

Tab. 4. Übersicht über die Fehlerabweichungen

Auszählungsart	Summe der effektiven Alter	Summe der Beiträge der Abweichungen	Prozentuale Abweichung	Prozentuale Unterschätzung der effektiven Alter.
Auszählung anhand von Plots	942 Jahre	116 Jahre	12.3 %	7.7 %
Auszählung der Zuwachsringe direkt am Foto	942 Jahre	101 Jahre	10.7 %	7.3 %

Vergleich der anhand der Plots gewonnenen Zählungen zweier Personen

Die Auszählung der Peaks anhand der Plots führten zwei Personen unabhängig voneinander durch. Die Zählung wurde an zehn Plotpaaren durchgeführt.

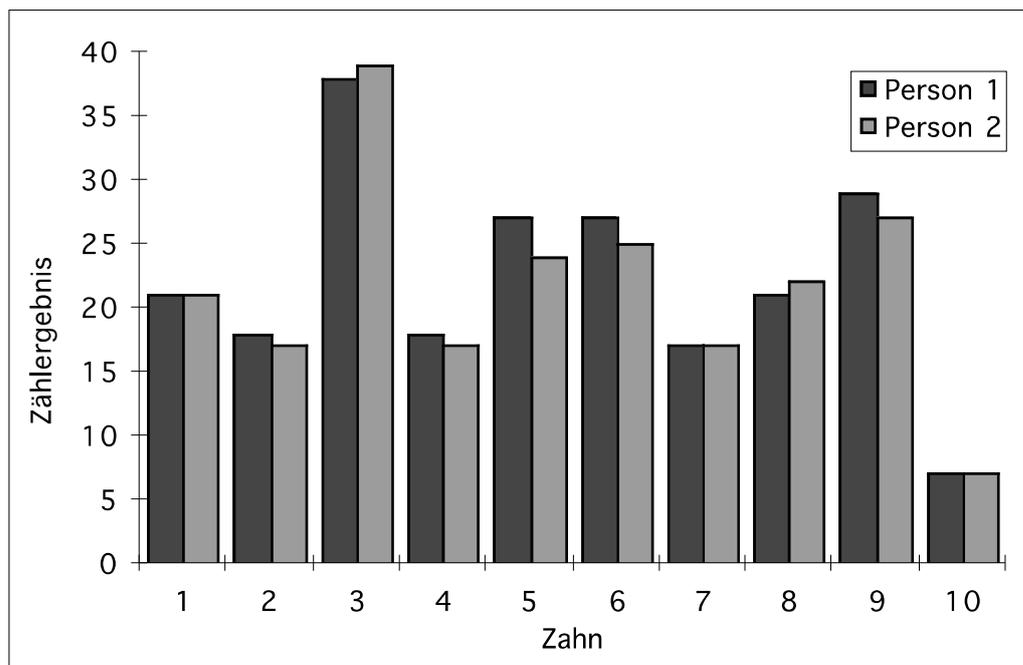


Abb. 11. Zählergebnisse der zwei Personen.

Es zeigt sich, dass die Person 2 häufiger tiefere Zählergebnisse erhalten hatte. Ein relevanter Unterschied der Resultate der beiden Personen konnte nach Überprüfung mit dem Wilcoxon-Test nicht verzeichnet werden ($p = 0.08$).

Übersicht über die gesamten Daten

Nachdem die Auswertungen im oberen Teil keine Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben, konnte der gesamte Datensatz ausgewertet und mit anderen Arbeiten verglichen werden.

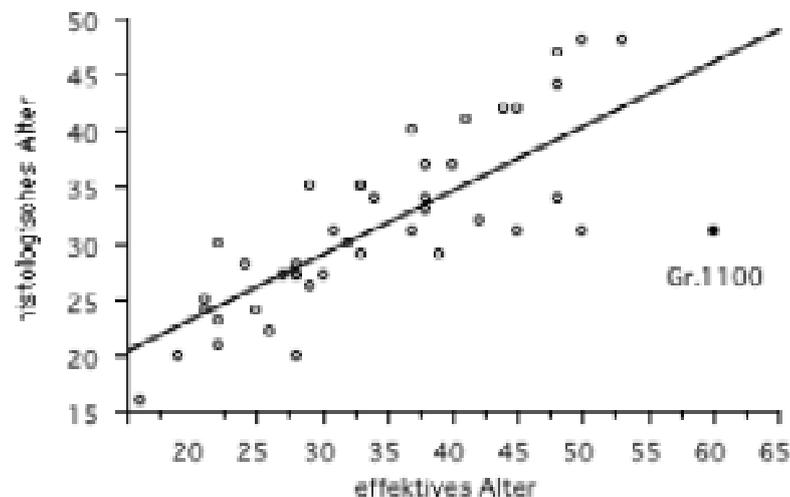


Abb. 12.: Regressionslinie der Daten der gesamten Gruppe.

Der Korrelationskoeffizient zwischen dem effektiven und dem histologisch ermittelten Alter betrug 0.75, der Steigungswert der reduzierten Hauptachse betrug 0.75. Dieser errechnet sich aus dem Steigungswert der Regressionslinie, dividiert durch den Korrelationswert. Nachdem der markante Ausreisser (Abweichung vom effektiven Alter beträgt 29 Jahre) entfernt worden war, stieg der Korrelationswert auf 0.84 und der Wert für die Steigung der reduzierten Hauptachse auf 0.81. Diese Werte sind mit anderen Arbeiten vergleichbar. Condon et al. (1986) erhielten eine Korrelation von 0.78 und Kvaal and Solheim (1995) eine Korrelation von 0.84. Der Steigungswert der reduzierten Hauptachse betrug in der Arbeit von Condon et al. (1986) 0.75.

Autoren wie Grosskopf (1990) und Kagerer (2000) haben die Effizienz der Methode anhand der prozentualen Abweichung beurteilt. Weil in dieser Arbeit nach den gleichen methodischen Arbeitsweisen vorgegangen worden ist, scheint ein Vergleich mit diesen zwei Arbeiten sehr sinnvoll. Daher wurden die prozentualen Abweichungen der ermittelten Alter zu den effektiven Altern ausgerechnet. Die prozentuale Abweichung ist, verglichen mit der absoluten Abweichung von grösserer Aussagekraft, denn die absolute Abweichung muss immer im Zusammenhang mit dem effektiven Alter gesehen werden.

Die prozentuale Abweichung des histologisch ermittelten Alters zum effektiven Alter beträgt 13.1 %, nach der Eliminierung des markantesten Ausreissers noch 11.6 %. Dieser Wert ist mit anderen Arbeiten vergleichbar. Grosskopf (1990) erhielt eine Abweichung von 9.3 %, Kagerer (2000) eine Abweichung von 9.8%.

Elimination von Ausreissern

In den Arbeiten von Condon et al. (1986), Grosskopf (1990) und Kagerer (2000) wurden Zähne mit auffälligen Abweichungen von der Auswertung ausgeschlossen. Zu tiefe Ergebnisse konnten zum Teil auf periodontale Erkrankungen zurückgeführt werden, bei zu hohen Resultaten konnte in gewissen Fällen ein Doubling nachgewiesen werden. In der vorliegenden Arbeit ist kein gesicherter Fall von Parodontopathie vorhanden. Jedoch liefern im Fall der

Gräber 557 und 311 die ersten Zähne (557.1 und 311.1) im Gegensatz zu den zweiten massiv schlechtere Resultate. Bei diesen Zähnen könnte die Anlagerung der Zuwachsringe durch eine Krankheit im Zahnhalteapparat gestört worden sein. Die makroskopische Betrachtung der Zähne zeigte im Fall von Zahn 557.1 leichte Auflagerungen im Wurzelbereich, im Fall von 311.1 keine Auffälligkeiten. Beim Zahn des Grabes 269 zeigte sich ein mögliches Doubling. Das ermittelte histologische Alter betrug 30 Jahre, das effektive Alter 22 Jahre. Nach der Rückrechnung (durchschnittlich ermittelte Ringzahl dividiert durch zwei, plus das Durchbruchsalter) ergab sich ein Wert von 21 Jahren, welcher praktisch mit dem effektiven Alter übereinstimmt. Die obengenannten Zähne wurden daher aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

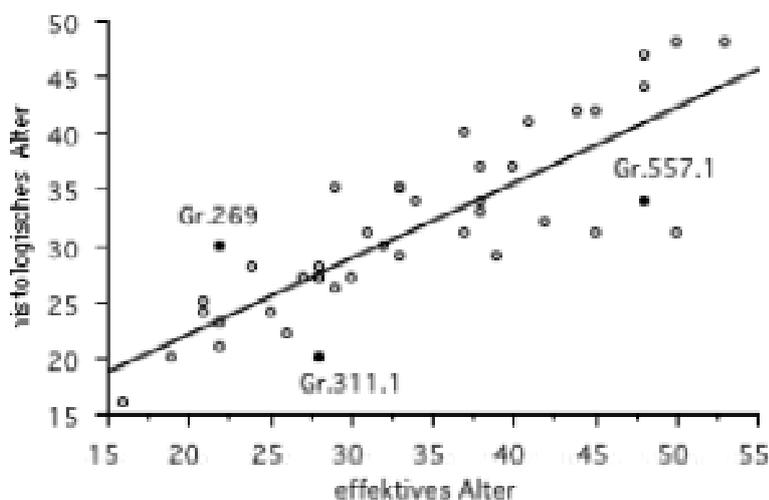


Abb. 13. Regressionslinie der Daten der gesamten Gruppe (ohne Gr. 1100), die ausgefüllten Punkte bezeichnen die im Text beschriebenen Zähne, welche aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden.

Nachdem die obengenannten Zähne zusätzlich zum Zahn des Grabes 1100 aus der Untersuchung ausschieden, ergab sich ein Korrelationswert von 0.87 und eine Steigung der reduzierten Hauptachse von 0.82.

Diskussion

Die Altersbestimmung mittels Zuwachsringen wird schon über 40 Jahre angewendet, trotzdem ist die Frage, warum sich im Verlauf eines Jahres zwei unterschiedlich mineralisierte Strukturen bilden, noch ungeklärt. Wie in der Einleitung erwähnt, wird die Ringbildung von einigen Autoren (Grue 1976; Grue and Jensen 1979) mit dem Klima in Zusammenhang gebracht. Aber nicht nur dieser eine Faktor kann für die Unterschiede in der Mineralisation des Zementes verantwortlich sein, denn auch Zähne von Haustieren zeigen dieses Phänomen, wenn auch in weniger starker Ausprägung (Grue and Jensen 1976) Weiter können laut Lieberman (1993) die Ernährung und laut Yoneda (1982) die Fortpflanzung bei der Ausbildung der Ringe eine Rolle spielen. Weil die Zementringe auch bei relativ konstanten exogenen Ein-

flüssen gebildet werden (bei Haustieren und beim heutigen Menschen), scheint eine endogene Regulierung der Zuwachsringsbildung sehr wahrscheinlich zu sein (Mitchell, 1967; Kolb, 1978; Grosskopf 1990. Generell handelt es sich bei der Ausbildung der Zementringe am ehesten um ein multifaktorielles Geschehen (Grue and Jensen 1979; Kagerer 2000) bei dem ein zircaannualer Rhythmus der Ringbildung in einem engen Zusammenhang mit dem endokrinen System steht (Alt und Türp 1997). In der Abb. 14 sind die möglichen Ursachen der Zementringbildung und die Einflüsse, welche sich auf die Beschaffenheit der Ringe auswirken können, aufgeführt. Ein besonderes Augenmerk soll auf den unter den exogenen Einflüssen aufgelisteten möglichen Einfluss einer Krankheit gerichtet werden.

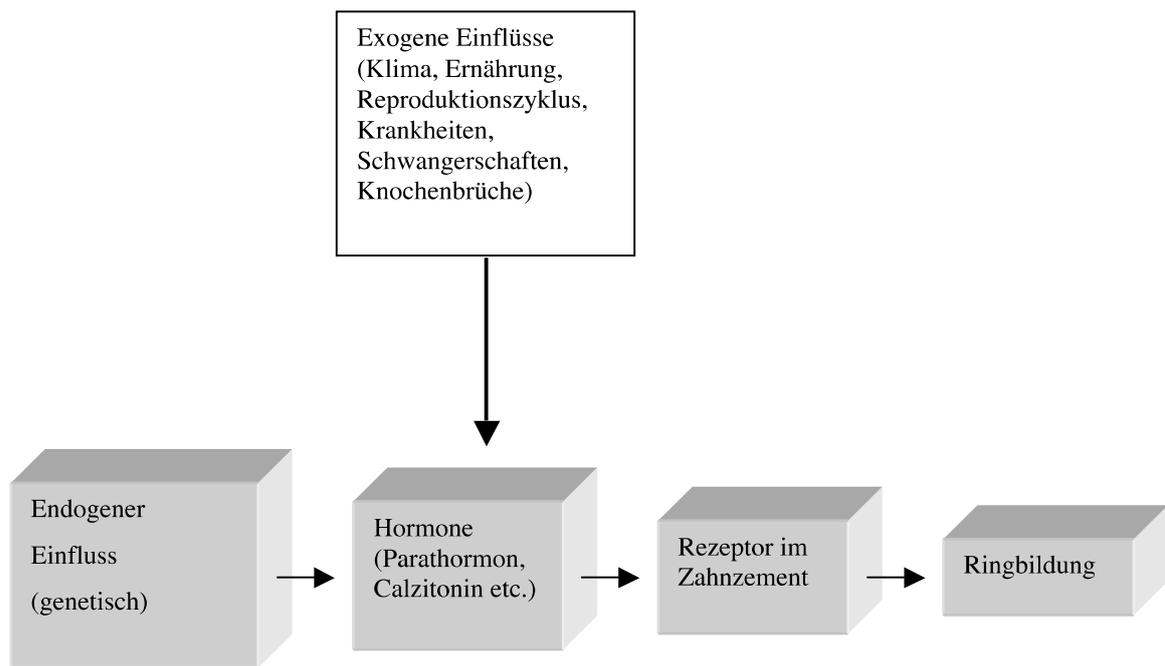


Abb. 14. Zusammenstellung der möglichen Faktoren, welche bei der jährlichen Anlagerung der Zementringe eine Rolle spielen.

Mögliche Auswirkungen der Tuberkulose auf die Zementringe

Wie im oberen Teil beschrieben, spielen Hormone bei der Ausbildung der Zuwachsrings eine grosse Rolle (Anlagerung des Zahnzementes). Eine Krankheit versetzt den Körper in eine Stresssituation, welche mehr oder weniger starken Einfluss auf den Hormonhaushalt nehmen kann. Stress bewirkt unter anderem eine Erhöhung des Cortisolspiegels im Blut und fördert die Katecholaminausschüttung. Cortisol führt zu einem Verlust von Knochenmatrix und fördert die Demineralisation des Knochens (Norman and Litwack 1997). Knochen und Zahnzement sind ähnliche Gewebe (Schroeder 2000), und daher könnte sich eine Verschiebung des Cortisolspiegels auch im Zahnzement bemerkbar machen. Durch die Ausschüttung von Katecholaminen wird das Mineraldepot reduziert und die Mobilisation der Mineralien erhöht. Ein solches Geschehen lässt sich nach Cipriano-Bechtle (noch in Bearbeitung) im Zahnzement eindeutig nachweisen (Kagerer 2000).

Kagerer (2000) zeigte in seiner Arbeit, dass Vorfälle, die in den Kalziumstoffwechsel eingreifen (Schwangerschaften, Heilung von Knochenbrüchen etc.), erfassbare Spuren qualitativer Art im Zahnzement hinterlassen. In quantitativer Hinsicht konnte er nur geringe Abweichungen vom erwarteten Wert feststellen. Im Fall von Tuberkulose wäre somit eher eine Auswirkung auf die Beschaffenheit der Ringe als auf die Frequenz der Ringbildung zu erwarten. Die Zähne, welche von Individuen stammen, die an Tuberkulose gestorben sind, sollten Veränderungen vor allem in den äusseren, zuletzt angelagerten Zementringen zeigen, weil die Endphase der Krankheit mit grosser Wahrscheinlichkeit die grösste Belastung für den Körper darstellte. Die Zuwachsringe könnten sich in Helligkeit, Dicke oder Homogenität von den weiter innen liegenden und von denen der gesamten Zahnzementschicht der Kontrollgruppe unterscheiden. Generell wurden bei mehreren Zähnen heller ausgebildete Zementringe beobachtet, wobei sich dieses Phänomen sowohl in der Kontroll- wie auch in der Tbc-Gruppe manifestierte. In der Tbc-Gruppe wurde es etwas häufiger und auch in stärkerer Ausprägung beobachtet. In der Kontrollgruppe konnte man bei den Zähnen von Gr. 317, 251, 557, 767, 1639, 1739, 1830 derartig gestaltete Ringe beobachten. Für diese gibt es keine Erklärungen, weil es sich bei den Todesursachen (Tab. 1) kaum um Ereignisse handelt, die direkten Einfluss auf den Kalziumstoffwechsel nehmen. Ob es sich bei diesen helleren Strukturen effektiv um weniger stark mineralisierte Strukturen handelt, oder ob es eher ein optisches Phänomen (Artefakte) darstellt, ist nicht ganz einfach zu beurteilen. Zu bemerken ist, dass sich diese helleren Ringe nicht auf allen Fotos bzw. Schnitten eines Zahnes nachweisen liessen. Diese Beobachtung machte auch schon Kagerer (2000).

Würde sich die Tuberkulose auf das Skelett ausweiten, wäre eine Auswirkung auf die Zementringe eher denkbar, als wenn sich die Tuberkulose nur auf sonstige Organe beschränkt. So hat Kagerer (2000) weder bei Schilddrüsenerkrankungen, Diabetes, Lebererkrankungen noch bei Mangelernährung qualitative Veränderungen der Zementringe festgestellt; auch Osteoporose zeigt nur qualitative Veränderungen bei Vorfällen, die Reparaturprozesse im Knochen nötig machten. Da die Krankengeschichten der Individuen der Sammlung von St. Johann zum grössten Teil noch nicht bearbeitet sind, können auch keine Daten über eine mögliche Knochentuberkulose erfasst werden. Folglich müssen Beobachtungen am Skelett diese Frage beantworten. Im Fall von Grab 14 fand sich diesbezüglich ein Hinweis bei Etter et al. (1993). Bei Grab 1412 sind starke Veränderungen am Skelett diagnostiziert worden, ob diese auf Tuberkulose zurückzuführen sind, konnte laut Lörcher (1996) nicht mit Sicherheit bestätigt werden. Jedenfalls liessen sich im Fall von Grab 14 auf mehreren Fotos (Phasenkontrast- und Interferenzbilder), zum Teil in ausgeprägter Form, helle Zementringe im äussersten Bereich des Zementes feststellen, im Fall von Grab 1412 konnten derartige Veränderungen im Zahnzement in etwas subtilerer Form beobachtet werden. Die Begründung für das Zustandekommen solcher eventuell mindermineralisierten Strukturen könnte sicherlich mit der Verschiebung des Kalziumhaushaltes, verursacht durch Knochentuberkulose, erklärt werden. Die Frage, ob es sich in den Fällen von Grab 14 und 1412 und bei den anderen Zähnen der Tbc-Gruppe, bei welchen dieses Phänomen aufgetreten ist, um das Resultat einer Knochentuberkulose handelt, bleibt offen. Weitere Untersuchungen wären zur Klärung dieser Fragen erforderlich.

Auswirkungen der Tuberkulose auf die Anlagerungsfrequenz der Zementringe

Die entscheidende Frage dieser Arbeit ist, ob die Anzahl der Zuwachsringe bei Zähnen von Tuberkulosekranken mehr vom erwarteten Wert abweicht als bei Zähnen der Kontrollgruppe.

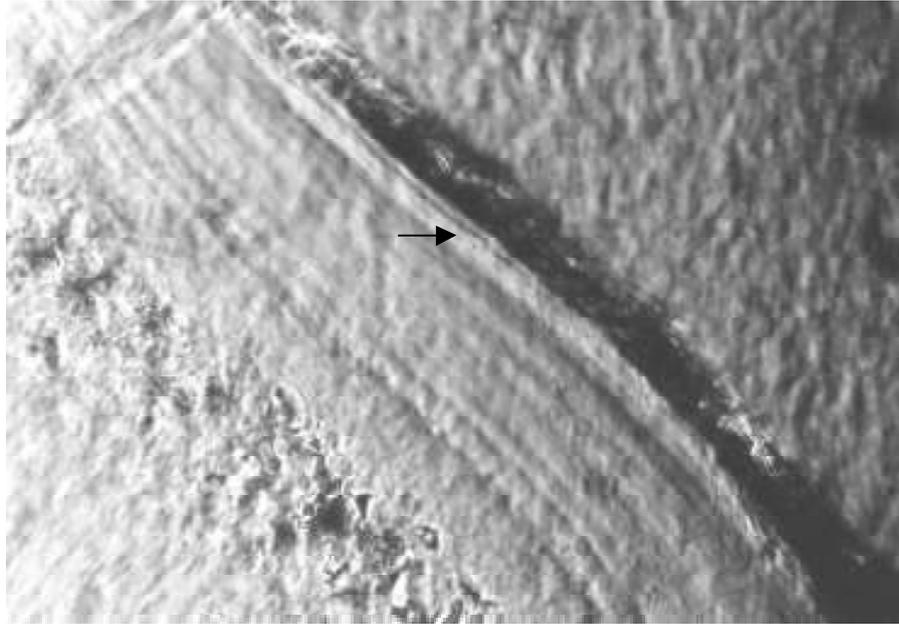


Abb. 15. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme, der Pfeil markiert die heller ausgebildeten Zementringe.

Im Abschnitt über den quantitativen Vergleich, wurde die Korrelation und Regression des effektiven Alters zum histologischen Alter der Tbc- und Kontrollgruppe ermittelt. Die Werte der zwei Gruppen wurden verglichen. Wenn je der gesamte Datensatz der zwei Gruppen verglichen wurde, zeigte die Tbc-Gruppe leicht schlechtere Werte als die Kontrollgruppe. Wenn man Gruppen zusammenstellte, die in Bezug auf die Geschlechter- und Altersverteilung praktisch identisch waren, zeigte die Tuberkulosegruppe bessere Werte als die Kontrollgruppe. Ob die Unterschiede signifikant sind, wurde mit dem Wilcoxon-Test geprüft. Dieser wurde mit den zwei zusammengestellten, oben erwähnten, Gruppen durchgeführt. Es konnte kein signifikanter Unterschied in der Differenz der histologisch ermittelten Alter zu den effektiven Altern zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden, weder in den Altersklassen noch in Bezug auf die effektiven Abweichungen.

Die Bestätigung, dass eine Krankheit wie die Tuberkulose keinen Einfluss auf die Anlagerungsfrequenz der Zuwachsringe nimmt, ist für die Art der Altersbestimmung sehr wichtig. Ansonsten wäre die Methode vor allem in der historischen Anthropologie nur begrenzt einsetzbar, weil doch ein Grossteil der früheren Bevölkerung an Tuberkulose erkrankte. Im Zusammenhang mit dem oben beschriebenen Resultat scheint die Möglichkeit, dass andere Krankheiten Einfluss auf die Anlagerungsfrequenz nehmen könnten, eher unwahrscheinlich, zumal auch Kagerer (2000) zeigte, dass Schilddrüsenerkrankungen, Diabetes, Lebererkrankungen, Mangelernährung, Osteoporose und Schwangerschaften keinen erfassbaren Einfluss auf die Quantität der Zuwachsringe nehmen. Die Zementringanlagerung scheint einen sehr konstanten Vorgang darzustellen, der quantitativ kaum exogenen Einflüssen unterworfen ist.

Qualitative Veränderungen innerhalb des Zahnzementes

Im Gegensatz zu den obengenannten helleren Ringen im äusseren Bereich des Zementes, wurden derartige Veränderungen auch innerhalb des Zementes festgestellt. Diese wurden - unabhängig ob in der Tbc- oder Kontrollgruppe - bei mehreren Zahnschnitten beobachtet. Weil derartige Auffälligkeiten bei mehreren Schnitten eines Zahnes festgestellt werden

konnten, handelt es sich mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht um eine zufällige Abnormität eines Zementringes. Bei diesen Ringen könnte eine verminderte Kalzifikation vorliegen, die mit einer Schwangerschaft, einem Knochenbruch usw. im Zusammenhang stehen könnte. An den Dünnschnitten des einen rezenten Zahnes wurde eine derartige Auffälligkeit entdeckt; diese konnte mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine bekannte Schwangerschaft im 29. Lebensjahr zurückgeführt werden. Der markante Ring konnte ca. an 15. Stelle beobachtet werden (Abb. 16); wird zu dieser Zahl das Durchbruchsalter des betreffenden Zahnes (10.5 Jahre) dazugerechnet, kommt man auf 26 Jahre mit einer Fehlerabweichung von ca. 10%. Die auffälligen Ringe auf den Zahnschnitten der bodengelagerten Zähne hängen wohl auch mit bestimmten Vorfällen zusammen. Diese konnten aufgrund der Tatsache, dass die Krankengeschichten noch nicht bearbeitet worden waren, keinen eindeutigen Ereignissen zugeordnet werden. Jedenfalls wurde beobachtet, dass derartige Veränderungen bei Frauen häufiger, nämlich bei 36 % der weiblichen Individuen, bei den männlichen hingegen nur bei 17 % auftraten.

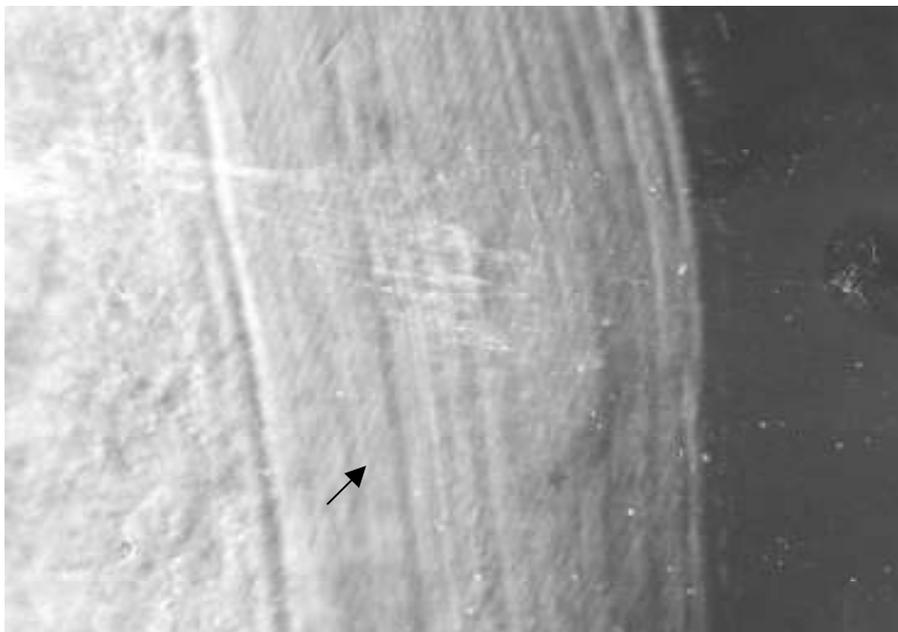


Abb. 16. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme, der Pfeil markiert den speziell ausgebildeten Zementring. Dieser erscheint auf der Aufnahme dunkel, was mit dem Verschieben des Phasenringes zusammenhängt.

Unterschiede zwischen Frauen und Männern

In dieser Arbeit konnte ein Unterschied in der Altersschätzung zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. In den zwei zusammengestellten Gruppen, die sich statistisch in ihrer Altersverteilung nicht unterschieden, verzeichneten die Frauen in Bezug auf Korrelation und lineare Regression bessere Werte als die Männer. Dieser Unterschied konnte aber mit dem Wilcoxon-Test nicht bestätigt werden. Dass bei Zähnen von Frauen die Altersschätzung bessere Resultate lieferte, wurde schon von Condon et al. (1986) erwähnt. Auch Kagerer (2000) konnte in seiner Untersuchung einen Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellen, in seiner Arbeit zeigten hingegen Zähne von Männern die besseren Resultate. In der Studie von Kvaal and Solheim (1995) konnte ein Unterschied zwischen den Geschlechtern nicht bestätigt werden. Kagerer (2000) erklärte die besseren Werte der Männer damit, dass in seiner Studie

bei Frauen eher die Tendenz vorhanden war, Zähne länger zu erhalten, sie also erst bei einem schlechteren Zustand extrahieren zu lassen. Bei solchen Zähnen ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Zementschicht durch Periodontalkrankheiten beeinträchtigt wurde. Condon et al. (1986) gaben keine Begründung an, warum in ihrer Studie Zähne von Frauen die besseren Resultate lieferten. Auch in der hier vorliegenden Studie ergaben Zähne von Frauen tendenziell die bessere Altersschätzung. Dabei könnte es sich aber auch um ein zufälliges Phänomen handeln, vor allem weil sich nach Überprüfung mit dem Wilcoxon-Test herausstellte, dass der Unterschied nicht signifikant ist. Um die Frage, ob und warum ein Unterschied in der Altersschätzung zwischen den Geschlechtern besteht, eindeutig zu klären, müssten sicherlich weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Altersbestimmung mittels Zahnzement bei älteren Individuen

Dass Zähne von Individuen mit zunehmendem Alter eine schlechtere Altersschätzung aufweisen, wurde von mehreren Autoren (Condon *et al.*, 1986; Lipsinic *et al.*, 1986; Kvaal and Solheim, 1995; Stein and Corcoran, 1994) erwähnt. Auch in dieser Studie zeigten Zähne älterer Individuen grössere Abweichungen (in Jahren) als jüngere; dies ist unter anderem an der grösseren Streuung der Punkte in höherem Lebensalter zu erkennen (siehe Abb. 22).

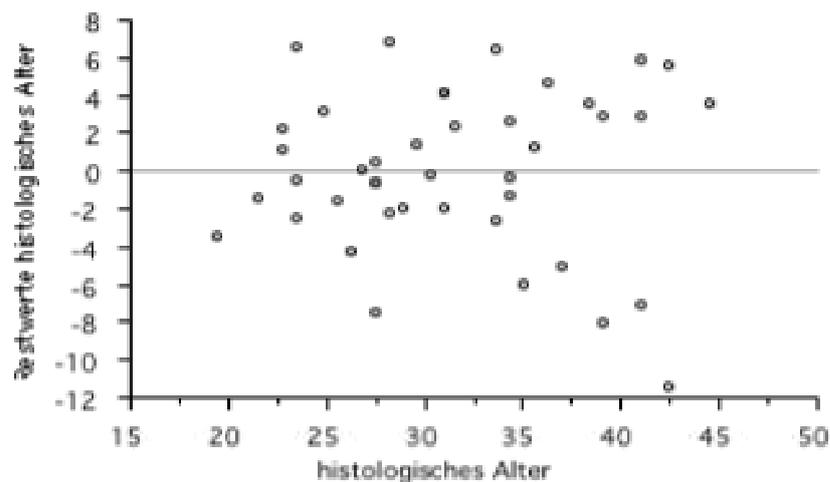


Abb. 17. Restwerte (Abweichungen der histologisch ermittelten Alter in Bezug zur Regressionslinie) der gesamten Daten (ohne Gr. 1100).

Werden die Abweichungen aber in Bezug auf das Alter gesehen, das heisst als prozentuale Abweichung zum Alter angegeben, zeigen jüngere Individuen (16-25 Jahre) höhere Abweichungen als ältere (45-53 Jahre). In dieser Untersuchung wurden keine Zähne von Individuen über 60 Jahren untersucht, dies wäre aber erforderlich, um die Frage, ob ältere Individuen eine schlechtere Altersschätzung aufweisen, definitiv zu beantworten. Ein Grund, warum Zähne von älteren Individuen schlechtere Resultate liefern, kann mit dem Zustand der Zähne zusammenhängen. Zähne älterer Individuen sind sicherlich mehr von Periodontalkrankheiten betroffen, und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Grossteil der Zementschicht in Mitleidenschaft gezogen wurde, ist relativ gross. Ein weiterer Grund können die mit zunehmendem Alter näher beisammenliegenden Zementringe sein, denn dies erschwert die Erkennung der

einzelnen Ringe mit der Folge, dass man zu tiefe Zählergebnisse erhält. Möglicherweise könnte sich die Anlagerungsfrequenz der Zementringe mit zunehmendem Alter verlangsamen (Condon et al. 1986). Weitere Untersuchungen, die zur Klärung dieser Fragen beitragen würden, wären für diese Art der Altersbestimmung sicherlich von Nutzen.

Methodische Punkte

Schleifen und Polieren der Zahnschnitte

Wie beschrieben, erbrachten die geschliffenen und polierten Zahnschnitte keine besseren Resultate als die unbehandelten. Diese Aussage beruht zwar nur auf dem Vergleich der Zählergebnisse eines Zahnes, von dem unbehandelte und behandelte Zahnschnitte angefertigt wurden. Aber auch Grosskopf (1990) und Kagerer (2000) erwähnen in ihren Arbeiten, dass solch aufwendige Verfahren keine bessere Altersbestimmung erlauben. Im Gegenteil, Kagerer (2000) schreibt, dass die Zementringerkennung dadurch eher erschwert wird (Abb. 18/19).

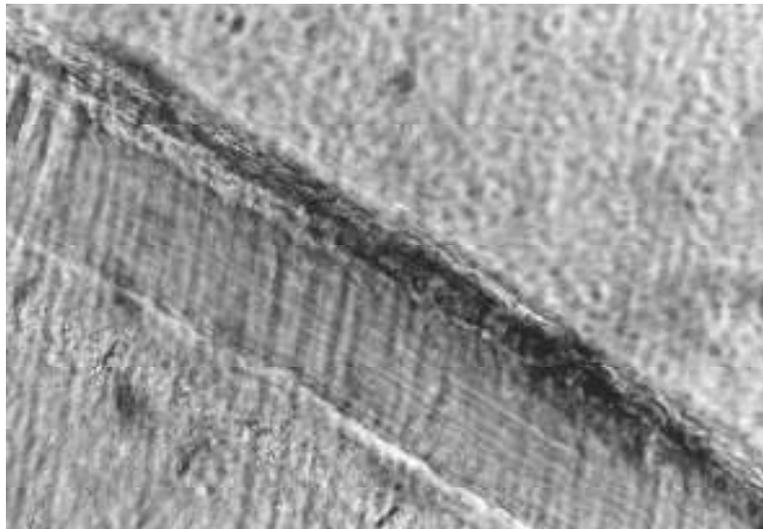


Abb. 18. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme: unpoliert

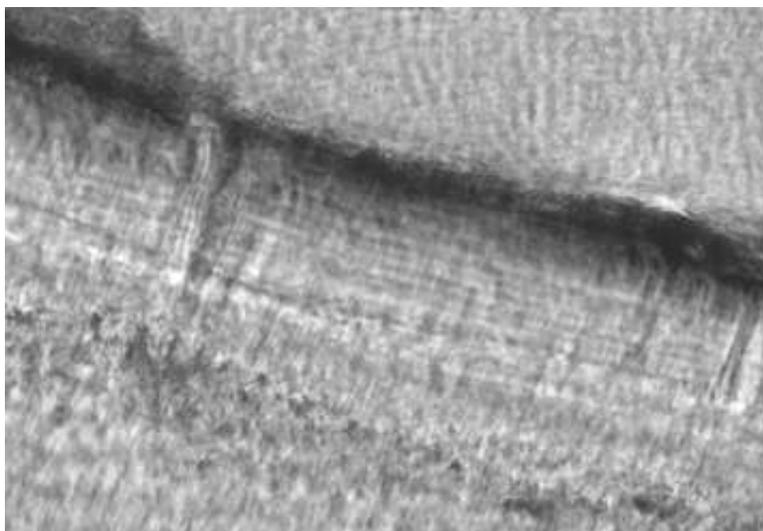


Abb. 19. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme: poliert

Färben

Wenn Zahnschnitte eingefärbt werden sollen, müssen diese vorgängig geschliffen und poliert werden, damit die Farbe nicht in den Rillen anhaftet. Nach Einfärbung des Zementes konnten zwar einige Zementringe dargestellt werden, doch traten diese nur verschwommen und ungleich stark angefärbt in Erscheinung. Daher wurden keine weiteren Versuche in diese Richtung unternommen, unter anderem auch, weil Grosskopf (1990) und Kagerer (2000) von solch zeitintensivem Prozedere abraten.

Mikroskopische Techniken

In der hier vorgelegten Studie wurde vor allem mit dem Durchlichtmikroskop bei leicht verschobenem Phasenkontrasting gearbeitet. Diese Art der Mikroskopie verwendeten sowohl Grosskopf (1990), Cipriano-Bechtle et al (1996) wie auch Kagerer (2000). Sie alle arbeiteten auch mit ungefärbten Präparaten. Zudem wurde noch je ein Bild eines Zahnes ausgewertet, bei welchem die Interferenzmikroskopie angewendet wurde. Der untenstehende Vergleich zeigt, dass sich die Zementringe mit dieser Art der Mikroskopie auch sehr gut darstellen lassen. Der Vergleich der beiden Bilder lässt den Verdacht aufkommen, dass sich die Ringe mit der Interferenzmikroskopie präziser darstellen lassen. Im Allgemeinen kann aber nicht gesagt werden, welche Mikroskopieart zu bevorzugen ist, denn dies muss von Fall zu Fall neu entschieden werden.

Vergleich Phasenkontrast- und Interferenzbild

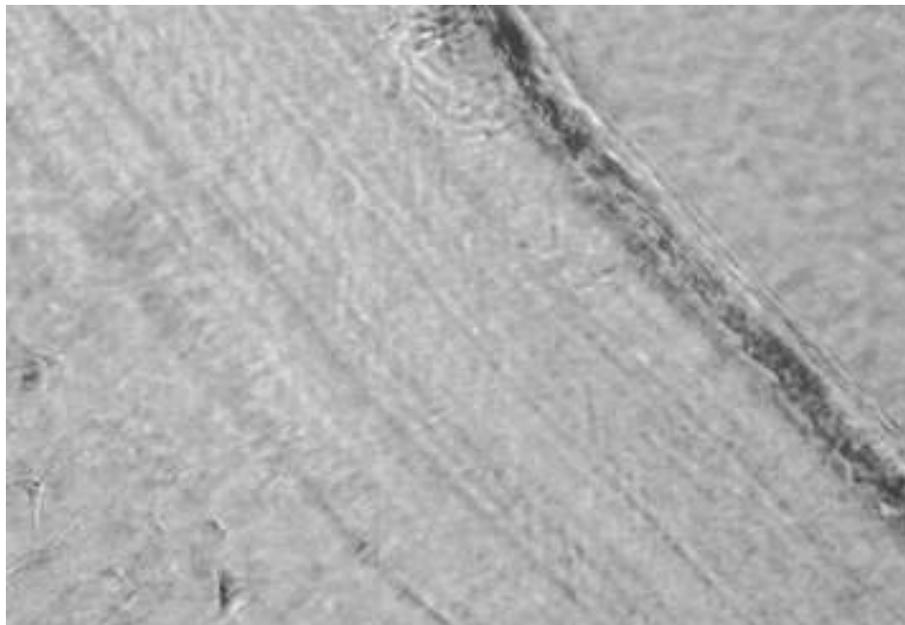


Abb. 20. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme

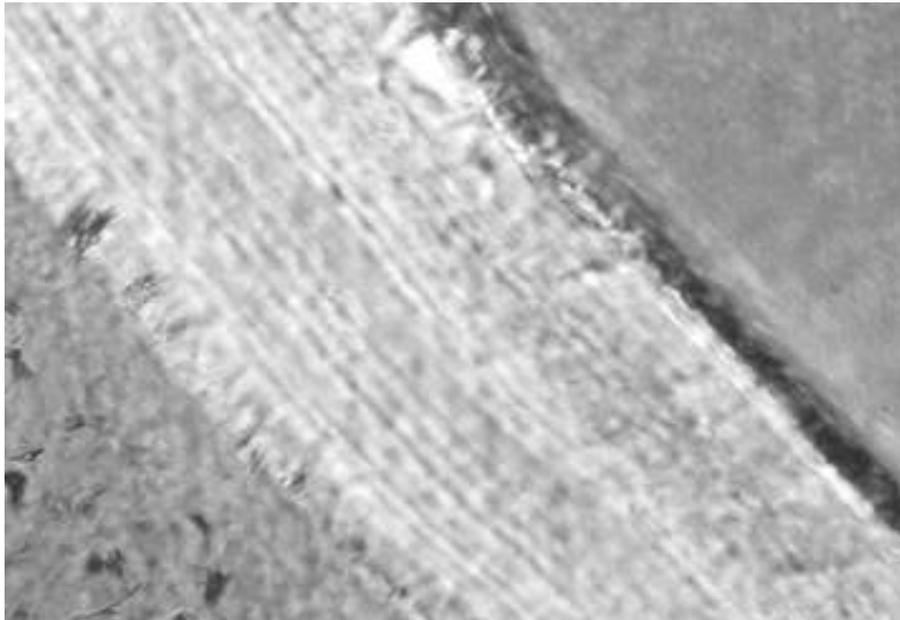


Abb. 21. Interferenzmikroskopische Aufnahme

Auszählen der Ringe

Das Zählen der Zementringe stellt einen heiklen Punkt dar, weil die Erfassung der Ringe nicht immer ganz einfach ist. Häufig sind die Zuwachsringe nur andeutungsweise oder in gewissen Bereichen gar nicht zu erkennen, dies kann unter Umständen dazu führen, dass man zu tiefe Zählergebnisse erhält. Demgegenüber können Artefakte fälschlicherweise als Zuwachsringe interpretiert werden, was dann zu hohe Zählergebnisse zur Folge hat. Häufig sind die Zuwachsringe nicht durchgehend gleich gut erkennbar. In diesen Fällen kann ein versetztes Auszählen von Vorteil sein. Der äusserste Bereich des Zementes enthält mitunter diffus erscheinende Zementringe, und es ist nicht immer einfach zu erkennen, welches der zuletzt gebildete Zementring ist; erschwert wird dies noch durch zum Teil am äusseren Rand vorhandene „Spiegelungen“ (Abb. 22). Bei der Anwendung eines neueren Mikroskops waren diese Spiegelungen, bei denen es sich höchstwahrscheinlich um ein optisches Phänomen (Artefakte) handelt, weniger häufig zu beobachten. Das Auszählen der Ringe kann direkt am Computer oder an Abzügen erfolgen. In dieser Arbeit wurden die Auszählungen vor allem an den Fotos vorgenommen, nur bei den Interferenzbildern erfolgte sie direkt am Bildschirm. Welche Art des Auszählens einfacher und genauer ist, hängt sicherlich vor allem mit der Person zusammen, welche diese ausführt. Ein Vorteil des direkten Auszählens am Bildschirm ist, dass das Entwickeln der Fotos, welches zusätzliche Zeit beansprucht, wegfällt.

Auszählen der Zementringe mit Hilfe von Plots

Das Auszählen der Zementringe, nach deren Umsetzung in eine graphische Darstellung (Plot), wurde in dieser Arbeit als weitere Variante zur Auszählung der Zementringe vorgeschlagen. Ob sich diese Auszählungsart von einer weiteren Person wiederholen lässt, wurde, wie beschrieben, getestet. Diese Art des Auszählens zeigte verglichen mit der herkömmlichen nur leicht schlechtere Resultate, doch ist das Anfertigen und Auswerten der Plots mit zusätzlicher Arbeit verbunden.

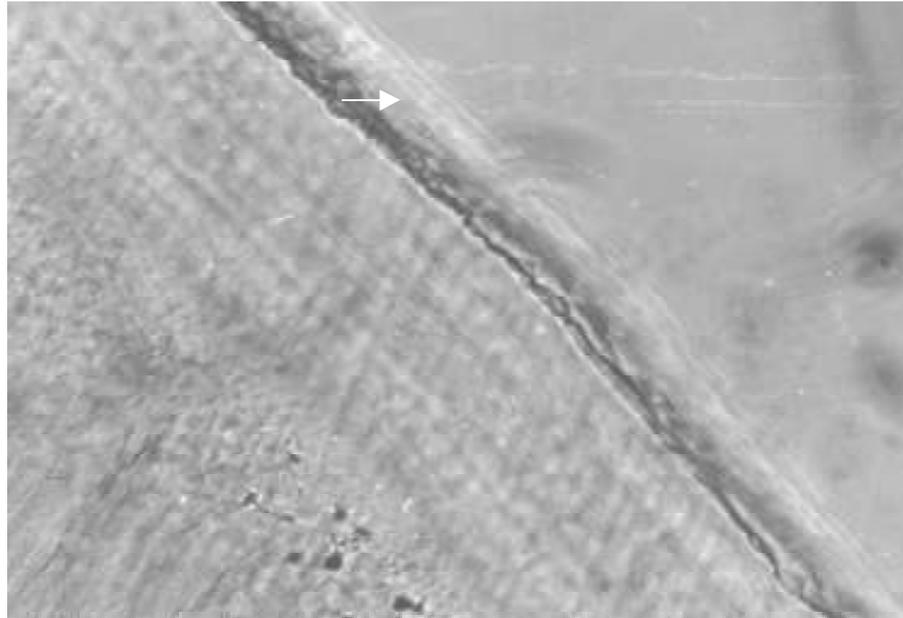


Abb. 22. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme, der Pfeil markiert die Spiegelungen.

Die Auszählung der Peaks (Zuwachsringe) erfolgte manuell, doch wäre das Ziel einer solchen Auswertung der Zementringe, dass die Auszählung durch den Computer ausgeführt würde. Dafür wären noch mehr Investitionen erforderlich. Ein weiteres Potential dieser Art der Zementringauswertung könnte die Erfassung von Mineralisationsunterschieden der Zementringe sein, welche sich anhand des Graustufenanteils (Helligkeit des Zementes) erfassen lassen. Derartige Mineralisationsunterschiede können, wie schon mehrmals erwähnt, mit Schwangerschaften, Knochenbrüchen und weiteren Vorfällen zusammenhängen.

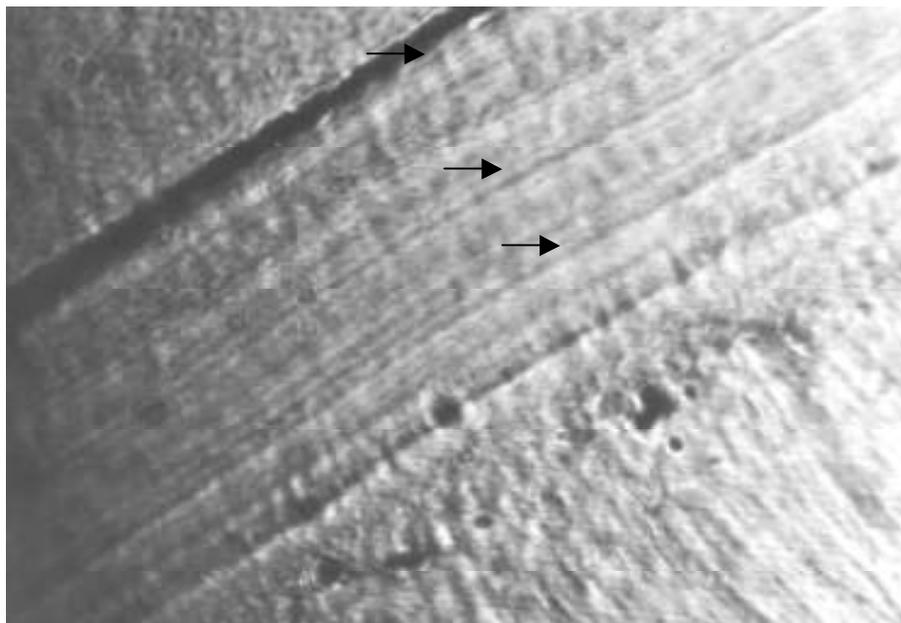


Abb. 23. Phasenkontrastmikroskopische Aufnahme, die Pfeile markieren die speziell ausgebildeten Zementringe.

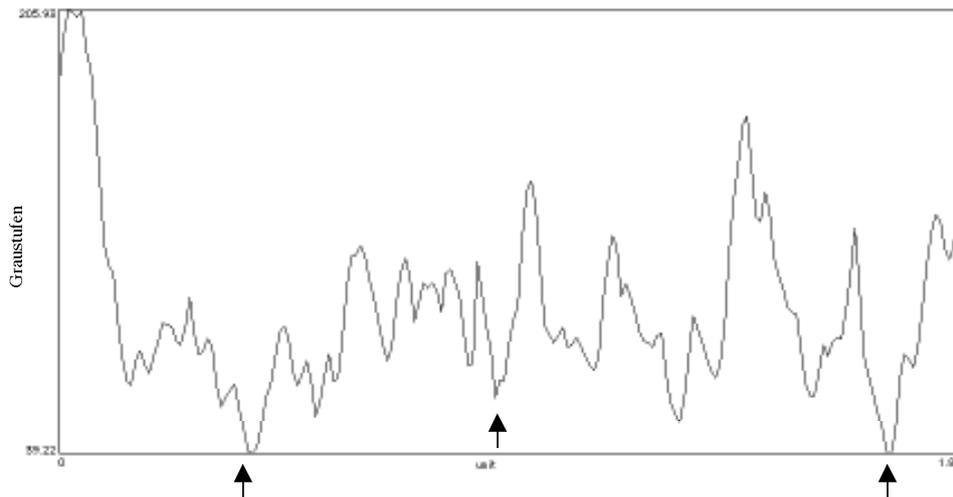


Abb. 24. Plot der Abb. 23; die Pfeile markieren die speziell ausgebildeten Zementringe.

Anzahl der Zahnschnitte und Fotos pro Zahn

Charles et al. (1986) haben in ihrer Arbeit erwähnt, dass die Genauigkeit der Altersbestimmung steigt, wenn mehr Schnitte beziehungsweise mehr Abzüge von den Schnitten gemacht werden. In dieser Studie sind fünf Schnitte pro Zahn und mindestens sechs Abzüge gemacht worden, was verhältnismässig wenig ist, verglichen mit anderen Arbeiten. Dies erklärt eventuell unter anderem die etwas weniger guten Resultate. Mehr Zählungen durchzuführen verbessert die Altersschätzung nach Charles et al. (1986) nur um ein Geringes.

Anzahl der untersuchten Zähne pro Individuum

In dieser Arbeit war vorgesehen, einen Zahn pro Individuum zu schneiden. In einigen Fällen wurde mehr als ein Zahn verwendet, weil der erste Zahn eine starke Abweichung in der Altersschätzung vom effektiven Alter aufwies. Von den zweiten Zähnen erhielt man eine gute Altersbestimmung. Die Untersuchung mehrerer Zähne würde die Genauigkeit der Altersbestimmung mit Sicherheit verbessern. Dies wäre aber noch mit viel mehr Aufwand verbunden, als wenn mehr Schnitte und Abzüge angefertigt würden. Neben der Altersbestimmung mittels Zahnzement sollte immer noch eine Altersschätzung mit Hilfe des Skelettes durchgeführt werden. Ist das Skelett in einem schlechten Zustand oder gar nicht vorhanden, wäre es von Vorteil, mehr als einen Zahn zu untersuchen, denn bei makroskopischer Betrachtung eines bodengelagerten Zahnes kann zwar der Zustand des Zementes erfasst werden, doch lässt sich kaum voraussagen, ob der Zahn für eine gute Altersschätzung zu gebrauchen ist.

Altersbestimmung an bodengelagerten Zähnen

Schon Condon et. al. hatten einen bodengelagerten Zahn untersucht. Sie konnten eine Zählung der Zementringe vornehmen, obwohl die Zuwachsringe, ihrer Angabe nach, weniger deutlich zu erkennen waren als bei rezenten Zähnen. Grosskopf (1990) hatte eine grössere Anzahl bodengelagerter Zähne mit unterschiedlicher Liegezeit und Liegemilieu untersucht. Sie hatte eine Altersbestimmung mittels Zahnzement durchgeführt und mit den morphologischen Daten

verglichen. In den meisten Fällen erhielt sie vergleichbare Werte. Auch die Untersuchung von Wright (1990) ergab ähnliche Ergebnisse. Eine Überprüfung der histologisch ermittelten Alter konnten aber weder Grosskopf noch Wright vornehmen, weil das tatsächliche Alter der Individuen nicht bekannt war. Die Zementringe könnten durch längere Bodenlagerung verändert werden, daher scheint es sinnvoll, die Effizienz dieser Altersbestimmungsart in Bezug auf bodengelagerte Zähne nochmals genauer zu überprüfen und die Resultate mit denen von rezenten Zähnen zu vergleichen. Dafür wurde hier vorerst der gesamte Datensatz ausgewertet. Sinnvollerweise wurde ein markanter Ausreisser (Abweichung von -29 Jahren) aus der Statistik ausgeschlossen. Dabei ergaben sich ein Korrelationswert von 0.84 und ein Steigungswert der reduzierten Hauptachse von 0.81. Werden zudem Zähne mit möglichen Parodontopathien und Doubling aus der Auswertung ausgeschlossen, lassen sich noch leicht bessere Werte verzeichnen. Die oben erwähnten statistischen Parameter dieser Studie liegen im Rahmen anderer Arbeiten. Wobei erwähnt werden muss, dass dort bezüglich der Methodik eine andere Vorgehensweise gewählt wurde. Daher war es sinnvoll, die vorliegenden Ergebnisse mit denjenigen von Grosskopf (1990) und Kagerer (2000) zu vergleichen, welche ähnlich arbeiteten. Um die Effizienz der Methode zu überprüfen, errechneten sie die prozentuale Abweichung des histologisch ermittelten Alters vom effektiven Alter. Dabei erhielten sie eine Fehlerabweichung von ca. 9-10 %. In dieser Arbeit lag die Fehlerabweichung bei ca. 11 %. Der leicht schlechtere Wert kann mit verschiedenen Faktoren zusammenhängen. So wurden in der hier vorgelegten Studie deutlich weniger Zahnschnitte angefertigt, was, wie schon früher erwähnt, die Genauigkeit der Altersschätzung herabsetzt. Auch entspricht das hauptsächlich in dieser Studie verwendete Mikroskop nicht mehr ganz den heutigen Anforderungen. Mit einem neueren Mikroskop kann sicherlich eine höhere Qualität in der Darstellung der Zementringe erreicht werden.

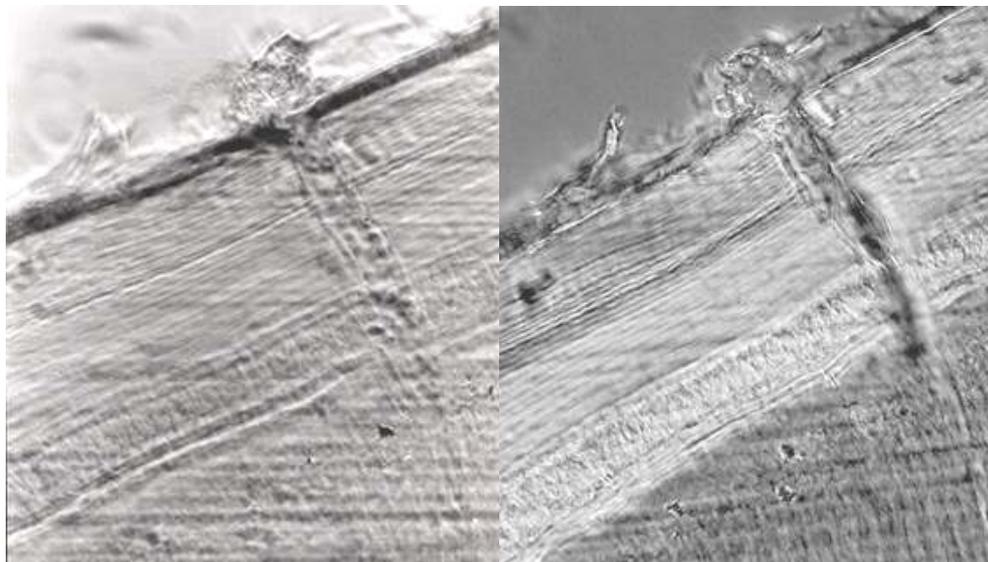


Abb. 25. Phasenkontrastbild (altes Mikroskop) Phasenkontrastbild (neues Mikroskop)

Das durchschnittliche Sterbealter der Individuen, deren Zähne in dieser Studie untersucht worden sind, liegt, verglichen mit demjenigen aus der Arbeit von Grosskopf (1990) und Kagerer (2000), relativ tief. Mehrere Autoren (Condon et al. 1986; Lipsinic et al. 1986; Stein and Corcoran 1994; Kvaal and Solheim 1995) erwähnten in ihren Arbeiten, dass Zähne von älteren Individuen eine schlechtere Altersbestimmung aufweisen. Aufgrund dieser Annahme

sollten die Resultate dieser Arbeit - verglichen mit anderen Studien - dementsprechend besser ausfallen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die prozentuale Abweichung der Altersschätzung bei älteren Individuen effektiv höher liegt. Die prozentualen Abweichungen in der Altersschätzung von 16-25jährigen wurden in dieser Studie mit denen von 45-53jährigen verglichen. Es zeigte sich, dass die jüngere Altersgruppe sogar leicht höhere Abweichungen aufwies. Um diesbezüglich eine eindeutige Aussage zu machen, müsste die prozentuale Abweichung in der Altersschätzung bei noch älteren Individuen untersucht werden. Die prozentuale Fehlerabweichung in dieser Studie muss aufgrund des tieferen Durchschnittsalters der Individuen, deren Zähne untersucht worden sind, nicht zwingend tiefer liegen. Es soll hier erwähnt werden, dass Gründe vorliegen, die sowohl ein schlechteres wie auch ein besseres Resultat zur Folge haben könnten. In Bezug auf die Korrelation, die Steigung der reduzierten Hauptachse wie auch die prozentuale Fehlerabweichung liegen die Werte dieser Studie allgemein gesehen im Bereich anderer Arbeiten. Daraus folgt, dass die Altersbestimmung mittels Zahnzement auch auf bodengelagertes Material angewendet werden kann, was für die historische Anthropologie von grossem Interesse ist, weil die herkömmliche Altersbestimmungsmethode anhand des Skelettes nur bei guter Erhaltung der Knochen durchgeführt werden kann. Zähne werden meistens besser überliefert als Knochen und daher kann man in vielen Fällen, in denen die Knochen schlecht erhalten oder nur zum Teil vorhanden sind, die Altersbestimmungsmethode mittels Zuwachsringen im Zahnzement einsetzen.

Weitere Vergleiche mit anderen Arbeiten

Doubling

Dieses Phänomen, bei dem zwei Zementringe pro Jahr gebildet werden, konnte schon in tierexperimentellen Studien beobachtet werden (Spinage 1976; Grue and Jensen 1979; Stott et al. 1980) In der hier vorliegenden Arbeit konnte nur bei einem Zahn, das heisst bei 2.3 % der gesamthaft untersuchten Zähne ein mögliches Doubling beobachtet werden. Dieser prozentuale Anteil liegt, verglichen mit Arbeiten von Condon et al (1986) und Cipriano-Bechtle et al. (1996), relativ tief, wobei auch Kagerer (2000) nur bei 1.25 % der Zähne ein Doubling feststellen konnte.

Periodontalkrankheiten

Definition: Es handelt sich dabei um entzündliche, degenerative und involutive Prozesse im Parodontium (Lautenbach 1992). Das Parodontium besteht aus dem Wurzelzement und der Wurzelhaut (Periodontium, Desmodont), dem marginalen Zahnfleischsaum und dem Alveolarknochen (Thiele et al. 1980) Weil ein funktionstüchtiges Desmodont für die Zementanlagerung erforderlich ist (Schroeder 2000), kann eine Erkrankung dieses Gewebes zu einer gestörten Zementanlagerung führen. In den Studien von Kagerer (2000) und Condon et al. (1986) wurden schlechtere Resultate in der Altersschätzung unter anderem mit periodontalen Prozessen in Verbindung gebracht. Diese Erkrankung lässt sich bei frisch extrahierten Zähnen weit einfacher nachweisen als bei bodengelagerten Zähnen. In der hier vorgelegten Arbeit konnte bei gewissen Zähnen ein periodontaler Vorgang vermutet werden. So wiesen die ersten Zähne von je zwei Individuen eine schlechte Altersbestimmung auf. Die Untersuchung von je einem weiteren Zahn derselben Individuen ergab eine gute Altersschätzung. Aufgrund dessen könnte bei den ersten geschnittenen Zähnen ein periodontaler Prozess für die schlechtere Altersbestimmung verantwortlich gewesen sein.

Keine Zuwachsringe

In der Arbeit von Condon et al. (1986) wurde erwähnt, dass ein kleiner Anteil von Zähnen keine oder unvollständig ausgebildete Zementringe zeigten. In dieser Untersuchung liessen sich bei allen Zahnpräparaten Zementringe darstellen, wenn auch in sehr unterschiedlicher Qualität.

Reduzierte Hauptachsen-Regression

Diese spezielle Art der allometrischen Analyse ist für biologische Daten sehr geeignet, weil ein Fehler in beiden Variablen erlaubt ist (Harvey and Pagel 1991). Condon et al. (1986) verwendeten diese Methode, mit der Begründung, dass bei einer jährlichen Anlagerung der Zementringe eine Steigung von Eins und ein y-Achsen Abschnitt von Null zu erwarten wäre.

Dank

Herrn Prof. Dr. R. D. Martin danke ich für die Leitung und Betreuung der Diplomarbeit; bei der A. H. Schultz-Stiftung möchte ich mich für die finanzielle Unterstützung bedanken.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei Frau Elisabeth Langenegger für die ausgezeichnete praktische Instruktion und die aufmerksame Betreuung während der ganzen Zeit meiner Diplomarbeit.

Ein Dank geht auch an Herrn PD Dr. Hu. F. Etter von der Universität Basel, der mir freundlicherweise das Material für diese Untersuchung zur Verfügung stellte, sowie an Frau Marianne Lörcher, die mir bei der Materialbesorgung geholfen hat.

Ich bedanke mich auch bei Frau Prof. Dr. G. Grupe von der Universität München und ihren Mitarbeitern für die an ihrem Institut gewährte Gastfreundschaft und die wertvollen weiterführenden Hinweise.

Ein weiterer Dank gilt auch Frau PD Dr. Charlotte Hemelrijk für die Betreuung im Bereich der Statistik.

Ein Dank geht ferner an Markus Gisi für das Entwickeln der Fotos und die vielen hilfreichen Tipps in Bezug auf den Computer und zudem an Beno Schoch für die praktischen Hilfeleistungen.

Bedanken möchte ich mich bei Frau Jocelyne Leclerc und bei Frau Kati Zlinszky für die Unterstützung in der Laborarbeit.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meinen Eltern, die mir das Studium ermöglichten und auch bei meinem Freund Silvan, der mir immer hilfreich zur Seite stand.

Bibliographie

Alt K. W., Türp J. C. 1997

Die Evolution der Zähne: Phylogenie-Ontogenie-Variation. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin.

Aufderheide A. C., Rodrigues-Martin C. 1998

The Cambridge encyclopedia of human paleopathology. Cambridge University Press, Cambridge.

Böck P., Denk H, Künzle H., Plenk H., Rüschoff J., Sellner W. 1989

Romeis Mikroskopische Technik. 17. Auflage. Urban und Schwarzenberg, München.

Bogenrieder A., Collatz K.G., Kössel H., Osche G. 1985

Lexikon der Biologie. Herder, Freiburg.

- Burckhardt A. 1908
Demographie und Epidemiologie der Stadt Basel während der letzten drei Jahrhunderte 1601 - 1909.
F. Reinhardt Universitätsdruckerei, Basel.
- Charles D. K., Condon K., Cheverud J. M. and Buikstra J. E. (1986)
Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. I. Tooth variability and observer error.
Am. J. Phys. Anthropol. 71, 311-320.
- Cipriano-Bechtle A., Grupe G., Schröter P. 1996
Ageing and life expectancy in the early Middle Ages. *Homo* 46, 267-279.
- Condon K., Charles D. K. (1983)
Evaluation of the cemental annulation ageing technique. Am. J. Phys. Anthropol. 60, 183 (abstract).
- Condon K., Charles D. K., Buikstra J. E. 1985
Quantitative evaluation of the cementum annulation ageing technique in humans. Am. J. Phys. Anthropol. 66, 157 (abstract).
- Condon K., Charles D.K., Cheverud J.M. and Buikstra J.E. 1986
Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. II. Estimates und accuracy. Am. J. Phys. Anthropol. 71, 321-330.
- Dickson G.R. 1984
Methods of calcified tissue preparation. Elsevier, Amsterdam.
- Etter Hu. F., Bockmühl P., Heinrichs Ch., Hitz I., Hotz G., Lörcher M., Rigert E., Schröder S., Uhl, A. 1993
Armut, Krankheit, Tod im frühindustriellen Basel. Der Spitalfriedhof St. Johann in Basel. Funde und Befunde aus einer anthropologischen Ausgrabung. Veröff. Naturhist. Mus. Basel Nr. 25.
- Geusa G., Bondioli L., Capucci E., Cipriano A., Grupe G., Savorè C., Macchiarelli R. 1999
Dental cementum annulations and age at death estimation. Digital Archives of human Paleobiology. 2. CD-ROM.
- Grosskopf B. 1989
Incremental lines in prehistoric cremated teeth. Z. Morph. Anthropol. 77, 309-311.
- Grosskopf B. 1990
Individualaltersbestimmung mit Hilfe von Zuwachsringen im Zement bodengelagerter menschlicher Zähne. Z. f. Rechtsmed. 103, 351-359.
- Grue H. 1976
Non-seasonal incremental lines in tooth cementum of domestic dogs (*Canis familiaris* L.). Dan. Rev. Game Biol. 10, 1-8.
- Grue H., Jensen B. 1973
Annular structures in canine tooth cementum in red foxes (*Vulpes vulpes* L.) of known age. Dan. Rev. Game Biol. 8, 1-12.
- Grue H., Jensen B. (1976)
Annual cementum structures in canine teeth in arctic foxes (*Alopex lagopus* L.) from Greenland and Denmark. Dan. Rev. Game Biol. 10 no. 3.
- Grue H., Jensen B. 1979
Review of the formation of incremental lines in tooth cementum of terrestrial mammals. Dan. Rev. Game Biol. 11, 1-48.

- Hadley M. E. 1992
Endocrinology. 3th Edition. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.
- Harvey P., Pagel M. 1991
The comparative methode in evolutionary biology. Oxford University Press, Oxford.
- Helm S., Seidler B. 1974
Timing of permanent tooth emergence in Danish children. Comm. Dent. Oral Epid. 2, 122-129.
- Hildebrandt H. (Hrsg.) 1994
Psyhyrembel: Klinisches Wörterbuch. 257. Auflage. Walter de Gruyter, Berlin.
- Kagerer P. 2000
Die Zahnzementzuwachsringe - Stumme Zeugen oder dechiffrierbare Annalen in der Paläopathologie, Paläodemographie und Rechtsmedizin? Diss. Fakultät für Biologie, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Kay R. F., Rasmussen D. T. and Beard K. C. 1984
Cementum annulus counts provide a means for age determination in *Macaca mulatta* (Primates, Anthroidea). Folia Primatol. 42, 85-95.
- Kolb H. 1978
The formation of lines in the cementum of premolar teeth in foxes. J. Zool. Soc., Lond. 185, 259-263.
- Kvaal S. I., Solheim T. 1995
Incremental lines in human dental cementun in relation to age. Eur. Oral Sci. 103, 225-230.
- Lautenbach E. 1992
Wörterbuch Zahnmedizin. Zahn, Mund, Kiefer, Gesicht. Verlag für Zahnmedizin, Hanau.
- Lieberman D. 1993
Life history variables preserved in dental cementum microstructure. Science 261, 1162-1164.
- Lipsinic F. E., Paunovich E., Houston G. D. and Robinson S. F. 1986
Correlation of age and incremental lines in the cementum of human teeth. J. Forens. Sci. 31, 982-989.
- Lörcher M. 1996
Der äussere St. Johann-Gottesacker zu Basel: Frauenbestattungen erzählen. Unpubl. Diplomarbeit Sem f. Ur- und Frühgesch. Univer. Basel.
- Martelli S. 1999
Manual für Einbettungstechnik der Zahnzementanalyse. Anthrop. Instit. der Universität Zürich.
- Miller C.S., Dove S.B. and Cottone J.A. (1988) Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. J. Forens. Sci. 33, 137-143.
- Mitchell B. 1967
Growth layers in dental cement for determining the age of red deer (*Cervos elaphus L.*). J. Anim. Ecol. 36, 267-293.
- Mjör I. A., Fejerskov O. 1979
Histology of the human tooth. 2nd Edition. Munksgaard, Copenhagen.
- Naylor J. W., Miller W. G., Stokes G. N. and Stott G. G. 1985
Cemental annulation enhancement: A technique for age determination in man. Am. J. Phys. Anthrop. 68, 197-200.

- Norman A.W., Litwack G. 1997
Hormones. 2nd Edition. Academic Press, San Diego.
- Provenza D. V., Seidel W. 1986
Oral histology: Inheritance and development. 2nd Edition. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Schroeder H. E. 2000
Orale Strukturbiologie. 5. Aufl. G. Thieme Verlag, Stuttgart.
- Schumacher G. H., Schmidt H., Börnig H., Richter W. 1990
Anatomie und Biochemie der Zähne. 4. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Siegel S. 1997
Nichtparametrische statistische Methoden. 4. Auflage. Verlag Dietmar Klotz GmbH, Frankfurt.
- Spinage C. A. 1976
Incremental cementum lines in the teeth of tropical African mammals. J. Zool. Soc., Lond. 178, 117-131.
- Stein T. J. and Corcoran J. F. 1994
Pararadicular cementum deposition as a criterion for age estimation in human beings. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 77, 266-270.
- Stott G. G., Sis R. F. and Levy B. M. 1980
Cemental annulation as an age criterion in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). J. Med. Primatol. 9, 274-285.
- Stott G. G., Sis R. F. and Levy B. M. 1982
Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. J. Dent. Res. 61, 814-817.
- Ten Cate A.R. 1994
Oral histology: Development, structure and function. Mosby, St. Louis.
- Thiele G., Tutsch D., Walter H. 1980
Handlexikon der Medizin. Urban und Schwarzenberg, München.
- Voet D., Voet J. G. 1992
Biochemie. VCH, Weinheim.
- Wada K., Ohtaishi N., Hachiya N. 1978
Determination of age in the Japanese monkey from growth layers in the dental cementum. Primates 19, 775-784.
- Wright L. E. 1990
An archeological application of cemental annulation at Tipu, Belize. Am. J. Phys. Anthropol. 81, 320 (abstract).
- Yoneda M. 1982
Growth layers in dental cementum of *Saguinus* monkeys in South America. Primates 23, 460-464.
- Yonemura K., Raines E., Ahn N., Narayanan A. 1993
Mitogenic signaling mechanisms of human cementum-derived growth factor. J. Biol. Chem. 285, 26120-26126.

Anschrift

Gabriela Caplazi
Anthropologisches Institut und Museum
der Universität Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
8057 Zürich

Anhang

Zählungen aller Zähne

Grab Nummer	Durchschnitt der Zählungen	Standardabweichung
8	12.00	1.46
9	16.67	2.16
17 1. Zahn	13.6	1.64
17 2. Zahn	14.67	1.29
56	19.00	2.30
83	20.80	3.12
91	9.67	1.11
94	26.07	1.33
106	15.07	1.53
181	11.4	1.18
211	13.87	1.46
251	16.80	1.26
266	22.67	1.95
269	18.27	2.37
285	17.33	1.63
311 1. Zahn	8.80	0.94
311 2. Zahn	15.53	1.46
317	30.07	2.25
349	31.33	5.83
421	20.20	2.70
432 1. Zahn	23.53	1.88
432 2. Zahn	17.67	3.04
432 3. Zahn	24.30	4.55
557 1. Zahn	23.93	4.86
557 2. Zahn	32.53	2.20
578	26.27	1.75
767	36.60	4.07
841	28.87	4.41
1100	19.93	1.98
1203	35.40	1.96
1224	12.00	1.41
1300	19.53	3.70
1301	6.20	0.68
1404	31.07	3.17
1412	9.60	0.74
1639	22.53	1.68
1650	19.07	2.22
1704	36.27	3.65
1720	15.87	1.25
1739	19.33	2.47
1813	17.47	1.19
1830	11.27	1.53

Übersichtstabellen

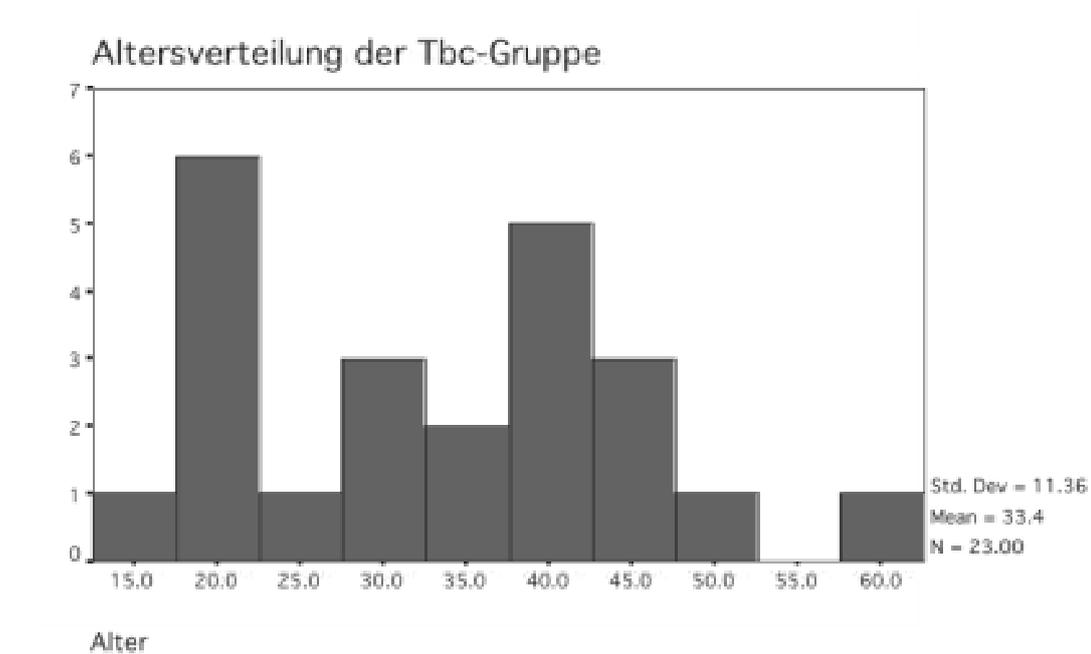
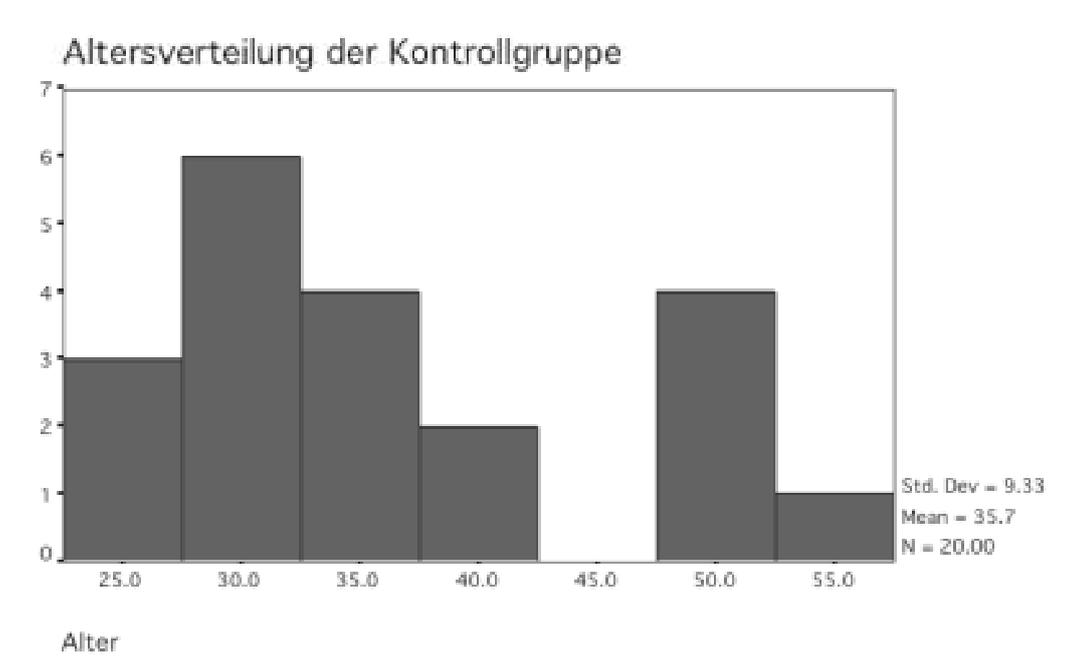
Tbc-Gruppe

Grab- Nummer	Geschlecht	Mittel der Zählungen	Zahndurch- bruch	Effektives Alter	Histologisches Alter	Restwert
8	männlich	12	11.5	25	24	1
9	männlich	16.7	10.7	30	27	3
14	männlich	22.3	10.7	38	33	5
17.1	männlich	13.6	11.5	29	35	-6
17.2	männlich	14.7	11	29	26	3
83	männlich	20.8	11.5	42	32	10
91	männlich	9.7	10.7	19	20	-1
94	männlich	26.1	10.7	38	37	1
181	männlich	11.4	11.5	22	23	-1
211	männlich	13.9	11.5	21	25	-4
266	weiblich	22.7	11	38	34	4
269	männlich	18.3	11.5	22	30	-8
349	männlich	31.3	10.7	45	42	3
578	weiblich	26.3	11	40	37	3
841	männlich	28.9	11.5	37	40	-3
1100	männlich	19.9	10.6	60	31	29
1203	männlich	35.4	11.5	48	47	1
1224	männlich	12	11.5	21	24	-3
1300	männlich	19.5	11.5	45	31	14
1301	weiblich	6.2	10.1	16	16	0
1404	weiblich	31.1	10.6	44	42	2
1650	männlich	19.1	11.5	37	31	6
1412	weiblich	9.6	11	22	21	1

Kontrollgruppe

Grab- Nummer	Geschlecht	Mittel der Zählungen	Zahndurch - bruch	Effektives Alter	Histologisches Alter	Restwert
56	weiblich	19	11	32	30	2
106	männlich	15.1	11.5	28	27	1
251	männlich	16.8	11.5	24	28	-4
285	männlich	17.3	11.4	39	29	10
311.1	männlich	8.8	11.5	28	20	8
311.2	männlich	15.5	11.4	28	27	1
317	weiblich	30.1	11	41	41	0
421	männlich	20.2	10.7	50	31	19
432.1	männlich	23.5	11.5	33	35	-2
432.2	männlich	17.7	11.5	33	29	4
432.3	männlich	24.3	10.6	33	35	-2
557.1	weiblich	23.9	10	48	34	14
557.2	weiblich	32.5	11	48	44	4
767	männlich	36.6	11.4	53	48	5
1639	männlich	22.5	11.5	34	34	0
1704	männlich	36.3	11.5	50	48	2
1720	weiblich	15.9	11	27	27	0
1739	männlich	19.3	11.5	31	31	0
1813	männlich	17.5	10.7	28	28	0
1830	weiblich	11.3	10.5	26	22	4

Altersverteilungen der Kontroll- und Tbc-Gruppe



Vergleich von Zählungen anhand der Plots mit Zählungen anhand der Fotos

Zählungen anhand der Fotos

Grab Nummer	Durchschnitt der Zählungen	Standardabweichung
8	13.7	0.98
9	17.00	2.00
14	22.83	2.48
17 1. Zahn	13.67	2.07
17 2. Zahn	14.67	1.63
56	17.33	2.07
83	22.17	3.19
94	25.67	1.75
106	14.50	1.38
251	16.67	1.37
266	23.00	0.89
285	17.17	1.72
311 1. Zahn	9.17	0.41
311 2. Zahn	15.00	0.89
317	30.17	1.72
349	37.17	2.23
432 1. Zahn	26.33	5.01
557 1. Zahn	22.33	2.88
557 2. Zahn	31.67	2.34
578	27.50	1.38
1301	6.50	0.55
1404	31.00	0.89
1412	10.00	0.63
1639	23.00	1.26
1650	17.17	1.47
1720	16.17	0.75
1739	21.33	0.82
1813	16.83	1.33

Zählungen anhand der Plots

Grab-Nummer	Durchschnitt der Zählungen	Standardabweichung
8	15.00	2.97
9	19.17	2.23
14	22,50	5.01
17 1. Zahn	15.67	4.76
17 2. Zahn	14.50	3.51
56	18.17	3.31
83	21.33	2.58
94	25.33	2.07
106	16.33	1.03
251	20.00	1.41
266	22.00	1.26
285	17.83	1.47
311 1. Zahn	9.67	1.51
311 2. Zahn	15.00	2.97
317	25.50	1.64

Grab-Nummer	Durchschnitt der Zählungen	Standardabweichung
349	35.50	3.51
432 1. Zahn	26.00	0.89
557 1. Zahn	21.83	2.64
557 2. Zahn	26.83	2.04
578	26.33	1.51
1301	6.33	0.82
1404	27.83	0.75
1412	10.83	0.98
1639	23.33	1.63
1650	17.50	3.62
1720	16.83	1.33
1739	20.00	0.89
1813	15.67	1.51

Qualitative Beurteilung des äusseren Bereiches des Zahnzementes

Grab Nummer	Todesursache	Geschlecht	Hellere Ringe im äusseren Bereich (Skala 1-3), in phasenkontrastmikroskopischen Aufnahmen.
8	Tbc	männlich	2
9	Tbc	männlich	-3 (auch auf Interferenzbilder)
11	Tbc	männlich	
14	Tbc	männlich	3 (auch auf Interferenzbilder)
17 1. Zahn	Tbc	männlich	2
17 2. Zahn	Tbc	männlich	0
56	Niederkunft	weiblich	1
83	Tbc	männlich	-3 (auch auf Interferenzbilder)
90	Tbc	männlich	
91	Tbc	männlich	2
94	Tbc	männlich	-3 (nicht auf Interferenzbilder)
97	Tbc	weiblich	
106	Nervenfieber (Typhus abdominalis)	männlich	1
181	Tbc	männlich	-3 (auch auf Interferenzbilder)
211	Tbc	männlich	-3 (nicht auf Interferenzbilder)
239 1. Zahn	Tbc	weiblich	
239 2. Zahn	Tbc	weiblich	
251	Nervenfieber (Typhus abdominalis)	männlich	2
266	Tbc	weiblich	1
269	Tbc	männlich	1
285	Beinfrass	männlich	-2
311 1. Zahn	Nervenfieber (Typhus abdominalis)	männlich	-2
311 2. Zahn	Nervenfieber (Typhus abdominalis)	männlich	0
317	Herzentzündung	weiblich	2
349	Tbc	männlich	0 (äusserer Bereich schwarz)
421	Brandwunde (Unfall)	männlich	0
426	Tbc	männlich	
432 1. Zahn	Verletzung der Eingeweide	männlich	1
432 2. Zahn	Verletzung der Eingeweide	männlich	-1
432 3. Zahn	Verletzung der Eingeweide	männlich	0
557 1. Zahn	Herzleiden	weiblich	-2
557 2. Zahn	Herzleiden	weiblich	2
578	Tbc	weiblich	-2
767	Rotlauf	männlich	2
841	Tbc	männlich	-1
1100	Tbc	männlich	1
1203	Tbc	männlich	0
1224	Tbc	männlich	0
1300	Tbc	männlich	-3 (auch auf Interferenzbilder)
1301	Tbc	weiblich	1
1404	Tbc	weiblich	-1
1412	Skrophulose (Tbc)	weiblich	1

1639	Herzvergrößerung	männlich	2
1650	Tbc	männlich	1
1704	Hirnerweichung	männlich	0
1720	Herzfehler	weiblich	-1
1739	Luftröhrenerweiterung	männlich	2
1813	Entzündung des Felsenbeins	männlich	0 (äusserer Bereich schwarz)
1830	Gebärmutterentzündung	weiblich	2

Der Kirchenfriedhof von Langenfeld-Richrath, Kr. Mettmann, D. Ein Vorbericht

Thomas Becker

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Ausführungen konnten die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen am Skelettmaterial, das 2002 und 2003 auf der Kirchengrabung zu St. Martin in Richrath geborgen wurde vorgelegt werden. Dabei zeigten sich auffällige Unterschiede in der Alters- und Geschlechtsverteilung der Bestatteten innerhalb des Grabungsareals. Hauptsächlich konnten Unterschiede zwischen den Bestattungen innerhalb und ausserhalb der romanischen Kirche des 12. Jahrhunderts (genutzt bis 1792) herausgearbeitet werden, die einerseits im Sterbealter der Bestatteten – Kinder wurden nur ausserhalb der Kirche bestattet –, andererseits wohl im sozialen und funktionalen Status der Verstorbenen innerhalb der Kirchengemeinde begründet waren. Letztgenannte waren vor allem Angehörige der Familie von Velbrück, eines lokalen Adelsgeschlechtes, oder Priester der Kirchengemeinde. Aus der Adelsfamilie konnten bisher zwei Frauen benannt werden, wobei in Zukunft neben dem Abschluss der Bearbeitung des Materials die weitere Identifizierung der Bestatteten im Kircheninneren im Vordergrund stehen wird.

Einleitung

Das Rheinische Amt für Bodendenkmalpflege, Aussenstelle Overath (Nordrhein-Westfalen, D) konnte im Vorfeld einer drohenden Umgestaltung des Platzes die Kirche St. Martin und Teile des zugehörigen Friedhofs in Langenfeld-Richrath von April 2002 bis Februar 2003 mit Unterbrechungen archäologisch untersuchen (Becker 2003a; 2003b; 2003c). Ziel der Ausgrabung war es, die archäologische Substanz vor einer Beeinträchtigung zu dokumentieren und Hinweise zur Ortsgeschichte und zur Bauabfolge der Kirche zu erlangen. Ältere Ausgrabungen an dieser Kirche (Binding 1971) liessen eine Gründung spätestens im 10. Jahrhundert ebenso vermuten wie die Ortsnamenendung „-rath“ und die Tatsache, dass der Richrather Pfarrer die Geistlichen einiger anderer im gleichen Jahrhundert gegründeter Pfarren einsetzte (Janssen 1983; Müller 1992).

Im Rahmen der Grabung konnte die bereits von Binding postulierte Bauabfolge bestätigt bzw. modifiziert werden. Insgesamt glückte der Nachweis von mindestens fünf Bauphasen der Kirche, wobei der Nachweis des ersten Baus nur indirekt gelang. Ein erster Sakralbau vor Ort, der sicherlich in Holzbauweise errichtet war, konnte nur über die Existenz einiger Gräber, die unter der ersten Steinkirche lagen, belegt werden. Aufgrund der Keramikfunde kann eine karolingische Datierung dieses Vorgängerbaus wohl angenommen werden. Dieser Ansatz wird durch ein C14-Datum gestützt, das eines dieser frühen Gräber in das Jahr 779 ± 20 Jahre setzt. Noch während des 10. Jahrhunderts entstand eine Steinkirche, die bis auf ihren westlichen Abschluss unter dem späteren, romanischen Turm vollständig erfasst werden konnte. Im 12.

Jahrhundert wurde der Kirchenbau grosszügig erweitert. Es entstand eine einschiffige Saalkirche mit dem noch heute stehenden, romanischen Turm, an die im Osten ein Rechteckchor anschloss. Ob im Zuge dieser Baumassnahme auch die rundliche Chorapsis entstand, muss offen bleiben, da die Anschlussbereiche zu einem späteren Zeitpunkt stark gestört wurden. Es ist denkbar, dass es sich um einen urkundlich überlieferten Anbau einer Sakristei aus dem 15. Jahrhundert handelt. 1792 wich die nun ca. 600 Jahre alte Kirche einem Neubau, der jedoch weiterhin den Kirchturm mitnutzte. 1894/95 entstand eine neoromanische Backsteinbasilika, deren Taufkapelle sich im Bereich des Ausgrabungsgeländes fand. 1968 wurde dieser Kirchenbau bis auf den Turm abgerissen und diente nachfolgend als Grünanlage.

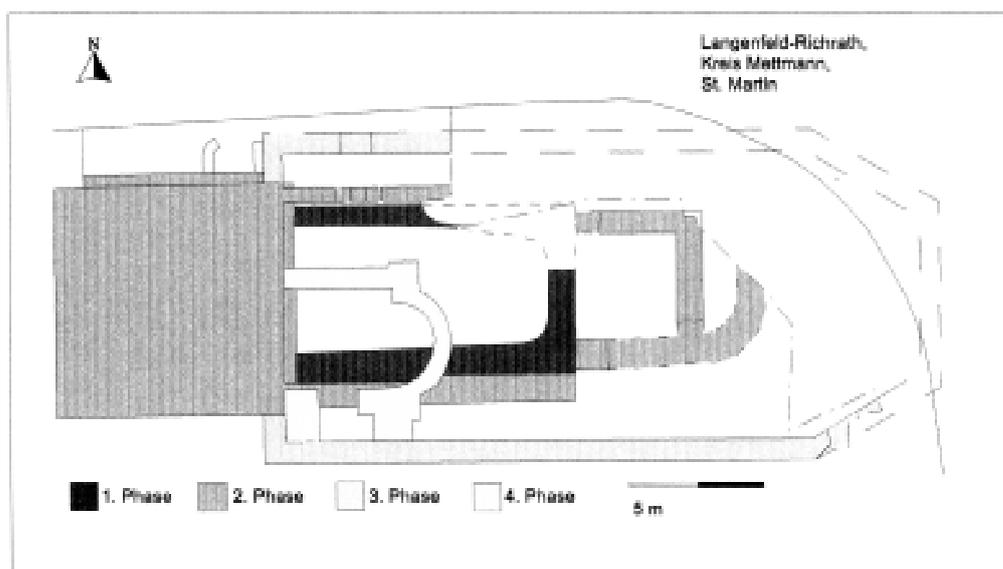


Abb. 1. Langenfeld-Richrath. Schematischer Grabungsplan mit den nachgewiesenen Bauphasen (RAB Ast. Overath / P. Bürschel).

Der Friedhof

In der 220 m² umfassenden Grabungsfläche konnte neben den Baubefunden der verschiedenen Kirchenbauten ein Ausschnitt des wohl schon seit dem 9. Jahrhundert genutzten Ortsfriedhofs ergraben werden (siehe Abb. 2). Urkundlich belegt ist das Ende der Nutzung nach dem Jahr 1810, als an anderer Stelle im Ort ein Grundstück für die Neuanlage des heute noch bestehenden Friedhofs angekauft wurde (Schwieries 1976).

Bedingt durch die fast 1000 Jahre andauernden Grablegungen präsentieren sich die Bestattungen in unterschiedlich vollständigem Zustand. Ein Teil konnte als Teilskelette oder vollständige Individuen geborgen werden. Weiterhin fand sich eine grosse Anzahl an Einzelknochen, die Bestandteil der Kulturschichten, vor allem aber der Grabrubeneinfüllungen waren. Die anthropologische Untersuchung des Materials dauert noch an, so dass hier nur eine Übersicht der bisherigen Ergebnisse gegeben werden kann.

Richrath liegt auf dem Sandboden der Mittelterrasse, bei dem es sich um oligozäne Flugsande handelt. Entsprechend dem Boden zeichnet sich das Skelettmaterial daher durch eine sehr unterschiedliche Erhaltung aus. Bei den frühen Gräbern konnten teilweise nur noch geringe

Knochenreste oder gar kein Skelettmaterial mehr nachgewiesen werden. Bei den jüngeren Gräbern verbesserte sich die Erhaltung deutlich, wobei zum Teil eine Abhängigkeit der Lagerung innerhalb oder ausserhalb der ehemaligen Kirchenbauten vorliegt.



Abb. 2. Langenfeld-Richrath. Übersicht über die Grabung (RAB Ast. Overath / L. Lichtenthal)

Durch die dichte Belegung, gerade im Südwesten der Grabungsfläche, sind die Gräber nicht selten durch jüngere Bestattungen gestört. Es konnten insgesamt 70 Gräber vollständig oder in Teilen individualisiert werden. Bis auf einige Skelette in der Apsis des Chors der 2. Bauphase waren alle Bestattungen mit dem Kopf im Westen bestattet, wobei sich einige Gräber im Südosten der Grabungsfläche finden liessen, deren Ausrichtung ein wenig nach Süden abweicht. Hier ist von einem Einfluss des Chores der hochmittelalterlichen Kirche auszugehen, an dem man sich – etwas von der generellen West-Ost-Ausrichtung abgehend – mit den Bestattungen orientierte. Hinzu kommen die ca. 1000 Einzelknochen, die bisher zur Hälfte durchgesehen und ausgewertet wurden. Konzentrationen im Hinblick auf die Fundsituation innerhalb des Grabungsareals liessen sich nicht ausmachen.

Alters- und Geschlechtsverteilung

Bei der bisherigen anthropologischen Untersuchung wurden die Schwerpunkte auf die Erhebung von Sterbealter und Geschlecht der Bestatteten gelegt. Dabei teilt sich das Material in zwei Bereiche, begrenzt durch die Ausdehnung der romanischen Kirche des 12. Jahrhunderts (Steinbauphase 2). Bei den innerhalb des Baukörper liegenden Bestattungen wurde das Alter mittels der komplexen Methode untersucht (Ascádi/Nemeskéri 1970), während für die ausserhalb liegenden Bestattungen bisher nur eine grobe Altersschätzung anhand einzelner Merk-