acht Stadien eingeführt. Die verbleibenden Klassifikationen benutzen 10 bis 16 Stadien. Außer Gustafson und Koch (1974) beschreiben alle Autoren die eingeteilten Stadien in Wort und Bild.

Es wurden zum einen Stadieneinteilungen vorgestellt, welche die verschiedenen Entwicklungsstadien des gesamten Zahns, also von Krone und Wurzel charakterisieren, es existieren jedoch auch Studien zur Zahnmineralisation, die ausschließlich Stadien der Wurzelmineralisation erfassen.

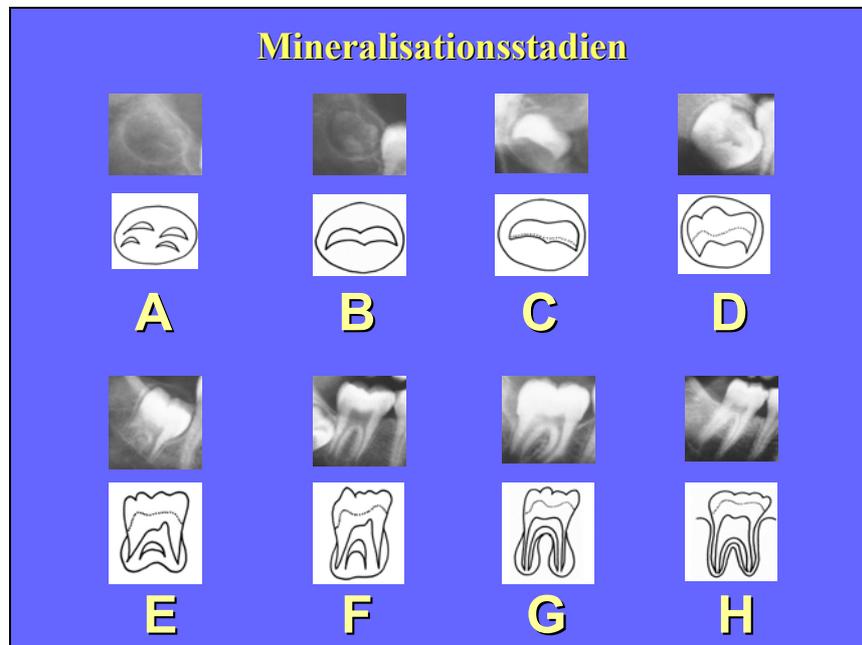


Abbildung 1: Stadien der Zahnmineralisation nach Demirjian et al. (1973)

In einer Arbeit von Olze et al. (2004) 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). Abbildung 1 veranschaulicht die von Demirjian et al. (1973) vorgenommene Stadieneinteilung.

Es wurden insgesamt 420 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von weiblichen deutschen Probanden im Alter von 12 bis 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 (Intraklass-Korrelation) sowie die größte Übereinstimmung zwischen Schätzwalter 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 (Intraklass-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 erweist 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 1995, 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 vorliegenden Studie gewählte Vorgehen wird dieses methodische Problem nach Kenntnis der Autoren erstmalig gelöst.

2.1.3 Der Einfluss der Ethnie auf die Weisheitszahnmineralisation

Bislang nur unzureichend geklärt war der Einfluss der ethnischen Zugehörigkeit auf die Zahnmineralisation. Dadurch wird die Aussagesicherheit der Altersdiagnosen und damit ihre für die Gewährleistung der Rechtssicherheit erforderliche forensische Verwertbarkeit eingeschränkt.

Olze et al. (2004) präsentierten vergleichende Daten bezüglich des Mineralisationsstandes der dritten Molaren einer europäischen, 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 demselben Untersucher vorgenommen.

In der vorliegenden Arbeit konnten durchgängig die Stadien D-H nach Demirjian bei den untersuchten Populationen bestimmt werden.

Die Abbildungen 2-3 (sog. Boxplots) zeigen den Zusammenhang zwischen Mineralisationsstadium und Lebensalter exemplarisch für den Zahn 48.

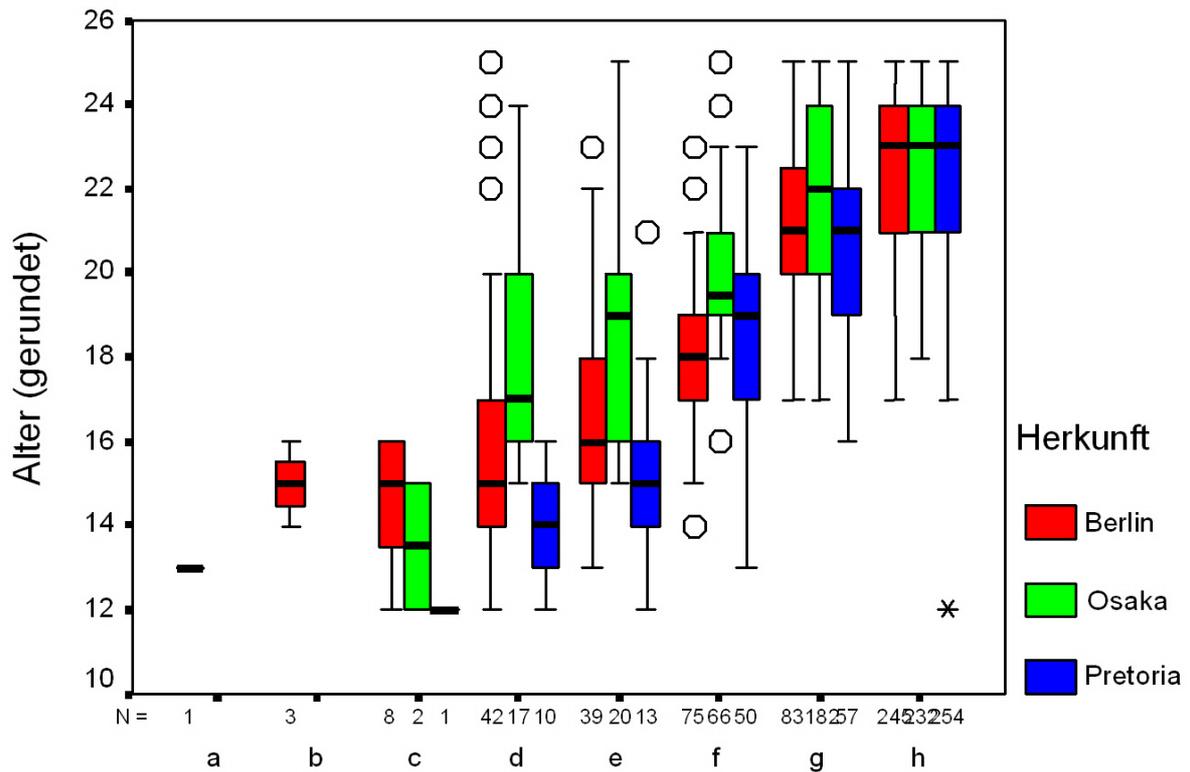


Abbildung 2: Grafischer Zusammenhang zwischen Mineralisationsstadium und Lebensalter für den Zahn 48 für die männlichen Probanden der drei untersuchten Populationen

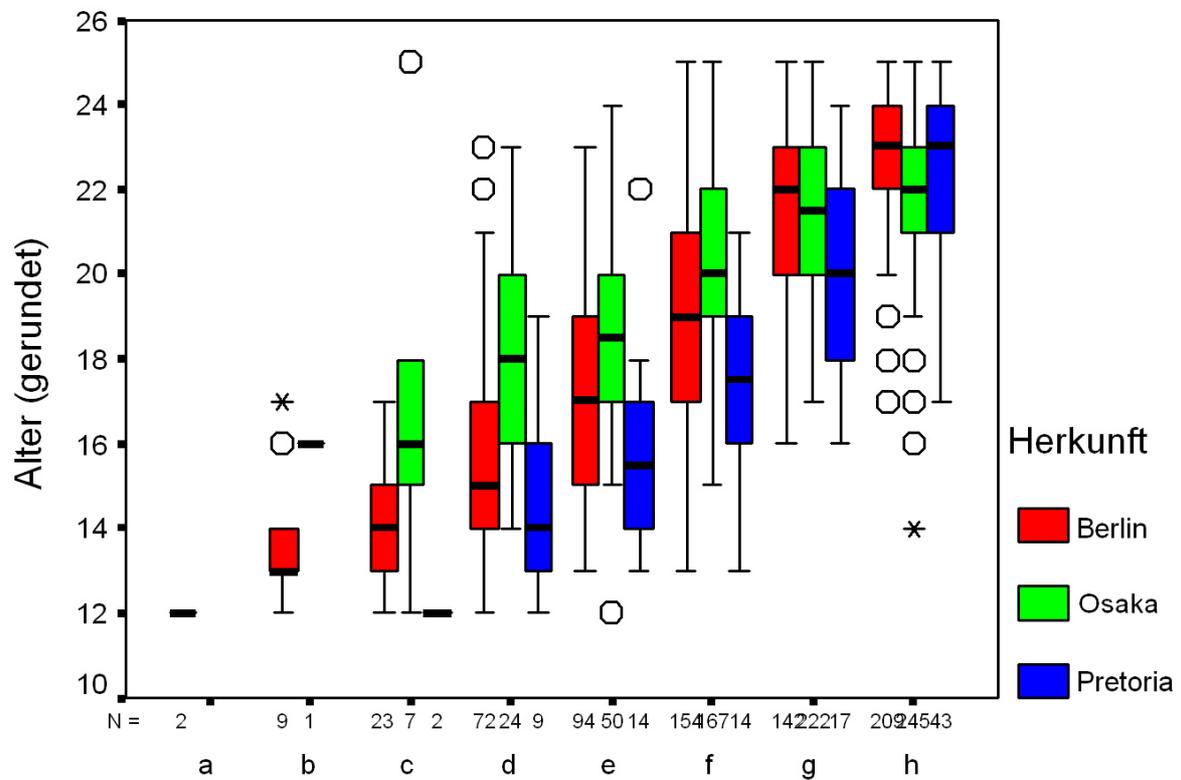


Abbildung 3: Grafischer Zusammenhang zwischen Mineralisationsstadium und Lebensalter für den Zahn 48 für die weiblichen Probanden der drei untersuchten Populationen

Zahn 48

Bei japanischen und deutschen Männern zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Erreichens der Mineralisationsstadien D-G. Signifikante Unterschiede waren bei japanischen und deutschen Frauen hinsichtlich des Erreichens der Mineralisationsstadien D-F zu beobachten. Demnach waren die japanischen Männer und Frauen beim Erreichen der Stadien D-G ca. 1-2 Jahre älter als die deutschen Männer und Frauen.

Bei südafrikanischen und deutschen Männern ergaben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Erreichens der Mineralisationsstadien D-E. Signifikante Unterschiede waren bei südafrikanischen und deutschen Frauen hinsichtlich des Erreichens der Mineralisationsstadien E und G zu beobachten. Die südafrikanischen Probanden waren beim Erreichen der betreffenden Stadien ca. 1-2 Jahre jünger als die deutschen Probanden.

Für die Altersschätzungspraxis von großer Bedeutung ist die Frage, ob die für forensische Altersdiagnosen gebräuchlichen Referenzdaten, die an weißen Nordamerikanern sowie Mittel- und Nordeuropäern gewonnen wurden, auch für Angehörige anderer ethnischer Gruppen verwendbar sind. Im Kontext dieser Arbeit wird der Terminus „Ethnie“ ausschließlich zur abstammungsverwandtschaftlichen Kennzeichnung von Populationen verwendet. Auf der Grundlage der Typisierung von 110 genetischen Markern bei mehr als 1800 Ureinwohnerpopulationen unterteilten Cavalli-Sforza et al. (1994) die Weltbevölkerung in vier ethnische Hauptgruppen. Hierbei handelt es sich um Afrikaner, Australier, Caucasoide und Mongoloide.

Die Ergebnisse für die Zähne 18, 28 und 38 wiesen eine ähnliche Signifikanzstruktur auf.

Für die Skelettentwicklung konnte durch eine umfangreiche Literaturstudie (Schmelting et al. 2000) nachgewiesen werden, dass sich die Ossifikation bei den untersuchten Populationen aller ethnischer Hauptgruppen in identischen, definierten Stadien vollzieht. In der relevanten Altersgruppe übt die ethnische Zugehörigkeit offenbar keinen nennenswerten Einfluss auf die Ossifikationsgeschwindigkeit aus. Demgegenüber wird die Skelettreifung in starkem Maß vom sozioökonomischen Status einer Population bestimmt. Vergleichsweise geringer sozioökonomischer Status führt zu einer Entwicklungsverzögerung und damit zu einer Altersunterschätzung. Die Anwendung der einschlägigen Referenzstudien auf Angehörige sozioökonomisch geringer entwickelter Populationen wirkt sich somit in strafrechtlicher Hinsicht nicht nachteilig für die Betroffenen aus – im Gegenteil.

Für die Weisheitszahnmineralisation liegen nur wenige vergleichende Studien vor.

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 u. 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 14-25 Jahren und konnten keine signifikanten Unterschiede im zeitlichen Verlauf der Weisheitszahnmineralisation feststellen.

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. Zu möglichen ethnischen Unterschieden konnten nach Angabe der Autoren keine zuverlässigen Aussagen getroffen 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 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 betragen, handelte es sich hier um nicht signifikante Abweichungen.

Daito et al. (1992) untersuchten die Weisheitszahnmineralisation bei 9111 7-16jährigen Japanern und verglichen ihre Daten mit den von Gravely (1965), Rantanen (1967) und Haavikko (1970) für europide Populationen mitgeteilten Werten. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Vergleichbarkeit der genannten Studien ist aufgrund geringer Fallzahlen, unterschiedlichen methodischen Vorgehens und des Einsatzes mehrerer Untersucher eingeschränkt. Ein weiteres Problem stellen die zumeist ungesicherten Altersangaben der Probanden schwarzafrikanischer Populationen dar (Krumholt et al. 1971). Außerdem sind die vorliegenden Studien zumeist auf die frühen Mineralisationsstadien beschränkt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden nach Kenntnis der Autoren erstmalig vergleichbare Referenzdaten zur Weisheitszahnmineralisation bei einer kaukasoiden, einer mongoloiden und einer afrikanischen Population der forensisch relevanten Altersgruppe mit

gesicherten Geburtsdaten mitgeteilt, welche unter standardisierten Bedingungen gewonnen worden sind. Zur Ausschaltung eines möglichen Zwischenbeobachterfehlers wurden alle Bestimmungen von demselben Untersucher vorgenommen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die untersuchte kaukasoide Population hinsichtlich des für das jeweilige Dentitionsstadium ermittelten Lebensalters bezogen auf die überwiegende Anzahl der in der gewählten Altersgruppe vorgefundenen Mineralisationsstadien eine Mittelstellung einnimmt. Die untersuchten mongoloiden Probanden waren im Bereich der Stadien D-H durchschnittlich 0,5-3 Jahre älter, die untersuchten afrikanischen Probanden hingegen im Bereich der Stadien D-H etwa 0,5-2 Jahre jünger als die gleichweit entwickelten kaukasoiden Probanden.

Diese festgestellten Populationsunterschiede können möglicherweise auf die unterschiedlichen Gaumenmaße der verschiedenen Ethnien zurückgeführt werden. So wurden die größten Gaumenmaße bei Afrikanern und die kleinsten bei Mongoloiden gefunden, während die Kaukasoiden dazwischen lagen (Byers et al. 1997). Ein mangelndes Platzangebot im Bereich der Kiefer führt zu einer Verzögerung des Weisheitszahndurchbruchs bzw. zu dessen Retention (Fanning 1962). Retinierte Weisheitszähne wiederum mineralisieren später als im Durchbruch nicht behinderte Zähne (Köhler et al. 1994). Dies würde erklären, warum kaukasoide Populationen hinsichtlich des Erreichens der Weisheitszahnmineralisation eine Mittelstellung einnehmen, mongoloide Populationen hingegen eine vergleichsweise Verzögerung und afrikanische Populationen eine Beschleunigung aufweisen.

Es kann geschlussfolgert werden, dass bei der Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation im Rahmen forensischer Altersschätzungen bei Lebenden zur Erhöhung der Aussagesicherheit populationspezifische Standards benutzt werden sollten.

2.2 Zahnärztliche Altersschätzung auf der Grundlage epidemiologisch und klinisch bedeutsamer Merkmale

2.2.1 Grundsätzliches

Die Entwicklungs- und Gebrauchsphase des menschlichen Wechselgebisses erstreckt sich über mehrere Lebensjahrzehnte. Das Gebiss ist somit Spiegelbild der aufgrund rezenter Ernährungs- und Pflegegewohnheiten außerordentlich vielfältigen und bereits in der Kindheit und im Jugendalter einsetzenden pathogenen Noxen. Der individuelle Erhaltungszustand des stomatognathen Systems ist das Ergebnis präventiver und kurativer Behandlungsbemühungen,

welche nicht unerheblich von sozialem Status und nationaler Zugehörigkeit beeinflusst werden.

Auf dem Wege der Bestimmung und Bewertung entwicklungsbiologischer Merkmale, wie des Mineralisations- und Eruptionsstandes der dritten Molaren, können aus zahnärztlicher Sicht allerdings lediglich Aussagen bis zum 19.-20. Lebensjahr getroffen werden (Berkowitz u. Bass 1976, Gunst et al. 2003, Kahl u. Schwarze 1988, Köhler et al. 1994, Müller 1983, Olze 2004).

Deshalb lag es nahe, bereits anderweitig in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde verwendete, epidemiologisch oder klinisch bedeutsame Merkmale mit dem Lebensalter zu korrelieren.

2.2.2 Der parodontale Knochenabbau als Kriterium der forensischen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen

Gingiva, Wurzelzement, periodontales Ligament (Desmodont) und Alveolenkortikalis 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. Für die Entwicklung der chronisch-entzündlichen Erkrankungen des Parodonts sind Bakterien in der dentalen Plaque verantwortlich (Rataitschak 2004). Gingivitis und Parodontitis sind Ausdruck der entzündlichen Reaktion des Parodonts, ausgelöst durch supra- und vor allem subgingivale Plaques, die in unmittelbarer Umgebung zu den parodontalen Geweben direkten Einfluss auf diese ausüben. Die Metaboliten der Plaque bauen wichtige Bestandteile der Interzellulärsubstanz, 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 Saumepithels nimmt zu, dadurch wird die Passage entzündungsfördernder Stoffwechselprodukte der Plaque in tiefere Gewebeabschnitte begünstigt. Es kommt zu einem Attachmentverlust, der klinisch-röntgenographisch durch Taschenbildung ohne bzw. mit Gingivarezession und Knochenabbau manifest wird (Merte 1992). Referenzbereiche für den Grad des Befestigungsverlustes sind

Schmelz-Zement-Grenze und klinischer Taschenfundus bzw. röntgenographische Knochengrenze.

Olze et al. (2004) haben überprüft, inwieweit anhand eines Orthopantomogramms ein klinisch bedeutsamer Parameter, wie der Zustand des marginalen Parodontiums, zur Altersschätzung herangezogen werden kann und Aussagen zur Vollendung des juristisch relevanten 21. Lebensjahres erlaubt.

Es wurden insgesamt 650 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von deutschen Personen im Alter von 18 – 30 Jahren untersucht. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Die Orthopantomogramme stammten aus dem Röntgenarchiv des Zentrums für Zahnmedizin der Charité und wurden in den Jahren zwischen 1988 und 1996 angefertigt. Für jeden Patienten wurden Name, Geschlecht, Geburtsdatum und Aufnahmedatum vermerkt. Aus Geburts- und Aufnahmedatum wurde das Alter der Probanden berechnet.

Der parodontale Knochenabbau wurde an den zweiten Prämolaren aller vier Quadranten bestimmt. 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

Es wurden nur karies- und restaurationsfreie Zähne berücksichtigt.

Im Rahmen der statistischen Analyse wurden für die Stadien des parodontalen Knochenabbaus der zweiten Prämolaren geschlechtergetrennt altersbezogene statistische Maßzahlen berechnet. Hierbei handelt es sich um Minimum, Maximum und Spannweite, den Mittelwert mit Standardabweichung sowie den Median mit unterem und oberem Quartil. Für die graphische Darstellung der Ergebnisse wurden Box- und Whiskerplots verwendet. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS für Windows.

Für die radiologische Beurteilung des parodontalen Knochenabbaus wurden in der vorliegenden Studie die zweiten Prämolaren ausgewählt. Dieser Auswahl lagen folgende Überlegungen zugrunde: Die Prämolaren sind auf Orthopantomogrammen am ehesten in allen Quadranten überlagerungsfrei darstellbar. Sie sind zumeist einwurzig, wodurch die radiologische

Beurteilbarkeit erleichtert wird. Da die ersten Prämolaren ferner häufig nicht angelegt sind oder aus kieferorthopädischen Erwägungen extrahiert wurden, erschien die Auswahl der zweiten Prämolaren sinnvoll.

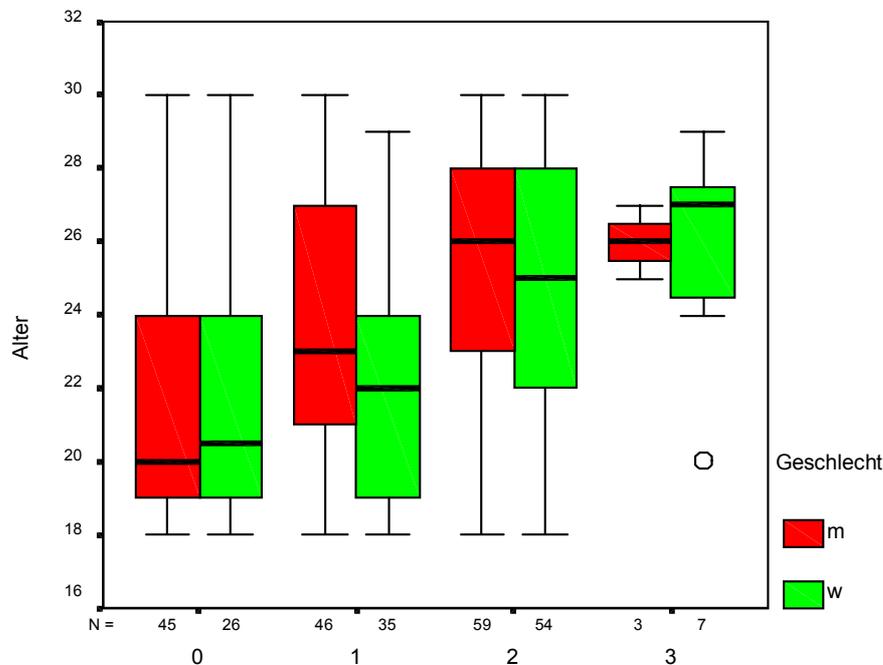


Abbildung 4: Altersverteilung in den Stadien für den Zahn 45

Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Altersverteilung in den Stadien für den Zahn 45. Bei der Interpretation der Ergebnisse lässt sich zunächst feststellen, dass ein zunehmender parodontaler Knochenabbau gut mit einem Altersanstieg der untersuchten Probanden korreliert. So ergab sich bei beiden Geschlechtern ganz überwiegend ein Anstieg der Mediane mit zunehmendem Stadium. Lediglich beim Stadium 3 zeigte sich für die Männer beim Zahn 45 und für die Frauen beim Zahn 15 kein Altersanstieg, wobei die Ursache hierfür in den jeweils sehr geringen Fallzahlen liegen kann.

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. Lebensjahrs überwiegend wahrscheinlich. Ein

unteres Quartil von mindestens 21 Jahren trat regelmäßig ab dem Stadium 2 auf, d.h. 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 (Rataitschak 2004). So zeigten mehrere kontrollierte Studien bei Rauchern größere Werte klinischer Parameter, wie sondierbare Taschentiefe, Attachment- Verlust, Pusaustritt und Furkationsbefall (Bergström u. Preber 1994, Brochut u. Cimasoni 1997, Brunneemann u. Hoffmann 1981, Salvi et al. 1997). 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 1998).

Der große Einfluss von Umweltfaktoren, wie Rauchen und Mundhygiene, erklärt die beträchtliche interindividuelle Variation bei der Ausprägung des parodontalen Knochenabbaus.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein zunehmender parodontaler Knochenabbau in der untersuchten Stichprobe gut mit einem Altersanstieg der Probanden korrelierte. 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.

Es wird geschlussfolgert, dass der parodontale Knochenabbau als ergänzendes Kriterium der forensischen Altersdiagnostik im jungen Erwachsenenalter geeignet erscheint. In künftigen Studien bleibt allerdings zu prüfen, ob die in der vorliegenden Arbeit präsentierten Referenzwerte auch auf Personen anderer ethnischer Zugehörigkeit übertragbar sind.

2.2.3 Der radiologisch bestimmte DMF-Index als Kriterium der forensischen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen

Der DMF- Index zur Kennzeichnung der Kariesprävalenz einer Bevölkerung wurde erstmals von Klein et al. (1938) beschrieben. 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. So 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.

Olze et al. (eingereicht) haben insgesamt 650 konventionell gefertigte Orthopantomogramme von je 325 männlichen und weiblichen Deutschen im Alter von 18 – 30 Jahren untersucht. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Die Orthopantomogramme stammten aus dem Röntgenarchiv des Zentrums für Zahnmedizin der Charité und wurden in den Jahren zwischen 1988 und 1996 angefertigt. Für jeden Patienten wurden Name, Geschlecht, Geburtsdatum und Aufnahmedatum vermerkt. Aus Geburts- und Aufnahmedatum wurde das Alter der Probanden berechnet.

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.

Im Rahmen der statistischen Analyse wurden für alle Ausprägungen der DMFT- Indizes geschlechtergetrennt altersbezogene statistische Maßzahlen berechnet. Hierbei handelt es sich um Minimum, Maximum und Spannweite, den Mittelwert mit Standardabweichung sowie den Median mit 25er und 75er Perzentilen. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS für Windows.

Ein Vergleich der präsentierten Ergebnisse mit den vorliegenden klinischen Studien ist wegen der eingangs aufgezeigten Problematik der nur bedingt spezifizierbaren M-Komponente des DMF- Index lediglich eingeschränkt möglich. In mehreren klinischen Arbeiten, die allerdings zumeist in größere Altersgruppen unterteilten, wurde eine kontinuierliche Zunahme des DMFT- Index mit dem Lebensalter beschrieben (Amrhein 1967, Crossner u. Unell 1996, Friedrich et al. 2003, Glöckner 1971, Sheiham u. Hobdell 1969). In der eigenen Untersuchung 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 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.

Friedrich et al. (2003a, 2003b,) gingen der Frage nach, ob die Anzahl kariöser oder gefüllter Weisheitszähne Rückschlüsse auf die Vollendung des 18. Lebensjahrs 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 unserer Ansicht nach zurückhaltend interpretiert werden, zumal es sachlogisch nur schwer nachvollziehbar erscheint, warum gefüllte Weisheitszähne die Vervollendung des 18. Lebensjahrs wesentlich wahrscheinlicher machen als kariöse Weisheitszähne, ist doch der kariöse Befall eines Zahns die Voraussetzung für seine konservierende Versorgung.

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 Erkrankungsrisiko. 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 v. a. 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 Antioxidanz 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 (z.B. 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 wirken. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die untersuchten DMF- Index- Varianten als Kriterium der Altersdiagnostik in Bezug auf die Vollendung des 21. Lebensjahrs aufgrund ihrer geringen Alterskorrelation und der erheblichen interindividuellen Streubreiten als ungeeignet erscheinen. Ein hoher Hinweiswert kommt lediglich einem Weisheitszahn- DFT- Index von 4 zu, wobei es sich hierbei in der relevanten Altersgruppe um ein sehr seltenes Ereignis handelt. Ist im Rahmen der forensischen Altersdiagnostik die Vollendung des 21. Lebensjahrs zu beurteilen, sollte daher keinesfalls auf eine Röntgenuntersuchung der medialen Klavikulaepiphysenfuge verzichtet werden. Liegt eine vollständige Ossifikation vor, kann davon ausgegangen werden, dass die untersuchte Person mindestens 21 Jahre alt ist (Kreitner et al. 1997, 1998, Schmelting et al. 2004).

2.2.4 Die kombinierte Bestimmung ausgewählter röntgenmorphologischer Merkmale zur zahnärztlichen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen

Olze et al. (eingereicht) haben überprüft, ob durch die kombinierte Beurteilung verschiedener röntgenmorphologischer Merkmale der zahnärztlichen Altersdiagnostik bei Erwachsenen forensisch verwertbare Aussagen zum Abschluss des 21. Lebensjahrs erlaubt. Bei den untersuchten Merkmalen handelt es sich 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 im Alter von 18 – 30 Jahren. Pro Altersgruppe wurden jeweils 25 Aufnahmen von männlichen und weiblichen Probanden ausgewertet. Die Orthopantomogramme stammten aus dem Röntgenarchiv des Zentrums für Zahnmedizin der Charité und wurden in den Jahren zwischen 1988 und 1996 angefertigt. Für jeden Patienten wurden Name, Geschlecht, Geburtsdatum und Aufnahmedatum vermerkt. Aus Geburts- und Aufnahmedatum wurde das Alter der Probanden berechnet.

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. Der DMFT-Index ist die Durchschnittszahl der kariösen (D=decayed), fehlenden (M=missing) und gefüllten (F=filled) bleibenden Zähne (T=tooth)

einer Person. Beim DFT- Index handelt es sich um die Summe der kariösen und gefüllten Zähne einer Person.

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 u. Haunfelder 1960). Weisheitszähne, deren Durchbruchrichtung nicht eindeutig bestimmbar war, wurden nicht berücksichtigt.

Der parodontale Knochenabbau wurde an den zweiten Prämolaren aller vier Quadranten bestimmt. 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

Für die Beurteilung des parodontalen Knochenabbaus wurden nur karies- und restaurationsfreie Zähne berücksichtigt.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Diskriminanzanalyse. Diese wurde mit zwei Klassen durchgeführt, die durch die beiden Altersgruppen ≤ 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 1996).

Die Tabellen 1 und 2 zeigen geschlechtergetrennt die Klassifizierungsergebnisse.

Tabelle 1: Klassifizierungsergebnisse für das männliche Geschlecht:

		Vorhergesagte Klassenzugehörigkeit		Gesamt
		≤ 21 Jahre	> 21 Jahre	
Richtige Klasse	Anzahl ≤ 21 Jahre	21	13	34
	Anzahl > 21 Jahre	30	78	108
	Prozent ≤ 21 Jahre	61,8%	38,2%	100%
	Prozent > 21 Jahre	27,8%	72,2%	100%

69,7 % der Fälle wurden also korrekt klassifiziert bzw. die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Klassenzuordnung beträgt 69,7%.

Tabelle 2: Klassifizierungsergebnisse für das weibliche Geschlecht

		Vorhergesagte Klassenzugehörigkeit		Gesamt
		≤ 21 Jahre	> 21 Jahre	
Richtige Klasse	Anzahl ≤ 21 Jahre	19	7	26
	Anzahl > 21 Jahre	31	76	107
	Prozent ≤ 21 Jahre	73,1%	26,9%	100%
	Prozent > 21 Jahre	29,0%	71,0%	100%

71,4 % der Fälle wurden also korrekt klassifiziert bzw. die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Klassenzuordnung beträgt 71,4%.

Als Ursache für die nur mäßige Wahrscheinlichkeit der richtigen Klassenzuordnung ist die geringe genetische Determinierung der von uns untersuchten epidemiologischen Merkmale zu diskutieren. Sowohl der den bestimmten DMFT- Index- Varianten zugrunde liegende individuelle Kariesbefall als auch der parodontale Knochenabbau werden stark durch Umweltfaktoren beeinflusst.

Auf der Grundlage der Ergebnisse unserer Untersuchung kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die kombinierte Bestimmung der DMFT- Index- Varianten, des parodontalen Knochenabbaus sowie der Weisheitszahneruption anhand von Orthopantomogrammen als ergänzendes Kriterium der forensischen Altersdiagnostik bei jungen Erwachsenen geeignet erscheint. Durch alleinige Bestimmung der untersuchten Merkmale ist allerdings eine Aussage zur Vollendung des 21. Lebensjahres mit der im Strafverfahren erforderlichen Wahrscheinlichkeit nicht möglich.