

Chemische Untersuchungen der Zähne.

Von

Dr. Th. Gaßmann, Zürich.

(Der Redaktion zugegangen am 10. April 1908.)

Veranlassung zu vorliegender Arbeit gab die wiederholt aufgeworfene Frage, wie kommt es, daß die Tierzähne im allgemeinen pathologischen Einflüssen gegenüber viel widerstandsfähiger sind als die menschlichen? Damit zusammenhängend ist fernerhin die Tatsache, daß der menschliche Kiefer selbst Zähne behérbergt, die an Lebensdauer oft die andern und zwar in ein und demselben Kiefer auffallend übertreffen. Ich erinnere zum Beispiel nur an die Eckzähne; wer hätte nicht schon den Mund eines alten Mütterchens, eines Greises gesehen, wo als letzter Repräsentant seiner Kieferinsassen ein Eckzahn sein Dasein fristet. Hinwiederum ist ebenso interessant der umgekehrte Fall, der beim Weisheitszahn zutrifft, ein Zahn, der viel und oft nicht zum Vorschein kommt und, wenn dies geschieht, gewöhnlich kaum der Alveole entschlüpft, der Zahnfäule anheim fällt. Solche Umstände ließen mein Vorgehen, durch chemische Untersuchungen wenn möglich hierüber Licht zu verbreiten, wohl als zweckmäßig erscheinen. Es ist bekannt, daß die Zähne aus anorganischen und organischen Substanzen und zwar vorwiegend aus anorganischen aufgebaut sind. Unter den ersteren hat man Phosphorsäure, Calcium, nebst geringen Mengen von Magnesium und Kohlensäure, in noch geringerer Menge Natron, Kalium, Chlor und Spuren von Fluor nachgewiesen, während man die organische Substanz hauptsächlich aus Kollagen nebst wenigen nicht näher bestimmten organischen Körpern, welche vermutlich von Zahnfibrillen herrühren, bestehend betrachtet hat. Einige wollen sogar Eisen und Schwefel-

säure gefunden haben, worauf ich später zurückkommen werde. Was zunächst die anorganischen Bestandteile und ihre Quantität betrifft, weist die Literatur zahlreiche, zum Teil sich widersprechende Angaben auf, so namentlich über den Fluorgehalt der Zähne. Diese Widersprüche finden ihre Erklärung in den verschiedenen, zum Teil unvollkommenen Methoden der Fluorbestimmung. Ja einige haben sogar den bei der Analyse sich ergebenden Fehlbetrag gleich Fluor gesetzt. Da auch gegenwärtig die Meinungen der Analytiker über den Gehalt der Knochen, sowie der Zähne an Fluor ziemlich weit auseinandergehen, glaube ich eine kurze Zusammenstellung der wesentlichen Angaben folgen lassen zu müssen. Das Fluor wurde zuerst von Morichini,¹⁾ einem italienischen Chemiker, im Jahr 1802 im Zahnbein des Elephanten entdeckt. John²⁾ fand dasselbe Element etwas später in den Knochen des Mammut. Diese Untersuchungen wurden bald darauf von Klaproth³⁾ wiederholt, welcher aber, trotzdem er die Resultate obiger Forscher bestätigte, das Fluor als Metamorphose von Phosphorsäure ansah, was selbstverständlich unsern gegenwärtigen chemischen Anschauungen zuwiderläuft. Morichini hinwiederum, dessen erste Arbeit Opposition erweckte, unternahm nunmehr mit Gay-Lussac⁴⁾ eine Reihe von Analysen von Knochen vorweltlicher Tiere, am frischen Elfenbein, an den Zähnen des Menschen und anderer jetzt lebender Tiere. Diese Resultate wurden sodann wieder bestritten von Fourcroy und Vauquelin,⁵⁾ welche das Fluor wohl in den Knochensubstanzen vorweltlicher Tiere fanden, in frischen Knochen dagegen keine Spur dieses Elementes entdecken konnten.

¹⁾ *Analisi chimica del dente fossile* (Memorie di Mathem. et di fisica delle science, Bd. X, S. 166, 1802).

²⁾ *Bullet. de la Soc. impér. des naturalistes de Moscou.*

³⁾ *Untersuchung eines fossilen Elephantenzahnes auf Flußspatsäure* (Gehlens Horn, Bd. III, S. 625, 1804.)

⁴⁾ *Lettre à M. Berthollet sur la présence de l'acide fluorique dans les subst. anim. etc.* Ann. de Chimie 1805, Bd. L, V, S. 258.

⁵⁾ *Exper. faites sur l'ivoire frais, sur l'ivoire fossile et sur l'émail des dents, pour voir si cette subst. contient de l'acide fluorique.* Ann. de Chimie 1806, Bd. L, VII, S. 37.

Dieser Ansicht traten nun auch Wollaston und Brandh¹⁾ bei und es blieb so die Frage über die Anwesenheit des Fluors in den Zähnen und Knochen offen, bis Berzelius²⁾ dasselbe sogar quantitativ bestimmen konnte. Er fand in den Zähnen 2%, im Email der Zähne 3,2% Calciumfluorid. Später wurde die Frage, ob Fluor in den Zähnen vorhanden, von Zalesky,³⁾ Hoppe-Seyler⁴⁾ und Gabriel⁵⁾ einer neuen Prüfung unterzogen. Zalesky, der sowohl in Menschen- und Tierknochen, wie in Zähnen Fluorbestimmungen vornahm, hat uns über die Art und Weise seiner Untersuchungen wie über den Gehalt an Fluor eingehenden Aufschluß gegeben.

Auf den Rat von Hoppe-Seyler hat Zalesky bereits vor 36 Jahren auch die Ätzmethode zur quantitativen Bestimmung von Fluor in Knochenaschen angewandt, indem er in der Wärme (bis 100°) längere Zeit durch konzentrierte Schwefelsäure freigemachte Fluorwasserstoffsäure auf eine gewogene Menge Kaliglas einwirken ließ und aus der Gewichts-differenz des Glases, infolge der Bildung von Siliciumfluorid die Menge von Fluor berechnete. Daß eine Gewichts-differenz des Glases bei tagelangem Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure auch bei Abwesenheit von Fluorwasserstoffsäure entstehen kann, braucht wohl kaum bemerkt zu werden; daher ist das Verfahren nicht einwurfsfrei. Er fand in Menschenknochen und im Zahnschmelz vom fossilen Rhinoceros im Mittel 0,229—0,284% Fluor entsprechend 0,4771—0,5922 Calciumfluorid. Nach diesem Prinzip — durch Gewichtsverlust eines aus böhmischem Glas hergestellten Apparates — hat auch v. Kobel⁶⁾ Fluorbestimmungen ausgeführt.

¹⁾ Exper. showing contrary to the Assections of Morichini that the enamel of teeth does not contain fluor acid. Journ. of natural Physiolog. Chemistry and the arts by W. Nicholson, Bd. XIII, S. 214, 1806.

²⁾ Lettre à Vauquelin sur le fluorate calcaire cont. dans les os et dans l'urine. Ann. de Chimie 1807, Bd. L, X, S. 256.

³⁾ Hoppe-Seylers med. chem. Untersuch., 19. 1866.

⁴⁾ Hoppe-Seylers Arch. f. path. Anatomie u. Physiol., Bd. XXIV.

⁵⁾ S. Gabriel, Diese Zeitschrift, Bd. XVIII, S. 257.

⁶⁾ v. Kobel, Journ. f. prakt. Chemie, Bd. XCII, S. 38; Zeitschrift f. analyt. Chemie, Bd. V, S. 204.

Hoppe-Seyler fand mit Sicherheit Fluor im ausgebildeten Zahnschmelz des Menschen und Schweines, und zwar glaubt er nach der Ätzprobe, daß der Gehalt an Calciumfluorid 2% nicht erreichen kann. Aus der Tatsache ferner, daß der aus salzsaurer Lösung des veraschten Schmelzes mit Ammoniak fallende Niederschlag genau der Formel des $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ entspricht, schließt Hoppe-Seyler, daß sich nur Spuren von Fluor im Schmelz der Zähne befinden. Gabriel führte seine Fluorbestimmungen in Knochenaschen nach der Ätzmethode aus und schätzte den Fluorgehalt nach der Stärke der Ätz- resp. Hauchbilder. Nach seinen Versuchen kann der Fluorgehalt der Zähne nicht höher als 0,05% sein.

Fresenius¹⁾ hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß schwache Hauchbilder auch bei Abwesenheit von Fluor entstehen können. Bei meinen wiederholten Versuchen mit Zahnaschen habe ich nach diesem Verfahren auch bei Anwendung von 2—4 g Substanz mit höchst konzentrierter Schwefelsäure keine deutliche Ätzreaktion erhalten. Ich werde hierauf später Bezug nehmen. Carnot²⁾ wägt das Fluor als Calciumsiliciumfluorid; die fluorhaltige Substanz wird hierbei mit Quarzsand und konzentrierter Schwefelsäure zerlegt und das entstandene Siliciumfluorid in 10%ige Calciumfluoridlösung eingeleitet und dann mit gleichem Volumen 90%igen Alkohols als Calciumsiliciumfluorid gefällt. Nach diesem Verfahren haben auch Thomas Wilson,³⁾ Bemmelen,⁴⁾ Wrampelmeyer⁵⁾ Fluorbestimmungen ausgeführt. Mittels der Wöhler-Freseniusschen, von Brandl modifizierten Methode sind zahlreiche Fluorbestimmungen mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt worden. Die Methode beruht, wie oben erwähnt, auf der Zersetzung von Siliciumfluorid mit Wasser zu Kieselsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure und Bestimmung der letztern. Nach diesem

¹⁾ Fresenius, Quantitative Analyse, 1895, S. 282.

²⁾ Carnot, Comptes rend., Bd. CXIV, S. 110.

³⁾ Wilson, The Americ. Naturalist, 1895, Bd. XXIX.

⁴⁾ van Bemmelen, Zeitschrift f. anorg. Chemie, Bd. XV, III, S. 89.

⁵⁾ Wrampelmeier, Zeitschrift f. anal. Chemie, Bd. XXXII, VIII, S. 450 und Bd. XXXIII, S. 53, 54.

Verfahren haben Brandl und Tappeiner,¹⁾ Casares und Wiegand und namentlich Harms²⁾ gearbeitet. Die von Hempel ausgearbeitete gas-volumetrische Methode, nach der auch der Verfasser Fluorbestimmungen in der Zahnasche ausgeführt hat, besteht darin, das Fluor mittels Erhitzen durch Schwefelsäure und beigefügten Quarzsand in Fluorsilicium überzuführen und dessen Volumen in einer Gasbürette zu messen. Eine gedrängte Zusammenstellung der bis jetzt gefundenen Fluorwerte in Zahnaschen lasse ich folgen.

	Fluor in ‰
Zalesky in fossil. Rhinoc. Zahnschmelz	= 0,259—0,308
Carnot im Elephantenzahn	= 0,21
Gabriel in Zähnen von Menschen und Tieren	= 0,05—0,1
Thomas Wilson im Dentin des Elephanten	= 0,21
im Menschenzahn	= 0,006
Harms im Hundezahn	= 0,009
Hempel in Menschenzähnen	= 0,33—0,52.

Ein Element, das Chlor, dessen Anwesenheit in den Zähnen in früherer Zeit wiederholt bestritten wurde, ist nunmehr als Bestandteil der Zähne vollständig anerkannt.

Die nun zu lösende Aufgabe bestand zunächst in der Feststellung der Mengenverhältnisse der anorganischen Bestandteile in den Zähnen. Behufs dessen wurden drei Zahnkategorien geschaffen. Selbstredend konnten hauptsächlich solche in Betracht kommen, von denen zu erwarten war, daß sie möglicherweise Differenzen in ihrer Zusammensetzung aufzuweisen haben. Die zur Analyse gelangenden Zähne waren:

Bleibende Zähne	{	Eckzähne	von Menschen
		Weisheitszähne	„ „
		Zähne von 60jährigen	„ „
Temporäre Zähne:		Milchzähne	„ „
Bleibende Zähne:		Eckzähne	von Hunden

Vor der Zerkleinerung der Zähne im Diamantmörser erfolgte die gründliche Reinigung derselben von zufällig anhaftenden nicht zu den Zahnbestandteilen gehörenden Stoffen mittels Wasser und Äther. So konnten mittels mehrfacher

¹⁾ Brandl und Tappeiner, Zeitschrift f. Biologie, N. F., Bd. X.

²⁾ Harms, Zeitschrift f. Biologie, Bd. XXXVIII. S. 487.

qualitativer Analyse folgende Bestandteile der Zähne nachgewiesen werden:

Calcium	Phosphorsäure
Magnesium	Kohlensäure
Kalium	Chlor.
Natrium	

Eine salpetersaure Lösung von Zahnasche gab auf Zusatz von Baryumchlorid keine Schwefelsäurereaktion, während umgekehrt die Prüfung auf Eisen mittels Ferrocyankalium dessen Anwesenheit feststellte. Da einerseits die quantitative Bestimmung des Eisens so geringe Werte 0,066—0,078% aufwies, andererseits allgemein angenommen wird, daß dasselbe ein Bestandteil der Ernährungsflüssigkeit ist, wurden hierüber keine weiteren analytischen Daten ermittelt. Die Bestimmung des Calciums, des Magnesiums, der Phosphorsäure, des Kaliums, Natriums und Chlors wurde nach den üblichen Methoden, diejenige der Kohlensäure nach Fresenius ausgeführt.

Die nach Hempelscher Methode ausgeführten Fluorbestimmungen und deren Resultate.

Bevor ich zur quantitativen Bestimmung des Fluors übergehe, möchte ich noch kurz die von mir vorgenommenen Ätzproben erwähnen. Trotz Anwendung von 2,02 g und 4,78 g sorgfältig veraschter Zahnschubstanz konnte eine eigentliche Ätzreaktion nicht bemerkt werden. Es ist dies um so auffallender, als sonst ganz geringe Mengen von Fluor z. B. 0,0015 g NaFl leicht hin mittels der Ätzreaktion erkannt werden. Die von mir nach Angabe von Hempel ausgeführten Fluorbestimmungen ergaben ähnliche Werte, wie Hempel sie gefunden. Auf die nähere Untersuchung des in Wasser aufgelösten Gasvolumens hin bzw. des Siliciumfluorides ergab sich aber fatalerweise die Erscheinung, daß das in Wasser aufgelöste Gas der Hauptsache nach aus gasförmigem Chlorwasserstoff und nicht aus Siliciumfluorid besteht. Hierauf bezügliche Reaktionen, wie Unlöslichkeit des durch Silbernitrat erzeugten Niederschlages von Silberchlorid in Säuren, hingegen leichte Löslichkeit desselben in Ammoniak, keine Fällung auf Zugabe von Baryum-

chlorid bestätigen obige Annahme vollständig. Das mittels der Hempelschen, gasvolumetrischen Methode, durch Einwirkung von konzentrierter, zum Kochen erwärmter Schwefelsäure auf die mit Quarzsand gemischte Zahnasche gewonnene Chlor ergab 0,34%, ein Wert, der übereinstimmt mit meinen nachfolgenden analytischen Daten über den Chlorgehalt der Zähne. Durch Erwärmen der Zahnasche mit konz. Schwefelsäure konnte ebenfalls gasförmiger Chlorwasserstoff erzeugt werden: Die von Hempel aufgestellte Hypothese, daß der Fluorgehalt für die gesunden und kranken Zähne sprechend wäre, fällt demnach dahin.

Im Anschluß an die Resultate über den Fluorgehalt in den Zähnen lasse ich nunmehr diejenigen der übrigen Elemente in Prozenten folgen.

Menschenzähne.

Eckzähne.

0,8605 g Zahnschubstanz gaben 0,0696 g H₂O

= 8,09% H₂O.

0,2243 g Zahnschubstanz gaben	0,0498 g	Glühverlust	= 22,2 %
0,2243 » » »	0,0937 »	CaO = Ca	= 29,78 %
0,555 » » »	0,008 »	MgO = Mg	= 0,87 %
0,2162 » » »	0,0673 »	P ₂ O ₅ = PO ₄	= 40,98 %
0,4421 » » »	0,0136 »	CO ₂ = CO ₃	= 4,18 %
0,1208 » » »	0,0005 »	Cl	= 0,41 %
0,3208 » » »	0,0072 »	K ₂ PtCl ₆ = K	= 0,34 %
0,3208 » » »	0,0062 »	Na ₂ SO ₄ = Na	= 0,61 %
			<hr/> 99,37 %

Menschenzähne.

Milchzähne.

0,8293 g Zahnschubstanz gaben 0,0727 g H₂O

= 8,76% H₂O.

0,1588 g Zahnschubstanz gaben	0,0363 g	Glühverlust	= 22,84 %
0,1588 » » »	0,0659 »	CaO = Ca	= 29,59 %
0,243 » » »	0,0033 »	MgO = Mg	= 0,78 %
0,243 » » »	0,0747 »	P ₂ O ₅ = PO ₄	= 40,64 %
0,319 » » »	0,0097 »	CO ₂ = CO ₃	= 4,12 %
0,2020 » » »	0,00076 »	Cl	= 0,37 %
0,3095 » » »	0,0068 »	K ₂ PtCl ₆ = K	= 0,35 %
0,3095 » » »	0,0053 »	Na ₂ SO ₄ = Na	= 0,54 %
			<hr/> 99,23 %

Menschenzähne.

Weisheitszähne.

I. Analyse.

0,2237 g Zahnschubstanz gaben 0,0151 g H₂O= 6,75% H₂O.

0,2237 g Zahnschubstanz gaben	0,041 g	Glühverlust	= 18,33°
0,2237 »	»	»	0,0992 » CaO = Ca = 31,65°
0,175 »	»	»	0,0024 » MgO = Mg = 0,80°
0,175 »	»	»	0,0550 » P ₂ O ₅ = PO ₄ = 41,48°
0,3114 »	»	»	0,0121 » CO ₂ = CO ₃ = 5,29°
0,4232 »	»	»	0,0017 » Cl = 0,4°
0,3263 »	»	»	0,0069 » K ₂ PtCl ₆ = K = 0,33°
0,3263 »	»	»	0,0068 » Na ₂ SO ₄ = Na = 0,67°
			98,95°

II. Analyse.

0,334 g Zahnschubstanz gaben 0,0231 g H₂O= 6,91% H₂O.

0,2023 g Zahnschubstanz gaben	0,0378 g	Glühverlust	= 18,68°
0,2023 »	»	»	0,0903 » CaO = Ca = 31,88°
			Mg = 0,80°
			PO ₄ = 41,48°
0,6025 »	»	»	0,0223 » CO ₂ = CO ₃ = 5,04°
			Cl = 0,4°
			K = 0,33°
			Na = 0,67°
			99,28°

Menschenzähne.

Zähne 60jähriger.

0,9606 g Zahnschubstanz gaben 0,0795 g H₂O= 8,27% H₂O.

0,3163 g Zahnschubstanz gaben	0,0677 g	Glühverlust	= 21,42°
0,3163 »	»	»	0,134 » CaO = Ca = 30,25°
0,3163 »	»	»	0,0044 » MgO = Mg = 0,82°
0,3163 »	»	»	0,0985 » P ₂ O ₅ = PO ₄ = 41,10°
0,6293 »	»	»	0,0200 » CO ₂ = CO ₃ = 4,32°
0,1665 »	»	»	0,0004 » Cl = 0,24°
0,2906 »	»	»	0,0049 » K ₂ PtCl ₆ = K = 0,27°
0,2906 »	»	»	0,0056 » Na ₂ SO ₄ = Na = 0,61°
			99,03°

Tierzähne.

Hundezähne.

I. Analyse.

1,5955 g Zahns substanz gaben 0,1751 g H_2O
 = 10,97% H_2O .

0,1362 g Zahns substanz gaben	0,0354 g	Glühverlust	= 25,99%
0,1362 »	0,0520 »	CaO = Ca	= 27,23%
0,1362 »	0,0018 »	MgO = Mg	= 0,73%
0,1362 »	0,0405 »	P_2O_5 = PO_4	= 39,21%
0,6000 »	0,0198 »	CO_2 = CO_3	= 4,50%
0,2536 »	0,0005 »	Cl	= 0,19%
0,8350 »	0,0087 »	K_2PtCl_6 = K	= 0,15%
0,8350 »	0,0241 »	Na_2SO_4 = Na	= 0,94%
			98,94%

II. Analyse.

0,3822 g Zahns substanz gaben 0,0424 g H_2O
 = 11,09% H_2O .

0,2416 g Zahns substanz gaben	0,0634 g	Glühverlust	= 26,23%
0,2416 »	0,0935 »	CaO = Ca	= 27,60%
0,2416 »	0,0032 »	MgO = Mg	= 0,78%
0,3199 »	0,0944 »	P_2O_5 = PO_4	= 38,94%
		CO_3	= 4,50%
0,1745 »	0,0003 »	Cl	= 0,17%
0,6923 »	0,0074 »	K_2PtCl_6 = K	= 0,15%
0,6923 »	0,0226 »	Na_2SO_4 = Na	= 1,05%
			99,42%

Die hauptsächlichsten Ergebnisse vorliegender Untersuchungen.

Als Ergebnis meiner Untersuchungen über die Zähne kann folgendes festgestellt werden. Die auffallendsten Differenzen zwischen Menschen- und Tierzähnen, bezw. Hundezähnen machen sich in ihrem Gehalt an Glühverlust und Kalk geltend. Während erstere an Kalkgehalt — die Weisheitszähne sogar um 4—5% — die Tierzähne bedeutend überragen, so zeigt sich gerade bei den kalkärmeren ein um so größerer Gehalt an Glühverlust, und mit dem Fallen und Heben des letzteren geht Hand in Hand die Menge des Wassers. Die Elementaranalyse, die durch Verbrennung der vorher fein gepulverten, bis zur Konstanz getrockneten Zahns substanz gewonnen wurde, ließ einen Einblick in die prozentualische Verteilung der organischen Bestandteile

der Zähne gewähren, dahingehend, daß der Gehalt an Stickstoff bei Menschen- und Tierzähnen der gleiche ist, während derjenige von Kohlenstoff und Wasserstoff differiert. Die hiefür sprechenden Analysen lasse ich folgen.

Elementaranalyse.

Eckzähne.	Weisheitszähne.	Zähne 60jähriger.
0,42 g Substanz gaben bei 12,1 Volumen	0,2202 g Substanz gaben bei 5,4 Volumen	0,1451 g Substanz gaben bei 4 Volumen
› 18,5° Temp.	› 18° Temp.	› 13° Temp.
› 712,5 mm Barom.	› 728 mm Barom.	› 728 mm Barom.
= 3,11% N.	= 2,71% N.	= 3,11% N.

I. Analyse.	Milchzähne.	Hundezähne.
0,1806 g Substanz gaben	0,302 g Substanz gaben	0,1945 g Substanz gaben
0,0281 › H ₂ O = 1,71% H	bei 8,2 Volumen	bei 5,6 Volumen
0,0561 › CO ₂ = 8,47% C	› 17° Temp.	› 13° Temp.
	› 727 mm Barom.	› 726 mm Barom.
	= 3,01% N.	= 3,24% N.

II. Analyse.
0,3082 g Substanz gaben
0,0541 › H ₂ O = 1,94% H
0,0916 › CO ₂ = 8,07% C

I. Analyse.

0,1751 g Substanz gaben
0,0435 g H ₂ O = 2,74% H
0,0647 › CO ₂ = 10,05% C

II. Analyse.

0,121 g Substanz gaben
0,0305 g H ₂ O = 2,72% H
0,0456 › CO ₂ = 10,24% C

Die Phosphorsäure schließt sich in ihren Gehaltsschwankungen eng an den Kalk an. Magnesium und Kohlensäure haben durchweg gleiche Daten zu verzeichnen, mit einer Ausnahme bei den Weisheitszähnen, wo letztere an Gehalt eine kleine Steigerung erfährt. Die Menschenzähne sind reicher an Kalium und Chlor, die Hundezähne hingegen reicher an Natrium. Eine Erscheinung, die wohl Aufsehen erregen kann, besteht bei den Menschenzähnen selbst. Hier hat es sich gezeigt, daß der Weisheitszahn den größten Kalkgehalt und den kleinsten Glühverlust besitzt. Der Weisheitszahn ist bekanntlich der letzte der Zähne, der an der Oberfläche des Kiefers erscheint, er ist auch derjenige, der prädisponierend gerne der Zahncaries anheimfällt; wie naheliegend ist es da, die Schluß-

folgerung zu ziehen, daß die zu Caries geneigten Zähne einen größeren Kalkgehalt aufweisen, während die widerstandsfähigeren mit größerem Gehalt an organischer Substanz partizipieren. Greifen wir nur speziell die Daten über Kalk und Glühverlust heraus:

	Menschenzähne				Tierzähne
	Eckzähne	Milchzähne	Weisheitszähne	Zähne 60jähriger	Hundezähne
H ₂ O-Gehalt . . .	8,09	8,76	6,91	8,27	10,97
Glühverlust . . .	22,20	22,84	18,33	21,42	25,99
Ca	29,78	29,59	31,65	30,25	27,23

so ist dieses Mengenverhältnis von Kalk und Glühverlust einfach nicht zu umgehen, ohne Winke zu erhalten, daß dies Anhaltspunkte vorbedingend für die Zahncaries sein können. Obigen Analysen habe ich noch diejenigen des Wassergehaltes hinzugefügt, weil sie in engem Zusammenhang mit dem wechselnden Gehalt an Glühverlust stehen. Es wäre somit die Möglichkeit geschaffen, meine eingangs aufgeworfene Frage, wie kommt es, daß Tier- bzw. Hundezähne im allgemeinen pathologischen Einflüssen viel länger widerstehen als die menschlichen, durch vorliegende chemische Untersuchungen dahin zu beantworten, daß die zutage geförderten Differenzen der Mengenverhältnisse der anorganischen und organischen Bestandteile der Zähne als Ursache einer wohl als erblich zu erklärenden Zahncaries zu betrachten sind.