

Diplomarbeit

**Altersbestimmung am Lebenden mittels
radiologischer Mineralisationsklassifikation der
Weisheitszähne
Eine retrospektive Studie**

eingereicht von

Dr. med. univ. Johannes Leidl

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der Zahnheilkunde
(Dr. med. dent.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits
Klinische Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie**

unter der Anleitung von

Dr. med. univ. Isabella Klasinc
Univ.-Prof. DDr. Norbert Jakse

Graz, am 04.03.2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 04.03.2019

Dr. med. univ. Johannes Leidl eh

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit und im Laufe meines Studiums unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin Frau Dr. Isabella Klasinc für die Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit und Herrn Univ. Prof. Dr. Norbert Jakse für die Möglichkeit, dass die folgende Studie an der Klinischen Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie durchgeführt werden konnte.

Des Weiteren gilt mein Dank Frau Dr. Barbara Kirnbauer, die als Prüferin in dieser Studie aufgetreten ist und einen wesentlichen Beitrag zur Qualitätssteigerung dieser Arbeit geleistet hat.

Auch möchte ich mich bei Frau DI Irene Mischak für die statistische Auswertung der gesammelten Daten bedanken.

Ebenso bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mir immer unterstützend zur Seite standen.

Bei meiner Schwester Christina möchte ich mich bedanken, da sie für meine Probleme immer ein offenes Ohr hatte und mir mit Rat und Tat zur Seite stand.

Nicht zuletzt danke ich meiner Frau Sabina, die meine Launen mit viel Geduld ertragen hat und mich auch in stressigen Zeiten aufheitern und motivieren konnte.

Zusammenfassung

Einleitung:

Der Bedarf an einer zuverlässigen Altersbestimmung gewinnt in Zeiten starker Migrationsbewegung, verbunden mit steigender Zahl an Personen, die ihr tatsächliches Alter nicht kennen oder wissentlich nicht angeben wollen, zunehmend an Bedeutung.

Wenn das tatsächliche Alter von Personen nicht durch gültige Ausweispapiere zu ermitteln ist, spielt die Altersschätzung nicht nur in asylrechtlichen Aspekten, sondern auch im Strafrecht eine entscheidende Rolle.

Zur Altersschätzung existieren zahlreiche Methoden. In Österreich wird eine multifaktorielle medizinische Begutachtung angewendet. Diese umfasst eine körperliche Untersuchung, eine radiologische Untersuchung der linken Hand, bei Bedarf eine Computertomografie der brustnahen Schlüsselbeingelenke und die zahnmedizinisch-radiologische Untersuchung. Diese besteht aus Beurteilung der endständigen Molaren mittels Panoramaröntgenaufnahme, bei der die Klassifizierung nach der Methode nach Demirjian et al. (1) modifiziert nach Mincer et al. (2) zur Anwendung kommt.

Aus zahnmedizinischer Sicht ist die Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1) eine der am häufigsten eingesetzten Methoden zur Altersbestimmung am Lebenden.

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, wie gut die Methode nach Demirjian et al. (1) geeignet ist, eine Altersbestimmung am Patientengut der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit der Medizinischen Universität Graz durchzuführen.

Material und Methode:

487 Panoramaröntgenaufnahmen wurden von zwei voneinander unabhängigen Untersuchern beurteilt und das so ermittelte Alter mit dem tatsächlichen Alter der Patientinnen und Patienten verglichen.

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, wie groß die Übereinstimmung der beiden Untersucher bezüglich ihrer Altersschätzungen im Sinne einer Interrater – Reliabilität war. Hierfür wurden die Ergebnisse des Untersuchers A (Zahnmedizinstudent im 6. Studienjahr) und der Untersucherin B (eine

berufserfahrene Zahnärztin mit Spezialisierung auf dem Gebiet der Oralen Radiologie) miteinander verglichen.

Ergebnisse:

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Anwendung der Klassifizierung nach Demirjian et al. (1) ähnliche Ergebnisse wie in der Literatur beschrieben, liefert. Der Abstand zwischen Altersprognose und tatsächlichem Alter der untersuchten Personen betrug im Mittel 1,81 Jahre. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen untersuchten Personen gefunden werden. Ebenso zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Ober – und Unterkiefer. Genauso verhielt es sich für die einzelnen Zahnpositionen.

Die Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden Untersucher A und B wurde mittels Cohens Kappa ermittelt. Die beiden Untersucher A und Untersucherin B stimmten bezüglich der gewählten Mineralisationsstadien in 71,2% überein, der Cohens Kappa – Wert ergab 0,885 und ist somit hoch signifikant (p – Wert 0,001).

Konklusion:

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die durchgeführten Altersschätzungen durchschnittlich 1,81 Jahre über oder unter dem tatsächlichen Lebensalter der untersuchten Personen liegen, unabhängig von der Zahnposition oder dem Geschlecht. Im Vergleich der beiden Untersucher zeigte sich, dass die angewandte Klassifizierungsmethode sowohl für erfahrene als auch für unerfahrene Untersucherinnen und Untersucher geeignet ist und somit eine zuverlässige Methode zur Altersschätzung darstellt.

Abstract

Introduction:

In times of strong migration the necessity for valid age determination has increased this leads to a higher number of people who do not know their actual age or do not want to specify for some reasons.

Not only in terms of asylum law, but also in criminal law, age estimation plays an important role if the true age of people cannot be determined by valid identity papers.

There exist numerous methods of age estimating. In Austria, a multifactorial medical assessment is used. This includes a physical examination, the radiographic examination of the left hand and, if necessary, a computer tomography of the sternoclavicular joint as well as a dental examination. This examination includes the evaluation of panoramic images, in which the mineralization of the wisdom teeth is determined by the method of Demirjian et al. (1) modified according to Mincer et al. (2).

The method according to Demirjian et al. (1) is one of the most commonly used methods of age estimation in living subjects.

The aim of this study is to investigate the suitability of the method according to Demirjian et al. (1) for carrying out age determinations with the patients of the University Clinic for Dentistry and Oral Health Graz.

Methods:

For this purpose, 487 panoramic images were assessed by two independent examiners and the age was estimated according to the Demirjian (1) method. This estimation was compared with the true age of the patients.

In a further step, the accordance between these two examiners was surveyed, according to interrater reliability, whereby in this study an inexperienced examiner A (dental student in the 6th year) and an experienced examiner B (senior dentist with specialization in oral radiology) were compared. If the method according to Demirjian et al. (1) was suitable for both experienced and inexperienced examiners was to be investigated.

Results:

The present study could demonstrate that the method according to Demirjian et al. (1) provides results comparable to those found in scientific studies.

The gap between the age prediction and the true age of the examined people was 1.81 years on average.

There were no significant differences between male and female subjects, between upper and lower jaw, or the individual tooth positions.

The accordance of the results of the two examiners A and B was determined by means of "Cohen's Kappa". The two investigators A and B agreed on the selected stages of mineralization in 71.2%, which corresponds to a "Cohen kappa value" of 0.885 and is therefore highly significant (p value 0.001).

Conclusion:

In summary, it can be said that age estimations are on average 1.81 years above or below the true age, irrespective of the dental position or gender.

This result shows that the chosen method is suitable for both experienced and inexperienced investigators and thus represents a reliable method of estimating age.

Inhaltsverzeichnis

<i>Danksagungen</i>	<i>ii</i>
<i>Zusammenfassung</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>v</i>
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>vii</i>
<i>Glossar und Abkürzungen</i>	<i>viii</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>ix</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>x</i>
1 <i>Einleitung</i>	1
1.1 Was ist Alter?	1
1.2 Altersbestimmung im Asyl – und Strafrecht	3
1.3 Forensische Altersdiagnostik und Methoden	4
1.4 Die Rolle der Zahnärztin/ des Zahnarztes bei der Altersbestimmung	9
1.5 Grundlagen der Zahnmineralisation	12
1.6 Mineralisationsklassifikationen zur Altersbestimmung	14
2 <i>Material und Methoden</i>	21
3 <i>Ergebnisse – Resultate</i>	25
3.1 PatientInnenbezogene Ergebnisse	25
3.2 Vergleich Altersprognose mit tatsächlichem Alter	26
3.3 Interrater – Reliabilität	37
4 <i>Diskussion</i>	39
5 <i>Schlussfolgerung</i>	45
6 <i>Literaturverzeichnis</i>	46

Glossar und Abkürzungen

AGFAD	Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik der deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin
ALARA	as low as reasonably achievable
ASE	Äußeres Schmelzepithel
CT	Computertomografie
HES	Hertwigsche Epithelscheide
MRT	Magnetresonanztomographie
OK	Oberkiefer
ISE	Inneres Schmelzepithel
OPG	Orthopantomogramm
Q	Quadrant
UK	Unterkiefer

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Handröntgen mit abgeschlossener Skelettentwicklung	5
Abbildung 2: Konventionelles Orthopantomogramm angefertigt an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz.....	8
Abbildung 3: Stadium A nach Demirjian	17
Abbildung 4: Stadium B nach Demirjian	17
Abbildung 5: Stadium C nach Demirjian	18
Abbildung 6: Stadium D nach Demirjian	18
Abbildung 7: Stadium E nach Demirjian	18
Abbildung 8: Stadium F nach Demirjian	18
Abbildung 9: Stadium G nach Demirjian	19
Abbildung 10: Stadium H nach Demirjian	19
Abbildung 11: Stadien nach Demirjian und dazugehörige Röntgenbilder	22
Abbildung 12: Daten aller Probandinnen und Probanden verglichen mit tatsächlichem Alter	26
Abbildung 13: Daten aller Probandinnen	27
Abbildung 14: Daten aller Probanden	28
Abbildung 15: Daten für Probandinnen im OK	29
Abbildung 16: Daten für Probanden im OK.....	29
Abbildung 17: Daten für Probandinnen im UK	30
Abbildung 18: Daten für Probanden im UK.....	30
Abbildung 19: Daten für Probandinnen Position 18.....	31
Abbildung 20: Daten für Probanden Position 18	32
Abbildung 21: Daten für Probandinnen Position 28.....	32
Abbildung 22: Daten für Probanden Position 28	33
Abbildung 23: Daten für Probandinnen Position 38.....	33
Abbildung 24: Daten für Probanden Position 38	34
Abbildung 25: Daten für Probandinnen Position 48.....	34
Abbildung 26: Daten für Probanden Position 48	35
Abbildung 27: Altersprognose verglichen mit tatsächlichem Alter	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mineralisationszeiten der dritten Molaren bei Probandinnen	23
Tabelle 2: Mineralisationszeiten der dritten Molaren bei Probanden	23
Tabelle 3: PatientInnenübersicht	25
Tabelle 4: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B	37
Tabelle 5: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B für den OK.....	38
Tabelle 6: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B für den UK.....	38

1 Einleitung

1.1 Was ist Alter?

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Altersdiagnostik an lebenden Menschen anhand der Mineralisation der Weisheitszähne. In der Altersdiagnostik wird versucht, das Lebensalter von Personen zu schätzen. Hierzu werden biologische Prozesse untersucht, die sich mit zunehmendem Alter verändern, um so eine Korrelation zwischen diesen Prozessen und dem Lebensalter von Personen herzustellen. (3,4)

Was aber ist nun Alter und wie wird dieser Begriff definiert?

Alter ist eine Messgröße, die omnipräsent ist. Diese Größe wird zum Beispiel verwendet, um Lebensperioden in der Gesellschaft zu definieren. So werden rechtliche Regeln wie die Volljährigkeit (Vollendung des 18. Lebensjahres) über die Messgröße Alter definiert. (5)

Man unterscheidet zwischen chronologischem und biologischem Alter. Das chronologische oder auch kalendarische Alter ist eine Maßzahl, die unsere Altersgrenzen definiert, so zum Beispiel auch die Volljährigkeit. Das chronologische Alter gibt das physikalisch durch die Zeit definierte Lebensalter einer Person an. (5)

Das biologische Alter beschreibt hingegen die zeitabhängigen Veränderungen der Gewebe eines Individuums bis hin zum völligen Funktionsverlust dieser und damit bis hin zum Tod. (5)

Diese zeitabhängigen Veränderungen sind irreversibel und für jedes Individuum einzigartig. Entscheidende Einflussfaktoren für diese Veränderungen und Prozesse sind einerseits die Genetik und andererseits Umwelteinflüsse, denen jedes Individuum ausgesetzt ist. (5)

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, den biologischen Prozess der voranschreitenden Mineralisation von Weisheitszähnen zu erfassen und anhand einer, sich in der Altersschätzung bewährten Stadieneinteilung, die von Demirjian et al. (1) entwickelt wurde, chronologisch einzuordnen. Diese Klassifizierung ermöglicht es, das ungefähre biologische Alter der untersuchten Person zu ermitteln. In der vorliegenden Studie wurde mittels zufällig ausgewählter

Personen, von denen an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz im Jahr 2017 eine Panoramaröntgenaufnahme angefertigt wurde und die zwischen 8 und 24 Jahre alt waren, das radiologisch ermittelte biologische Alter mit dem chronologischen Alter verglichen.

1.2 Altersbestimmung im Asyl – und Strafrecht

Der Bedarf an einer adäquaten forensischen Altersdiagnostik am Lebenden hat in den letzten Jahren aufgrund verstärkter Migrationsbewegung an Bedeutung gewonnen. (6,7)

Gründe für diese Migrationszunahme sind einerseits die steigende wirtschaftliche Globalisierung und andererseits kriegerische Konflikte, die zu Flüchtlingsströmen aus den betroffenen Gebieten führen. Im Zuge dieser Migrationsbewegung kommen vermehrt auch unbegleitete Minderjährige und Personen, die ihr tatsächliches Alter nicht kennen oder wissentlich nicht angeben wollen, beziehungsweise Personen, bei denen durch fehlende Ausweispapiere das tatsächliche Alter nicht festgestellt werden kann, nach Österreich. (6,7)

Die Relevanz von Altersbegutachtungen zeigt sich zum Beispiel darin, dass in Österreich im Jahr 2015 von 9331 Asylwerberinnen und Asylwerbern, die im Asylverfahren angegeben haben minderjährig zu sein, 951 Personen nach einer Altersbegutachtung als volljährig erklärt wurden.(8) Wenn das tatsächliche Alter der betreffenden Person unbekannt ist, ist es nicht nur im Zusammenhang mit asylrechtlichen Belangen, sondern auch im strafrechtlichen Kontext gelegentlich nötig, eine Altersbegutachtung durchführen zu lassen. Die im österreichischen Strafrecht relevanten Grenzen sind hier das 14., das 18. und das 21. Lebensjahr. Unter 14 Jahren ist die betreffende Person unmündig und damit nicht strafbar. Zwischen dem 14. und 18. Lebensjahr können Jugendliche strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden, in diesem Fall ist das Jugendstrafrecht anzuwenden. Ab Vollendung des 18.Lebensjahres ist man volljährig, dennoch obliegt es dem Gericht, ob das Jugend- oder Erwachsenenstrafrecht anzuwenden ist. (9)

1.3 Forensische Altersdiagnostik und Methoden

Für die forensische Altersdiagnostik stehen zahlreiche Methoden zur Wahl. Der aktuelle Goldstandard für eine Altersschätzung ist die multifaktorielle Altersschätzung, bei der eine Kombination mehrerer dieser Methoden zur Anwendung kommt. (3)

Diese Methoden orientieren sich an den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik der Deutschen Gesellschaft für Gerichtsmedizin (AGFAD). Die AGFAD ist eine interdisziplinäre Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus Rechtsmedizinern, Radiologen, Zahnärzten und Anthropologen, die Empfehlungen für die gutachterliche Altersdiagnostik erstellen. Alle Teiluntersuchungen sollen im Zuge der Altersdiagnostik zur Anwendung kommen und von den jeweiligen Fachspezialisten durchgeführt werden, um die Aussagekraft zu erhöhen. In den Gutachten der Altersdiagnostik sollen für alle verwendeten Methoden das wahrscheinlichste Alter und die Streuung angegeben werden. Faktoren, die zu entwicklungsbeeinflussenden Abweichungen der Betroffenen führen könnten, wie ethnische Herkunft oder sozioökonomischer Hintergrund, sollen berücksichtigt werden. (10)

Die AGFAD geht davon aus, dass bei der zusammenfassenden Beurteilung aller Teiluntersuchungen die Streuung bezüglich des tatsächlichen Alters der untersuchten Person verringert werden kann und so die Qualität in der Altersdiagnostik gesteigert wird. (10)

Ist im Rahmen des Asylverfahrens die Minderjährigkeit einer Person nicht zweifelsfrei, kann in Österreich eine multifaktorielle medizinische Begutachtung durchgeführt werden. Diese erfolgt in Wien, Graz oder Linz und besteht aus den nachfolgend beschriebenen Teiluntersuchungen. (8)

Folgende Methoden werden zur multifaktoriellen Altersdiagnostik herangezogen:

Körperliche Untersuchung:

Die körperliche Untersuchung dient der Erfassung der anthropometrischen Maße wie Körpergröße, Gewicht und des Körperbautyps, sowie der Erfassung der sexuellen Reifezeichen. Diese umfassen bei männlichen Personen z.B. gemäß der Tanner – Stadien (11) oder der Stadien nach Flügel (12), die Beurteilung der

Entwicklung des Penis, des Hodensacks, der Schambehaarung, der Achselhöhlenbehaarung, des Bartwuchses und der Kehlkopfprominenz. Bei weiblichen Personen erfolgt die Beurteilung der Brustentwicklung, der Schambehaarung, der Achselhöhlenbehaarung und der Hüftform. (11,12) Ebenso werden im Zuge der körperlichen Untersuchung mögliche Entwicklungsstörungen, die für die Altersschätzung von Relevanz sind, erfasst. (3)

Alle weiteren Methoden bedürfen einer radiologischen Untersuchung.

Radiologische Verfahren:

Diese umfassen eine Röntgenuntersuchung der linken Hand, eine Panoramaröntgenaufnahme des Gebisses und bei bereits abgeschlossener Handskelettentwicklung eine Dünnschichtcomputertomografie (CT) des medialen Schlüsselbein - Brustbeingelenkes. (3)



Abbildung 1: Handröntgen mit abgeschlossener Skelettentwicklung (13)

In Österreich ist es laut § 12 Abs. 4 FPG erlaubt, im Zuge der Altersfeststellung radiologische Untersuchungen durchzuführen. Im Gesetzestext heißt es hierzu

„Gelingt es dem Fremden nicht, eine behauptete und auf Grund der bisher vorliegenden Ergebnisse des Ermittlungsverfahrens zweifelhafte Minderjährigkeit, auf die er sich in einem Verfahren nach dem 3. bis 6. und 12. bis 15. Hauptstück beruft, durch unbedenkliche Urkunden oder sonstige geeignete und gleichwertige Bescheinigungsmittel nachzuweisen, kann die Landespolizeidirektion im Rahmen einer multifaktoriellen Untersuchungsmethodik zur Altersdiagnose (§ 2 Abs. 1 Z 25 AsylG 2005) auch die Vornahme radiologischer Untersuchungen, insbesondere Röntgenuntersuchungen, anordnen. Bestehen nach der Altersdiagnose weiterhin begründete Zweifel, so ist zu Gunsten des Fremden von seiner Minderjährigkeit auszugehen.“ (14)

Röntgenuntersuchung der linken Hand:

Sowohl in der Pädiatrie als auch in der Kieferorthopädie werden Handröntgen routinemäßig zur Entwicklungs – und Altersdiagnostik eingesetzt. (15)

Üblicherweise verwendet man dafür die linke Hand, da die meisten Personen Rechtshänder sind. Die rechte Hand wird daher stärker beansprucht und ist häufiger Traumatata ausgesetzt, was zu Störungen der Entwicklung führen kann. (15)

Durch die schrittweise Verknöcherung in den Ossifikationszentren und durch das Verknöchern der Epiphysenfugen ist das Handröntgen gut zur Einschätzung des Alters von Personen mit noch nicht abgeschlossener skelettaler Entwicklung geeignet. Mädchen weisen in der Skelettreifung einen Wachstumsvorsprung auf. Dem wird durch die Verwendung geschlechterspezifischer Referenzen entsprochen. (16–18)

Bezüglich der Beurteilung der Handröntgen existieren zwei gebräuchliche Methoden: Die Atlasmethode von Greulich und Pyle (19), bei der das Handröntgenbild mit Standardaufnahmen verglichen wird, und die Einzelknochenmethode von Tanner und Whitehouse. (20,21)

Computertomografie der medialen Schlüsselbeingelenke:

Bei abgeschlossener Handskelettentwicklung ist zusätzlich eine Röntgenuntersuchung des Schlüsselbein – Brustbeingelenkes empfohlen. Die Ossifikation des Schlüsselbeins vollzieht sich beim Menschen relativ spät. Dieser Umstand ermöglicht die Beurteilung der Entwicklung im späten jugendlichen Alter

bis zum Anfang der dritten Lebensdekade. Hierbei wird die mediale Epiphysenfuge der Schlüsselbeine beurteilt. (3,10,22)

Mittels einer Stadieneinteilung erfolgt eine Altersdiagnostik. (3) Die Untersuchung der medialen Schlüsselbeinepiphysen wird mittels konventioneller Röntgentechnik oder Computertomografie durchgeführt. (10) In einer Studie konnten Kreitner et. al. (22) zeigen, dass sich CT Aufnahmen des Thorax für eine Altersdiagnostik eignen und im Vergleich mit konventionellen Röntgenaufnahmen ähnliche Ergebnisse liefern.

Zahnrontgenaufnahmen:

Eine weitere Methode in der Altersdiagnostik ist die forensisch - odontologische Begutachtung, wobei sich die Evaluierung der Zahnmineralisation und des Zahndurchbruches bei der Altersbegutachtung Heranwachsender bewährt haben. (10)

Die Beurteilung der Zahndurchbruchzeiten findet vor allem bei jüngeren Personen Anwendung, da in der Regel bis zum 12. – 13. Lebensjahr alle bleibenden Zähne (mit Ausnahme der Weisheitszähne) durchgebrochen sind. (23) Bezüglich der Beurteilung der Zahnmineralisation in der Altersdiagnostik existieren zahlreiche Methoden. Für alle diese Methoden wird zumindest eine Panoramaröntgenaufnahme des Gebisses, auch Orthopantomogramm (OPG) genannt, benötigt. (24) Abbildung 2 zeigt eine Panoramaaufnahme eines Gebisses mit vier angelegten Weisheitszähnen.



Abbildung 2: Konventionelles Orthopantomogramm angefertigt an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit der Medizinischen Universität Graz

Die von Demirjian et al. (1) entwickelte Klassifikationsmethode erfasst den Entwicklungsgrad aller bleibenden Zähne von 1 – 7 eines Wechselgebisses im 3.Quadranten. Diese Stadieneinteilung wurde von Mincer et al. (2) für die Beurteilung des Mineralisationsgrades der Weisheitszähne modifiziert. Die von Mincer et al (2) modifizierte Klassifikationsmethode wird am häufigsten in der forensisch – odontologischen Altersdiagnostik eingesetzt und wurde in der folgenden Arbeit näher betrachtet.(24) Grundsätzlich ist anzumerken, dass alle diese Methoden eine Altersschätzung ermöglichen, aber niemals eine exakte Altersbestimmung bedeuten können.(4)

1.4 Die Rolle der Zahnärztin/ des Zahnarztes bei der Altersbestimmung

Da die AGFAD empfiehlt, jede Teiluntersuchung durch einen jeweiligen Spezialisten in seinem Fachgebiet durchführen zu lassen, ist bei der forensisch – odontologischen Begutachtung die Zahnärztin/ der Zahnarzt gefordert. (10)

In der Zahnmedizin stehen für die Altersdiagnostik unzählige Methoden zur Auswahl, die im Folgenden kurz erläutert werden.

Eine Panoramaröntgenaufnahme des Gebisses, wie in Abbildung 2 gezeigt, ermöglicht eine Altersbegutachtung, einerseits anhand der unterschiedlichen Durchbruchzeiten der Zähne, andererseits anhand der Mineralisationsgrade einzelner oder aller Zähne. Für die Beurteilung der Mineralisationsgrade wurden zahlreiche Methoden entwickelt, die hier noch näher besprochen werden. (24)

Im Vergleich zur Skelettentwicklung verläuft die Zahnentwicklung der dritten Molaren verzögert. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, nach bereits abgeschlossener Skelettentwicklung, eine Altersschätzung durchzuführen. Die Kronenentwicklung der Weisheitszähne ist bei Jungen mit ca. 16 Jahren, bei Mädchen mit ca. 15 Jahren, abgeschlossen. (25) In der Publikation von Schröder et al. (23) wird der Abschluss der Kronenentwicklung hingegen zwischen dem 12. und 14. Lebensjahr angegeben. Ab diesem Zeitpunkt wird die Entwicklung der Wurzeln der dritten Molaren zur Altersschätzung herangezogen. Mit durchschnittlich 23 Jahren ist das Wurzelwachstum der Weisheitszähne abgeschlossen. Allerdings ist laut Kullman et al. (25) eine Altersdiagnostik anhand der dritten Molaren mit einer größeren Schwankungsbreite verbunden, als dies bei der Beurteilung aller Zähne in einem Quadranten der Fall ist. (25,26)

Weiters wurde anhand von Panoramaröntgen des Gebisses versucht, mittels epidemiologischem DMF – Index, auf das wahrscheinliche Lebensalter einer Person zu schließen. Beim DMF – Index wird der Zahnstatus hinsichtlich D für decayed (kariös), M für missing (fehlend) und F für filled (gefüllt, mit Füllungen versorgt) untersucht. Olze et al. (27) untersuchten, wie sich der DMF -Index mit zunehmendem Alter verändert und inwieweit anhand der DMF – Index Bestimmung eine Aussage darüber getroffen werden kann, ob eine Person über 21 Jahre alt ist. Hierfür wurden 650 OPGs von Personen, zwischen 18 und 30

Jahren, untersucht. Es wurde zwar eine Korrelation zwischen DMF – Index und chronologischem Alter der untersuchten Personen festgestellt, jedoch erwies sich dies für eine Altersdiagnostik als zu ungenau. (27)

In einer Übersichtsarbeit von Berndt et al. (4) wurden weitere Versuche und Methoden in der forensisch – odontologischen Altersdiagnostik erläutert.

Eine Methode der Altersdiagnostik ist die Bestimmung des Verhältnisses von Zahnvolumen zu Pulpavolumen. Das Pulpavolumen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Ein Grund dafür ist die Einengung des Pulpencavums durch die Bildung von Sekundärdentin. Vandervoort et al. (28) betrachteten die Bestimmung des Verhältnisses zwischen Pulpa- und Zahnvolumen mittels Mikro – CT – Untersuchung. Untersucht wurden 43 Zähne von 25 Personen mit bekanntem Alter. Es zeigte sich, dass das Volumenverhältnis von Zahn zu Pulpa nur sehr schwach mit dem Alter korreliert. (28)

Klinische Methoden in der Altersdiagnostik sind z.B. die Beurteilung der Attrition der Zähne. Die stetige Belastung der Zähne durch Kauen führt mit zunehmendem Alter zu zunehmender Attrition der Zähne. Li et al. (29) untersuchten 633 Molaren von 57 Leichen. Sie entwickelten eine Methode, die Attrition des ersten und zweiten Molaren zu bestimmen. Hierfür wurde die Attrition dieser Zähne mittels einer 10 Stadien umfassenden Einteilung zugeordnet. Eine anschließend durchgeführte Altersschätzung ergab eine mittlere Abweichung vom tatsächlichen Alter von 4,35 Jahren. (29)

Auch die Tatsache, dass Zähne mit zunehmendem Alter dunkler werden, kann für die Altersdiagnostik genutzt werden. Martin – De- Las Heras et al. (30) untersuchten 250 extrahierte Zähne. Die Dentinfarbe der Zähne wurde mittels Spektroradiometrie gemessen und eine Altersschätzung mittels Regressionsanalyse durchgeführt. Es zeigte sich eine gute Korrelation zwischen Dentinfarbe und Alter, die Streubreite betrug aber bis zu 13,7 Jahren. (30)

Histologische Methoden in der Altersdiagnostik sind die Beurteilung der Strukturveränderungen auf der Zahnoberfläche und die Messung der Transluzenz der Zähne. Jakobsen et al. (31) konnten mittels rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen zeigen, dass es altersabhängige Faktoren auf der Zahnoberfläche gibt.

Auch die Transluzenz der Zähne nimmt mit dem Alter ab. Whittaker et al. (32) untersuchten bei 198 extrahierten Zähnen von Personen unterschiedlicher Ethnien

die Transluzenz der Wurzeln. Durch die zunehmende Obliteration der Dentintubuli nimmt die Transluzenz mit dem Alter ab. Durch Anfärben kann das Verhältnis von obliterierten und nicht obliterierten Tubuli ermittelt werden. Es könnte eine Korrelation zwischen Obliterationsgrad und Alter festgestellt werden. (32)

Anhand von biochemischen Untersuchungen ist es möglich, die altersabhängigen Stoffe in der Zahnhartsubstanz zu messen, um so eine Korrelation zum Alter der untersuchten Personen herzustellen. So kann z.B. das Verhältnis zwischen der L - Form und der D - Form der Asparaginsäure aus dem Zahndentin bestimmt werden, um so eine Altersdiagnostik durchzuführen. (33)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die beschriebenen Methoden aufgrund der sehr hohen Schwankungsbreiten und der teilweise aufwendigen Diagnostik für eine Altersdiagnostik gar nicht oder nur bedingt eignen. (4)

Für die Altersdiagnostik am Lebenden haben sich aus zahnmedizinischer Sicht nur nichtinvasive Methoden, wie die Beurteilung des Zahndurchbruches und die radiologische Beurteilung der Zahnmineralisation, bewährt. (4)

1.5 Grundlagen der Zahnmineralisation

Im Folgenden soll näher auf die Grundlagen der Zahnentwicklung und die Zahnmineralisation eingegangen werden.

Alle für die Zahnentwicklung relevanten Gewebe entstehen aus dem Ektoderm. Aus dem Kopfmesenchym gehen Pulpa, Dentin, Wurzelzement und das Parodont hervor, aus dem Kopfektoderm entstehen Schmelz und die epitheliale Auskleidung der Mundhöhle. Die Entwicklung aller Zähne folgt dem gleichen Muster und ist durch Genetik und epigenetische Einflüsse determiniert. Zeitlicher Beginn der Odontogenese/ Zahnentwicklung ist ca. 4 Wochen nach der Ovulation. In den beiden Oberkiefer – und Unterkieferwülsten und in den medialen Nasenwülsten kommt es zur Verdickung des Epithels. Dieses Epithel wird als epitheliales Band oder auch odontogenes Band bezeichnet. Dieses Epithel sinkt in das darunter befindliche mesenchymale Gewebe ein. Es bildet sich eine Epithelleiste, die sich in der 7. Embryonalwoche in eine Vestibularleiste und in eine Zahnleiste aufteilt. Das Ektomesenchym in der Tiefe wird nun von der Zahnleiste umflossen, so entstehen der Reihe nach Knospen-, Kappen- und Glockenstadium. (23)

Im Glockenstadium kann man bereits zwischen äußerem und innerem Schmelzepithel (ASE und ISE) unterscheiden, dazwischen liegen das Stratum reticulare und das Stratum intermedium. (23)

Aus dem inneren Schmelzepithel entstehen die Ameloblasten, welche für die Schmelzbildung verantwortlich sind. Gegenüber den Ameloblasten richten sich die Odontoblasten aus. Diese bilden das Dentin. Das mesenchymale Gewebe, das von ASE und ISE umschlossen wird, wird Zahnpapille genannt. Aus dieser entwickelt sich die Pulpa. (23)

Die Schmelzbildung geht im Falle der Schneidezähne und Eckzähne von inzisal aus, im Bereich der Prämolaren und Molaren von den Höckerspitzen. Im Laufe der Zahnentwicklung kommt es so zur Vereinigung der unterschiedlichen Schmelzzentren. Im Panoramaröntgen kann man am Beginn der Hartschmelzbildung lediglich die Mineralisation der Höckerspitzen erkennen. Panoramaröntgenaufnahmen zu einem späteren Zeitpunkt der Zahnentwicklung zeigen die Mineralisation über die gesamte Okklusalfäche bis hin zur vollständigen Entwicklung der Krone, erst anschließend daran beginnt die Wurzelentwicklung.

Das äußere und innere Schmelzepithel verschmelzen nach apikal hin zu einer gemeinsamen Zellschicht, der sogenannten Hertwigschen Epithelscheide. Diese spielt in der Entwicklung der Zahnwurzel eine entscheidende Rolle.

Die Odontoblasten entlang der Hertwigschen Epithelscheide bilden Wurzel dentin, auf dieses wird von Zementoblasten (Zellen mesenchymaler Herkunft) Wurzelzement aufgelagert. Die Hertwigsche Epithelscheide löst sich bis auf einzelne Reste (Malassez'sche Epithelreste) im Laufe der Odontogenese auf. Durch Wurzel dentin – und Zementbildung wird die Mineralisation der Zahnwurzel im Röntgen sichtbar.

In der Odontogenese unterscheidet man zwischen primärer Zahnleiste, Ersatzzahnleiste und den Zuwachszahnkeimen. Aus der primären Zahnleiste entstehen alle Milchzähne. Aus den Ersatzzahnkeimen entwickeln sich die bleibenden Zähne eines Gebisses (Incisivi, Canini und Prämolaren). Aus den Zuwachszahnkeimen entstehen die ersten, zweiten und dritten Molaren (M1, M2 und M3). (23)

Die dritten Molaren sind die letzten Zähne, die sich entwickeln und mineralisieren. Die Weisheitszähne erreichen das Glockenstadium ca. 6 Monate nach der Geburt. Der Beginn der Hartschubstanzbildung (Schmelz- und Dentinbildung) der dritten Molaren setzt durchschnittlich zwischen dem 7. und 10. Lebensjahr ein. Abschluss der Kronenbildung ist mit ca. 13 Jahren und der Abschluss der Wurzelbildung mit ca. 21 - 23 Jahren. Dieser lang andauernde Entwicklungszeitraum der dritten Molaren ermöglicht am Ende der zweiten und am Beginn der dritten Lebensdekade noch Anhaltspunkte für eine Altersdiagnostik. Andere Prozesse, wie die Skelettentwicklung sind zu diesem Zeitpunkt überwiegend abgeschlossen. (23)

1.6 Mineralisationsklassifikationen zur Altersbestimmung

Für die Klassifizierung der Mineralisation bezüglich der Altersdiagnostik wurden zahlreiche Methoden entwickelt, von diesen sollen hier einige näher beschrieben werden. Darüber hinaus wird im folgenden Kapitel erläutert, weshalb für die vorliegende Studie die Methode nach Demirjian et al. (1) modifiziert von Mincer et al. (2) herangezogen wurde.

In einer Übersichtsarbeit untersuchten Olze et al. (24) einige Klassifikationssysteme der Zahnmineralisation, die in der Altersdiagnostik zur Anwendung kommen. Hierzu wurden 420 Panoramaröntgen des Gebisses von weiblichen und männlichen Personen, die bei der Anfertigung des Röntgens zwischen 12 und 25 Jahre alt waren, verwendet. Für jede Altersgruppe standen 30 Orthopantomogramme zur Beurteilung zur Verfügung. Zwei Untersucher beurteilten unabhängig voneinander den jeweils unteren linken Weisheitszahn (Zahn 38) bezüglich Mineralisationsgrad bzw. Entwicklungsstadium anhand der im Anschluss näher erläuterten Stadieneinteilungen. Zur Beurteilung der Mineralisationsklassifikation wurden die Stadieneinteilung nach Demirjian et al. (1) modifiziert nach Mincer et al. (2), die Einteilung nach Gleiser und Hunt (34), die Methode nach Gustafson und Koch (35), jene von Kullman et al. (25) sowie die Methode von Harris und Nortje (36) herangezogen. Das tatsächliche Alter der Probandinnen und Probanden war den beiden Untersuchern nicht bekannt. Über eine Identifikationsnummer konnte nach Abschluss der Untersuchung dem jeweiligen Röntgenbild das Geburtsdatum der untersuchten Personen zugeordnet und ein Vergleich mit dem tatsächlichen Alter durchgeführt werden.(24)

Im Folgenden werden diese oben genannten Methoden etwas näher erläutert.

Gleiser und Hunt (34) untersuchten Panoramaröntgenaufnahmen der Gebisse von 25 Mädchen und 25 Jungen einer weißen – US - amerikanischen Population. Die OPGs wurden jeweils von der Geburt bis zum 18. Lebensmonat alle 3 Monate angefertigt. Anhand dieser Röntgenaufnahmen wurde folglich jeweils die Mineralisation der ersten Molaren im vierten Quadranten (Zahn 46) mittels einer 15 Stadien beschreibenden Einteilung klassifiziert. Ab dem 18. Lebensmonat bis zum 10. Lebensjahr wurden die Röntgenaufnahmen im Abstand von jeweils 6 Monaten angefertigt. Die von Gleiser und Hunt (34) beschriebenen Stadien

betreffend der Kalzifizierung des ersten unteren rechten Molaren wurden wie folgt festgelegt:

- Stadium 1: keine Mineralisation zu erkennen*
- Stadium 2: Mineralisation sichtbar*
- Stadium 3: Mineralisationszentren verschmelzen*
- Stadium 4: Umrisse der Höckerspitzen sind vollständig geformt*
- Stadium 5: die Hälfte der Krone ist entwickelt*
- Stadium 6: 2/3 der Krone sind kalzifiziert*
- Stadium 7: vollständige Entwicklung der Krone*
- Stadium 8: Beginn der Wurzelentwicklung*
- Stadium 9: Wurzelbildung zu 1/4 abgeschlossen*
- Stadium 10: Wurzelbildung zu 1/3 abgeschlossen*
- Stadium 11: Wurzelbildung zur Hälfte beendet*
- Stadium 12: Wurzelbildung zu 2/3 abgeschlossen*
- Stadium 13: Wurzelbildung zu 3/4 abgeschlossen*
- Stadium 14: Wurzelkanalwände terminal divergierend*
- Stadium 15: Wurzelkanalwände terminal konvergent (34)*

Gleiser und Hunt (34) untersuchten mit dieser Studie Zusammenhänge zwischen Zahnentwicklung und Skelettentwicklung. Da die Mineralisation der ersten Molaren ungefähr um das 10. Lebensjahr abgeschlossen ist, ist eine Altersdiagnostik anhand dieser Methode nur bis zu diesem Alter möglich und somit nicht geeignet, die Volljährigkeit festzustellen. (23,24,34)

Von Gustafson und Koch (35) wurde im Jahre 1974 eine vier Stadien umfassende Einteilung vorgestellt. Ausgehend von Orthopantomogrammen von 41 Kindern im Alter zwischen 3 und 13 Jahren wurden verschiedene Entwicklungsstadien der Milchzähne und der bleibenden Zähne des zweiten und vierten Quadranten mit dem chronologischen Alter der untersuchten Kinder in Zusammenhang gestellt. Diese vier Entwicklungsstadien sind: (35)

- Stadium 1: Beginn der Mineralisation*
- Stadium 2: Abschluss der Kronenentwicklung*

Stadium 3: Zahndurchbruch (klinischer Durchbruch durch Gingiva)

Stadium 4: Abschluss der Wurzelentwicklung (35)

Auch diese Methode ist aufgrund der Nicht – Beurteilung der dritten Molaren nur bis zum frühen Jugendalter anwendbar. (35)

Kullman et al. (25) untersuchten die Zahnentwicklung anhand von 677 Orthopantomogrammen von Kindern (354 Mädchen und 323 Jungen) aus Skandinavien. Sie stellten einen Zusammenhang zwischen der Wurzelentwicklung der dritten unteren Molaren und des chronologischen Alters der untersuchten Personen her.

Laut Kullman et al. (25) erfolgt der Beginn der Wurzelentwicklung des unteren Weisheitszahnes mit ca. 15 Jahren, die volle Ausbildung der Wurzel ist um das 20. Lebensjahr festzulegen.

Im Folgenden werden hier die sieben Stadien der Wurzelentwicklung eines unteren Weisheitszahnes nach Kullman et al. (25) aufgezeigt:

Stadium 1: $R_i - R \frac{1}{4}$ Beginn der Kalzifizierung der Wurzel, Wurzellänge aber weniger als $\frac{1}{4}$ der erwarteten Wurzellänge

Stadium 2: $R \frac{1}{4} - R \frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ oder mehr der erwarteten Wurzellänge ausgebildet, aber weniger als die Hälfte

Stadium 3: $R \frac{1}{2} - R \frac{3}{4}$ Mineralisation der Wurzel zwischen der Hälfte und $\frac{3}{4}$ der erwarteten Wurzellänge abgeschlossen

Stadium 4: $R \frac{3}{4} - R_c$ $\frac{3}{4}$ oder mehr der Wurzellänge gebildet, aber Wurzelentwicklung noch nicht abgeschlossen

Stadium 5: $R_c - A_{ci}$ gesamte Wurzellänge mineralisiert, der Schluss des Apex noch nicht begonnen

Stadium 6: $A_{ci} - A_c$ Zeitraum zwischen Schluss des Apex und noch nicht vollständigem Schluss desselben

Stadium 7: A_c Schluss des Apex; vollständige Entwicklung der Wurzel abgeschlossen (25)

Harris und Nortje (36) stellten in ihrer Publikation einen Zusammenhang zwischen der Wurzellänge des dritten Molaren im 4.Quadranten und dem chronologischen

Alter der untersuchten Personen her. Im Rahmen dieser Studie wurden 407 OPGs von Personen zwischen 15 und 21 Jahren untersucht. Für die Beurteilung der Wurzellänge wurden fünf Stadien unterschieden. (24,36)

Stadium 1: 1/3 der erwarteten Wurzellänge gebildet

Stadium 2: 1/2 der erwarteten Wurzellänge gebildet

Stadium 3: 2/3 der erwarteten Wurzellänge gebildet

Stadium 4: die Wände der Wurzelkanäle divergierend

Stadium 5: die Wände der Wurzelkanäle konvergierend (36)

Von Demirjian et al. (1) wurde eine Methode beschrieben, die die Mineralisation aller bleibenden Zähne des 3.Quadranten mit Ausnahme des Weisheitszahnes anhand einer Panoramaröntgenaufnahme in acht Stadien einteilt. Die ersten vier Stadien (A, B, C und D) beschreiben die Kronenentwicklung. Die Stadien E – H beschreiben die Mineralisation der Wurzel. (1)

Im Folgenden werden hier die jeweiligen Stadien beschrieben und anhand schematischer Zeichnungen dargestellt.

Stadium A: Beginn der Mineralisation an den Höckerspitzen, die Mineralisationszentren der einzelnen Höcker sind aber noch nicht miteinander verschmolzen.



Abbildung 3: Stadium A nach Demirjian (1)

Stadium B: Fusion der Mineralisationszentren



Abbildung 4: Stadium B nach Demirjian (1)

Stadium C: Die Schmelzentwicklung ist über die gesamte Okklusalfäche abgeschlossen. Es zeigt sich eine Mineralisation in Richtung zervikal,

der Beginn der Dentinablagerung ist erkennbar. Es formiert sich das Pulpencavum, die Kronenentwicklung ist zur Hälfte abgeschlossen.



Abbildung 5: Stadium C nach Demirjian (1)

Stadium D: Die Kronenentwicklung bis zur Schmelz – Zementgrenze ist abgeschlossen, die Pulpenkammer ist trapezförmig, der Beginn der Wurzelformation ist als nadelartiger Fortsatz erkennbar.



Abbildung 6: Stadium D nach Demirjian (1)

Stadium E: Beginn der Bildung einer Bi- oder Trifurkation, die Wurzellänge ist noch kürzer als die Kronenlänge.



Abbildung 7: Stadium E nach Demirjian (1)

Stadium F: Die Endungen der Wurzel sind trichterförmig, die Wurzellänge ist gleich oder länger als die Kronenlänge.



Abbildung 8: Stadium F nach Demirjian (1)

Stadium G: Die Wände der Wurzelkanäle sind parallel, die apikalen Endungen der Wurzeln sind nicht geschlossen.



Abbildung 9: Stadium G nach Demirjian (1)

Stadium H: Die Wurzelspitze ist geschlossen, der Parodontalspalt hat eine gleichmäßige Stärke um die Wurzel herum.



Abbildung 10: Stadium H nach Demirjian (1)

In der von Demirjian et al. (1) durchgeführten Studie wurden OPGs von 1482 Mädchen und 1446 Jungen frankokanadischer Herkunft im Alter von 2 – 20 Jahren untersucht. Vier Untersucher beurteilten prozentuell gleich viele Panoramaaufnahmen jeder Altersgruppe anhand der oben genannten Stadien. Jeweils alle Zähne von 31 bis 37 wurden den Stadien ihrer Entwicklung zugeordnet. Unterschiede zwischen den Untersuchern traten in ca. 10% der Fälle auf. Die Abweichungen betrugten nie mehr als ein Stadium. Anschließend wurde jedes Stadium in einen Zahlenwert umgewandelt. Die Zahlenwerte aller Zähne des dritten Quadranten (ausgenommen die dritten Molaren) wurden addiert und ergeben so einen Entwicklungswert. Abhängig vom Geschlecht wurde dieser Gesamtwert dem bekannten Lebensalter zugeordnet. Dies ermöglicht bei bekanntem Geschlecht eine Aussage über das wahrscheinliche Alter eines Kindes bei einem bestimmten Entwicklungswert. Diese Methode wurde von Mincer et al. (2) modifiziert. Die Entwicklungsstadien A – H werden verwendet, um die dritten Molaren (Weisheitszähne) zu beurteilen. (1,2,24)

In der Literatur finden sich viele Arbeiten, die die Methode von Demirjian et al (1) nutzen, um eine Altersdiagnostik durchzuführen. Ravi et al. (37) nutzten in ihrer Arbeit die Klassifikationsmethode nach Demirjian et al. (1) für eine Altersschätzung in einer südindischen Population. Anhand von 140 OPGs von Personen im Alter zwischen 14 und 23 Jahren wurde die Mineralisation der Weisheitszähne untersucht. Der Abstand zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter ergab hier einen Standardfehler zwischen 2,62 und 2,90. (37) Lewis et al. (38) verwendeten ebenfalls die Demirjian - Methode (1) modifiziert nach Mincer (2), um eine Altersschätzung anhand der Mineralisation der Weisheitszähne durchzuführen. Es wurden in der Studie Weisheitszähne von 115 südindischen Personen zwischen 14 und 22 Jahren untersucht. Der Pearson Korrelationskoeffizient für die Übereinstimmung zwischen Entwicklungsstadium und chronologischem Alter lag für die dritten Molaren im Unterkiefer bei den Probandinnen 0,81, bei den Probanden bei 0,93. Der Standardfehler in der Altersschätzung lag bei den weiblichen untersuchten Personen bei 2,27 Jahren, bei den männlichen untersuchten Personen bei 1,92 Jahren. (38)

Olze et al. (24) kamen in ihrem Vergleich der verschiedenen Methoden zur Einschätzung, dass die Methode nach Demirjian et al. (1) modifiziert nach Mincer et al. (2) die genauesten Ergebnisse betreffend die Korrelation zwischen geschätztem Alter und tatsächlichem Alter der untersuchten Personen liefert. Ebenso war die Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern bei der Anwendung dieser Methode am größten. (24)

Die Methode nach Demirjian et al. (1), modifiziert nach Mincer et al. (2) bietet laut Olze et al. (24) mit den vier Kronenstadien und den vier Wurzelstadien eine gut abgrenzbare Einteilung, die weitgehend untersucherunabhängig ist. (24)

2 Material und Methoden

In der vorliegenden Studie erfolgte eine retrospektive Datenanalyse von Panoramaröntgenaufnahmen, die im Jahr 2017 an der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz am vorhandenen Patientenkollektiv durchgeführt wurden. Der Durchführung jeder einzelnen Panoramaröntgenaufnahme lag jeweils eine medizinisch rechtfertigende Indikation, die hier nicht weiter erläutert wird, zugrunde. Der Untersuchung ging ein positives Votum der lokalen Ethikkommission voraus (EK 30-080 ex 17/18).

In dieser Arbeit sollte überprüft werden, wie geeignet die Methode nach Demirjian et al. (1), modifiziert nach Mincer et al. (2) ist, um eine Altersschätzung in einer mitteleuropäischen Population anhand des PatientInnengutes der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz vorzunehmen.

Hierfür wurde in der Medocs – Datenbank nach Personen gesucht, bei denen ein OPG im Jahre 2017 angefertigt wurde und welche zum Anfertigungszeitpunkt zwischen 8 und 24 Jahre alt waren. Das Alter der untersuchten Personen zum Untersuchungszeitpunkt wurde aus dem Geburtsdatum und dem Datum der Röntgenuntersuchung ermittelt.

Personen, bei denen Zähne der Positionen 1-7 in einem der vier Quadranten nicht angelegt waren und Personen mit Entwicklungsstörungen oder fehlenden Weisheitszähnen wurden ausgeschlossen. Es wurden 30 Panoramaröntgenaufnahmen pro Altersstufe zur weiteren Untersuchung ausgewählt. Hierzu wurden pro Altersstufe die ersten 30 OPGs, die diese Kriterien erfüllten, ausgewählt. Für die Altersgruppen der Acht-, Neun- und Zehnjährigen konnten aus dem gewählten Untersuchungskollektiv nach Berücksichtigung der Ausschlusskriterien nur neun Datensätze für die Achtjährigen und jeweils 29 OPGs für die Neun- und Zehnjährigen exportiert werden. Insgesamt konnten 487 OPGs aus der Röntgendatenbank der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits zur Beurteilung herangezogen werden.

Diese Datensätze wurden anschließend anonymisiert und für eine spätere Zuordnung alphanumerisch kodiert.

Zwei voneinander unabhängige Untersucher (Untersucher A und Untersucherin B) beurteilten die Zahnmineralisation der dritten Molaren der 487 vorliegenden anonymisierten Panoramarröntgen anhand der Methode nach Demirjian et al.(1), modifiziert nach Mincer et al. (2) in je einem Untersuchungsdurchlauf.

Hauptzielgröße war die Übereinstimmung von tatsächlichem Alter und radiologisch geschätztem Alter.

Hierzu ordneten die Untersucher A und Untersucherin B die Entwicklung der Weisheitszähne dem jeweiligen Stadium A – H zu. Abbildung 11 zeigt die schematische Darstellung der jeweiligen Stadien und die dazugehörigen entsprechenden Röntgenaufnahmen der Weisheitszähne.

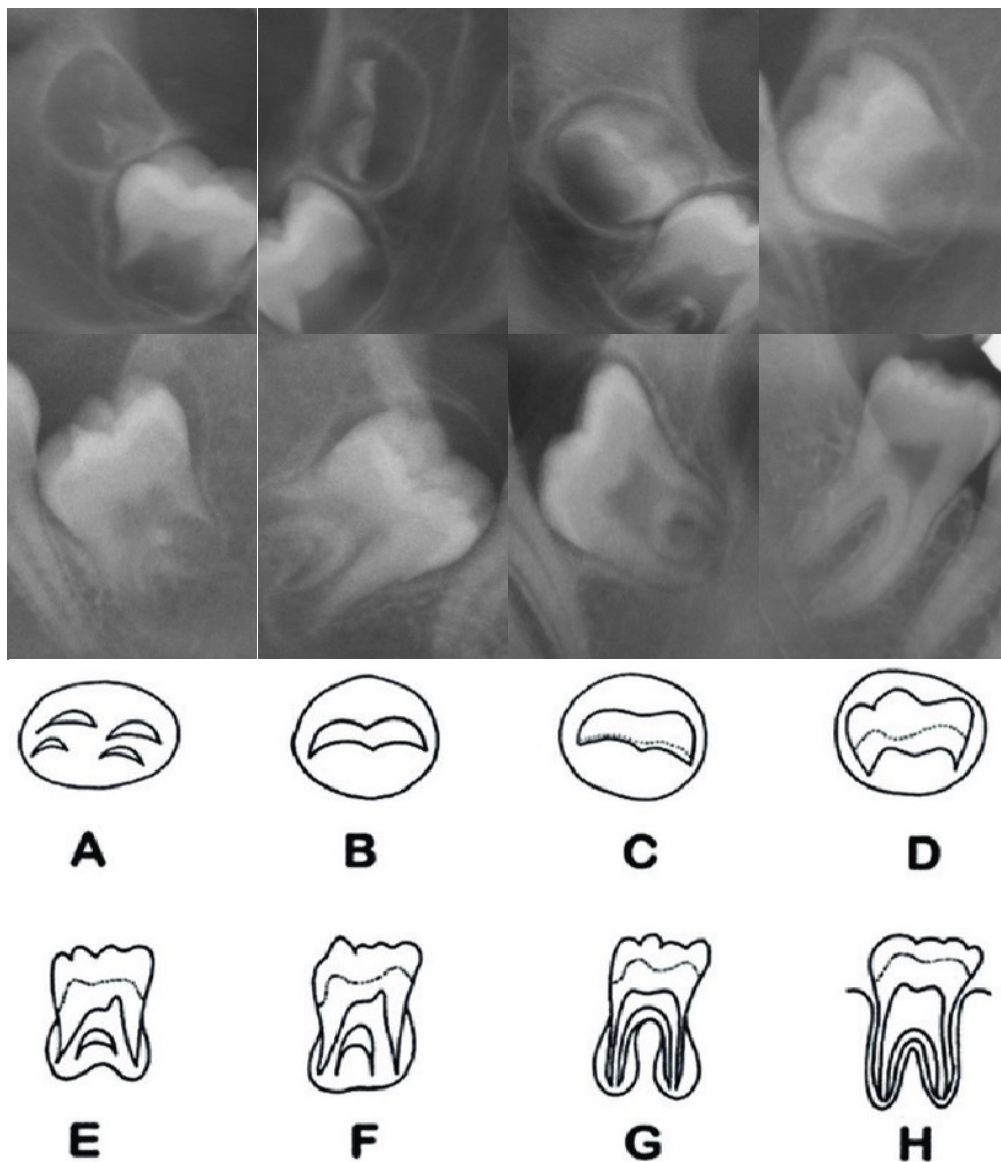


Abbildung 11: Stadien nach Demirjian (1) und dazugehörige Röntgenbilder

Die Referenzwerte für die jeweiligen Mineralisationsstadien, ersichtlich in Tabelle 1 und 2 von Olze et al. (7), wurden herangezogen, um anhand der zugeordneten Mineralisationsstadien Altersprognosen zu erstellen. Diese Altersprognosen wurden anschließend mit dem chronologischen Alter der untersuchten Personen verglichen.

Für den Abstand zwischen Altersprognose und tatsächlichem Alter der untersuchten Personen wurden Mittelwert und Standardabweichung ermittelt. Die Ergebnisse wurden ebenfalls getrennt nach Geschlecht, getrennt nach Ober- und Unterkiefer und für jede Zahnposition (Zahn 18, 28, 38 und 48) einzeln angegeben. Es wurde jeweils der Pearson Korrelationskoeffizient für die Übereinstimmung zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter der untersuchten Personen berechnet.

Tabelle 1: Mineralisationszeiten der dritten Molaren bei Probandinnen (7)

Zahn/ SD	18	SD	28	SD	38	SD	48	SD
Stadium B	14,5	3,8	12,6	0,9	14,0	2,9	13,8	1,6
Stadium C	14,2	1,7	15,1	2,3	14,5	1,6	14,1	1,5
Stadium D	15,7	2,8	15,7	2,5	15,5	2,6	15,7	2,6
Stadium E	16,8	2,3	17,0	2,7	16,8	2,3	17,2	2,4
Stadium F	18,6	2,5	18,7	2,5	19,1	2,5	19,0	2,5
Stadium G	20,7	2,6	20,7	2,6	21,7	2,1	21,7	2,1
Stadium H	22,7	1,9	22,7	1,9	23,0	1,8	23,1	,8

Mittleres Alter in Jahren, SD Standardabweichung

Tabelle 2: Mineralisationszeiten der dritten Molaren bei Probanden (7)

Zahn/ SD	18	SD	28	SD	38	SD	48	SD
Stadium B	14,4	2,7	15,5	3,3	13,3	2,1	-	-
Stadium C	13,6	0,7	14,5	1,9	14,6	1,7	14,5	1,5
Stadium D	16,5	3,1	16,3	3,2	16,3	3,1	16,7	3,1
Stadium E	16,7	2,6	16,6	2,3	16,7	2,3	16,7	2,1
Stadium F	17,8	2,0	17,7	2,0	18,3	2,2	18,2	2,1
Stadium G	20,6	2,4	20,6	2,4	21,3	2,0	21,3	2,1
Stadium H	22,5	1,9	22,6	1,9	22,7	1,9	22,7	1,9

Mittleres Alter in Jahren, SD Standardabweichung

Nebenzielgröße war die Übereinstimmung zwischen Untersucher A, (Zahnmedizinstudent im 12.Semester) und Untersucherin B (eine berufserfahrene Zahnärztin mit Spezialisierung auf dem Gebiet der Oralen Radiologie). Das Maß der Übereinstimmung wurde statistisch mit dem Cohens – Kappa Koeffizienten gemessen.

Da es sich um eine retrospektive Auswertung von Röntgendaten handelte, bestand für die in die Studie eingeschlossenen Personen weder ein Nutzen noch ein Nachteil.

Um das Risiko einer Veröffentlichung sensibler Daten zu minimieren, wurden die Datensätze anonymisiert und Zugriffsbeschränkungen eingerichtet.

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 PatientInnenbezogene Ergebnisse

In die vorliegende Studie wurden 487 Personen, bei denen im Jahr 2017 eine konventionelle Panoramaröntgenaufnahme des Gebisses durchgeführt wurde und die zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 8 und 24 Jahre alt waren, eingeschlossen.

Das minimale Alter der untersuchten Personen lag bei 8,6 Jahren, das maximale Alter bei 24,5 Jahren. Das durchschnittliche Alter lag bei 17,6 Jahren. 241 Personen (49,5%) waren weiblich, 246 Personen (50,5%) waren männlich.

Tabelle 3 zeigt die genaue Geschlechterverteilung und Altersstruktur der eingeschlossenen Probandinnen und Probanden und die Anzahl der OPGs pro Altersstufe, die zur Beurteilung vorlagen. In den Altersstufen der Acht-, Neun- und Zehnjährigen konnten die jeweils geplanten Gruppengrößen von 30 Probandinnen und Probanden nicht erreicht werden.

Tabelle 3: PatientInnenübersicht

Alter	Anzahl der OPGs	Männlich	Weiblich
8	9	7	2
9	29	17	12
10	29	16	13
11	30	13	17
12	30	18	12
13	30	16	14
14	30	18	12
15	30	16	14
16	30	15	15
17	30	13	17
18	30	17	13
19	30	13	17
20	30	13	17
21	30	12	18
22	30	13	17
23	30	12	18
24	30	17	13
	487	246	241

3.2 Vergleich Altersprognose mit tatsächlichem Alter

Als erster Schritt wurde ermittelt, wie die Altersprognosen für die 487 untersuchten OPGs mit dem tatsächlichen Alter der untersuchten Personen übereinstimmen. Für die Beurteilung wurden nur die Ergebnisse von Untersucherin B mithilfe der Referenzwerte von Olze et al. (7) (siehe Tabellen 1 und 2) ausgewertet.

Es wurden alle Daten sowohl gemeinsam als auch getrennt nach Geschlecht und Zahnposition betrachtet.

Zusätzlich zu einem Streudiagramm wurde der Pearson Korrelationskoeffizient r bezüglich des Zusammenhangs zwischen geschätztem Alter und tatsächlichem Alter berechnet.

Für alle Daten gemeinsam ergab sich ein Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,907$.

In den folgenden Grafiken ist auf der x – Achse das anhand der Untersuchung, entsprechend der oben angeführten Tabelle nach Olze et al. (7) ermittelte Alter aufgetragen, auf der y – Achse das tatsächliche Alter der untersuchten Personen. Abbildung 12 zeigt die Korrelation zwischen Schätzung und tatsächlichem Alter bei allen untersuchten Probandinnen und Probanden.

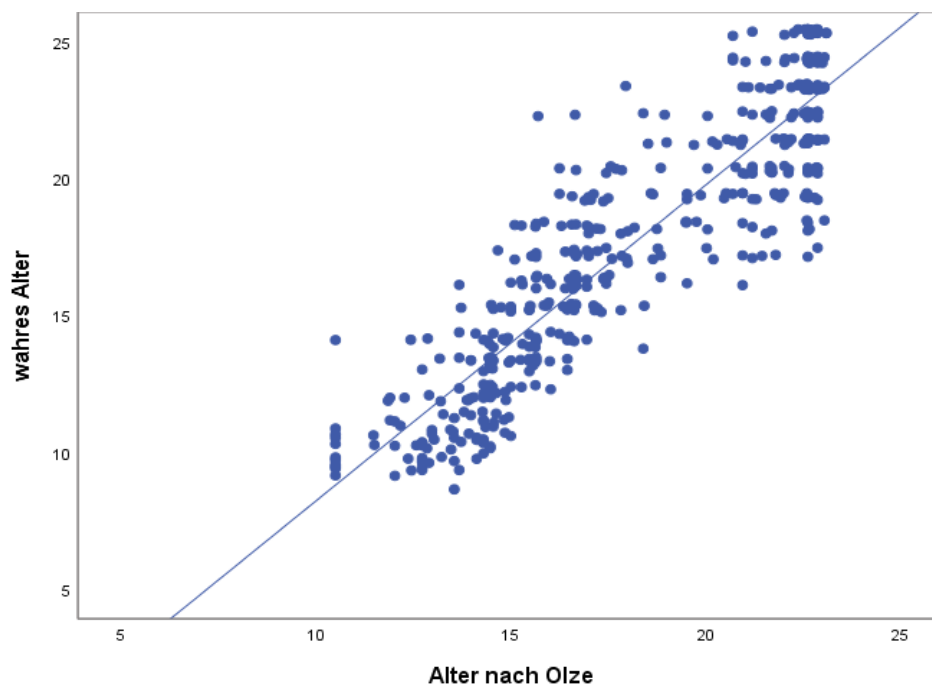


Abbildung 12: Daten aller Probandinnen und Probanden verglichen mit tatsächlichem Alter

Aufteilung nach Geschlecht:

Bei Betrachtung der Übereinstimmung zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter der untersuchten Personen getrennt nach Geschlecht (Abb. 13 und 14), konnte ebenfalls eine hohe Korrelation, unabhängig vom Geschlecht festgestellt werden. Der Pearson Korrelationskoeffizient lag bei den weiblichen untersuchten Personen bei 0,893. Bei Betrachtung der Übereinstimmung bei den männlichen Personen lag dieser bei 0,92. Dieser Unterschied erwies sich als nicht signifikant.

weiblich: Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,893$

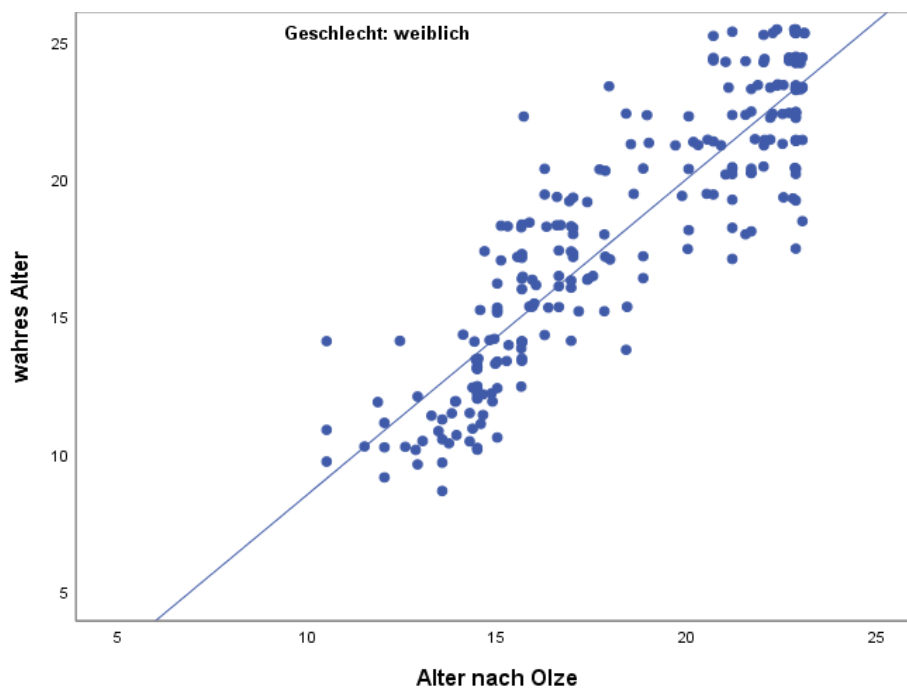


Abbildung 13: Daten aller Probandinnen

männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,920$

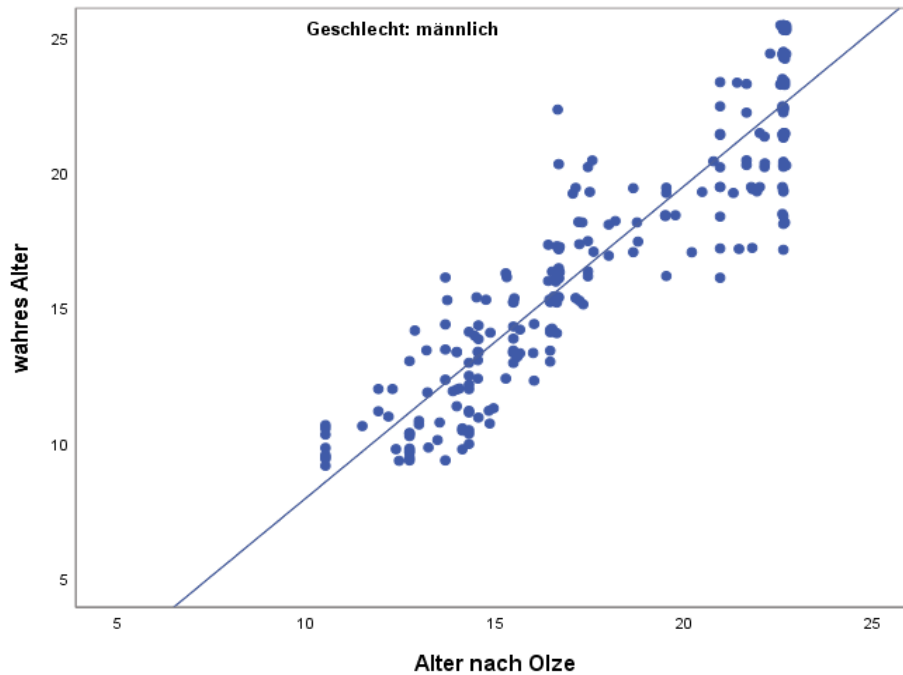


Abbildung 14: Daten aller Probanden

Aufteilung nach Kiefer und Geschlecht:

Als Nächstes wurde die Korrelation getrennt nach Oberkiefer und Unterkiefer betrachtet (Abb. 15 – 18). Zusätzlich wurde untersucht, wie sich die Übereinstimmung zwischen Altersschätzung und chronologischem Alter der Probandinnen und Probanden verhält, wenn zusätzlich das Geschlecht miteinbezogen wurde.

Die Unterschiede in den ermittelten Korrelationskoeffizienten getrennt nach Kiefer und Geschlecht waren nicht signifikant.

OK (gesamt):

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,844$

OK weiblich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,893$

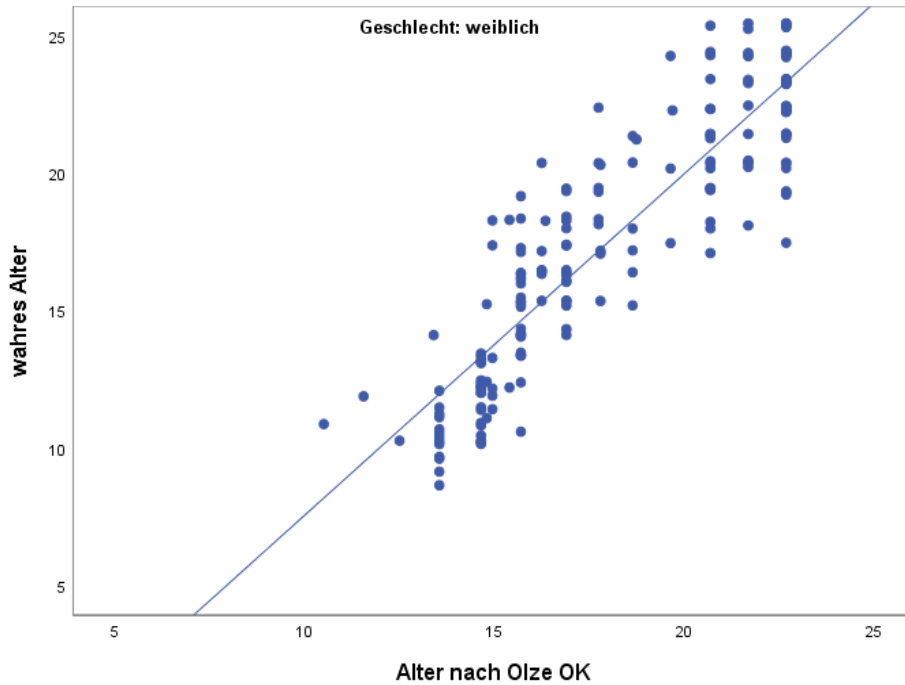


Abbildung 15: Daten für Probandinnen im OK

OK männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,896$

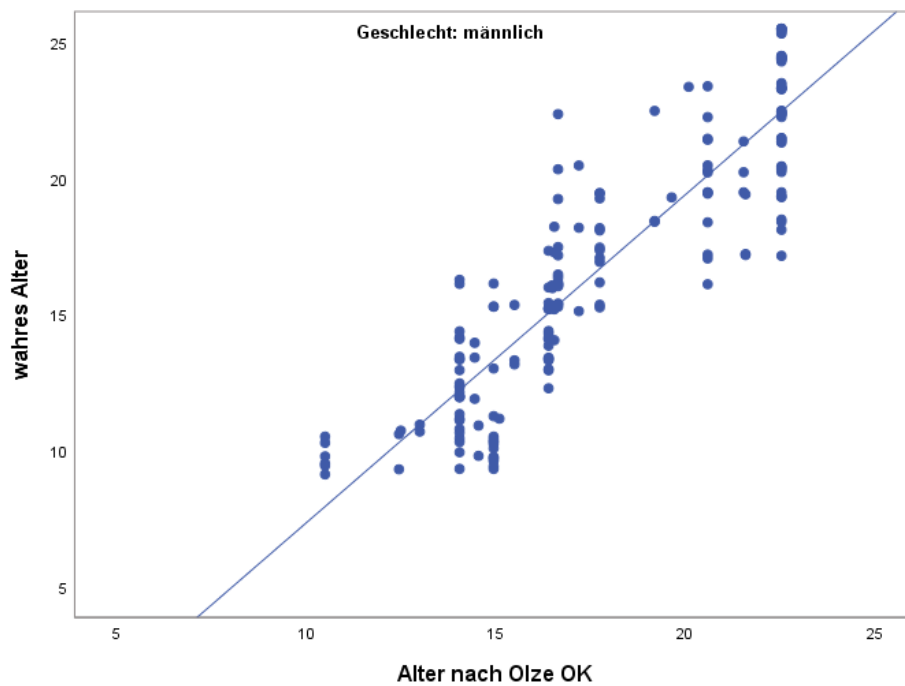


Abbildung 16: Daten für Probanden im OK

UK (gesamt): Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,910$

UK weiblich: Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,906$

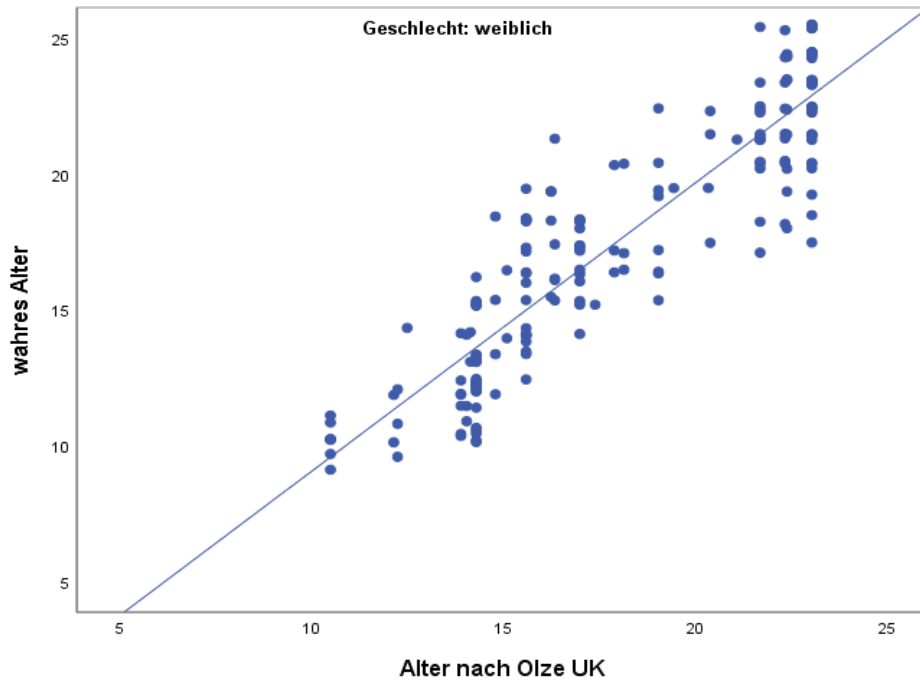


Abbildung 17: Daten für Probandinnen im UK

UK männlich: Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,914$

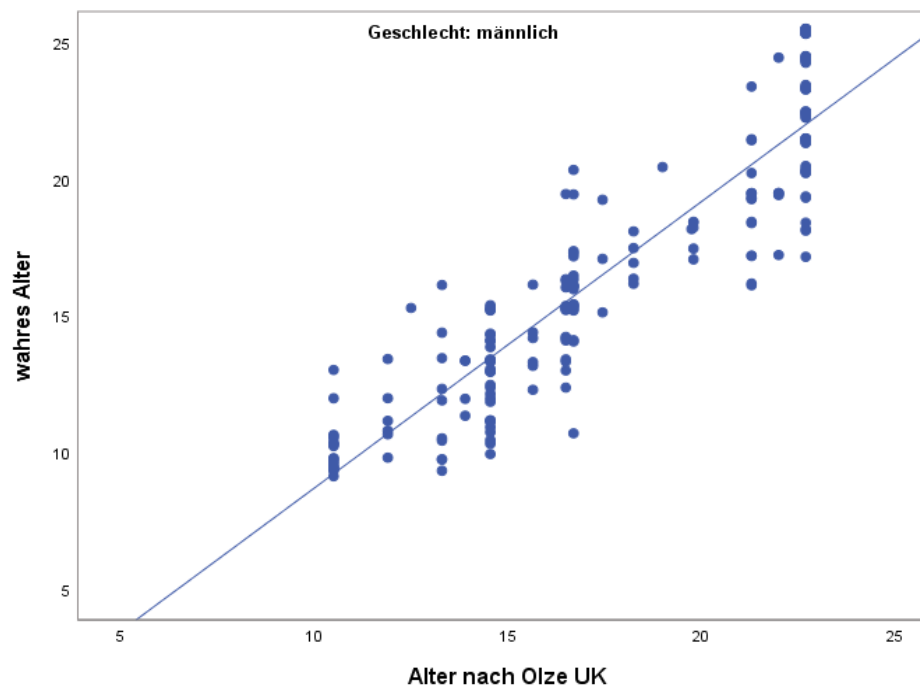


Abbildung 18: Daten für Probanden im UK

Aufteilung in Bezug auf die einzelnen Zahnpositionen:

Als letzter Punkt bezüglich Übereinstimmung von geschätztem und tatsächlichem Alter wurden die einzelnen Zahnpositionen (18, 28, 38 und 48) einerseits unabhängig vom Geschlecht und andererseits abhängig vom Geschlecht untersucht. Auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede in der Beurteilung festgestellt werden. Die Abbildungen 19 bis 26 stellen den Zusammenhang zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter für jede Zahnposition getrennt nach Geschlecht grafisch dar.

Position 18 (gesamt): Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,875$

Position 18 weiblich: Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,860$

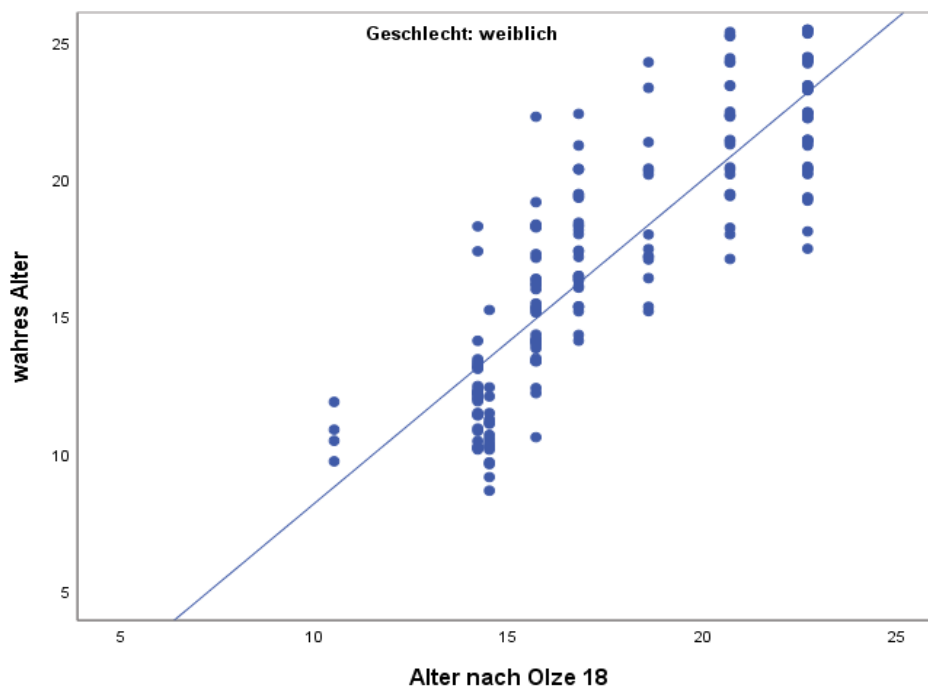


Abbildung 19: Daten für Probandinnen Position 18

Position 18 männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,890$

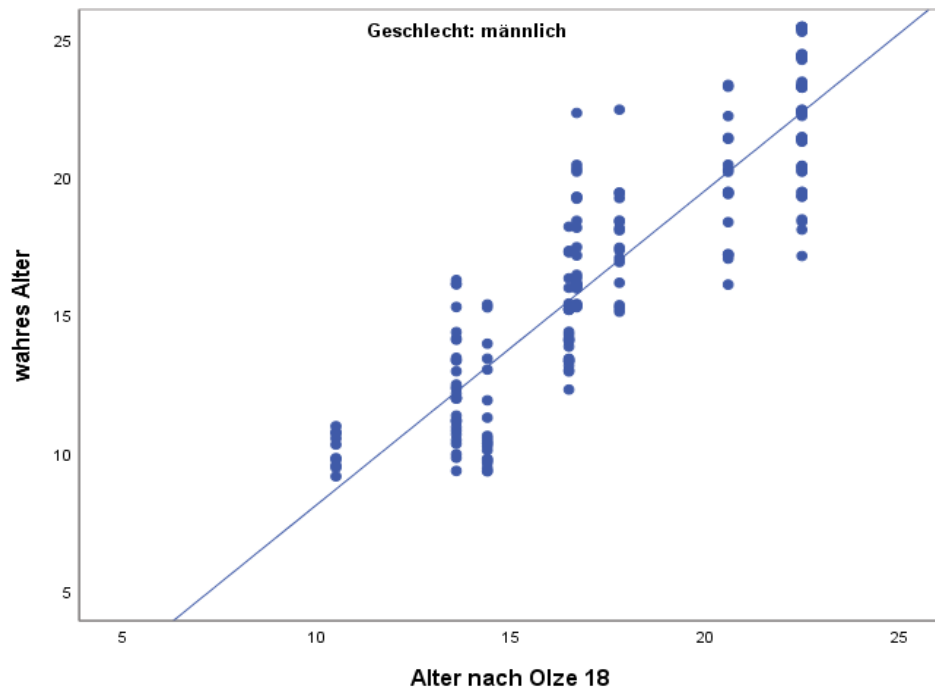


Abbildung 20: Daten für Probanden Position 18

Position 28 (gesamt):

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,879$

Position 28 weiblich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,884$

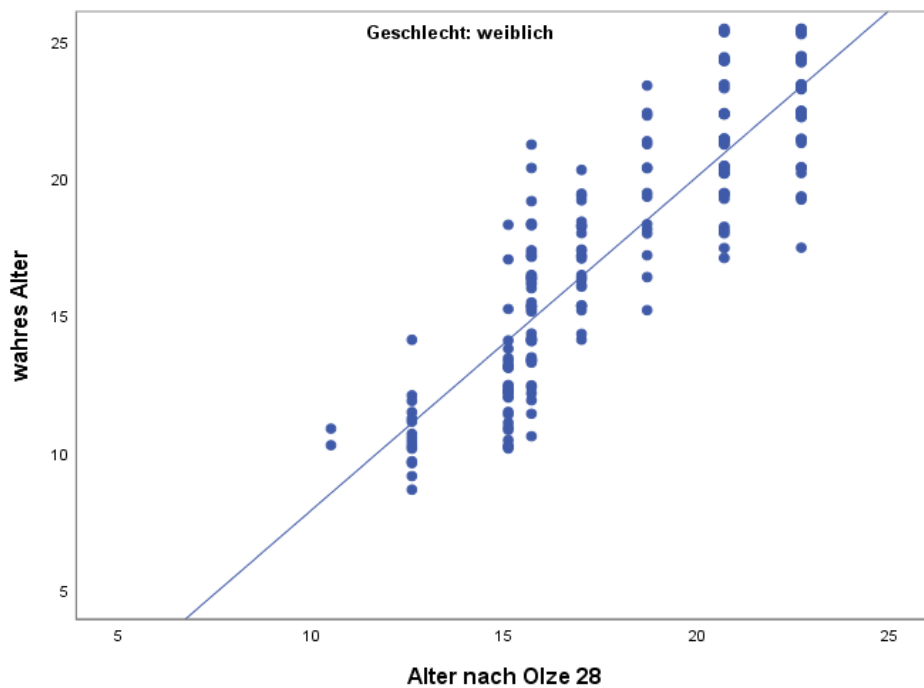


Abbildung 21: Daten für Probandinnen Position 28

Position 28 männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,880$

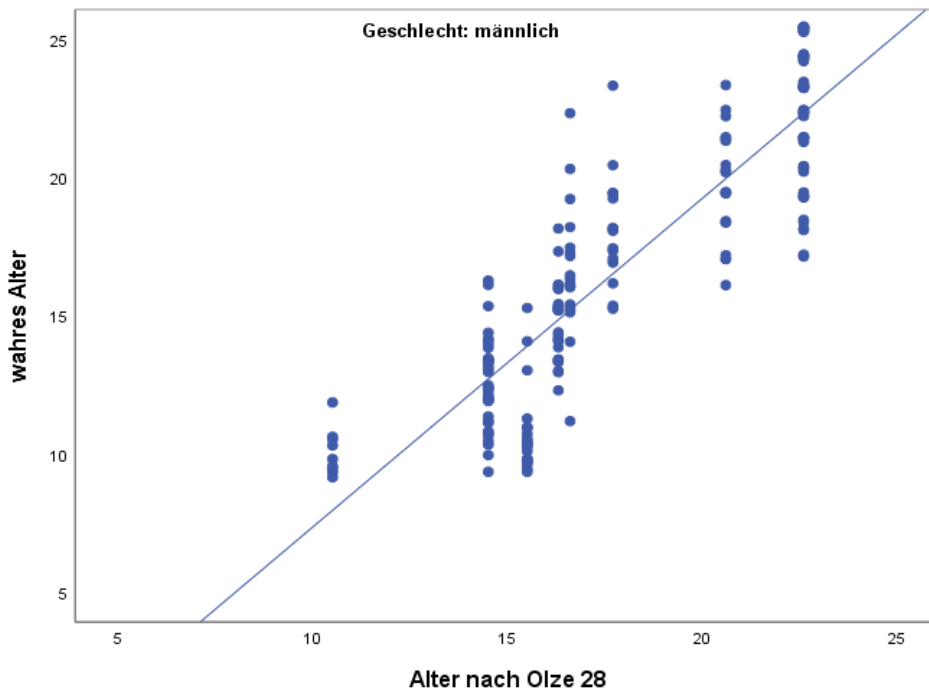


Abbildung 22: Daten für Probanden Position 28

Position 38 (gesamt):

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,900$

Position 38 weiblich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,882$

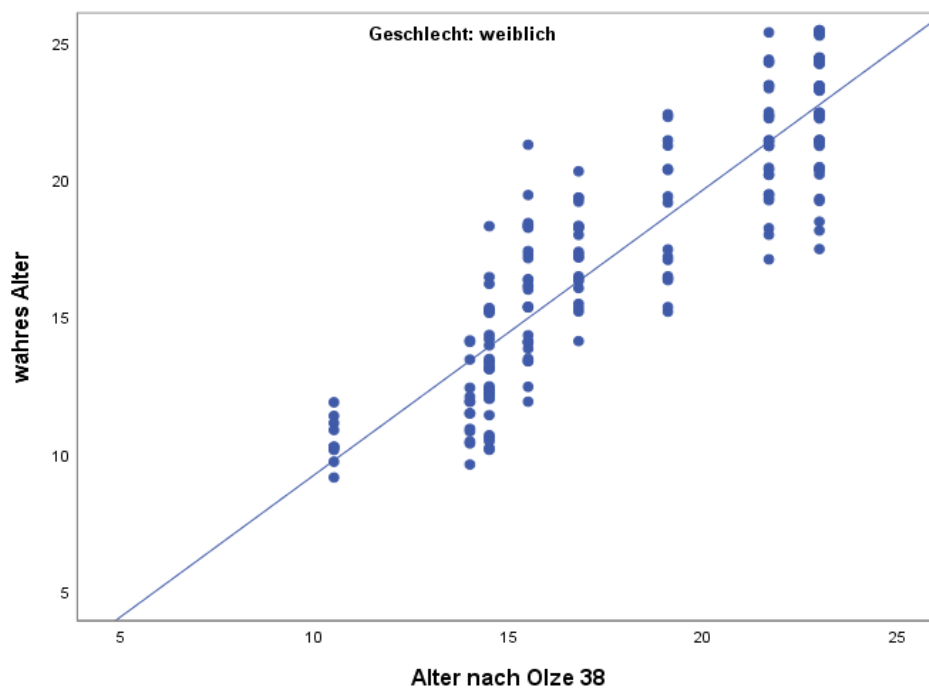


Abbildung 23: Daten für Probandinnen Position 38

Position 38 männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,907$

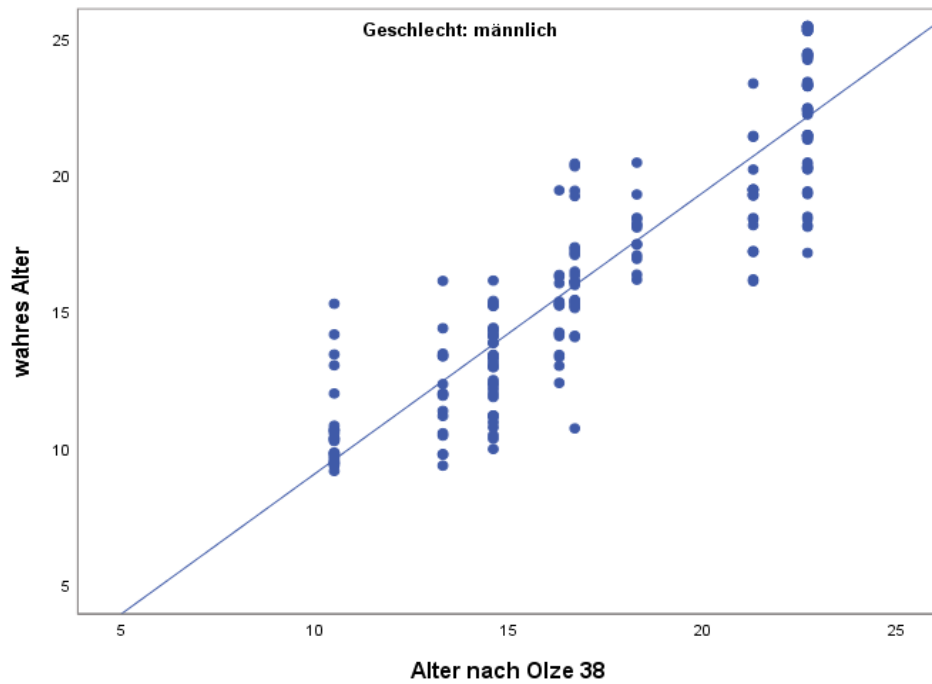


Abbildung 24: Daten für Probanden Position 38

Position 48 (gesamt):

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,894$

Position 48 weiblich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,882$

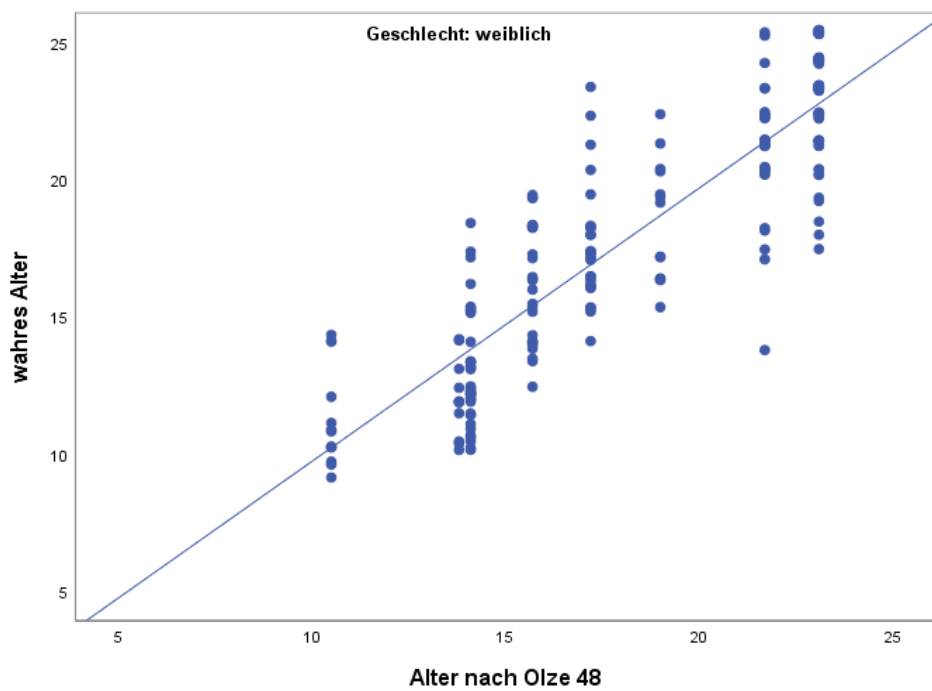


Abbildung 25: Daten für Probandinnen Position 48

Position 48 männlich:

Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,909$

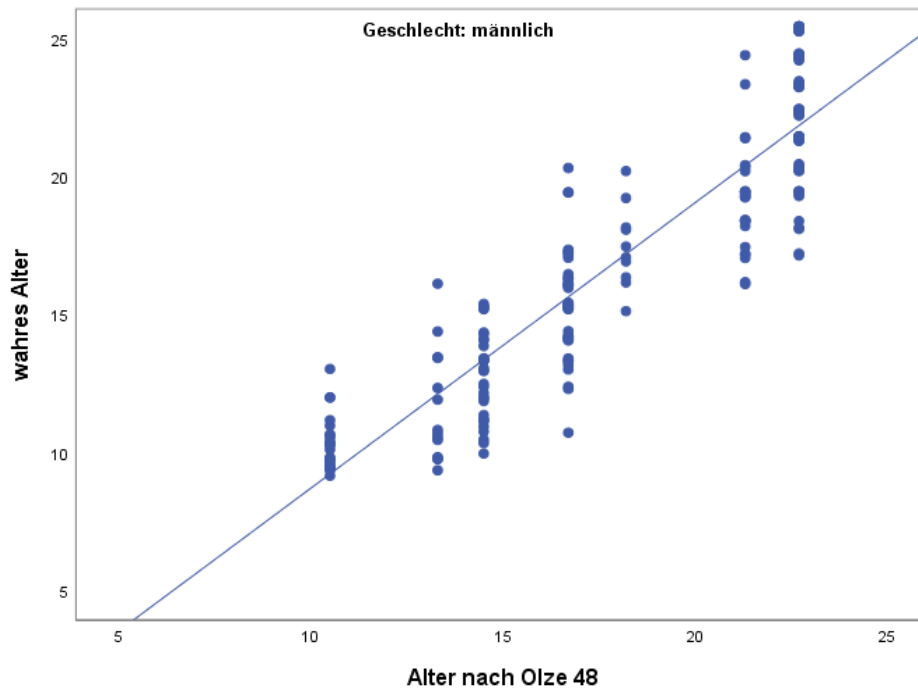


Abbildung 26: Daten für Probanden Position 48

Der Abstand der Altersprognose lag durchschnittlich 1,81 Jahre über oder unter dem tatsächlichen Alter mit einer Standardabweichung von $\pm 1,21$ Jahren, unabhängig von Zahnposition und Geschlecht. Der Abstand betrug bei der Betrachtung aller Daten minimal 0,02 Jahre und maximal 6,60 Jahre. Getrennt nach Geschlecht lag die mittlere Abweichung zwischen geschätztem Alter und chronologischem Alter bei 1,98 Jahren mit einer Standardabweichung von $\pm 1,35$ sowohl für weibliche, als auch für männliche Personen. Für den Oberkiefer ergab sich ein durchschnittlicher Abstand zwischen geschätztem Alter und chronologischem Alter von 2,01 Jahren (SD $\pm 1,38$), für den Unterkiefer ebenfalls 2,01 Jahre (SD $\pm 1,45$). Für den oberen rechten Weisheitszahn ergaben sich 1,76 Jahre (SD $\pm 1,25$), für Zahn 28 1,80 Jahre (SD $\pm 1,31$), für Zahn 38 1,78 Jahre (SD $\pm 1,21$) und für Zahn 48 1,83 Jahre (SD $\pm 1,21$). Bezüglich Geschlecht, Oberkiefer, Unterkiefer und unterschiedlicher Zahnpositionen bestanden also keine signifikanten Unterschiede in der Korrelation von geschätztem Alter und dem tatsächlichem Alter der untersuchten Personen. Anzumerken ist jedoch, dass es einzelne Ausreißer gab.

Abbildung 27 zeigt anhand von Boxplots die Altersprognose aller Daten verglichen mit dem tatsächlichen Alter und getrennt nach Geschlecht, Oberkiefer (OK), Unterkiefer (UK) und einzelner Zahnpositionen (18, 28, 38 und 48).

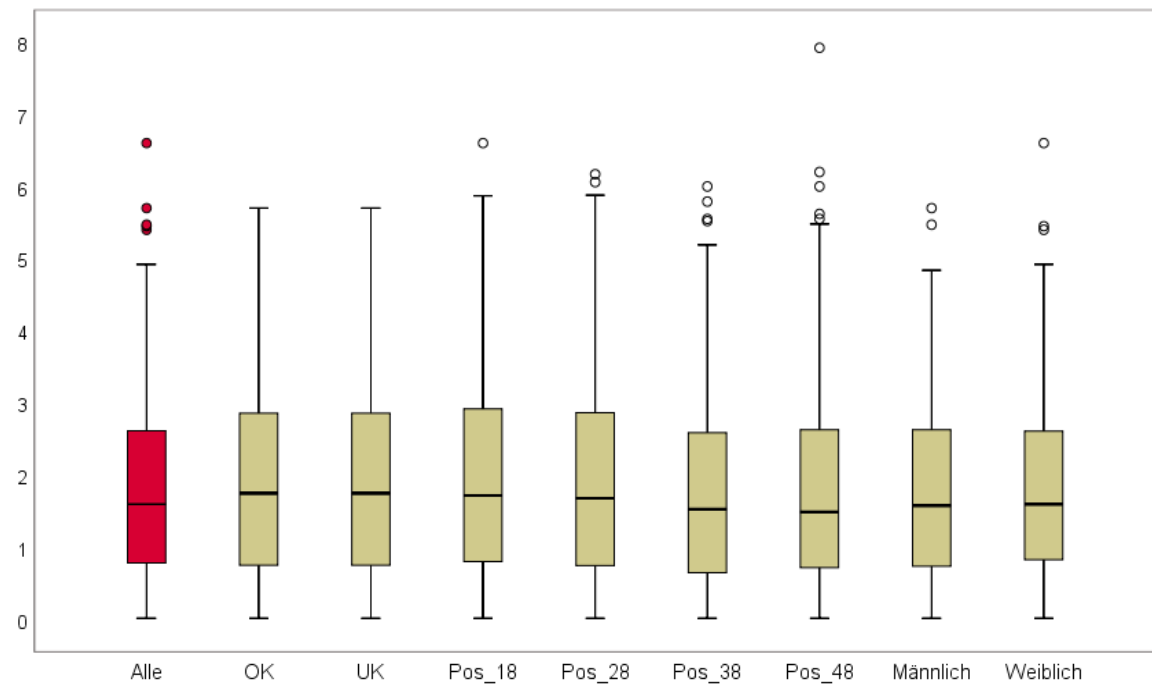


Abbildung 27: Altersprognose verglichen mit tatsächlichem Alter

3.3 Interrater – Reliabilität

Als weiterer Punkt in dieser Arbeit wurde die Interrater – Reliabilität untersucht.

Die Stadienzuordnungen zeigten folgende Ergebnisse: In 71,2% der Fälle stimmten die Stadien des Untersuchers A und der Untersucherin B genau überein. Das Cohens – Kappa für alle Daten gemeinsam lag bei 0,885. Bei Betrachtung des Cohens – Kappa für Oberkiefer und Unterkiefer getrennt voneinander, ließen sich bei den gewählten Stadien des Untersuchers A und der Untersucherin B keine signifikanten Unterschiede erkennen. Für die Übereinstimmung des Untersuchers A und der Untersucherin B betreffend die Oberkiefer ergab sich ein Cohens – Kappa von 0,874, betreffend die Unterkiefer ein Cohens – Kappa von 0,895.

Tabelle 4 zeigt die Übereinstimmung des Untersuchers A und der Untersucherin B für alle Daten, Tabelle 5 und 6 zeigen die Übereinstimmung getrennt nach Oberkiefer und Unterkiefer.

Die exakte Übereinstimmung des Untersuchers A und der Untersucherin B bei den gewählten Stadien ist anhand der rot markierten Zahlen ersichtlich. Eine Übereinstimmung in den gewählten Stadien fand sich im Oberkiefer bei 70,0%, im Unterkiefer bei 72,4%. Der Unterschied in der Übereinstimmung hinsichtlich Ober- und Unterkiefer war nicht signifikant.

Tabelle 4: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B

alle Daten		Untersucherin B								
		A	B	C	D	E	F	G	H	
Untersucher A	A	76	5							81
	B	27	96	4						127
	C		87	149	28					264
	D		4	29	161	23			2	219
	E			1	29	124	26	1		181
	F					21	51	33	6	111
	G					1	23	101	67	192
	H					2	5	45	403	455
			103	192	183	218	171	105	180	478

Tabelle 5: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B für den OK

Oberkiefer		Untersucherin B								
		A	B	C	D	E	F	G	H	
Untersucher A	A	12								12
	B	11	58	3						72
	C		33	75	16					124
	D		2	5	93	23			2	125
	E				10	60	23	1		94
	F					7	24	23	5	59
	G						8	32	51	91
	H						1	12	197	210
		23	93	83	119	90	56	68	255	787

Tabelle 6: Übereinstimmung zwischen Untersucher A und Untersucherin B für den UK

Unterkiefer		Untersucherin B								
		A	B	C	D	E	F	G	H	
Untersucher A	A	64	5							69
	B	16	38	1						55
	C		54	74	12					140
	D		2	24	68					94
	E			1	19	64	3			87
	F					14	27	10	1	52
	G					1	15	69	16	101
	H					2	4	33	206	245
		80	99	100	99	81	49	112	223	843

4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob die Methode nach Demirjian et al.(1) modifiziert nach Mincer et al. (2) geeignet ist, eine Altersschätzung am PatientInnen gut der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz durchzuführen. Hierfür wurden die von Untersucherin B zugeordneten Mineralisationsstadien herangezogen, um anhand einer Referenztafel von Olze et al. (7) eine Altersschätzung durchzuführen. Für diese Auswertung wurden nur die Ergebnisse der erfahrenen Untersucherin B berücksichtigt, da man die Schwankungsbreite der Ergebnisse durch die Unerfahrenheit des Untersuchers A nicht erhöhen wollte. Alternativ hätte man die Ergebnisse von Untersucher A und Untersucherin B im Sinne einer Konsensauswertung verwenden können.

Vergleicht man die Altersprognose mit dem tatsächlichen Alter der untersuchten Personen, so ließ sich eine hohe Übereinstimmung erkennen. Der Pearson Korrelationskoeffizient r lag bei 0,907. Der durchschnittliche Abstand der Altersprognose vom tatsächlichen Alter der untersuchten Personen betrug 1,81 Jahre mit einer Standardabweichung von $\pm 1,21$.

In den Arbeiten von Ravi et al. (37) und Lewis et al. (38) fanden sich vergleichbare Ergebnisse bezüglich des Abstandes zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter. Dies zeigt, dass die Methode nach Demirjian et al (1) unabhängig von der untersuchten Population vergleichbare Streubreiten aufweist. Exaktere Altersschätzungen mittels dieser Methode konnten nicht ausfindig gemacht werden. Der Grund dafür könnte in der individuellen Variabilität der Weisheitszahnentwicklung liegen, die eine bessere Übereinstimmung zwischen Altersschätzung und tatsächlichem Alter nicht zulässt. Laut Köhler et al. (26) ist die Entwicklung der Weisheitszähne, sollten diese retiniert sein, verzögert.

Des Weiteren wurden die Ergebnisse in der vorliegenden Studie getrennt nach Geschlecht untersucht. Der minimale Abstand von geschätztem und tatsächlichem Alter lag sowohl bei Frauen, als auch bei Männern bei 0,02 Jahren, der maximale Abstand bei jeweils 5,70 Jahren. Der Mittelwert der Abweichung betrug für beide Geschlechter 1,98 Jahre mit einer Standardabweichung von $\pm 1,35$. Bei Betrachtung des Pearson Korrelationskoeffizienten getrennt nach Geschlecht, lag

dieser bei den weiblichen untersuchten Personen bei 0,893, bei den männlichen Personen bei 0,92. Es konnte somit kein signifikanter Unterschied in der Altersschätzung von männlichen Probanden und weiblichen Probandinnen festgestellt werden.

Die Ergebnisse bezüglich der Altersschätzung getrennt nach Ober- und Unterkiefer sowie Geschlecht zeigten jeweils ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Die mittlere Abweichung der Altersprognose vom tatsächlichen Alter betrug sowohl für den Oberkiefer als auch für den Unterkiefer 2,01 Jahre mit einer Standardabweichung von $\pm 1,38$ für den Oberkiefer und $\pm 1,45$ für den Unterkiefer.

Auch in der Betrachtung getrennt nach den einzelnen Zahnpositionen und dem Geschlecht erwiesen sich die Unterschiede im Pearson Korrelationskoeffizienten als nicht signifikant.

Diese Ergebnisse lassen sich nur schwer mit Ergebnissen anderer Arbeiten vergleichen, da in den meisten Studien nicht die Korrelation zwischen geschätztem Alter und tatsächlichem Alter untersucht wurde, sondern ob es Unterschiede zwischen tatsächlichem Alter und dem jeweiligen Entwicklungsstadium getrennt nach Geschlecht, Kiefer und Zahnposition gab. So gaben Verochana et al. (39) an, dass es in der Weisheitszahnentwicklung signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt. Laut den Autoren jener Studie ist bei den männlichen untersuchten Personen eine schnellere Entwicklung in allen vier Weisheitszähnen zu beobachten. (39) Khosronejad et al. (40) hingegen zeigten, dass das tatsächliche Alter und das gewählte Entwicklungsstadium getrennt nach Geschlecht keine signifikanten Unterschiede aufwiesen. Ebenfalls keine Unterschiede des zeitlichen Entwicklungsverlaufs der Weisheitszahnmineralisation getrennt nach Geschlecht, Oberkiefer, Unterkiefer und auch getrennt nach Kieferhälfte zeigten sich in der Studie von Olze et al. (7) Diese widersprüchlichen Ergebnisse könnten auf die unterschiedlichen Ethnien, die unterschiedlichen Altersstufen der untersuchten Kollektive und auf untersucherabhängige Faktoren zurückgeführt werden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der hier durchgeführten Studie fiel auf, dass die jüngeren Probandinnen und Probanden meist zu alt geschätzt wurden. Ab einem tatsächlichen Alter von ungefähr 20 Jahren wurden die untersuchten Personen meist jünger geschätzt. Dies war sowohl bei den Probandinnen als auch

bei den Probanden zu beobachten. Allerdings war dieser Unterschied nicht signifikant. Dies steht im Gegensatz zu den gefundenen Ergebnissen von Scheurer et al. (41), die gezeigt haben, dass das Alter bei Männern in 76% der Fälle und bei Frauen in 82% der Fälle zu hoch geschätzt wird. Allerdings muss angemerkt werden, dass das von Scheurer et al. (41) untersuchte Kollektiv einen wesentlich engeren Altersbereich umfasste. Die untersuchten Personen waren im Alter zwischen 17,5 und 18,5 Jahren.

In der vorliegenden Arbeit wurde ebenfalls die Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern hinsichtlich der gewählten Stadien für die einzelnen Weisheitszähne betrachtet. Auch hier zeigte sich eine hohe Übereinstimmung. 71,2% aller gewählten Stadien stimmten exakt überein. Das Maß der Übereinstimmung wurde mittels Cohens – Kappa ermittelt. Dieses ergab bei der Betrachtung aller Stadien unabhängig vom Geschlecht der untersuchten Personen und unabhängig von der Zahnposition einen Wert von 0,885. Getrennt in Ober- und Unterkiefer ergab sich eine Übereinstimmung bezüglich der gewählten Stadien der beiden Untersucher für den Oberkiefer in 70% der Fälle, dies ergab ein Cohens – Kappa von 0,874. Für den Unterkiefer ergab sich eine Übereinstimmung in 72,4% aller gewählten Stadien, das Cohens – Kappa betrug hierfür 0,895. Die gefundenen Unterschiede bezüglich der Übereinstimmung in OK und UK waren nicht signifikant. Die ermittelte Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern war mit Ergebnissen aus der Literatur vergleichbar. Tomas et al. (42) untersuchten die Interrater – Reliabilität bei Verwendung der Demirjian Methode (1) und erhielten einen Cohens – Kappa Wert von 0,79. Sowohl die vorliegende Studie als auch die Ergebnisse von Tomas et al (42) deuten darauf hin, dass die gewählte Untersuchungsmethode geeignet ist, die verschiedenen Stadien möglichst exakt voneinander abzugrenzen. Somit bietet sich die Methode nach Demirjian (1) sowohl für erfahrene UntersucherInnen als auch weniger erfahrene UntersucherInnen an.

Die Methode nach Demirjian et al. (1) wurde für diese Studie gewählt, da sie eine der am häufigsten eingesetzten Methoden in der forensischen Altersdiagnostik ist.

Anhand der Methode nach Demirjian et al. (1) lassen sich die Entwicklungsstadien gut voneinander abgrenzen und sind relativ frei von rein subjektiven Einschätzungen der einzelnen Untersucherinnen und Untersucher. (24)

Andere zahnärztliche Methoden in der Altersdiagnostik, wie die Bestimmung des DMF – Index, korrelieren zwar mit dem Alter, sind aber starken äußeren Einflüssen ausgesetzt und weisen in der Altersschätzung eine höhere Streubreite als die Mineralisationsmethoden auf. Die Bestimmung des Verhältnisses von Zahn – zu Pulpavolumen ist zwar eine nichtinvasive Methode und damit für die Altersschätzung am Lebenden geeignet, aufgrund der aufwendigen Untersuchung ist diese Methode aber für die routinemäßige Altersdiagnostik ungeeignet. Eine einfache Methode in der zahnärztlich forensischen Altersdiagnostik wäre die Bestimmung der Attrition. Diese Methode ist auch am Lebenden durchführbar, aber exogene Einflüsse und Ernährungsgewohnheiten könnten zu Fehleinschätzungen führen. Die Messung der Transluzenz der Zahnwurzel ist ebenso wenig für eine Altersdiagnostik am Lebenden geeignet, da diese Methode nur an extrahierten Zähnen durchgeführt werden kann. Die Bestimmung der Dentinfarbe ist eine Methode, die an lebenden Personen durchgeführt werden kann. Exogene Faktoren, die die Zahnfarbe verändern, und subjektives Farbempfinden haben starken Einfluss auf die Ergebnisse. Die Spektroradiometrie zur Objektivierung der Ergebnisse macht diese Methode sehr aufwendig und daher ungeeignet für die Altersdiagnostik am Lebenden. (4) Nach aktuellem Stand haben sich für die zahnärztlich -forensische Altersdiagnostik die Beurteilung der Mineralisation und die Beurteilung des Zahndurchbruches bewährt. (10)

Die Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation wurde in dieser Studie anhand konventionell angefertigter Panoramaröntgenaufnahmen durchgeführt, da hier eine hohe Fallzahl erreicht werden konnte. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten, dass sich dieses Verfahren für die Beurteilung der Mineralisation der dritten Molaren eignet. Alternativ stehen zur Untersuchung der Zahnmineralisation andere Untersuchungsverfahren wie CT und Magnetresonanztomografie (MRT) zur Verfügung. Der Vorteil der Magnetresonanztomografie besteht darin, dass es sich um eine Untersuchung ohne ionisierende Strahlung handelt. In einer Studie von Baumann et al. (43) wurde untersucht, ob sich die MRT eignet, die Mineralisation der Molaren anhand der Methode nach Demirjian et al. (1) zu

beurteilen. Es hat sich gezeigt, dass die Beurteilung der MRT – Aufnahmen eine klar definierte Abgrenzung der einzelnen Entwicklungsstadien ermöglicht und eine gute Übereinstimmung hinsichtlich der gewählten Stadien verglichen mit der konventionellen Panoramaröntgenaufnahme zeigt. (43)

Dennoch stellt die Panoramaröntgenaufnahme heute den Goldstandard in der zahnärztlich – forensischen Altersdiagnostik dar, da OPGs möglicherweise bereits vorhanden sind oder bei Bedarf eine Panoramaröntgenaufnahme schnell und strahlensparend durchgeführt werden kann. Darüber hinaus ist die Strahlenbelastung durch die Anfertigung eines OPGs in Österreich laut Gesetzgeber für eine Altersdiagnostik zulässig. (14)

Im Folgenden sollen Limitationen der vorliegenden Studie näher erläutert werden. Die Aussagekraft der vorliegenden Studie ist durch die geringere Anzahl an untersuchten Personen in den unteren Altersstufen eingeschränkt. Bei den Acht-, Neun- und Zehnjährigen konnten mit den vorliegenden Daten nicht 30 Panoramaröntgenaufnahmen ausgewählt werden, da sich hier in den meisten Fällen noch keine Mineralisation der Weisheitszähne gezeigt hatte. Deshalb konnten für die Achtjährigen nur neun OPGs und für die Neun- und Zehnjährigen jeweils nur 29 OPGs zur Beurteilung herangezogen werden.

Aufgrund der in dieser Studie vorliegenden Patientendaten, bestehend aus Geburtsdatum, Datum der Röntgenaufnahme, Name und Wohnort, konnte die Herkunft der untersuchten Personen nicht sicher definiert und somit nicht berücksichtigt werden. Laut der in der Literatur vorherrschenden Meinung sollte eine Altersdiagnostik anhand der Weisheitszähne immer populationsspezifisch erfolgen, um Fehleinschätzungen zu vermeiden. Wie groß der Einfluss der Ethnie auf die Weisheitszahnentwicklung tatsächlich ist, ist aber umstritten und bedarf weiterer Untersuchungen. (7) Um diesen Einfluss zu untersuchen, könnte das vorliegende Kollektiv mit unterschiedlichen Referenzwerten verschiedener Populationen untersucht werden.

In der vorliegenden Studie wurden die Referenzwerte von Olze et al. (7) gewählt, da sie anhand einer deutschen Referenzpopulation erstellt wurde und das PatientInnen gut der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz überwiegend einer mitteleuropäischen/

kaukasischen Ethnie entspricht. In der Literatur konnten seitens des Autors keine Referenzwerte für eine gemischte Ethnie, wie sie hier in dieser Studie vorlag, gefunden werden. Nach Kenntnis des Autors ist dies der erste Versuch, eine Altersschätzung an einer Mischpopulation durchzuführen. Die gefundenen Ergebnisse wichen in dieser Arbeit trotz Nichtbeachtung der Ethnie von den Ergebnissen ähnlicher Arbeiten nicht ab. Die für diese Arbeit gewählte deutsche Referenzpopulation nach Olze et al. (7) eignete sich daher für eine Altersschätzung am untersuchten PatientInnen gut der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz.

Das könnte darauf hindeuten, dass die Ethnie eine geringere Rolle als bisher angenommen, spielt. Ein weiterer Grund dafür, dass die Ergebnisse der untersuchten Mischpopulation mit den Ergebnissen von populationsspezifischen Untersuchungen weitestgehend übereinstimmen, könnte auch daran liegen, dass das PatientInnen gut der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits der Medizinischen Universität Graz überwiegend einer mitteleuropäischen Population entspricht. Somit wäre die von Olze et al. (7) gewählte Referenzpopulation für dieses PatientInnenkollektiv durchaus geeignet. Letztendlich ist die individuelle Entwicklung des Weisheitszahn ein nicht zu berechnender Unsicherheitsfaktor, der zu Ungenauigkeiten in der Altersdiagnostik führt. (26)

5 Schlussfolgerung

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass die Mineralisationsklassifikation nach Demirjian et al. (1), modifiziert nach Mincer et al. (2) eine in der Praxis brauchbare Methode darstellt, um auf das chronologische Alter von Personen zu schließen. Eine durchschnittliche Abweichung von 1,81 Jahren zwischen geschätztem Alter und tatsächlichem Alter verdeutlicht aber auch, dass die Beurteilung der Weisheitszähne alleine für eine adäquate Altersdiagnostik nicht ausreicht. Die alleinige Betrachtung der dritten Molaren liefert zu große Schwankungsbreiten. Einzelne Ausreißer in der Altersschätzung können zu Über – oder Unterschätzung führen.

In dieser Studie wurde aufgrund fehlender Daten hinsichtlich der Ethnie auf populationsspezifische Auswertungen verzichtet. Da die Ergebnisse aber mit denen in der Literatur vergleichbar sind, bedarf es weiterer Untersuchungen, um beurteilen zu können, wie groß der Einfluss der Ethnie auf die zahnmedizinische Beurteilung im Rahmen einer forensischen Altersdiagnostik tatsächlich ist. Mit ausreichend hoher Fallzahl könnte es in Zukunft möglich sein, allgemeingültige Referenzwerte, die unabhängig von der ethnischen Zugehörigkeit der untersuchten Personen anwendbar sind, aufzustellen.

Die zwischen Untersucher A und Untersucherin B berechnete Interrater – Reliabilität erwies sich in dieser Arbeit als zufriedenstellend hoch, obwohl beide unterschiedliche Erfahrungen bezüglich OPG – Beurteilung aufwiesen. Daraus lässt sich schließen, dass diese Beurteilungsmethode auch von weniger Erfahrenen leicht erlernbar ist.

Wie in dieser Studie gezeigt, stellt die Beurteilung der Zahnmineralisation eine gute und leicht anwendbare Methode zur Altersschätzung am Lebenden dar. Doch es ist zu erwähnen, dass nur die Zusammenschau aller in der Altersdiagnostik gewonnenen Befunde, bestehend aus körperlicher Untersuchung, Handröntgen, CT – Untersuchung des Schlüsselbeines und Panoramaröntgenaufnahme des Gebisses es ermöglichen, eine valide Altersschätzung durchzuführen.

6 Literaturverzeichnis

1. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* Mai 1973;45(2):211–27.
2. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci.* März 1993;38(2):379–90.
3. Schmeling A, Dettmeyer R, Rudolf E, Vieth V, Geserick G. Forensic Age Estimation: Methods, Certainty, and the Law. *Dtsch Ärztebl Int.* Januar 2016;113(4):44.
4. Berndt DC, Despotovic T, Mund MT, Filippi A. Die Rolle des Zahnarztes in der heutigen forensischen Altersschätzung. *SMfZ* 2008; 118(11):1073-1088
5. Kohli M. Alter und Altern der Gesellschaft. In: Schäfers B, Zapf W, Herausgeber. *Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2001. S. 1–11.
6. Angenendt S. *Asylum and migration policies in the European Union.* Europa Union Verlag Bonn; 1999.
7. Olze A, Schmeling A, Rieger K, Kalb G, Geserick G. Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Weisheitszahnmineralisation bei einer deutschen Population. *Rechtsmedizin.* 1. Februar 2003;13(1):5–10.
8. ASYLKOORDINATION ÖSTERREICH Altersfeststellung de [Internet]. [zitiert 6. Mai 2018]. Verfügbar unter:
<https://www.asyl.at/de/themen/umf/altersfeststellung/>
9. Österreich R. Strafbarkeit von Jugendlichen (Deliktsfähigkeit) [Internet]. *HELP.gv.at.* [zitiert 11. Dezember 2018]. Verfügbar unter:
<https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/174/Seite.1740313.html>
10. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch H-J, Knell B, Ramsthaler F, u. a. Aktualisierte Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik für Altersschätzungen bei Lebenden im Strafverfahren. *Rechtsmedizin.* 1. Dezember 2008;18(6):451.
11. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Arch Dis Child.* Februar 1970;45(239):13–23.
12. Flügel B, Greil H, Sommer K. *Anthropologischer Atlas : Grundlagen und*

Daten ; Alters- und Geschlechtsvariabilität des Menschen. Verlag Tribüne; 1986. 364 S.

13. RadioSurf [Internet]. [zitiert 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <http://e-learning.studmed.unibe.ch/radiosurf/htmls/slide.html?radiosurf|radskeleton|anatomy|anahand|3>
14. RIS - Fremdenpolizeigesetz 2005 - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 22.01.2019 [Internet]. [zitiert 22. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004241>
15. Bilanz D. Vergleichende Analyse verschiedener Stadieneinteilungen zur Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation. 2010 [zitiert 22. Januar 2019]; Verfügbar unter: <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/3132>
16. Nötzel F, Schultz C. Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: Analysen und Tabellen für die Praxis. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 172 S.
17. Weber T. Memorix Zahnmedizin. Georg Thieme Verlag; 2010. 640 S.
18. Gilsanz V, Ratib O. Springer Science & Business Media; 2005. 106 S.
19. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. 1 edition. Stanford, Calif: Stanford University Press; 1999. 272 S.
20. K. Poznanski A. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). Arch Pediatr Adolesc Med. 1. September 1977;131:1041.
21. Alimusaj M. Sportorthopädie und -traumatologie im Kindes- und Jugendalter: Empfehlungen zur Sporttauglichkeitsprüfung und zur Sportausübung bei Verletzungen und Erkrankungen. Deutscher Ärzteverlag; 2014. 466 S.
22. Kreitner KF, Schweden F, Schild HH, Riepert T, Nafe B. Computerized tomography of the epiphyseal union of the medial clavicle: an auxiliary method of age determination during adolescence and the 3d decade of life?. ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed. Juni 1997;166(6):481–6.
23. Schroeder HE. Orale Strukturbiologie. Stuttgart New York: Thieme, Stuttgart; 2000.
24. Olze A, Bilanz D, Schmidt S, Wernecke K-D, Geserick G, Schmeling A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. Int J Legal Med. Januar 2005;119(1):22–6.
25. Kullman L, Johanson G, Akesson L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. Swed Dent J. 1992;16(4):161–7.

26. Köhler S, Schmelzle R, Loitz C, Püschel K. Development of Wisdom Teeth as a Criterion of Age Determination. *Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges.* 1. September 1994;176:339–45.
27. Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Geserick G, Schmeling A. Radiologically determined DMF index variations for forensic age estimation of young adults. *Arch Für Kriminol.* 1. Januar 2002;214:103–11.
28. Vandervoort FM, Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Bielen DJ, Lambrechts P, Wevers M, et al. Age calculation using x-ray microfocus computed tomographical scanning of teeth: A pilot study. *J Forensic Sci.* 2004;49:787–90.
29. Li C, Ji G. Age estimation from the permanent molar in northeast China by the method of average stage of attrition. *Forensic Sci Int.* 30. Oktober 1995;75(2–3):189–96.
30. Martin-de las Heras S, Valenzuela A, Bellini R, Salas C, Rubiño M, Garcia JA. Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry. *Forensic Sci Int.* 12. März 2003;132(1):57–62.
31. Jakobsen J, Holmen L, Fredebo L, Sejrsen B. Scanning electron microscopy, a useful tool in forensic dental work. *J Forensic Odontostomatol.* Dezember 1995;13(2):36–40.
32. Whittaker DK, Bakri MM. Racial variations in the extent of tooth root translucency in ageing individuals. *Arch Oral Biol.* 1. Januar 1996;41(1):15–9.
33. Arany S, Ohtani S, Yoshioka N, Gonmori K. Age estimation from aspartic acid racemization of root dentin by internal standard method. *Forensic Sci Int.* 10. Mai 2004;141(2–3):127–30.
34. Gleiser I, Hunt EE. The permanent mandibular first molar: Its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol.* Juni 1955;13(2):253–83.
35. Gustafson G, Koch G. Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontol Revy.* 1974;25(3):297–306.
36. Harris MJ, Nortjé CJ. The mesial root of the third mandibular molar. A possible indicator of age. *J Forensic Odontostomatol.* Dezember 1984;2(2):39–43.
37. Ravi Teja C, Kiran Kumar K, Indira M, Sridhar Reddy G, Chandrasekhar P, et al. A Study to Estimate Age Using Third Molar Development in a South Indian Population. *Int J Dent Oral Health.* 2015; 1(6)
38. Lewis AJ, Boaz K, Nagesh KR, Srikant N, Gupta N, Nandita KP, u. a. Demirjian's method in the estimation of age: A study on human third molars. *J*

Forensic Dent Sci. August 2015;7(2):153.

39. Verochana K, Prapayasatok S, Janhom A, Mahasantipiya PM, Korwanich N. Accuracy of an equation for estimating age from mandibular third molar development in a Thai population. *Imaging Sci Dent.* März 2016;46(1):1.

40. Khosronejad A, Navabi M, Sakhdari S, Rakhshan V. Correlation between chronological age and third molar developmental stages in an Iranian population (Demirjian method). *Dent Res J.* April 2017;14(2):143.

41. Scheurer E, Quehenberger F, Mund MT, Merkens H, Yen K. Validation of reference data on wisdom tooth mineralization and eruption for forensic age estimation in living persons. *Int J Legal Med.* September 2011;125(5):707–15.

42. Tomás LF, Mónico LSM, Tomás I, Varela-Patiño P, Martin-Biedma B. The accuracy of estimating chronological age from Demirjian and Nolla methods in a Portuguese and Spanish sample. *BMC Oral Health.* 23. Dezember 2014;14:160.

43. Baumann P, Widek T, Merkens H, Boldt J, Petrovic A, Urschler M, u. a. Dental age estimation of living persons: Comparison of MRI with OPG. *Forensic Sci Int.* August 2015;253:76–80.