

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Philipps-Universität  
Marburg a. d. Lahn (Direktor: Prof. Dr. A. FÖRSTER)

## Untersuchungen zur Altersbestimmung des Menschen auf Grund des Mineralisationsgrades des Zahndentins

Von

A. FÖRSTER und G. HAPPEL

(Eingegangen am 2. Juli 1958)

Es ist seit jeher das Bestreben des Gerichtsarztes, Methoden zu besitzen, mit denen er objektiv das Alter des Menschen an Hand von Knochen und Zähnen bestimmen kann, wenn die Weichteile des Körpers verwest sind. Wie aus der Literatur hervorgeht, ermöglicht sich eine ziemlich genaue Altersermittlung mittels Knochen- oder Zahnfunden bis zum 25. Lebensjahr. Jedoch wirft das Alter über 25 Jahre, nach Abschluß des Wachstums, das eigentliche Problem in der Altersbestimmung auf. Methoden zur Bestimmung des Alters an Hand von Skeleten bzw. Skeletteilen wurden schon durch verschiedene Forscher entwickelt (TOLDT, v. HOFMANN, KANZLER, MERKEL). Untersuchungsschemata zur Altersbestimmung mit Hilfe des Zahnsystems wurden von EULER und am einzelnen Zahn von GUSTAFSON ausgearbeitet. Jedoch sind diese Methoden dem subjektiven Urteil des Untersuchers überlassen und erfordern große Erfahrung.

Angeregt durch die von MAY 1952 veröffentlichte Arbeit wurden an unserem Institut durch GOLDBACH, HOHMANN und HAPPEL eingehende Untersuchungen über die Möglichkeit einer objektiven Altersbestimmung auf Grund des Mineralisationsgrades des Zahndentins durchgeführt. MAY griff die Arbeiten von KÜHNS, GERLACH und SUTOR auf und nimmt für alle gesunden Menschen bei zunehmendem Alter eine gleiche Verkalkungsgeschwindigkeit der Zähne an, wobei er die verschiedenen Zahngruppen wegen ihrer unterschiedlichen Dentition und des damit verbundenen Verkalkungszustandes berücksichtigt wissen will. Er vermutet ein lineares Abhängigkeitsverhältnis zwischen Mineralisationsgrad des Zahndentins und Lebensalter und stellt an Hand einer Tabelle mit 29 Versuchen an Eckzähnen eine Standardgerade auf. In der Absicht, die Mayschen Versuchsergebnisse zu vervollständigen und für forensische Zwecke nutzbar zu machen, dehnten GOLDBACH, HOHMANN und HAPPEL unsere Untersuchungen nach fast der gleichen Methode auf die übrigen Zahngruppen aus. Die Methode besteht in der Gewinnung von ungefähr 3 mm starken Dentinsegmenten, die in Höhe des Zahnhalses aus vitalen, cariesfreien Zähnen ohne Parodontose und Zementappositionen herausgesägt und von Sekundärdentin sowie von Zement befreit sind. Für jeden Versuchskörper wird ein Quotientwert ermittelt: das Trocknungsgewicht wird durch die Differenz des Trocknungs- und des Aschengewichtes dividiert. Die erhaltenen Quotienten werden zum Alter in Beziehung gebracht. MAY, GOLDBACH, HOHMANN und HAPPEL arbeiteten unter den gleichen Versuchsbedingungen: Trocknung der Zähne bei

60°C. Nur bei den Prämolarenversuchen wendeten wir gemäß der Forderung von MAY und früheren Forschern eine Trocknungstemperatur von 120°C an, um eine Capillarwirkung der Dentinkanälchen im Versuchskörper in jedem Falle auszuschalten. Außerdem wurden in unserem Institut nur Platintiegel im Tiegelofen bei ca. 1100°C zur Veraschung benutzt; MAY veraschte in Porzellantiegeln bei offener Flamme. Trocknung und Veraschung bis zur mindestens zweimaligen Gewichtskonstanz war eine Bedingung sine qua non. Entsprechend den Untersuchungen von MAY stellte GOLDBACH für die Zahngruppe der mittleren Schneidezähne an Hand von 34 Versuchsergebnissen eine Standardgerade auf. Durch 9 weitere Versuche von HOHMANN an mittleren Schneidezähnen sollten die Ergebnisse von GOLDBACH nachgeprüft und gestützt werden. Zur Aufstellung einer Standardgeraden für seitliche Schneidezähne brachte HOHMANN 17 seitliche Schneidezähne zur Veraschung.

In Fortsetzung dieser Arbeiten führte HAPPEL im Institut 32 erste Prämolaren und 29 zweite Prämolaren wegen ihrer jeweils verschiedenen Dentition auch als verschiedene Zahngruppen einer gewissenhaften Untersuchung zu. Nachdem für die Versuche der Zahngruppen von ersten und von zweiten Prämolaren die Quotienten berechnet waren, stellten wir an Hand der beiden Tabellen (s. Tabelle 2) eine starke Schwankung der Werte fest. Es ließ sich bei Vergleich der Zähne von verschiedenen Menschen nicht einmal eine annähernd lineare Zunahme der anorganischen Substanz bei steigendem Alter nachweisen. Dadurch veranlaßt, führten wir unter den oben beschriebenen Versuchsbedingungen zusätzliche Versuchsreihen an den Zahngruppen von mittleren Schneidezähnen (40), seitlichen Schneidezähnen (31) und Eckzähnen (24) durch. Jedoch erhielt man die gleichen ungünstigen Ergebnisse (siehe Tabelle 2) wie bei den beiden Prämolarenversuchsreihen. Abschließend nahmen wir zur Überprüfung der Methode 16 Versuche an jeweils zwei gleichnamigen Dentinscheibchenhälften vor, die durch Teilung in axialer Richtung gewonnen waren. Die Quotientenwerte der beiden zusammengehörigen Dentinscheibchenhälften waren bei allen erwähnten Zahngruppen bis auf geringste Differenzen gleich:

1. Hälfte	2. Hälfte	1. Quotient	2. Quotient	Differenz
$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	3,793	3,777	0,016
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	3,743	3,740	0,003
$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	3,769	3,749	0,020
$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{2}$	3,783	3,771	0,012
$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	3,665	3,666	0,001
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{3}$	3,743	3,788	0,045
$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{4}$	3,734	3,732	0,002
$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{4}$	3,765	3,723	0,042

Während die an Eckzähnen gewonnenen Versuchsergebnisse von MAY (s. Tabelle 1) außer den Quotientenwerten der Versuche Nr. 2, 9,

Tabelle I

Nr.	Eckzähne MAY		Mittlere Incisivi GOLDBACH		Mittlere Incisivi HOHMANN		Seitliche Incisivi HOHMANN	
	Alter	Quotient	Alter	Quotient	Alter	Quotient	Alter	Quotient
1	14	3,233	14	3,321	24	3,346	14	3,321
2	20	3,299	15	3,352	30	3,450	24	3,395
3	21	3,235	24	3,385	33	3,430	31	3,311
4	29	3,255	26	3,395	46	3,448	32	3,422
5	30	3,256	30	3,350	47	3,489	33	3,437
6	31	3,260	31	3,370	51	3,483	41	3,458
7	34	3,268	31	3,371	57	3,586	42	3,465
8	38	3,287	32	3,422	63	3,484	42	3,464
9	43	3,319	33	3,472	63	3,487	45	3,470
10	46	3,302	33	3,474			46	3,450
11	46	3,311	36	3,417			48	3,479
12	47	3,320	38	3,460			51	3,471
13	50	3,335	38	3,463			54	3,477
14	50	3,340	39	3,440			57	3,427
15	52	3,351	42	3,465			61	3,497
16	55	3,363	46	3,495			63	3,500
17	56	3,363	46	3,473			74	3,589
18	56	3,306	47	3,464				
19	59	3,381	49	3,440				
20	60	3,374	50	3,459				
21	60	3,374	50	3,501				
22	61	3,388	51	3,483				
23	62	3,389	51	3,453				
24	63	3,394	51	3,480				
25	64	3,386	52	3,451				
26	64	3,390	52	3,451				
27	65	3,351	53	3,490				
28	71	3,390	53	3,477				
29	78	3,402	57	3,471				
30			61	3,511				
31			63	3,500				
32			65	3,498				
33			67	3,519				
34			74	3,520				

18 und 27 eine gewisse Proportionalität der Zahnverkalkung zum Lebensalter zeigen, hat GOLDBACH in unserem Institut für die Gruppe der mittleren Schneidezähne eine stärkere Schwankung der Werte festzustellen. Der Wert 3,350 bei 30 Jahren fällt fast zusammen mit dem Wert 3,352 bei 15 Jahren. Die Werte bei 33 Jahren 3,472 und 3,474 finden wir wieder bei 46 Jahren mit 3,473 und bei einem Alter von 53 und 57 Jahren mit den Werten 3,477 und 3,471. Die beiden Werte bei 38 Jahren 3,460 und 3,463 sind höher als die beiden Werte bei 52 Jahren mit jeweils 3,451 und als der Wert 3,453 bei 51 Jahren. Ebenfalls verzeichnet das Alter von 42 Jahren einen höheren Wert mit 3,465 als die beiden Werte bei 52 Jahren. Der Wert 3,495 bei 46 Jahren ist fast gleich mit dem Wert 3,498 bei 65 Jahren. Diese aufgezeigten sehr variierenden Quotientwerte machen den Versuch, ein lineares

Abhängigkeitsverhältnis zwischen Dentinverkalkung und Lebensalter aufzustellen, zunichte. Auch die ergänzenden 9 Quotientwerte der Versuchsreihe für mittlere Schneidezähne durch HOHMANN lassen die Aufstellung einer Standardgeraden nicht zu: Der Wert 3,450 bei 30 Jahren liegt höher als der Wert 3,448 bei 46 Jahren. Ganz abgesehen davon, daß der Wert 3,586 bei 57 Jahren keineswegs in die Versuchsreihe hineinpaßt, so läßt der höhere Wert 3,489 bei 47 Jahren gegenüber den Werten 3,484 und 3,487 bei 63 Jahren auch kein allmähliches Ansteigen der Quotientwerte aufkommen, zumal der Wert 3,483 bei 51 Jahren ebenfalls keinen Unterschied zum Alter von 63 Jahren mit dem Wert 3,484 aufweist.

Bei Durchsicht der Versuchsreihe von HOHMANN für seitliche Schneidezähne (Tabelle 1) ist auch dort ein Schwanken der Werte zu erkennen. Der Wert 3,427 bei 57 Jahren ist niedriger als der Wert 3,437 bei 33 Jahren. Der Wert 3,479 bei 48 Jahren müßte ungefähr 10 Jahre später verzeichnet sein. Der Minimum-Wert 3,311 liegt bei 31 Jahren, wogegen das Alter von 14 Jahren einen Wert von 3,321 aufweist.

Wie aus den Tabellen unserer Versuchsreihen (Tabelle 2) hervorgeht, zeigt in der Zahngruppe für erste Prämolaren der Zahn eines Mädchens von  $12\frac{1}{2}$  Jahren (Versuch Nr. 1) den gleichen Quotientwert (3,500) wie der Zahn eines 55jährigen Mannes (Versuch Nr. 24). Einen fast gleichen Wert (3,520) weist der Versuch Nr. 8 auf, obwohl der Zahn von einem 34jährigen stammt, der im Alter die Mittelstellung zwischen den beiden ersten Personen einnimmt. So finden wir auch einen annähernd gleichen Quotientwert bei unterschiedlichem Alter:

Versuch Nr. 12	42 Jahre	(3,691)
Versuch Nr. 19	49 Jahre	(3,695)
Versuch Nr. 22	54 Jahre	(3,684)
Versuch Nr. 26	56 Jahre	(3,693)

Man kann sogar wiederholt im hohen Alter geringere Werte als im jugendlichen Alter feststellen. Besonders auffallend ist der Versuch Nr. 31, bei dem eine 69jährige Frau mit dem Quotientwert 3,379 eine geringere Zahnverkalkung zeigt als ein  $12\frac{1}{2}$ jähriges Mädchen mit dem Quotientwert 3,519 im Versuch Nr. 2.

Ähnlich ist die Situation bei der Versuchsreihe mit zweiten Prämolaren (Tabelle 2). Die Tabelle zeigt ein Ansteigen bei den ersten beiden Werten von 12 und 15 Jahren und ein Abfallen bei 22 Jahren auf einen sehr tiefen Wert, um beim nächsten Wert, 25 Jahre, wieder stark anzusteigen. So ist bis ins hohe Alter von 74 Jahren ein dauerndes Auf und Ab der Werte zu beobachten, das bei 53 Jahren seinen Maximalwert und bei 71 Jahren sein Minimum erreicht.

Tabelle 2

Nr.	ErstePrämolaren HAPPEL		Zweite Prämolaren HAPPEL		Mittlere Incisivi HAPPEL		Seitliche Incisivi HAPPEL		Eckzähne HAPPEL	
	Alter	Quotient	Alter	Quotient	Alter	Quotient	Alter	Quotient	Alter	Quotient
1	12 <sup>1/2</sup>	3,500	12	3,425	25	3,420	23	3,449	20	3,386
2	12 <sup>1/2</sup>	3,519	15	3,578	25	3,369	25	3,423	35	3,526
3	18	3,146	22	3,303	25	3,403	27	3,361	35	3,559
4	19	3,484	22	3,329	27	3,190	27	3,336	37	3,538
5	21	3,535	25	3,594	27	3,348	35	3,364	40	3,425
6	22	3,424	32	3,470	27	3,348	40	3,385	42	3,591
7	22	3,461	37	3,668	31	3,368	40	3,375	42	3,574
8	34	3,520	41	3,565	32	3,334	40	3,368	42	3,593
9	37	3,681	45	3,534	35	3,380	42	3,368	45	3,539
10	42	3,398	45	3,661	35	3,417	42	3,405	46	3,490
11	42	3,591	45	3,680	38	3,384	43	3,361	47	3,491
12	42	3,691	46	3,425	40	3,373	44	3,376	48	3,514
13	42	3,691	46	3,691	42	3,357	45	3,332	48	3,519
14	43	3,565	47	3,543	42	3,395	45	3,346	48	3,517
15	45	3,495	47	3,558	42	3,381	46	3,346	48 <sup>1/2</sup>	3,479
16	47	3,600	47	3,583	43	3,297	48	3,154	48 <sup>1/2</sup>	3,527
17	47	3,709	47	3,684	43	3,466	48	3,106	50	3,489
18	48	3,792	50	3,572	44	3,415	49	3,385	52	3,487
19	49	3,695	50	3,723	45	3,354	52	3,347	54	3,538
20	53	3,784	53	3,726	47	3,435	54	3,449	55	3,557
21	54	3,649	55	3,438	47	3,470	54	3,346	55	3,412
22	54	3,684	55	3,544	47	3,437	54	3,340	56	3,479
23	55	3,432	57	3,643	48	3,277	55	3,383	65	3,534
24	55	3,500	58	3,540	49	3,348	55	3,265	66	3,474
25	55	3,643	59	3,465	49	3,318	55	3,326		
26	56	3,693	71	3,000	51	3,460	55	3,339		
27	57	3,587	72	3,576	52	3,354	56	3,388		
28	57	3,661	72	3,636	52	3,427	58	3,320		
29	57	3,664	74	3,704	54	3,355	58	3,189		
30	63	3,723			54	3,398	60	3,422		
31	69	3,379			54	3,380	72	3,331		
32	72	3,576			55	3,333				
33					55	3,362				
34					55	3,454				
35					55	3,478				
36					55	3,342				
37					58	3,320				
38					58	3,360				
39					60	3,349				
40					63	3,374				

Die unter gleichen Versuchsbedingungen, wie GOLDBACH und HOHMANN im Institut sie angewandt haben und MAY sie gefordert hat, durchgeführten Untersuchungen an den Zahngruppen von mittleren Schneidezähnen, seitlichen Schneidezähnen und Eckzähnen lassen auch kein lineares Abhängigkeitsverhältnis zum Lebensalter erkennen. Wenn auch in der Versuchsreihe für mittlere Schneidezähne der Tabelle 2 der Minimum-Wert von 3,190 bei 27 Jahren und der Maximum-Wert von 3,478 bei 55 Jahren liegt, so wird durch den höheren Quotientwert

3,420 bei 25 Jahren und den niedrigeren Wert von 3,277 bei 48 Jahren das Bild einer zunehmenden Verkalkung bei steigendem Alter zunichte gemacht.

Ein gleiches Schwanken zeigt auch die Gruppe der seitlichen Schneidezähne (Tabelle 2). Den höchsten Quotientwert von 3,449 finden wir gleich zu Beginn mit 23 Jahren, das Minimum mit dem Wert 3,106 bei 48 Jahren und nochmals ein Ansteigen auf den Wert 3,449, hierauf wieder einen Tiefwert von 3,189 bei 58 Jahren. Zwischen den extremen Werten liegen die nicht so stark ausgeprägten Schwankungen.

Die Gruppe der Eckzähne (Tabelle 2) beginnt bei 20 Jahren mit dem Minimum-Wert 3,386 und steigt beim übernächsten Wert, einem Alter von 35 Jahren, auf 3,559, was fast dem Maximum entspricht. Dann zeigt sich wieder ein Schwanken und mit 42 Jahren ist der Maximum-Wert von 3,593 erreicht. Der weitere Verlauf bis zum Alter von 66 Jahren gestaltet sich sehr unregelmäßig; besonders auffallend sind die Werte von 3,557 und 3,412 bei 55 Jahren.

Somit kann bei Betrachtung der Tabellen für die verschiedenen Zahngruppen keine Gesetzmäßigkeit für eine Altersbestimmung auf Grund des Mineralisationsgrades des menschlichen Zahndentins abgelesen werden. Zwar ließen sich für die verschiedenen Zahngruppen trotz der oben beschriebenen Unregelmäßigkeiten bei Außerachtlassung einiger Quotientwerte und Berechnung von Mittelwerten von fünf zu fünf Jahren Standardkurven mit geringer steigender Tendenz bei zunehmendem Alter ähnlich den Kurven von MAY, GOLDBACH und HOHMANN aufstellen. Jedoch ist die Schwankungsbreite der Quotientwerte zu groß und relativ viele Werte müßten unberücksichtigt bleiben, so daß die erforderliche Genauigkeit für eine exakte Methode nicht gewährleistet ist.

An Hand umfangreicher Literatur (SOMMER, LIESEGANG, J. LEHNER und PLENK, WANNENMACHER, GIORGI MAJ und GUIDO BASSI, KEIL, EGGERS-LURA und G. FISCHER) kann eine Erklärung für die aufgezeigte schwankende Verkalkungsintensität des Zahndentins gegeben werden: Für jedes Individuum ist ein unterschiedlicher Stoffwechsel anzunehmen, der abhängig ist von Erbgut, Konstitution, Umwelt, Lebensbedingungen und Ernährung. Der Versuch, ein lineares Abhängigkeitsverhältnis zwischen Mineralisationsgrad des Zahndentins und Lebensalter für alle Menschen nachweisen zu wollen, dürfte wohl den biologischen Gegebenheiten nicht entsprechen, zumal schon für das Einzelindividuum infolge der unterschiedlichen Verkalkungsgeschwindigkeit während der verschiedenen Altersstufen eine lineare Verkalkungszunahme schwerlich angenommen werden kann.

Die Methode, auf Grund des Mineralisationsgrades des Zahndentins das Lebensalter des Menschen zu bestimmen, muß infolge ihrer mangelnden Exaktheit für forensische Belange abgelehnt werden.

### Literatur

EGGERS-LURA, H.: Biochemie und Stoffwechsel der harten Zahngewebe Dtsch. zahnärztl. Z. 4, H. 14 (1949). — EULER, H.: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausgeg. v. E. ABDERHALDEN, Abt. IV, Teil 12/II, S. 99. 1934. — Forensische Zahnheilkunde, S. 134. München 1956. — FISCHER, G.: Normale und pathologische Biologie des Zahnsystems. 1953. — GERLACH, H.: Altersveränderungen am Zahnbein. Morph. Jb. 65, 481 (1931). — GOLDBACH, H.-J.: Über die Abhängigkeit des Mineralisationsgrades des Dentins mittlerer Schneidezähne vom Lebensalter des Menschen. Im Besitz des Inst. für gerichtl. Med., Marburg a. d. Lahn. — GUSTAFSON, G.: Age determinations on teeth. J. Amer. dent. Ass. 41, 45—54 (1950). — HOFMANN, E. R. v.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, herausgeg. v. KOLISKO. 1903. — HOHMANN, A.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mineralisationsgrad von Zahndentin und Lebensalter als Beitrag zu den forensischen Methoden zur Altersbestimmung des Menschen. Med. Diss. Marburg a. d. Lahn 1953, Inst. für gerichtl. Med. — KANZLER, J.: Zit. bei SCHRÖDER, Über das menschliche Skelet in gerichtsärztlicher Beziehung. Arch. Kriminalanthrop. 49, 301 (1912). — KEIL, A.: Grundzüge der Zahnforschung bei den Wirbeltieren und beim Menschen. Berlin-Zehlendorf 1942. — KÜHNS, C.: Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der harten Zahnsubstanzen des Menschen in verschiedenen Altersstufen. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 13, H. 8, 1895 (Leipzig). — LEHNER, J., u. H. PLENK: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 5, Teil 3. Berlin 1936. — LIESEGANG, R. E.: Zur Kalkchemie des Zahnes. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1924, Nr 9. — MAJ, G., u. G. BASSI: Beitrag zum Studium und zur Bedeutung ungewöhnlicher Veränderungen der Zähne im Bilde der Hormon- und Vitamininsuffizienz beim Erwachsenen. Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 8, H. 12 (1941). — MAY, G.: Untersuchungen über die Möglichkeit einer objektiven Altersbestimmung durch Messung des Aschengehaltes der Zähne. Stoma (Heidelb.) 5, H. 2 (1952). — MERKEL, H.: Zur Beurteilung des Lebensalters aus Skelettbefunden. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 10 (1927). SOMMER, K.: Über Stoffwechsel und Sensibilität des Zahnbeins. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1923, Nr 15. — SUTOR, M.: Eine korrelationstheoretische Berechnung zwischen Lebensalter der Zähne und deren zunehmender Verkalkung. Korresp.-Bl. Zahnärzte 61, 10 (1937). — TOLDT, E.: Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung. In MASCHKAS Handbuch der gerichtlichen Medizin, Bd. 3, 1882. — WANNENMACHER, E.: Deutungsmöglichkeit vom Stoffwechselvorgang im Schmelz und Dentin. Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 8 (1941). — Das biologische Verhalten des Schmelzes unter Berücksichtigung von experimentellen Ergebnissen mit radioaktiven Stoffen (Isotopen). Dtsch. zahnärztl. Z. 4, H. 14 (1949).

Professor Dr. A. FÖRSTER, Marburg a. d. Lahn, Emil-Mannkopff-Str. 2  
und Dr. GERHARD HAPPEL, Marburg a. d. Lahn, Wilhelmstr. 21