

**„Altersbestimmung beim Europäischen
Fischotter (*Lutra lutra* L. 1758) –
Ein Methodenvergleich“**

Masterarbeit

von

Barbara Judith Laher

Zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science in Wildlife Ecology and Wildlife Management (Msc)



Betreuer/Beurteiler: Univ. Prof. Dipl.-Biol. Dr. Klaus Hackländer

Eingereicht am

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
Department für integrative Biologie und Biodiversitätsforschung
der Universität für Bodenkultur Wien

DANKSAGUNG

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, die mir das Studium ermöglichte und meinem Freund, der immer an mich glaubt! Ich danke euch vom ganzen Herzen!

Sehr herzlich danke ich meinem Betreuer Univ. Prof. Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Klaus Hackländer, der mich bei vorliegender Arbeit ausgezeichnet betreut und unterstützt hat.

Ich möchte mich auch bei Dr. Marie-Theres Hauser bedanken, die mir ihr Labor zur Verfügung gestellt hat und die mir so gut es ging zur Seite gestanden hat. Außerdem bedanke ich mich auch bei Dr. Kirsti Witter und Brigitte Machac, die an der Vetmed meine Zahndünnschnitte angefertigt haben.

Weiters danke ich Dr. Andreas Kranz, der mich auf die Idee zu dieser Arbeit gebracht hat.

Auch danke ich dem Biologiezentrum Linz des OÖ Landesmuseum für die Leihgabe der Fischotterschädel, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Insbesondere danke ich Dr. Gerhard Aubrecht und Mag. Stephan Weigl.

Vielen Lieben Dank!

ABSTRACT

Many scientific papers are dealing with the different methods how to determine the age of wild animals, because this information may be of great importance in population ecological studies.

In the present thesis the age of 30 otter skulls and eight penis bones was determined by five different methods. Three methods divide the age into classes (determination of age by skull characteristics, by tooth abrasion and penis bone). Two methods determine the age by counting cement lines, which is an annual classification (determination of age by teeth thin sections with a cryostat and cutting machine). It was examined how these five methods differ in terms of age. By craniometry a total number of 39 sections of measurements were performed to divide the otter in juvenile and adult animals and confirm the sexual dimorphism.

The statistical analysis showed no matching for the age class methods. The counting of cement zone agrees partly. The frozen thin-section age is not significantly different from the direct section age, which was evaluated with a microscope. There is no agreement with the direct section age, which was evaluated with a scanner image. The direct section age of the two different optical analyzes showed a relationship. The sexual dimorphism was confirmed by craniometry method. Gender distinctions regarding the proportions of the skull were found only for a ratio (length to mandible width). The division into juvenile and adult can be done with the craniometry and the penis bone. For this purpose there is a good agreement of 75%.

The presented results are showing that in principle it is important to consider how exact the age has to be determined. With a sum of information obtained from the methods, the age is estimated well, but this is not an exact age determination. The frozen thin-section method is very expensive and costly in terms of time. That's why it could be replaced by the direct section method. However, for this method further investigations should be done.

KURZFASSUNG

Viele wissenschaftliche Arbeiten beschäftigen sich mit den unterschiedlichen Methoden ein Wildtier im Alter zu bestimmen, da diese Information für populationsökologische Studien von großer Bedeutung sein kann.

In der vorliegenden Masterarbeit wurde an einem Material von 30 Fischotterköpfen und acht Penisknochen, fünf Methoden der Altersbeurteilung vergleichend getestet. Bei den Methoden handelt es sich um drei Methoden, die das Alter in Klassen einteilen (Schädelmerkmals-, Zahnabrats-, Bakulumsalter) und zwei weitere Methoden, die durch Zählen von Zementlinien eine annuelle Einteilung des Alters zu lassen (Zementzonenalter mit Gefrierdünn- und Direktschnitten). Es wurde untersucht, inwiefern sich diese fünf Methoden im Bezug auf das Alter unterscheiden. Eine Kraniometrie mit insgesamt 39 Messstrecken wurde durchgeführt, um die Fischotter in juvenile und adulte Tiere einteilen und um den Geschlechtsdimorphismus bestätigen zu können.

Die statistische Auswertung ergab für die Altersklassenmethoden keine Übereinstimmung. Die Zementzonenanzahl stimmt teilweise überein. Das Gefrierdünnchnittsalter unterscheidet sich nicht signifikant von dem Direktschnittalter, welches mit dem Mikroskop ausgewertet wurde. Keine Übereinstimmung gibt es mit dem Direktschnittalter, welches mit einem Scannerbild ausgewertet wurde. Die Direktschnittalter mit den zwei unterschiedlichen optischen Auswertungen ergaben einen Zusammenhang. Der Geschlechtsdimorphismus konnte mittels der Kraniometrie bestätigt werden. Geschlechtsunterscheidungen bezüglich der Schädelproportionen konnte nur für ein Verhältnis (Längen zu Unterkieferbreiten) festgestellt werden. Die Einteilung in Juvenile und Adulte kann mit der Kraniometrie und dem Bakulum (Penisknochen) erfolgen. Hierfür liegt eine gute Übereinstimmung von 75% vor.

Aufgrund der hier vorliegenden Ergebnisse kann gesagt werden, dass es prinzipiell wichtig ist, sich zu überlegen, wie genau das Alter bestimmt

werden soll. Aus einer Summe von Informationen, die aus den Methoden gewonnen werden, kann das Alter gut geschätzt werden, jedoch ist dies keine genaue Altersbestimmung. Die Gefrierdünnschnitt Methode ist sehr kostenspielig und zweitaufwendig und könnte durch die Direktschnitt Methode ersetzt werden. Jedoch sollten hierzu weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Schlüsselwörter:

Fischotter, *Lutra lutra*, Altersbestimmung, postmortale Altersbeurteilung, Zementzonen, Zahndünnschnitt, Schädelmerkmale, Kraniometrie, Geschlechtsdimorphismus, Penisknochen, Bakulum

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	IV
TABELLENVERZEICHNIS	IX
FORMELVERZEICHNIS	XI
EINLEITUNG	1
1.1 Allgemeines über den Fischotter.....	2
1.2 Biologie des Fischotters.....	3
1.3 Gebissentwicklung des Fischotters	4
1.4 Allgemeiner Zahnaufbau	6
1.4.1 Zahnzement.....	7
1.5 Aufgabenstellung der Arbeit	8
1.6 Hypothesen und Fragestellungen	8
MATERIAL UND METHODEN.....	11
1.7 Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten das Alter und das Geschlecht zu bestimmen.....	11
1.8 Untersuchungsmaterial	12
1.8.1 Katalogisierung des Untersuchungsmaterials	13
1.9 Möglichkeiten der Alters- und Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometrie	14
1.9.1 Vermessung des Fundschädels.....	14
1.9.2 Altersbestimmung mittels Kranimetrie.....	23
1.9.3 Geschlechtsdifferenzierung mittels Condylbasallänge	23
1.9.4 Geschlechtsdifferenzierung mittels Kranimetriemessstrecken .	24

1.10	Möglichkeiten der Altersbestimmung durch Klasseneinteilung beim Fischotter anhand verschiedener Bestimmungsmerkmale	24
1.10.1	Altersfeststellung durch den Grad der Zahnabrasion.....	24
1.10.2	Bestimmung des Alters durch Schädelmerkmale.....	25
1.10.3	Altersbestimmung durch Abmessen und Wiegen des Penisknochen (Bakulum)	27
1.11	Möglichkeiten der annuelle Altersbestimmung beim Fischotter durch Herstellung von Schnittpräparate	28
1.11.1	Ermittlung des Alters anhand von Zementzonen im Zahn.....	29
1.11.2	Bestimmung des Alters mittels Direktschnitte am Zahn	34
1.12	Statistische Datenanalyse	36
1.12.1	Auswertung der Kraniometriedaten.....	36
1.12.2	Auswertung der Altersdaten für die Hypothese 1	39
	ERGEBNISSE	42
1.13	Ergebnisse der Kraniometriedaten	42
1.13.1	Altersbestimmung für die Hypothese 1	42
1.13.2	Geschlechtsdifferenzierung mittels Condylbasallänge für die Hypothese 2.....	43
1.13.3	Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometriemessstrecken für die Hypothese 2	44
1.14	Ergebnisse der der Altersdaten für die Hypothese 1	65
1.14.1	Ergebnisse der einzelnen Methoden.....	65
1.14.2	Ergebnisse des Methodenvergleichs	70
	DISKUSSION	75
1.15	Kraniometrie	75
1.16	Vergleich der Altersbestimmungen	76
	LITERATURVERZEICHNIS	81

ANHANG	I
1.17 Katalogisierung des Untersuchungsmaterial	i
1.18 Kranimetrie	iv
1.19 Altersmethodenvergleich	x
1.20 Gefrierdünnsschnitte	xi
1.20.1 Exemplarische Fotos.....	xii

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Temporale Ansicht eines juvenilen Fischotterschädels mit vollständigem, gerade gewachsenem Dauergebiss; J1-3 = Incisivi; C = Canini; P1-4 = Prämolare; M1-2 = Molare; (HABERMEHL, 1985).	6
Abbildung 2: Zahnaufbau im Längsschnitt (MATZKE, 2001; S. 23).	7
Abbildung 3: Fischotterschädel temporale Ansicht (Katalognummer 6).	13
Abbildung 4: Dorsale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993; Messstrecken: STUBBE, 1982).	20
Abbildung 5: Ventrale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993; Messstrecken: STUBBE, 1982).	21
Abbildung 6: Temporale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993, Messstrecken: STUBBE, 1982).	21
Abbildung 7: Dorsale Ansicht eines Fischotterunterkiefers mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993, Messstrecken: STUBBE, 1982).	22
Abbildung 8: Temporale Ansicht eines Fischotterunterkiefers mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993, Messstrecken: STUBBE, 1982).	22
Abbildung 9: Bakulum des Fischotters; A = ventral; B = lateral; C = dorsal; (STUBBE & KRAPP, 1993).	27
Abbildung 10: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines fünfjährigen Fischotters. 1 bis 4 = Jahresringe, 5 = Dentin-Zement-Grenzmembran, 6 = Dentin (Nr. 4).	34

Abbildung 11: Durchtrennen des Canini mit Trennschneider.	35
Abbildung 12: Einteilung der Fischotter in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere (ohne Tiere unbekanntes Geschlechts).....	42
Abbildung 13: Einteilung der Fischotter in geschlechtsreif und nicht geschlechtsreife Tiere (inklusive den unbekanntes Tieren nach der Geschlechtsbestimmung).	43
Abbildung 14: Korrelationsmatrix mit allen Längenmessstrecken.	45
Abbildung 15: Korrelationsmatrix mit allen Längenmessstrecken (statt LNC InGamma LNC).	45
Abbildung 16: Hauptkomponentenanalyse der Längenmessstrecken ohne LNC mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.	46
Abbildung 17: Korrelationsmatrix mit allen Breitenmessstrecken.....	47
Abbildung 18: Hauptkomponentenanalyse der Breitenmessstrecken ohne BEUR1 und BPST mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test.....	47
Abbildung 19: Hauptkomponentenanalyse der Breitenmessstrecken ohne BEUR1 und BPST Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.	48
Abbildung 20: Hauptkomponentenanalyse der Oberkiefermessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.	49
Abbildung 21: Korrelationsmatrix der gesamten Unterkiefermessstrecken.....	50
Abbildung 22: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferlängenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.	51
Abbildung 23: Korrelationsmatrix der Unterkieferbreitenmessstrecken.....	52

Abbildung 24: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferbreitenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test	52
Abbildung 25: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferbreitenmessstrecken Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.....	53
Abbildung 26: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferhöhenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.....	54
Abbildung 27: Hauptkomponentenanalyse der Walzenlängenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.....	55
Abbildung 28: Hauptkomponentenanalyse der Walzendurchmesser messstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.....	56
Abbildung 29: Test der Homogenität der Varianz der PCA Variablen.....	58
Abbildung 31: Welch Test auf Prüfung der Gleichheit der Mittelwerte für die Variable Breite.....	58
Abbildung 31: Zusammenhangsmaße Eta und Eta^2 für PCA Variablen.....	59
Abbildung 32: Test der Homogenität der Varianz der PCA Variablenverhältnisse.....	64
Abbildung 33: Zusammenhangsmaße Eta und Eta^2 für PCA Variablenverhältnisse.....	65
Abbildung 34: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall (CI) des Mittelwertes für die Längen der Fischotterschädel getrennt in Geschlechtern.	60
Abbildung 35: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Breiten getrennt in Geschlechtern.	60
Abbildung 36: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für das Oberkiefer getrennt in Geschlechtern.	61

Abbildung 37: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferlängen getrennt in Geschlechtern.....	61
Abbildung 38: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferbreiten getrennt in Geschlechtern.....	62
Abbildung 39: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferhöhen getrennt in Geschlechtern.....	62
Abbildung 40: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Längen der Walzen getrennt in Geschlechtern.....	63
Abbildung 41: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Durchmesser der Walzen getrennt in Geschlechtern...	63
Abbildung 42: Altersklassenaufteilung des Schädelmerkmalsalter.....	66
Abbildung 43: Balkendiagramm für die Altersklassenaufteilung der Altersbestimmung mittels Gefrierschnitten.....	68
Abbildung 44: Balkendiagramm für die Altersklassenaufteilung der Altersbestimmung mittels Direktschnitte am Zahn (DSS = Direktschnitt mit Scan, DSB = Direktschnitt mit Bino).....	70
Abbildung 45: Vergleich der drei Lebensjahrmethoden mittels t-Test für gepaarte Stichproben.....	70
Abbildung 46: Temporale Ansicht (rechts) eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).....	i
Abbildung 47: Frontale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).....	i
Abbildung 48: Temporale Ansicht (links) eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).....	ii
Abbildung 49: Ventrale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).....	ii

Abbildung 50: Dorsale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).	iii
Abbildung 51: Mazerierte Penisknochen eines Fischotterrüden (Ansicht: oben = dorsal; mitte = lateral; unten = ventral; Katalognummer 1).....	iii
Abbildung 52: Histogramme mit Normalverteilungskurve für Messstrecken.	viii
Abbildung 53: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines 3-jährigen Fischotters, 1 und 2 = Zementringe, 3 = Dentin-Zement-Grenzmembran (Katalognummer 9).	xii
Abbildung 54: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines 6-jährigen Fischotters, 1 und 5 = Zementringe, (Katalognummer 11).	xii

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Übersicht der Werte für CBL und BZG der GUS, Irland, Dänemark, DDR und Deutschland (STUBBE & KRAPP, 1993).....	10
Tabelle 2:	Übersicht über die Messstrecken am Fischotterschädel mit Messstreckenbezeichnung und Abkürzung (verändert nach DIERKS, 2001); Messbarkeit der Strecken (+ = gut; - = schlecht; ~ = mittelmäßig).	19
Tabelle 3:	Einteilung in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere (Daten: STUBBE, M., KRAPP, F. 1993, S. 926).....	23
Tabelle 5:	Zusammenfassung der Altersbestimmung über die Schädelmerkmale (LJ = Lebensjahr).	26
Tabelle 6:	Angaben zu Länge, Gewicht und Volumen von geschlechtsreifen und nicht geschlechtsreifen Fischotterrüden (STUBBE & KRAPP, 1993).....	28
Tabelle 7:	Minimum und Maximum der Condylabasallängen von Fischotterrüden und – fähen.....	43
Tabelle 8:	Deskriptive Statistik für PCA Variablen.	57
Tabelle 9:	ANOVA Tabelle der PCA Variablen.	58
Tabelle 10:	ANOVA Tabelle der PCA Variablenverhältnisse.....	65
Tabelle 11:	Kreuztabelle für die Altersübereinstimmung bei den Methoden Bakulum und CBL und BPST.	67
Tabelle 12:	Häufigkeitstabelle für Gefrierschnittalter.	68
Tabelle 13:	Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Scan; CKK = 35%.....	71
Tabelle 14:	Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Bino; CKK = 35%.....	72

Tabelle 15: Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Gefrierschnittaltersklassen; CKK = 54%	72
Tabelle 16: Altersklassenvergleich der Methoden Gefrierschnittaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Scan; CKK = 23%.....	73
Tabelle 17: Altersklassenvergleich der Methoden Gefrierschnittaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Bino; CKK = 13%.....	73
Tabelle 18: Altersklassenvergleich der Methoden Direktschnitt am Bino und Scan; CKK = 83%.....	74
Tabelle 19: Katalogisierungsbogen.....	iv
Tabelle 20: Kraniometriebogen für Schädel-, Ober- und Unterkiefermessstrecken.	iv
Tabelle 21: Ergänzende Daten aus dem „Handbuch der Säugetiere Europas“ von STUBBE & KRAPP (1993) für die Geschlechtsbestimmung S.910 – 911.....	v
Tabelle 22: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die Messstrecken.	ix
Tabelle 23: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die PCA Variablen.	ix
Tabelle 24: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die Verhältnisse Länge/Breite.	ix
Tabelle 25: Werte der Korrelationsmatrix und ihre Bedeutung für den Zusammenhang der Messstrecken	x
Tabelle 26: Werte der Irrtumswahrscheinlichkeit und deren Interpretation	x
Tabelle 27: p- Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung vor und nach der Transformierung (GS = Gefrierdünnschnitt, DSS = Direktschnitt Scan, DSB = Direktschnitt Bino).	x
Tabelle 28: Auflistung der verwendeten Zahnart für die Gefriermikrotomschnitte und der bestimmten Lebensjahre.	xi

FORMELVERZEICHNIS

Formel 1: Milchgebissformel bei Marderartigen (HABERMEHL & RÖTTCHER 1967)..... 5

Formel 2: Dauergebissformel beim adulten Fischotter (HABERMEHL, 1985)..... 5

EINLEITUNG

Schon immer war es von großem Interesse, das Alter von Wildtieren zu bestimmen, da es Auskünfte über die Populationsstrukturen geben kann (DIERKS, 2001). Seit vielen Jahrzehnten beschäftigen sich verschiedenste Abhandlungen mit der postmortalen Altersbestimmung bei Wildtieren. ANSORGE (1995) beschäftigte sich mit der Altersbestimmung nach Wachstumslinien bei Säugetieren. GEIGER et al (1997) schrieben über verschiedene Methoden der Altersbestimmung beim Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) und HABERMEHL (1985) verfasste ein Buch über die Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren. Einen Vergleich zweier Methoden (Zahnabrasion und Zementringalter) bei wildlebenden Fleischfressern wurde von THOMÉ & GEIGER (1997) durchgeführt. Aus Gründen des Artenschutzes und der Lebensweise (nacht- und dämmerungsaktiv) des Fischotters ist es schwierig, Sichtbeobachtungen oder Erfassungen durchzuführen. Daher ist die Auswertung von Totfunden wichtig, um Aussagen über die Biologie und Ökologie der Art treffen zu können (HAUER, 2002). Aus diesen Gründen werden in dieser Arbeit nur Methoden verwendet, die am toten, mazerierten Fischotterschädel oder Bakulum (Penisknochen) durchgeführt werden können. Die Altersbestimmung ist mit Problemen verbunden, da viele Merkmale nicht zuverlässig oder schwer nachprüfbar sind. Des Weiteren gibt es Merkmale, wie zum Beispiel den Zahnwechsel oder die Geschlechtsreife, die nur einen Einblick in eine kurze Lebensperiode erlauben (DIERKS, 2001). HABERMEHL (1985) postulierte im Buch „Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren“, dass Körpermerkmale wie Bakulum, Schädelmerkmalsausprägungen, Augenlinsengewicht, Zahnabnutzungen und die Verknöcherung der Schädelnähte, nur Hinweise auf das Alter geben können, jedoch keine annuelle Bestimmung zulassen. Solch eine annuelle Bestimmung kann mit Hilfe von Zuwachslinien im Zahnzement erfolgen (vgl. ANSORGE, 1995 und HEGGEBERGET, 1984). Dieser Methode liegt die Tatsache zugrunde,

dass die meisten Zähne eines Säugetierschädels eine jahresrythmische Wurzelzementanlagerung aufweisen, die auch für den Fischotter als jährlich angenommen wird (HAUER, 2002).

In den Kapitelpunkten 1.1, 1.2, 1.3 und 1.4 werden allgemeine Informationen, Biologie, Gebissentwicklung und Zahnaufbau des Fischotters erklärt, um die angewandten Methoden besser verstehen zu können.

1.1 Allgemeines über den Fischotter

Der Europäische Fischotter (*Lutra lutra* L. 1758) gehört zur Familie der Marderartigen (*Mustelidae*) und der Unterfamilie der Otter (*Lutrinae*). Er wird zu den gefährdeten Tieren der Roten Liste gezählt und ist im Anhang II der FFH-Richtlinie „zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen“ ausgewiesen. Früher war der Fischotter weit verbreitet, aber der Bestand nahm nach 1945 stark ab (KRANZ, 2000). Grund für den Rückgang des Bestandes sind die großflächigen Habitatzerstörungen (JAHRL, 1999), aber auch die Konflikte mit der Fischereiwirtschaft und die starke Bejagung wegen ihres wertvollen Fells sind Gründe dafür. Seit etwa zehn Jahren nimmt der Fischotterbestand stetig zu, was wohl vor allem auf die Abnahme der Umweltgifte und des jagdlichen Drucks, weniger auf lebensraumverbessernde Maßnahmen zurückzuführen sind (KRANZ, 2000). Die Verbreitung des Fischotters in Österreich umfasst vorwiegend das Mühl- und Waldviertel, das Südburgenland und angrenzende Bereiche der Steiermark (KRANZ, 2000). Dadurch, dass der Fischotter jagdlich geschont ist und sich somit als Kulturfolger der Teichwirtschaft entwickelt hat, besteht laut KRANZ (2000) keine akute Gefährdung. Er weist sogar darauf hin, dass aufgrund der Bestandesentwicklung eine Neueinstufung des Fischotters in der Roten Liste gefährdeter Tiere erfolgen sollte. Heute droht dem Fischotter eher die Gefahr überfahren zu werden, da sie als semiaquatische Tiere nur

ungern Brücken ohne Uferstreifen oder Steinschüttungen durchqueren. Haben die Fischotter diese Möglichkeit nicht, dann verlassen sie häufig den Gewässerlauf und kreuzen direkt über eine Straße. Je nach Verkehrsdichte unterliegen sie dort einer höheren Gefährdung (OTTERZENTRUM, 2011).

1.2 Biologie des Fischotters

Der Fischotter ist hervorragend an ein Leben in Wasser angepasst (KRANZ, 2007). Er hat einen breiten, abgeflachten Kopf mit kleinen, verschließbaren Ohren und Nasenlöcher. Außerdem hat er einen muskulösen Schwanz und kurze, kräftige Beine. Zwischen den Zehen befinden sich Schwimmhäute. Der Fischotter ist in der Lage unter Wasser sehr gut zu sehen, aber aufgrund seiner empfindlichen Tastaare im Gesicht und an den Vorderfüßen nicht darauf angewiesen. Er jagt vorwiegend in der Nacht und auch in trübem Wasser. Sein dichtes Fell ist ausgezeichnet isoliert und wasserundurchlässig, da es die Luft zwischen den einzelnen Haaren einschließt (KRANZ, 2000). Daher benötigt er zur Isolation gegen Kälte auch keine dicke Fettschicht (KRANZ et al 2003).

Es gibt einen Geschlechtsdimorphismus beim Fischotter, da die Weibchen (Fähe) kleiner und leichter als die Männchen (Rüde) sind (STUBBE & KRAPP, 1993). Die Rüden können im Mittel eine Körperlänge von 70cm erreichen. Die Fähe wird im Schnitt 65cm lang. Die Schwanzlänge der Rüden liegt bei 50cm, die der Fähen bei 40cm (KORA, 2004). Männchen wiegen bis zu 12kg und sind somit in der Regel doppelt so schwer wie die Weibchen (KRANZ et al 2003). Laut KRANZ et al (2003) werden Fischotter in freier Wildbahn im Normalfall im dritten Lebensjahr geschlechtsreif. KORA (2004) schreibt, dass er mit zwei Jahren fortpflanzungsfähig wird. Otterfähen sind alle 45 Tage heiß (paarungsbereit) und nach einer Tragzeit von 69 Tagen bringen sie ein bis drei Fischotterjungtiere zur Welt. Aus diesem Grund sind Fischotter,

anders als andere Marderartige, in der Lage das ganze Jahr über Nachwuchs zu bekommen. In Mitteleuropa kommen die Jungtiere aber vermehrt im Frühjahr und Sommer zur Welt (KRANZ et al 2003). Dies kann auf das bessere Nahrungsangebot und klimatische Verhältnisse zurückgeführt werden (KORA, 2004). Der Fischotter ist eines der wenigen Säugetiere, die eher selten und wenige Junge zur Welt bringen, da sie viel Zeit und Aufmerksamkeit in sie investieren (KRANZ, 2007 und KRANZ et al 2003). In freier Natur werden Fischotter selten älter als 9 Jahre (KRANZ, 2007).

1.3 Gebissentwicklung des Fischotters

Der Fischotter ist ein Marder, der zur Familie der hundeartigen Raubtiere gezählt wird. Daher hat er auch ein typisches Raubtiergebiss mit ausgeprägten Canini, auch Haken- oder Eckzähne genannt. Das Gebiss des Fischotters besteht beim Milchgebiss aus 28 und beim Dauergebiss aus 36 Zähnen. Es ist ein heterodontes Gebiss und setzt sich aus folgenden Zahntypen zusammen: Scheidezähne (Incisivi = I oder auch J), Eckzähne (Canini = C), Vorbackenzähne (Prämolares = P) und die Backenzähne (Molares = M) (WESTHEIDE & RIEGE, 2004). Der genaue Verlauf des Zahnwechsels beim Fischotter ist noch nicht erforscht, dürfte aber ähnlich wie beim Steinmarders (*Martes foina*) ablaufen (STUBBE, 1989). Während die Gebissentwicklung des Baummarders (*Martes martes*) nicht ausreichend erforscht ist, können laut HABERMEHL & RÖTTCHER (1967) für den Steinmarder genauere Angaben gemacht werden. Die Autoren geben an, dass ein Jungmarder zahnlos zur Welt kommt, aber bereits im vierten Monat sein Dauergebiss ausgebildet hat. Bereits in der dritten Woche brechen zuerst die oberen Milchreißzähne, die unteren Milchreißzähne und die oberen Hakenzähne durch. In der vierten Woche folgen die Milchhakenzähne und die vorderen Prämolaren des Unterkiefers. Danach, zu Beginn der sechsten Woche, kommen die mittleren Milchprämolaren im Unterkiefer und die hinteren

Milchprämolaren des Oberkiefers. Befindet sich das Steinmarderjunges am Ende der sechsten Lebenswoche, werden die Milchschnidezähne des Oberkiefers sichtbar. In der siebten Woche kommen schlussendlich die Milchschnidezähne des Unterkiefers durch und somit hat der Steinmarder sein vollständiges Milchgebiss. Der Aufbau des Milchgebisses ist in Formel 1 wiedergegeben.

$$\frac{3i \ 1c \ 3p}{3i \ 1c \ 3p} = 28 \text{ Zähne}$$

Formel 1: Milchgebissformel bei Marderartigen (HABERMEHL & RÖTTCHER 1967).

Ist das Milchgebiss vollständig, wird es am Ende der siebten Woche durch das Dauergebiss ersetzt. Es fallen die Milchschnidezähne des Oberkiefers aus. In der achten Woche wechseln die Schnidezähne des Unterkiefers. Die Milchprämolaren in beiden Kiefern werden in der elften bis sechzehnten Woche ausgewechselt. Damit wäre im vierten Lebensmonat der Zahnwechsel beim Steinmarder abgeschlossen. Laut STUBBE & KRAPP (1993) ist der Zahnwechsel beim Fischotter mit dem sechsten Monat abgeschlossen, jedoch ist wie oben erwähnt der genaue Zahnwechsel nicht genauer erforscht. Die Dauergebissformel kann der Formel 2 entnommen werden (HABERMEHL & RÖTTCHER, 1967).

$$\frac{3J \ 1C \ 4P \ 1M}{3J \ 1C \ 3P \ 2M} = 36 \text{ Zähne}$$

Formel 2: Dauergebissformel beim adulten Fischotter (HABERMEHL, 1985)

In machen Fällen bildet sich der M2 des Oberkiefers als rudimentärer Zahn noch aus. Dann sind im Dauergebiss des Fischotters insgesamt 38 Zähne vorhanden. (siehe Abbildung 1)

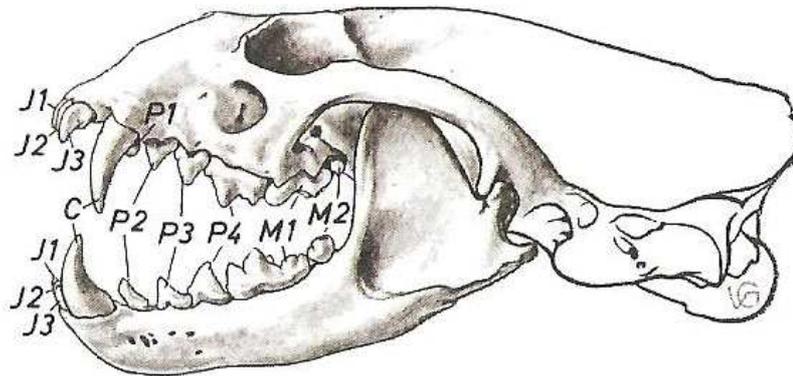


Abbildung 1: Temporale Ansicht eines juvenilen Fischotterschädels mit vollständigem, gerade gewachsenem Dauergebiss; J1-3 = Incisivi; C = Canini; P1-4 = Prämolare; M1-2 = Molare; (HABERMEHL, 1985).

1.4 Allgemeiner Zahnaufbau

Bei den Säugetieren ist der Zahn im Allgemeinen gleich aufgebaut. Dabei ist der Aufbau der Zähne in die Zahnkrone (*Corona dentis*) und die Zahnwurzel (*Radix dentis*) unterteilt. Der Zahnhals (*Cervix dentis*) verbindet die Wurzel mit der Krone (SCHUMACHER et al 1990). Des Weiteren besteht ein Zahn aus drei Hartsubstanzen:

- **das Zahnbein (*Dentin*)**, welches den Hauptanteil bildet,
- **der Schmelz** der die Krone umhüllt und die härteste Substanz in einem tierischen Körper ist und
- als dritter Bestandteil **der Zement**. Der Zement ist relativ weich und ist eine Knochensubstanz, die sich im Bereich des Zahnbeins als Überzug finden lässt. Er kann aber auch Schmelzfalten der Krone füllen (WESTHEIDE & RIEGE, 2004).

Als klinische Krone wird jener Teil des Zahnes bezeichnet, der im Mund oder am mazerierten Knochen sichtbar ist. Der im Kiefer verbleibende Teil wird als klinische Wurzel bezeichnet (SCHUMACHER et al 1990). Die Zahnhartsubstanzen werden von der Zahnhöhle (*Pulpaöhle*) und dem

Weichgewebe des Zahnmarks (*Zahnpulpa*) umschlossen (MATZKE, 2001).

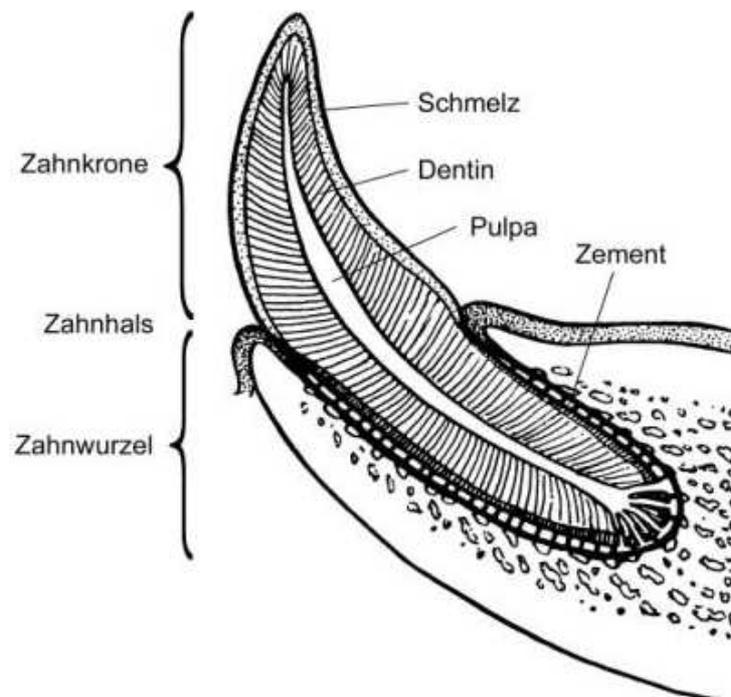


Abbildung 2: Zahnaufbau im Längsschnitt (MATZKE, 2001; S. 23).

Aufgrund der unterschiedlichen Härte der Zahnbestandteile werden bei karnivoren Arten alle Quetschflächen der Backenzähne reduziert und hohe, spitzhöckrige und scharfe Schneidekanten geformt. Dies geschieht, damit diese Tierarten die Haut, das Fleisch und die Knochen sauber durchtrennen können (WESTHEIDE & RIEGE 2004).

1.4.1 Zahnzement

Der Zement bedeckt die Oberfläche der Zahnwurzel mit einer dünnen Schicht von mineralisiertem Gewebe. Die Schichtdicke nimmt vom Zahnhals in Richtung Wurzelspitze zu (THOMÈ & GEIGER, 1997). Im Winter wird das Wachstum verlangsamt oder unterbrochen und bildet eine dunkle Winterzone, auf die eine helle Sommerzone folgt und somit einen Jahresabschnitt bildet (vgl. HAUER, 2002 und HABERMEHL et al 1980).

1.5 Aufgabenstellung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Methoden der Altersbestimmung, die am Fischotterschädel oder Bakulum durchgeführt werden, gegenüberzustellen, um sie zu vergleichen. Im Speziellen soll die Methode der Altersbestimmung anhand der Zahnzementzonen betrachtet werden. Weiters soll begutachtet werden, ob die aufwendigste Methode auch die Beste ist, oder ob auch diese zu keinen exakteren Ergebnissen führt als andere Methoden, die nicht so zeitintensiv oder kostspielig sind. Ein weiterer Punkt ist auch die Genauigkeit der Altersbestimmung. Kann ein Alter ganz genau bestimmt werden oder sind es doch eher Altersschätzungen?

1.6 Hypothesen und Fragestellungen

Hypothese 1:

Das anhand der verschiedenen Methoden bestimmte Alter unterscheidet sich bei den unterschiedlichen Methoden nicht.

Fragestellungen:

- 1) Welche Methode eignet sich bei Fischottern (*Lutra lutra*) am Besten zur Altersbestimmung?
- 2) Welche Methode eignet sich für eine Altersanalyse bei großen Stichproben am Besten?
- 3) Wie genau kann das Alter bestimmt werden (Jahr oder Altersklassen)?

Annahme zu dieser Hypothese gab das Paper von THOMÈ & GEIGER (1997). Es wurde ein Methodenvergleich von verschiedenen Fleischfressern durchgeführt, bei denen das tatsächliche Alter bekannt war. Dabei setzten sie die Methoden der Zahnabration (Zahnabnutzung) und des Zahndünnschnittes ein. Sie hatten nur einen Fischotter in dieser Studie, bei dem das tatsächliche Alter mit dem bestimmten Alter beider Methoden übereinstimmte.

Hypothese 2:

Der Geschlechtsdimorphismus bei Fischottern äußert sich nur in den unterschiedlichen Schädelgrößen, nicht aber in den Längen/Breiten Proportionen.

Fragestellungen:

- 1) Sind die Schädel der Fähen in den Längen und in den Längen/Breiten Proportionen kleiner als die der Rüden?
- 2) Kann von den Condylbasallänge (Erklärung siehe Kapitel 1.9.1.1) auf das Geschlecht geschlossen werden?
- 3) Wie vergleichbar sind die Messstrecken mit anderen Arbeiten?

Messreihen an abgebalgten Tieren ergaben, dass Fähen nur 70% des Gewichts und ca. 90% der Gesamtlänge sowie Hinterfußlänge der Rüden erreichen. Weiters sind der Schädel und die Dauerzähne der Rüden kräftiger gebaut als die der Fähen (STUBBE & KRAPP, 1993).

STUBBE & KRAPP (1993) geben im Handbuch der Säugetiere an, dass die Condylbasallänge (CBL) und die Breite des Zygion (BZG) der Fischotterschädel aus Irland größer sind als die der GUS, Dänemark oder ehemaligen DDR. Die Werte für Deutschland sind bei CBL ähnlich die der aus Irland, jedoch ist die Breite des Zygion (Erklärung siehe Kapitel 1.9.1.1) bei den Rüden größer als die der anderen Länder. Die Fähen aus Deutschland können aber eine deutlich kleinere BZG haben als die der anderen Länder (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der Werte für CBL und BZG der GUS, Irland, Dänemark, DDR und Deutschland aus STUBBE & KRAPP, 1993.

Land	CBL [mm]		BZG [mm]	
	♂	♀	♂	♀
GUS	107,0-126,0	96,5-121,0	62,0-83,0	60,5-72,0
Irland	110,9-122,5	100,6-113,3	66,4-78,2	60,0-70,0
Dänemark	91,5-125,5	86,0-112,5	--	--
DDR	97,8-121,5	105,5-107,1	57,5-77,4	63,0-66,7
Deutschland	109,5-125,1	100,7-112,7	69,4-78,4	58,7-66,9

Dies gab den Anstoß an den Fischotterschädeln eine kranio-metrische Untersuchung durchzuführen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Werte denen aus Deutschland gleichen, da die Verbreitungsgebiete angrenzend und die Lebensräume ähnlich sind. Aus Gründen der Vollständigkeit wird in dieser Arbeit nicht nur CBL und BZG gemessen, sondern weitere 35 Messstrecken (siehe Kapitel 1.9.).

MATERIAL UND METHODEN

1.7 Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten das Alter und das Geschlecht zu bestimmen

Die tot aufgefundenen Fischotter haben einen wissenschaftlichen Wert, indem sie Auskunft über Alter, Geschlecht, allgemeinen Zustand etc. geben. Sie dienen somit als „tote Datenbank“, auf die zurückgegriffen werden kann. Für die Ermittlung der Daten werden morphologische Zeichen und chemische Analysen herangezogen. So können bei den morphologischen Merkmalen die verschiedenen Strukturen am Schädel genutzt werden, wie zum Beispiel der Schädelkamm oder auch die Nasennähte, um ein ungefähres Alter zu nennen oder sie zumindest in Altersklassen einzuteilen. Außerdem kann auch eine Altersschätzung am Gebiss durchgeführt werden. Das Gebiss eines Fischotters wird in Milchgebiss und Dauergebiss unterschieden. Die 28 Milchzähne werden durch 36 Dauerzähne ersetzt (HABERMEHL, 1985). Laut STUBBE (1989) ist der Zahnwechsel noch nicht genauer untersucht worden, dürfte aber mit dem vierten Monat abgeschlossen sein. Eine weitere Möglichkeit das Fischotteralter zu bestimmen ist, sie in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere zu unterteilen. Diese Einteilung kann aufgrund der Condylbasallänge und der Postorbitalbreite erfolgen. Beim Rüden kann zusätzlich noch das Bakulum (Penisknochen) vermessen und gewogen werden (STUBBE & KRAPP, 1993). Soll eine Alterseinteilung in Klassen oder eine Altersschätzung erfolgen, besteht die Möglichkeit das Alter mit Hilfe der jahresrythmisch gebildeten Zementringe im Zahn zu bestimmen. Jedoch ist die Altersbestimmung im Allgemeinen beim Fischotter nicht leicht, da die Reproduktionszeit das ganze Jahr über und somit kein genaues Wurfdatum vorhanden ist (STUBBE & KRAPP, 1993).

Die Geschlechterbestimmung kann am Skelett durchgeführt werden, falls dies vollständig vorhanden ist. Da Männchen einen Penisknochen

besitzen, ist dies ein eindeutiges Merkmal. Falls das Skelett unvollständig ist, gibt es auch die Möglichkeit über die Kranimetrie, dem Abmessen des Schädels, das Geschlecht zu bestimmen.

1.8 Untersuchungsmaterial

Am Biologie Zentrum des oberösterreichischen Landesmuseums (Johann-Wilhelm-Klein-Straße 73, 4040 Linz-Dornach) wird seit 1910 eine systematische Sammlung von Fischottern durchgeführt. Dabei handelt es sich um Fischotter, die tot in Oberösterreich aufgefunden worden sind.

Laut Angaben des Landesmuseums (Mag. Stephan Weigl) werden die tot aufgefundenen Fischotter tiefgefroren. Erst wenn sie mazeriert werden, tauen sie die Funde auf und balgen sie ab. Die Skelette werden mechanisch entfleischt. Markhaltige Knochen werden mit Hilfe von Druckluft ausgeblasen. Anschließend wird das Skelett für einige Tage entwässert, wobei das Wasser täglich gewechselt wird. Dies geschieht, um das restliche Blut aus den Knochen zu entfernen. Wenn kein Blut mehr austritt, verbleiben die Fundskelette zum Mazerieren (Einweichen) im Wasser etwa eine Woche lang liegen. Um Gewebereste von den Knochen zu lösen werden diese unter Waschmittelzusatz gekocht. Waschmittel enthalten Tenside und Enzyme, die Eiweiße und Fette lösen (WAGNER, 2010). Sollten sich nicht alle Gewebereste alleine entfernt haben, wird durch Schaben und Bürsten nachgeholfen. Dann wird das Material mit Wasser gut abgeschwemmt und anschließend für zwei Tage mit einer 5%igen Wasserstoffperoxidlösung gebleicht. Danach wird nochmals mit Wasser gespült und getrocknet. Sollten sich nach der Behandlung noch immer Fettreste auf den Knochen befinden, werden sie in Aceton eingelegt bis alle Fettreste entfernt sind. Dies kann bis zu zwei Wochen dauern. Im Anschluss erfolgen die Endtrocknung und die Lagerung in getrockneter Form.

Diese Sammlung, von Fischotterschädel oder auch im Weiteren Fundschädel genannt, dient dieser Diplomarbeit als Materialgrundlage. Von insgesamt 112 Skeletten standen für die Untersuchung 30 Fischotterschädel zur Verfügung. Es handelt sich um 15 Rüden und 9 Fähen. Von 6 Fischottern ist das Geschlecht ungeklärt.



Abbildung 3: Fischotterschädel temporale Ansicht (Katalognummer 10).

1.8.1 Katalogisierung des Untersuchungsmaterials

Nach dem Erhalt der Fischotterschädel, wurden sie katalogisiert. Für die Weiterverwendung der Fundschädel in dieser Arbeit, hat jeder Schädel eine eigene Nummer erhalten, die mit jener Nummer des Museums aus praktischen Gründen nicht ident ist. Jeder Schädel wurde anterior, dorsal, ventral (ohne Unterkiefer) und sagittal fotografiert (Beispielbilder siehe Anhang Abbildung 46 bis Abbildung 50). Der Unterkiefer wurde von oben fotografiert. Außerdem wurde bei männlichen Fischottern, bei denen das Bakulum vorhanden war, auch dieses fotografiert. Dabei wurde bei jedem Schädel auch die dazugehörige Nummer mit ins Bild genommen. Anschließend wurden die Fundschädel und wenn vorhanden die Bakula gewogen und gemessen. Die Schädel wurden wie im Kapitel

Möglichkeiten der Alters- und Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometrie (siehe Kapitel 1.8) beschrieben vermessen.

1.9 Möglichkeiten der Alters- und Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometrie

Aufgrund des Geschlechtsdimorphismus, der sich beim Fischotter in der unterschiedlichen Größe von Männchen und Weibchen äußert, kann man mittels Kraniometrie auf das Geschlecht schließen (vgl. KRANZ, 2000, KORA, 2004 und DIERKS, 2001). Außerdem sollte man aufgrund der Proportionen zwischen den Messlängen auf das Alter schließen können. Weiters können laut STUBBE & KRAPP (1993) geschlechtsreife Tiere von nicht geschlechtsreifen unterschieden werden, indem die Condylbasallänge (CBL) mit der Postorbitallänge (BPST) in Verbindung gebracht wird. VAN BREE et al (1966) geben an, dass geschlechtsreife Fähen eine CBL von über 105mm und die BPST weniger als 16mm beträgt. Bei Rüden weisen die Geschlechtsreifen eine CBL von über 112mm und eine BPST von unter 16mm auf (STUBBE & KRAPP, 1993).

1.9.1 Vermessung des Fundschädels

Die Messstrecken an den Fischotterschädeln und den Unterkiefern (*Madibula*) wurden aus „Untersuchungen am Schädel des Steinmarders (*Martes foina* ERXLEBEN 1777) Schädelmaße und Gebißerkrankungen“ von Karin Dierks (2001) und „Vorschläge zur Standardisierung von Meß- und Untersuchungsmethoden am Fuchs (*Vulpes vulpes* L. 1758)“ von STUBBE (1982) übernommen. Dabei werden der Schädel, der Unterkiefer (UK) und der Oberkiefer (OK) vermessen. Die meisten Messstrecken wurden direkt aus der Dissertation von DIERKS (2001) übernommen, da der Fischotter auch zur Familie der Marderartigen gezählt wird und die Standardisierungsvorschläge direkt verwenden werden kann. Andere wurden von STUBBE (1982) übernommen, da die Messstrecken von

DIERKS (2001) teils unvollständig, teils nicht richtig sind. Es wird darauf verwiesen, dass die Abkürzungen für die Messstrecken sich aus methodischen Gründen nicht immer nach der üblichen deutschen Nomenklatur richten (siehe Tabelle 2). Insofern es nicht anders angegeben wird, werden die Messungen mit einem Messschieber auf 1/10mm Genauigkeit ermittelt oder sie werden mit einem Tastzirkel abgegriffen. Die Messstreckenbezeichnung und deren Abkürzungen können der Tabelle 2 entnommen werden. Die insgesamt 39 Messstrecken sind in den Abbildung 4 bis Abbildung 8 eingezeichnet.

1.9.1.1 Messstrecken des Schädels

Die Condylbasallänge, die Jochbogenbreite und die Vermessung der Zahnreihenlänge gehören zu den Standardmessstrecken am Schädel. (STUBBE & KRAPP, 1993).

Für die **Schnauzenlänge** (LR) wird vom Vorderrand der Orbita (Orb) bis zum Prosthion gemessen. Das Prosthion ist jener Messpunkt am Alveolarrand des Oberkiefers, bei der die Mediansagittalebene der oberen Schneidezähne am meisten hervorragt (ANONYMUS, 2011).

Es gibt zwei verschiedene **Gesichtsschädellängen** (LPE1 und LPE2). LPE1 erstreckt sich vom Nasion (N) bis zum Prosthion. Diese Messstrecke kann nur bei jungen Fischottern vermessen werden, da das Nasion sich an der knöchernen Nahtstelle (*Satur*) zwischen dem Stirnbein (*Os frontale*) und dem rechten und linken Nasenbein (*Os nasale*) befindet (NICKEL et al 1984). Das ist jener Punkt an dem die Nähte des Nasenbeins zusammentreffen. Die Nasennähte beginnen ab dem zweiten Lebensjahr zu verschmelzen (STUBBE, 1989). LPE2 wird vom Prosthion bis zum Akrokranion gemessen. LNC und LPE2 ergeben gemeinsam die Condylbasallänge.

Die Vermessung von der Stirnmitte (F) bis zum Akrokranion (A) wird als **Hirnschädellänge** (LNC) bezeichnet. Der Punkt F definiert sich durch die

Mitte zwischen der größten Breite der knöchernen Augenhöhle (Orbita), die so genannte Ectorbitale (Ect).

Die **Totallänge** (TL) ist jene Länge vom Prosthion (P) bis zum Akrokranion (A).

Die **Condylbasallänge** (CBL) wird vom Hinterrand des *Condylus occipitalis* bis zum Prosthion gemessen.

Die **Hirnschädelbreite1** (BEUR1) ist die Breite vom Eurion (Eur, siehe Abbildung 4) zu Eurion, also die größte Breite der Hirnkapsel. Die Hirnschädelbreite (BEUR) wird an derselben Stelle wie BEUR1 gemessen, nur dass hier der Fortsatzkamm umfasst wird und nicht der Hirnschädel.

Die **Jochbogenbreite** (BZG) oder auch Zygomatikbreite ist die größte Breite des Schädels und wird von Zygion (= Zy, siehe Abbildung 4) zu Zygion gemessen.

Die **Ectorbitalbreite** (BECT) wird von Ectorbitale zu Ectorbitale und die **Entorbitalbreite** (BENT) von Entorbital (= Ent, siehe Abbildung 4) zu Entorbital vermessen.

Die **Postorbitalbreite** (BPST) ist kleinste Breite hinter den Augenhöhlen (*Orbitae*) und befindet sich hinter der BECT.

Die **Schädelhöhe mit C. sagittalis** (HBC) erstreckt sich von der Basis des Schädels (Basalteil des Os occipitales = B, siehe Abbildung 5) bis zur dorsal höchsten Erhebung des Scheitelkamms (*Crista sagittalis*).

Die **Schädelhöhe ohne C. sagittalis** (HBS) wird von der Basis des Schädels bis dicht neben dem Sagittalkamm auf dem höchsten Punkt der Hirnkapsel gelegt.

Die **Höhe der Crista sagittalis** (CSH) wird aus der Differenz von HBC und HBS errechnet.

Die **Länge der Crista sagittalis** (CSL) ist die Länge vom Beginn bis zum Ende des Scheitelkamms. Beide Scheitelkammessstrecken, Länge und Breite, können erst ab jenem Zeitpunkt registriert werden, ab dem sich der Scheitelkamm abzeichnet. Dies geschieht frühestens im zweiten Lebensjahr. (vgl. DIERKS, 2001 und STUBBE, 1982)

1.9.1.2 Messstrecken des Oberkiefers

Die Messstrecke vom Medianpunkt der Choanenverbindung (Synsphenion = Sph; siehe Abbildung 5) bis zum Prosthion wird als **Gaumenlänge** (OLG) bezeichnet.

Die **oberen Zahnreihen** (OZ R/L) werden jeweils rechts und links vermessen, dabei wird vom Vorderrand der Alveolen der Canini bis zum Hinterrand der Alveolen des M2 gemessen. Sie müssen mit dem Tastzirkel abgegriffen werden.

Die **Breite in Höhe der Canini** (OBC) ist jene Breite zwischen den bukkalen Außenrändern der Canini.

Die **größte Gaumenbreite** (OBM) liegt zwischen den Außenrändern des rechten und linken P4. (vgl. DIERKS, 2001 und STUBBE, 1982)

1.9.1.3 Messstrecken des Unterkiefers

Die **Totallänge des Unterkiefers** (UKL) ist die Länge vom Processus condyloideus (Pc) bis zum Infradentale (Id) (siehe Abbildung 8). Der Infradentale ist jener Punkt zwischen den mittleren Schneidezähnen des Unterkiefers, an dem sich die Vorderkante des Alveolenfortsatzes von der Mediansagittalebene schneidet (ANONYMUSA, 2011). Die Schiebelehre wird an jeden der Pc angesetzt.

Die **unteren Zahnreihen** (UZ R/L) werden vom Vorderrand der Caninalveolen bis zum Hinterrand der Alveolen des M3 gemessen. Dies geschieht jeweils rechts und links des Unterkiefers.

Die **Unterkiefer Gesamtbreite der Canini** (UBC) werden von den bukkalen Alveolenaußenrändern der unteren Canini gemessen.

Die Messstrecke der **Unterkiefer Gesamtbreite der Molaren** (UBM) erstreckt sich zwischen den bukkalen (zur Wange hin) Außenrändern der Alveolen des M1 auf der Höhe der Gabelungsstelle des zweiwurzeligen M1 (Bifurkation).

Die **Unterkiefergesamtbreite in Höhe des Processus condyloideus** (UBP) ist jene Breite zwischen dem rechten und linken Außenrand des Walzenansatzes.

Die **rechte und linke Breite des Unterkieferastes** (UA R/L) wird auf Höhe des M1 auf den medialen Höcker gemessen.

Die **Unterkieferhöhe zwischen P1 und P2** (UHC R/L) wird zwischen den beiden Prämolaren im Interdentalraum waagrecht zum unteren Rand des Unterkiefers gemessen. Dies geschieht auf der rechten und linken Seite des Unterkiefers.

Die **Unterkieferhöhe zwischen M1 und M2** (UHM R/L) wird ebenfalls rechts und links gemessen. Wiederum auch im Interdentalraum zwischen M1 und M2 lotrecht zum unteren Rand des Unterkiefers.

Die Höhe des Unterkieferastes hinten (UHP R/L) ist auf der linken und rechten Seite zu messen. Die Messstrecke reicht vom Basalpunkt des Processus angularis bis zum Corionion (Cr). Der Processus angularis ist der Winkelfortsatz des Unterkieferkörpers (*Corpus mandibulare*) (NICKEL, R. et al 1984).

Die **Länge der Walzen** (CW R/L) werden rechts und links des Unterkiefers abgemessen. Sie wird von linken zum rechten Rand der jeweiligen Walze gemessen. Die Walze ist der Gelenkfortsatz des Unterkiefers (DYCE et al 1991).

Der **Durchmesser der Walze** (CD R/L) wird am breitesten Punkt der Walze gemessen, auf beiden Seiten des Unterkiefers. (vgl. DIERKS, 2001 und STUBBE, 1982)

Tabelle 2: Übersicht über die Messstrecken am Fischotterschädel mit Messstreckenbezeichnung und Abkürzung (verändert nach DIERKS, 2001); Messbarkeit der Strecken (+ = gut; - = schlecht; ~ = mittelmäßig).

	Messstreckenbezeichnung	Abkürzung	Messbarkeit
Schädelmaße			
Längen	Schnauzenlänge	LR	~
	Gesichtsschädellänge 1	LPE1	+
	Gesichtsschädellänge 2	LPE2	+
	Hirnschädellänge	LNC	+
	Totallänge	TL	+
	Condylbasallänge	CBL	+
Breiten	Hirnschädelbreite	BEUR	+
	Hirnschädelbreite 1	BEUR1	~
	Jochbogenbreite	BZG	+
	Ectorbitalbreite	BECT	+
	Entorbitalbreite	BENT	+
	Postorbitalbreite	BPST	+
Höhe	Schädelhöhe mit C. sagittalis	HBC	+
	Schädelhöhe ohne C. sagittalis	HBS	~
Crista sagittalis	C. sagittalis Höhe	CSH	~
	C. sagittalis Länge	CSL	~
Oberkiefermaße			
Längen	Gaumenlänge	OLG	+
	obere Zahnreihe rechts	OZR	-
	obere Zahnreihe links	OZL	-
Breiten	Breite in Höhe der Canini	OBC	+
	größte Gaumenbreite	OBM	+
Unterkiefermaße			
Längen	UK Totallänge	UKL	~
	UK Zahnreihe rechts	UZR	-
	UK Zahnreihe links	UZL	-
Breiten	UK Gesamtbreite Canini	UBC	+
	UK Gesamtbreite Molaren	UBM	~
	UK Gesamtbreite Processus condyloideus	UBP	~

	UK –Ast rechts	UAR	+
	UK –Ast links	UAL	+
Höhe	UK Höhe zw. P1 & 2 rechts	UHCR	-
	UK Höhe zw. P1 & 2 links	UHCL	-
	UK Höhe zw. M1 & 2 rechts	UHMR	-
	UK Höhe zw. M1 & 2 links	UHML	-
	UK-ast Höhe hinten rechts	UHPR	+
	UK-ast Höhe hinten links	UHPL	+
	Condylus mandibulae	Länge der Walze rechts	CWR
Länge der Walze links		CWL	+
Durchmesser der Walze rechts		CDR	~
Durchmesser der Walze links		CDL	~

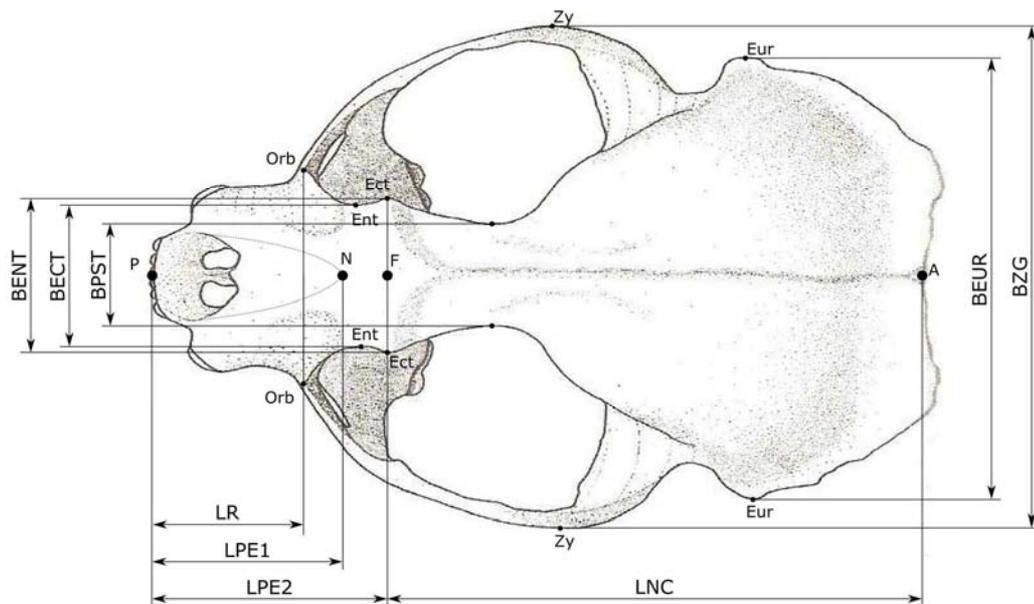


Abbildung 4: Dorsale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993; Messstrecken: STUBBE, 1982).

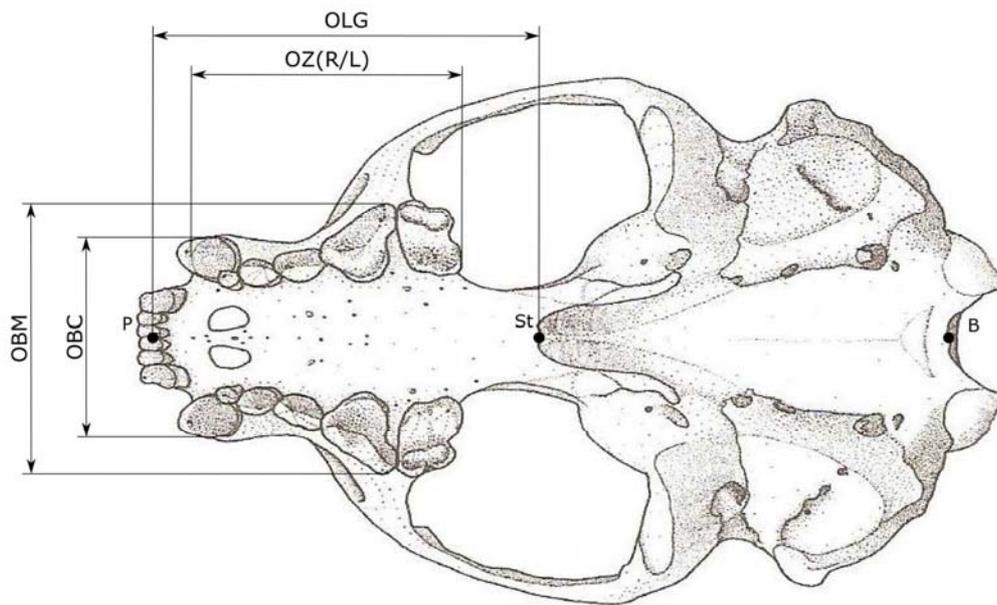


Abbildung 5: Ventrale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993; Messstrecken: STUBBE, 1982).

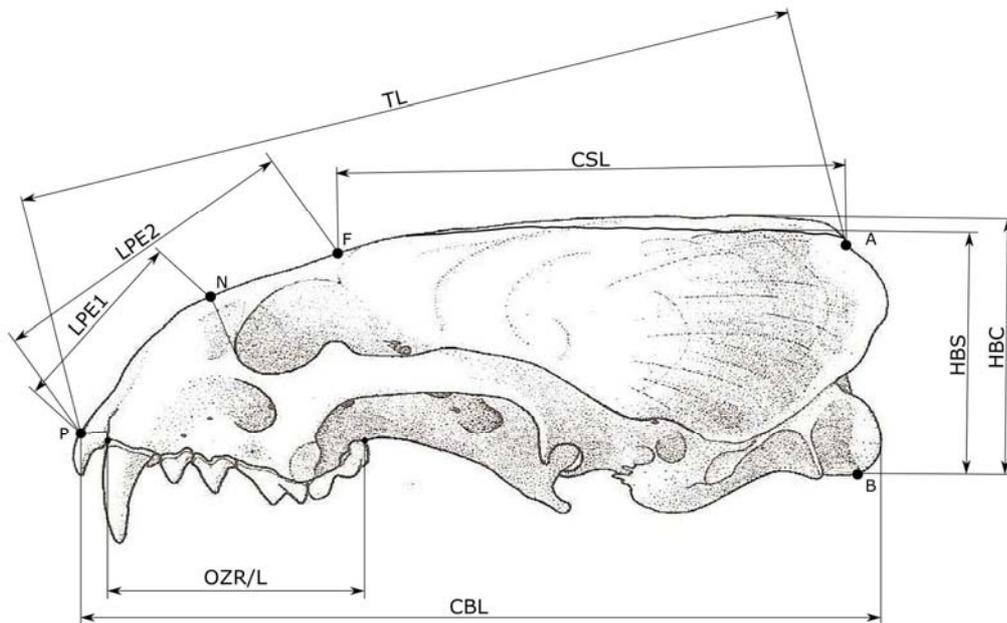


Abbildung 6: Temporale Ansicht eines Fischotterschädels mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993 , Messstrecken: STUBBE, 1982).

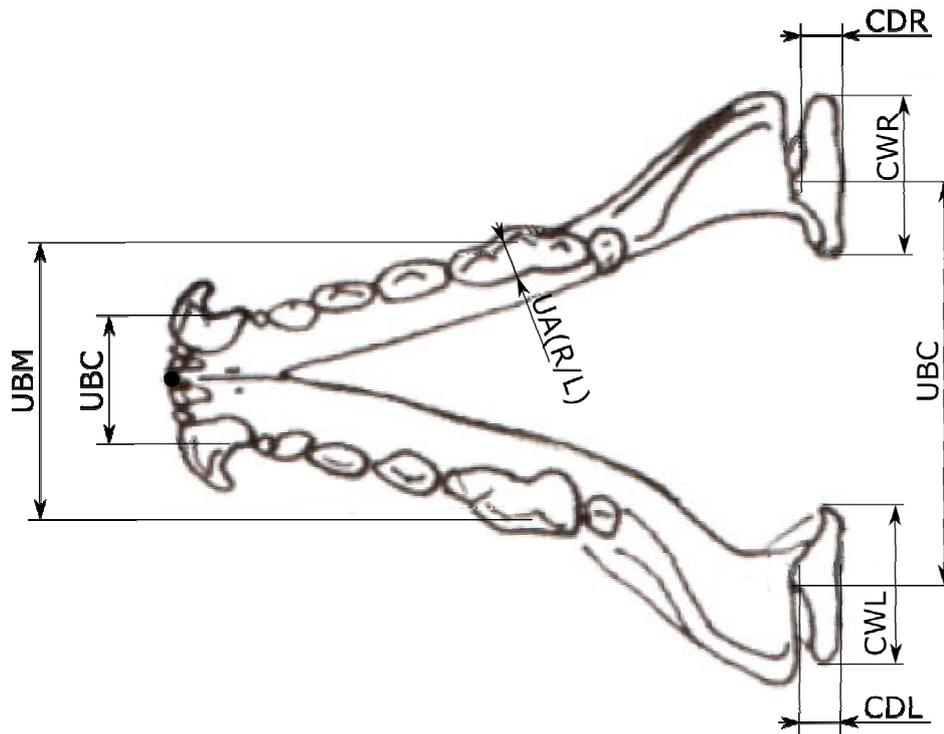


Abbildung 7: Dorsale Ansicht eines Fischotterunterkiefers mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993 , Messstrecken: STUBBE, 1982).

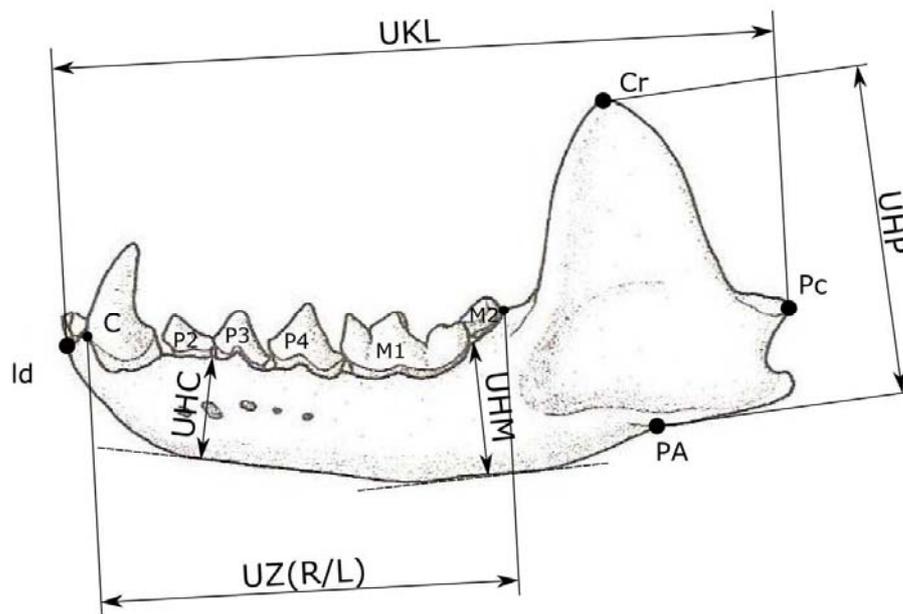


Abbildung 8: Temporale Ansicht eines Fischotterunterkiefers mit eingezeichneten Messstrecken (Bild: STUBBE & KRAPP, 1993 , Messstrecken: STUBBE, 1982).

1.9.2 Altersbestimmung mittels Kraniometrie

STUPPE & KRAPP (1993) zitieren VAN BREE et al (1966) und beschreiben, dass Fischotter in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere eingeteilt werden können. Zur Einteilung in diese beiden Gruppen werden die Condylbasallänge und die Postorbitalbreite in Verhältnis gebracht (siehe Tabelle 3). Es kann davon ausgegangen werden, dass Rüden mit einer CBL von $> 112\text{mm}$ und einer BPST von $< 16\text{mm}$ und Fähen mit einer CBL von $> 105\text{mm}$ und einer BPST von $< 16\text{mm}$ geschlechtsreife Tiere sind. KRANZ et al (2003) postulierte, dass Fischotter in freier Wildbahn im dritten Lebensjahr geschlechtsreif werden. Geschlechtsreife Tiere sind, laut der Definition in dieser Arbeit (siehe Kapitel 1.10.2) im dritten Lebensjahr und somit 25 Monate und älter. Jene Tiere, die nicht geschlechtsreif sind, sind jünger als 24 Monate.

Tabelle 3: Einteilung in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere (Daten: STUBBE & KRAPP, 1993; S. 926).

	Condylbasallänge	Postorbitalbreite
Rüde	$> 112\text{mm}$	$< 16\text{mm}$
Fähe	$> 105\text{mm}$	$< 16\text{mm}$

1.9.3 Geschlechtsdifferenzierung mittels Condylbasallänge

Über die Condylbasallänge der geschlechtsreifen Fischotter kann von den bekannten auf die unbekanntes Geschlechter geschlossen werden. Dies erfolgt über das Minimum und Maximum der CBL. Bringt man die Messstrecken in Verhältnis, so kann man über die Proportionen auf das Geschlecht schließen (DIERKS, 2001).

1.9.4 Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometriemessstrecken

Aufgrund des bekannten Geschlechtsdimorphismus haben Fähen kleinere Schädel als Rüden. Dies wird über die Mittelwerte der jeweiligen Messstrecken bezüglich des Geschlechts ermittelt.

1.10 Möglichkeiten der Altersbestimmung durch Klasseneinteilung beim Fischotter anhand verschiedener Bestimmungsmerkmale

1.10.1 Altersfeststellung durch den Grad der Zahnabrasion

Anhand des Grades der Zahnabrasion ist es möglich, das Alter zu bestimmen. STUBBE hat diese Methode im Buch der „Hege Band 1 – Haarwild 1989“ beschrieben. Im ersten Lebensjahr ist der Zahnschmelz aller Zähne noch intakt und obwohl, laut STUBBE (1989), der Zahnwechsel noch nicht genauer untersucht wurde, dürfte er ähnlich wie beim Marder ablaufen. Jungmarder werden zahnlos geboren und bekommen ihr Milchgebiss in der dritten und vierten Lebenswoche. Schon in der siebten Woche beginnt der Wechsel vom Milchgebiss zum Dauergebiss. Es werden zuerst die Zähne des Oberkiefers und dann die des Unterkiefers gewechselt. Die letzten Zähne werden von der elften bis zur sechzehnten Woche ausgewechselt. Das Dauergebiss ist mit dem vierten Monat vollständig (HABERMEHL & RÖTTCHER 1967). Daher kann davon ausgegangen werden, dass Fischotter mit einem Milchgebiss sich sicher im ersten Lebensjahr befinden. Im zweiten Lebensjahr zeigen die Zähne keinen auffälligen Zahnabschliff. Das Dentin wird dann ab dem dritten Jahr sichtbar, wobei der Anschliff von Jahr zu Jahr zunimmt (STUBBE, 1989).

Tabelle 4: Zusammenfassung für die Altersbestimmung nach dem Grad der Zahnabrasion.

Alter	Zustand des Zahnes
1. Lebensjahr	Zahnschmelz aller Zähne intakt Milchgebiss (max. 4 Monate)
2. Lebensjahr	Zahnschmelz beginnt sich abzunützen Dentin ist noch nicht sichtbar
3. Lebensjahr	Dentin der Reibfläche beim P4 ist freigelegt
Älter als 3 Jahre	Dentin bei der Zahnkrone des M1 ist zu sehen

Bei dieser Methode ist es wichtig, gut erhaltenes Untersuchungsmaterial zu haben.

1.10.2 Bestimmung des Alters durch Schädelmerkmale

Es gibt laut HABERMEHL (1985) und STUBBE (1989) verschiedene Merkmale am Fischotterschädel, die dazu dienen, das Alter in Klassen einzuteilen. Dazu gehören die Schädelnähte, vor allem im Bereich des Nasenbeins und des Scheitelkamms, der sich mehr oder weniger vom Schädeldach abhebt. Die Schädeloberfläche wird in rau bzw. glatt und die Augenbogenfortsätze in stumpfwinkelig, porös, spitz- bzw. rechtwinkelig eingeteilt. Zuletzt wird die Hinteraugenbreite vermessen.

Im ersten Lebensjahr sind die Schädelnähte und die Nähte am Nasenbein sehr gut sichtbar, es ist jedoch kein Scheitelkamm erkennbar. Der Schädel weist eine mehr oder weniger raue Oberfläche auf. Die äußeren Augenbogenfortsätze sind porös und stumpfwinkelig und die Hinteraugenbreite liegt am Ende des ersten Lebensjahres selten unter 15mm. Im zweiten Lebensjahr beginnen die Schädelnähte allmählich zu verschmelzen, die der Nasenbeine sind in ihren Umrissen aber noch leicht sichtbar. Der Scheitelkamm, der auch als Schädelkamm bezeichnet wird, zeichnet sich nun deutlich ab, ist aber noch porös und ragt nicht über das

Schädeldach hinaus. Auch im zweiten Lebensjahr liegt die Hinteraugenbreite noch unter 15,5mm. Die äußeren Augenbogenfortsätze sind noch stumpfwinkelig. Ab dem dritten Lebensjahr ist der Scheitelkamm sehr ausgeprägt und erhebt sich über das Schädeldach. Die Augenbogenfortsätze sind spitz- bis rechtwinkelig. Die Hinteraugenbreite ist bei Fischottern, die älter als zwei Jahre sind, größer als 15,5mm (STUBBE, 1989).

Die genaue Definition des Alters ist wie folgt:

- 0-12 Monate = 1. Lebensjahr
- 13-24 Monate = 2. Lebensjahr und
- 25 Monate und älter = 3. Lebensjahr

Tabelle 5: Zusammenfassung der Altersbestimmung über die Schädelmerkmale (LJ = Lebensjahr).

Schädelmerkmale	1. LJ	2. LJ	3. LJ
Scheitelkamm	noch nicht sichtbar	tritt hervor, aber nicht über Schädeldach	deutlich über Schädeldach
Nasenbeinnaht	noch deutlich zu sehen	noch leicht sichtbar	völlig verschmolzen
Schädeloberflächenstruktur	rau	rau	glatt
Augenhöhlenfortsätze	porös und stumpfwinkelig	stumpfwinkelig	rechtwinkelig und spitz
Hinteraugenhöhlenbreite	unter 15mm	unter 15,5mm	über 15,5mm

1.10.3 Altersbestimmung durch Abmessen und Wiegen des Penisknochen (Bakulum)

Der Penisknochen, oder auch Bakulum, ist ein extraskelletaler Knochen des Penis. Einige Spezies in verschiedenen Ordnungen der Säugetiere weisen ein Bakulum auf, wie zum Beispiel Raubtiere, Insektenfresser, Nager, Fledermäuse oder auch Primaten (SHARIR et al 2011). Der Penisknochen weist eine große morphologische Diversität, auch unter eng verwandten Spezies, auf. (BARYSHNIKOV et al 2003) Die Größe unterscheidet sich zwischen den Ordnungen und kann daher zur Taxonomierung dienen (SHARIR et al. 2011). Im Laufe des Lebens ändert sich dabei Gewicht, Länge und Form des Penisknochens. Diese Unterschiede können beim Fischotterrüden enorm sein (HABERMEHL, 1985).

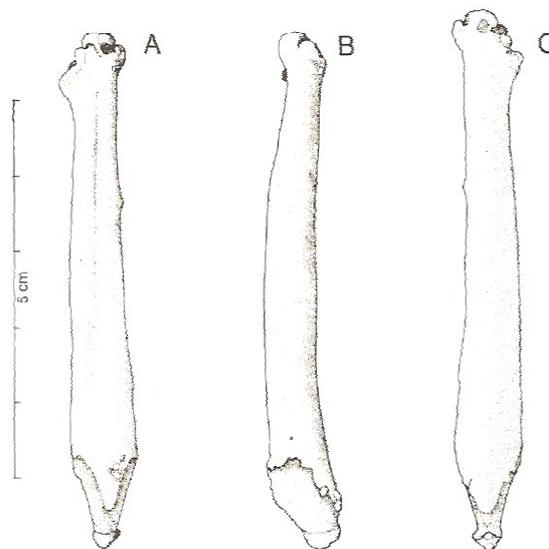


Abbildung 9: Bakulum des Fischotters; A = ventral; B = lateral; C = dorsal; (STUBBE & KRAPP, 1993).

Laut HABERMEHL (1985) ist bei einem juvenilen Fischotterrüden der Penisknochen maximal 35mm lang und gleichmäßig stark. Bei einjährigen Rüden kann das Bakulum eine Länge von 45-55mm erreichen. Geschlechtsreife Rüden (2 Jahre und älter) haben einen dorsoventral

abgeplatteten Penisknochen, der an der Basis verdickt ist und an der Spitze eine Kerbe hat. Die Gesamtlänge bei diesen Tieren liegt bei 70-80mm und der kleinste Durchmesser liegt am Übergang vom vorderen zum mittleren Drittel.

Im Handbuch der Säugetiere Europas (STUBBE & KRAPP, 1993) wird angegeben, dass JENSEN (1964) Fischotterrüden in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife unterteilt hat (siehe Tabelle 6). Geschlechtsreife Fischotterrüden (2-3 Jahre) haben demnach einen 56-75mm langen und 1,6-5,0g schweren Penisknochen. Sind sie noch nicht geschlechtsreif wiegt der Penisknochen 1,5g und ist 16-55mm lang.

Tabelle 6: Angaben zu Länge, Gewicht und Volumen von geschlechtsreifen und nicht geschlechtsreifen Fischotterrüden (STUBBE & KRAPP, 1993)

	Geschlechtsreife ♂	Nicht geschlechtsreife ♂
Länge [mm]	56-75	16-55
Gewicht [g]	1,6-5,0	1,5
Volumen [cm³]	1,1-3,5	0,1-1,0

Demnach können zumindest geschlechtsreife von nicht geschlechtsreifen Rüden gut unterschieden werden. Nach HABERMEHL (1985) können die Rüden anhand der Penisknochen in drei Alterklassen eingeteilt werden (juvenil – einjährig – älter als 2-3 Jahre).

1.11 Möglichkeiten der annuelle Altersbestimmung beim Fischotter durch Herstellung von Schnittpräparate

Mittels Wachstumslinien in Zahn- und Knochensubstanzen kann eine direkte Bestimmung des Lebensalters erfolgen. Seit den 50iger Jahren wird vor allem Augenmerk auf die so genannten Jahreslinien in Zahnzement, Zahndentin oder Knochenperiost gelegt (ANSORGE, 1995). Dass es im Zahn eine altersabhängige Schichtung im Zement gibt, wiesen

erstmalig SCHEFFER (1950) und LAWS (1952) bei Robben nach (THOMÈ & GEIGER, 1997). ANSORGE (1995) weist in seinem Paper darauf hin, dass es für aussagekräftige, populationsökologische Untersuchungen unablässig ist, eine große Datenbasis vorzuweisen. Dabei kann es sich oftmals um tausende Individuen handeln, bei denen das Alter bestimmt werden soll. Um den enormen Zeitaufwand zu minimieren, wäre eine Methode bei der auf das Entkalken der Zähne, das Entwässern und Einbetten in ein Schnittmedium verzichtet, aber dennoch die Wachstumslinien identifiziert werden kann, empfehlenswert. Um die vielen Arbeitsschritte der Zahndünnschnitte zu umgehen, soll ein direkter Schnitt durchgeführt und sofort ausgewertet werden. In dieser Arbeit wurden beide Methoden angewendet und werden in den nachfolgenden Kapiteln 1.11.1 und 1.11.2 beschrieben.

1.11.1 Ermittlung des Alters anhand von Zementzonen im Zahn

Bevor die Schnitte an der Veterinärmedizinischen Universität (Institut für Histologie und Embryologie; Veterinärplatz 1, 1210 Wien) hergestellt wurden, wurde an der Universität für Bodenkultur (Institut für Angewandte Genetik und Zellbiologie, Muthgasse 18 1190 Wien) zunächst versucht Paraffindünnschnitte am Mikrotom anzufertigen. Es war nicht möglich einen brauchbaren Dünnschnitt anzufertigen und aus diesem Grund wurden sie am Institut für Histologie und Embryologie hergestellt. Um sich eine Übersicht über die Qualität der zu untersuchenden Zähne zu machen und weiters auch um sich für eine Schnittart und –richtung zu entscheiden, wurden bei sechs Zähnen Probeschnitte angefertigt. Bei den Nummern 6, 13 und 14 wurden Paraffinschnitte und bei 1, 15 und 23 Gefrierdünnschnitte angefertigt. Dabei wurden die Wurzel und die Krone längs (longitudinal) oder quer (transversal) geschnitten. Aufgrund dieser sechs Zähne wurden aus allen anderen transversale Gefrierdünnschnitte durch die Wurzel angefertigt. FANCY (1980) schreibt, dass die Zementschicht im apikalen Teil der Zahnwurzel am dicksten sei und daher

dieser Teil sich am Besten für die Auszählung der Jahresringe eignet. Es wurden Querschnitte gewählt, da diese einfacher zu bewerten und die Jahresringe deutlicher zu sehen sind.

1.11.1.1 Vorbereitung der Zähne

Die Fundschädel liegen in getrockneter Form vor (siehe Kapitel 1.8). Um die Zähne zu extrahieren werden die Kiefer in heißes Wasser gegeben. Nach ca. 5 bis 10 Minuten werden die jeweiligen Zähne durch Drehen und Ziehen mit einer Pinzette extrahiert. Dies muss vorsichtig gemacht werden, damit die Zementschicht nicht beschädigt wird (THOMÈ & GEIGER, 1997). Überwiegend handelt es sich bei den verwendeten Zähnen um den P2, in vier Fällen wurde der P3 verwendet (siehe Tabelle 27 im Anhang). Von den getrockneten Zähnen wurden an der Veterinärmedizinischen Universität Dünnschnitte angefertigt (siehe Abbildung 10).

Die Gefrierdünnschnitte und die Angaben dazu stammen von Brigitte Machac (technische Mitarbeiterin am Institut für Histologie und Embryologie). Das Entkalken der Zähne und die Angaben dazu wurden von Dr. Kirsti Witter (wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Histologie und Embryologie) erhoben.

1.11.1.2 Entkalkung der Zähne

Zunächst wurden die Zähne zwei bis drei Tage in Formaldehyd eingelegt. Formaldehyd ist ein Fixativ, welches proteinvertetzend wirkt. Dadurch entsteht im Gewebe genug Festigkeit, die bei den Einbettungsprozessen von Nöten sind. Jedoch muss dabei beachtet werden, dass langes Aufbewahren in Formaldehyd beim Gewebe eine extreme Härtung verursacht (LANG, 2006).

Im Anschluss erfolgte eine Entkalkung (Dekalzifikation) mit Ameisensäure. Die Zähne lagen für drei Wochen in einer Entkalkerlösung. Diese Entkalkerlösung besteht aus Mischung A (125ml Aqua dest. und 125ml Ameisensäure) und Mischung B (50g Natriumzitat und 250ml Aqua dest.), die vor Gebrauch 1:1 gemischt wird. Pro Zahn werden 17ml Entkalkerlösung verwendet, die zweimal pro Woche gewechselt wird. Ameisensäure ist eine starke organische Säure. Dabei wird das Kalzium aus den Zähnen gelöst und befindet sich als gelöstes Kalziumion in der Entkalkerflüssigkeit. Sofern die Zähne gut fixiert wurden (gegen osmotische Einflüsse unempfindlich), bleibt das Gewebe gut erhalten (LANG, 2006). Die Entkalkungsdauer richtet sich nach der Größe des Zahnes, dabei schwankt die Dauer bei Verwendung von Ameisensäure zwischen ein und drei Wochen (THOMÈ & GEIGER, 1997). Die vollständige Entkalkung eines Zahnes lässt sich dadurch feststellen, dass man eine Nadel leicht in den Zahn einführen kann.

1.11.1.3 Einbetten und Herstellen von Gefrierschnitten

Das Einbetten der Zähne erfolgt mittels eines flüssigen Einbettmittels der Firma Thermo Scientific (NEG 50). Das Mittel wird in ein kleines Plastikschälchen eingefüllt und der Zahn darin horizontal positioniert. Der Zahn muss dabei vom Mittel völlig umgeben sein. Im Anschluss wird dieses Plastikschälchen in flüssigen Stickstoff gegeben, um es zu härten. Für die Weiterverarbeitung wird das Präparat im Tiefkühler bei -20°C gelagert.

Die Querschnitte durch das apikale Wurzeldrittel des Prämolaren wurden in einem Gefriermikrotom (Kryostat) angefertigt. Das Kryostat ist von der Firma Thermo Scientific (Microm HM560) hergestellt worden. Die Temperatur im Kryostat liegt bei -20°C und auch benötigtes Zubehör muss ebenfalls auf dieser Temperatur gehalten werden (LANG, 2006). Das Präparat wird mit Hilfe des Einbettmittels auf einen Stempel aufgebracht,

der wiederum in den Kryostat eingespannt wird. Das Messer hat eine Temperatur von ca. -15°C . Es wurden händische Querschnitte der Wurzel hergestellt, die eine Schnittdicke von $6\mu\text{m}$ besitzen. Die Schnittgewinnung ist die des Rotationsmikrotoms ähnlich. Dabei wird der Block (in dem Fall der eingespannte Stempel) auf das feststehende Messer zu bewegt (LANG, 2006).

1.11.1.4 Aufbringen der Schnitte auf einen Objektträger

1.11.1.4.1 Beschichtung der Objektträger

Um eine bessere Haftbarkeit der Gefrierschnitte am Objektträger zu gewährleisten, wurden diese mit einer „APES-Beschichtung“ (APES = 3-aminopropyl-triethoxy-silan von Firma SIGMA) versehen. Für die Beschichtung werden Objektträger nach der Reihe in folgende Mittel getaucht:

- 2%-iges APES solution für fünf Minuten
- Methanol für fünf Minuten und nach der Hälfte Methanol wechseln
- Aqua dest. spülen für fünf Minuten und nach der Hälfte Aqua dest. wechseln
- Über Nacht bei 37°C trocknen lassen
- 3%-ige Glutaraldehydlösung für fünf Minuten
- Aqua dest. spülen für fünf Minuten und zweimal wechseln innerhalb der fünf Minuten
- über Nacht trocknen bei 37°C oder bei Raumtemperatur
- bei Raumtemperatur lagern

Die Schnitte werden mit einem Tropfen Poly-L-Lysin Solution auf die beschichteten Objektträger aufgebracht. Der Tropfen dient der besseren Entfaltung und Haltbarkeit am Objektträger.

1.11.1.5 Färben und Einschließen der Präparate

Die Schnitte wurden direkt am Objektträger mit Hämatoxylin 1 von Thermo Scientific gefärbt. Die einzelnen Schnitte wurden dabei mit jeweils einem Tropfen (1T) mit den folgenden Flüssigkeiten behandelt. Die Tropfen wurden mit einer Einmalpipette aufgebracht und auch wieder vorsichtig abgesaugt.

- 1T Aqua dest. (zwei Minuten)
- 1T Hämalalaun (zwei Minuten)
- 1T Aqua dest. (zwei Minuten)
- 1T Leitungswasser (vier Minuten)
- 1T 1%-iges Eosin (zwei Minuten)
- 1T Aqua dest. (zwei Minuten)
- 1T 96%-igen Alkohol (eine Minute)
- 1T 100%-igen Alkohol (zwei Minuten)
- 1T Xylol (zwei Minuten)
- 1T DPX (Mountant for histology von Fluka) = Eindeckmittel
- Deckglas auf den Tropfen DPX und mindestens ein Tag bei Raumtemperatur trocknen lassen

1.11.1.6 Datenerhebung

Die optische Erhebung der Daten erfolgte mit einem Durchlichtmikroskop der Firma Leica bei einer 10- bis 63fachen Vergrößerung. Es wurden die Jahresringe im Zement ohne die Dentin-Zement-Grenzmembran gezählt (siehe Abbildung 10). Die Angabe des Alters erfolgt in Lebensjahren.

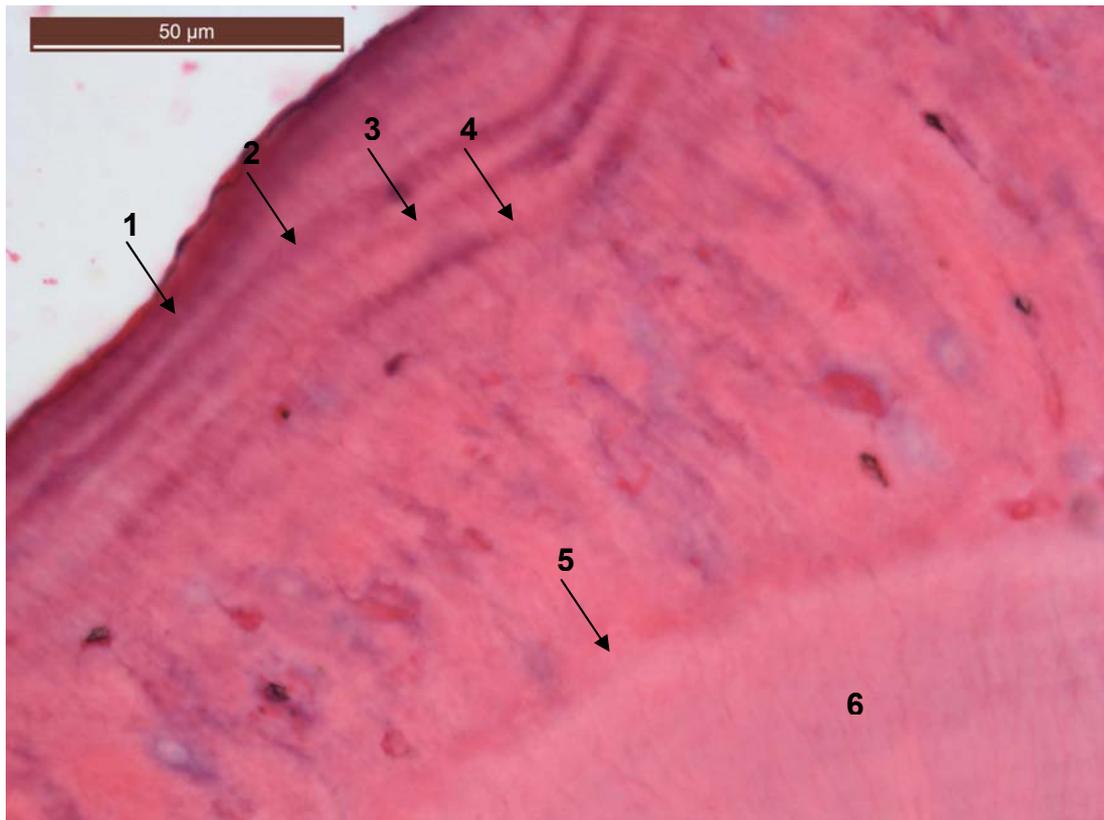


Abbildung 10: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines fünfjährigen Fischotters. 1 bis 4 = Jahresringe, 5 = Dentin-Zement-Grenzmembran, 6 = Dentin (Nr. 4).

1.11.2 Bestimmung des Alters mittels Direktschnitte am Zahn

Die Direktschnitte wurden an der Universität für Bodenkultur im Labor des Instituts für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (IWJ) hergestellt. Die Schnitte führte Dipl.-Ing. Rudolf Hafellner (technischer Mitarbeiter am IWJ) durch. Für den direkten Schnitt durch den Canini wird ein niedertouriger Präzisions-Trennschneider verwendet. In diesem Fall wurde ein Proxxon Feinbohrschleifer FBS 240/E verwendet. Die Schnitte wurden mit einer Diamanttrennscheibe (\varnothing 38 x 0,6mm) durchgeführt. Mit dem Trennschneider wurde im apikalen Wurzeldrittel des Canini ein Schnitt gemacht. Danach wurde noch eine so dünn wie mögliche Scheibe geschnitten (siehe Abbildung 11). Das dünne Scheibenstück wurde auf einen Objektträger mit einem Tropfen Wasser aufgetragen. Anschließend wurde es in einem Durchlichtmikroskop begutachtet und bei einer 40- bis

120- fachen Vergrößerungen ausgewertet. Die Wurzelspitze wurde mit einem nassen Schleifstein angeschliffen und mit einem Scanner (Canon LIDO 100) bei einer Auflösung von 1200dpi eingescannt. Um die Auswertung durchführen zu können, wurde das gescannte Bild korrigiert. Die Gamma Korrektur wurde verringert und die Farbsättigung erhöht. Der Kontrast wurde so manipuliert, dass das Bild scharf wurde. Es wurde von zwei verschiedenen Personen begutachtet und verglichen, welchem Alter der Schnitt unter dem Mikroskop und die eingescannte Wurzelspitze zugeordnet werden kann. Gezählt wurden die Zementzonenschichten. Die Altersangabe erfolgte in Lebensjahren. Es wurden 26 Canini geschnitten.



Abbildung 11: Durchtrennen des Canini mit Trennschneider.

1.12 Statistische Datenanalyse

Falls nicht anders angegeben, erfolgt die Datenanalyse mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 20.0).

1.12.1 Auswertung der Kraniometriedaten

1.12.1.1 Altersbestimmung mittels Kraniometrie für die Hypothese 1

Es konnten 19 Fundschädel ausgewertet werden, da nur von diesen die CBL und die BPST vorhanden waren. Die Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel.

1.12.1.2 Geschlechtsdifferenzierung mittels Condylbasallänge für die Hypothese 2

Für die Geschlechtszuordnung (siehe Fragestellung 2, Seite 9) wurden 28 Fundschädel in Microsoft Excel ausgewertet. Das Geschlecht ist von 14 Rüden und neun Fähen bekannt. Bei neun Fischottern war es nicht bekannt. Aufgrund der bekannten Tiere soll nun auf das Geschlecht der unbekannt geschlossenen werden. Für die Auswertung wurden nur geschlechtsreife Fischotter genommen, um sicher gehen zu können, dass die Fischotterschädel vollständig ausgewachsen sind. Die 28 Fundschädel setzten sich aus den Daten von 15 Tieren dieser Arbeit zusammen und aus den Daten von 13 Tieren, die aus STUBBE & KRAPP (1993) entnommen wurden (siehe Anhang Tabelle 23).

1.12.1.3 Geschlechterdifferenzierung mit Kraniometriemessstrecken für die Hypothese 2

Bei den Kraniometriedaten handelt es sich beim Geschlecht um nominalskalierte unabhängige Variablen mit den Ausprägungen 1 = Männchen (Rüde) und 2 = Weibchen (Fähen). Die Messstrecken sind

abhängige Variablen, die sich in der Ratioskala befinden. Insgesamt wurden 38 Messstrecken an 28 Individuen vermessen. Diese 38 Messstrecken wurden mit Hilfe eines Histogramms mit Normalverteilungskurve und dem Kolmogorov-Smirnov-Test (K-S-Test) auf eine Normalverteilung getestet (BÜHL, 2012 und TIMISCHL, 2000). Handelt es sich um nicht normalverteilte Daten, so besteht die Möglichkeit diese zu Transformieren. Dabei werden neue Variablen berechnet, dies kann zum Beispiel über die Verwendung von arithmetischen Funktionen (z.B. natürlicher Logarithmus oder Logarithmus nach der Gamma Funktion) erfolgen (BÜHL, 2012).

Um nicht mit 38 Messstrecken weiter rechnen zu müssen, wurden diese mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) reduziert. Die Reduktion erfolgt mittels Faktoren oder Komponenten. Diese Faktoren oder Komponenten erklären den größten Teil der Variation in den vorhandenen Daten (UNTERSTEINER, 2005). Um die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Messstrecken festzustellen, wird die Korrelationsmatrix benutzt und deren Korrelationskoeffizienten. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Zusammenhang schwächer wird, je näher der Wert bei 0 liegt. Der lineare Zusammenhang wird umso stärker, je näher er sich bei -1 oder +1 befindet (DULLER, 2006). Bei dieser Arbeit wird die Grenze bei $\geq 0,7$ angesetzt, das heißt ab einem starken Zusammenhang zwischen den Messstrecken fließen diese in die PCA ein (Werte siehe Anhang Tabelle 25). Um die Eignung der Daten für die PCA zu prüfen, kann mit dem KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) das Ausmaß getestet werden, wie stark die Variablen zusammengehören. Mit dem Bartlett Test wurde die Korrelationsmatrix auf ihre Signifikanz geprüft (FLÖTER et al 2004). Der Grenzwert des KMO Maßes für eine ausreichende Beurteilung liegt bei 0,6. Ein Wert von 0,7 wäre eine befriedigende Beurteilung, eine gute bei 0,8 und eine sehr gute Beurteilung liegt bei 0,9 (BÜHL, 2012). Die anfängliche Kommunalität (Startwert) wird immer auf den Wert 1 gesetzt. Die berechneten Werte der Spalte „Extraktion“ können einen Wert von 0

bis 1 annehmen. Je näher der Wert gegen 1 tendieren desto besser, weil dadurch mehr Anteile der gemeinsamen Varianz erklärt werden (BACKHAUS et al 2001). Die erklärte Gesamtvarianz zeigt die extrahierten Faktoren, bei denen der Eigenwert > 1 ist. Die Prozentangaben der kumulierten Werte sind jene Werte, die die Gesamtvarianz in Prozent erklären (UNTERSTEINER, 2005). In dieser Arbeit werden Faktoren genommen, bei denen die kumulierten Werte $>$ als 80% waren. In SPSS gibt es die Möglichkeit die Faktoren als neue Variable speichern zu lassen. Die neuen Faktorvariablen werden mit der Methode der Regression geschätzt. Dabei werden die Variablenmittelwerte 0 (FLÖTER et al 2004). Diese Variablen werden als PCA Variablen oder Werte bezeichnet und für die weitere Auswertung verwendet.

Um festzustellen zu können ob sich die Schädelgrößen und die Längen/Breiten Proportionen bei den Geschlechtern unterscheiden (siehe Fragestellung 1, Seite 9) wurde eine einfache Varianzanalyse (ANOVA = Analysis of Variance) durchgeführt. In der Regel findet sie dann Verwendung, wenn es mehr als zwei Mittelwerte zu vergleichen gilt. Dabei wird gegen die Nullhypothese getestet und diese bei einem signifikanten Ergebnis verworfen (RASCH et al. 2010). Voraussetzung für eine Durchführung der ANOVA ist, dass den Daten eine Normalverteilung zugrunde liegen muss und die Varianzen der Gruppen in der Grundgesamtheit gleich sein müssen. Auf Varianzhomogenität kann mit dem Levene-Test getestet werden (BROSIUSa, 2012). Liegt bei dem betrachteten Merkmal keine Varianzhomogenität vor, muss auf einen Alternativtest ausgewichen werden, den Welch Test (ANOMYMUSb, 2012). Um die Varianz einer abhängigen Variablen (Messstrecke) von einer unabhängigen, nominalen Variable (Geschlecht) zu erklären gibt es das Zusammenhangsmaß Eta^2 (η^2). Es kann direkt in Prozent umgewandelt werden (RASCH et al 2010).

Um herauszufinden, ob Fähen in den Proportionen kleiner sind als Rüden, werden die PCA Variablen zueinander in Verhältnis gebracht. Dabei kommen die Verhältnisse Längen/Breiten, Längen/Unterkieferbreiten, Breiten/Unterkieferlängen, Unterkieferlängen/Unterkieferbreiten zur Auswertung, da diese Verhältnisse für die Fragestellung dieser Arbeit von Bedeutung sind.

1.12.2 Auswertung der Altersdaten für die Hypothese 1

1.12.2.1 Auswertung der einzelnen Methoden

1.12.2.1.1 Auswertung der Zahnabrasion

Es kann keine Auswertung des Alters aufgrund der Zahnabrasion erfolgen. Die Fundschädel werden am Biologiezentrum in Linz mazeriert und gebleicht, bevor sie trocken gelagert werden. Aus diesem Grund ist die Zahnoberflächenstruktur nicht mehr erhalten und eine Altersbestimmung unmöglich.

1.12.2.1.2 Auswertung der Schädelmerkmale

Es kamen 30 Fundschädel zur Auswertung. Um aus den fünf verschiedenen Kategorien (siehe Tabelle 5) auf eine Altersklasse zu kommen, wurde der Mittelwert gebildet und mit den kaufmännischen Rundungsregeln (ab fünf wird aufgerundet) auf eine ganze Zahl gerundet. Die Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel, der Vergleich mit den anderen Methoden wurde mit SPSS gemacht.

1.12.2.1.3 Auswertung der Bakula

Von 18 Männchen waren 8 Penisknochen vorhanden (Nummer 1, 3, 4, 9, 10, 15, 23, 24), die mittels Altersklassen ausgewertet werden konnten. Die Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel.

1.12.2.1.4 Auswertung der Zementzonen

Es wurden von 28 Individuen Gefrierschnitte angefertigt. Bei Nummer 21 und 24 waren keine Prämolaren vorhanden oder konnten nicht extrahiert werden. Um das Zementzonentalter (= Gefrierschnittalter) nicht nur mit dem Direktschnittalter vergleichen zu können, sondern auch mit den Altersklassen, wurde das Gefrierschnittalter auch in Altersklassen eingeteilt. Dies erfolgte mit Microsoft Excel.

1.12.2.1.5 Auswertung der Direktschnitte am Zahn

Von 30 Schädeln konnten nur 26 verwendet werden, da die Canini der anderen vier nicht aus den Schädeln lösbar waren. Auch hier wurde das Direktschnittalter in Altersklassen eingeteilt, um sie nicht nur mit dem Gefrierschnittalter, sondern auch mit den Altersklassenmethoden vergleichen zu können. Dies erfolgte im Microsoft Excel.

1.12.2.2 Auswertung der Methodenvergleiche

1.12.2.2.1 Altersklassen

Um die ordinalskalierten Variablen (Altersklassen) darstellen zu können, wurde eine Kreuztabelle erstellt. Der Cohens Kappa-Koeffizient ist ein Koeffizient, der nur für quadratische Kreuztabellen erstellt werden kann. Dabei muss dieselbe numerische Kodierung, sowohl für die Spalten-, als auch für die Zeilenvariable verwendet werden. Für die Unabhängigkeit zweier Variablen einer Kreuztabelle wurde der Chi-Quadrat Test verwendet (BÜHL, 2012).

1.12.2.2.2 Lebensjahre

Für die Mittelwertunterschiede des Alters in Lebensjahren wurde der T-Test bei abhängigen Stichproben verwendet. Ergibt der Test einen signifikanten Unterschied, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Mittelwertunterschiede sich nicht mit zufälliger Schwankung erklären lassen (BÜHL, 2012).

Um alle Methoden vergleichen zu können wurden bei den Methoden bei der das Alter in Lebensjahren bestimmt wurde, das Alter auch in Altersklassen eingeteilt und wie im Kapitelpunkt 1.12.2.6 ausgewertet.

ERGEBNISSE

1.13 Ergebnisse der Kraniometriedaten

1.13.1 Altersbestimmung für die Hypothese 1

Bei den Fundschädeln mit bekanntem Geschlecht waren von den 19 Individuen zehn Rüden und fünf Fähen geschlechtsreif und jeweils zwei nicht geschlechtsreif (siehe Abbildung 12). Vergleicht man die Fischotterschädel mit jenen bei denen das Geschlecht über die CBL bestimmt wurde (insgesamt 24 Individuen), so kann man sehen, dass bei den Rüden zehn geschlechtsreif und fünf nicht geschlechtsreif sind. Bei den Fähen sind sieben geschlechtsreif und zwei nicht (siehe Abbildung 13).

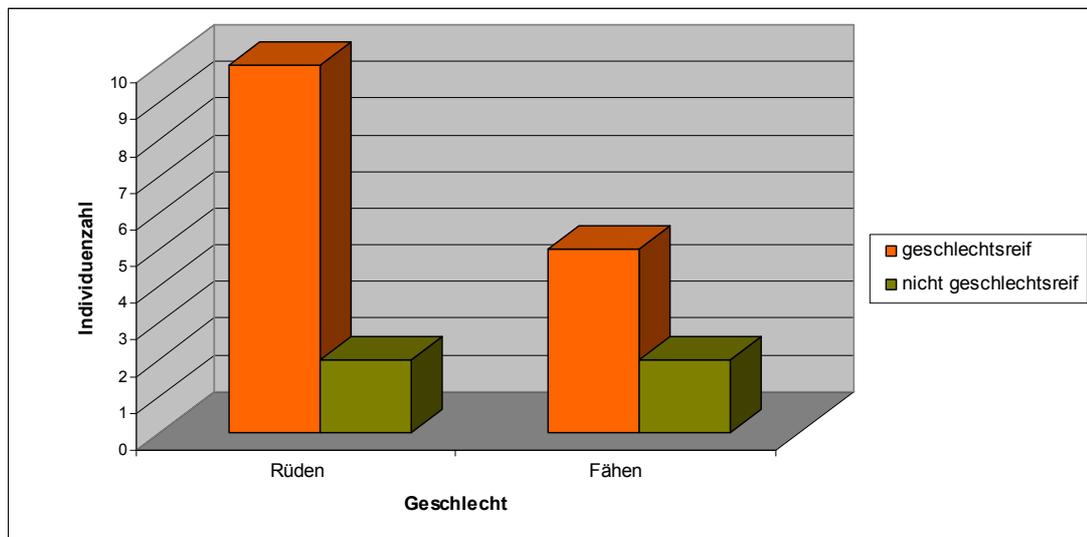


Abbildung 12: Einteilung der Fischotter in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere (ohne Tiere unbekanntem Geschlechts).

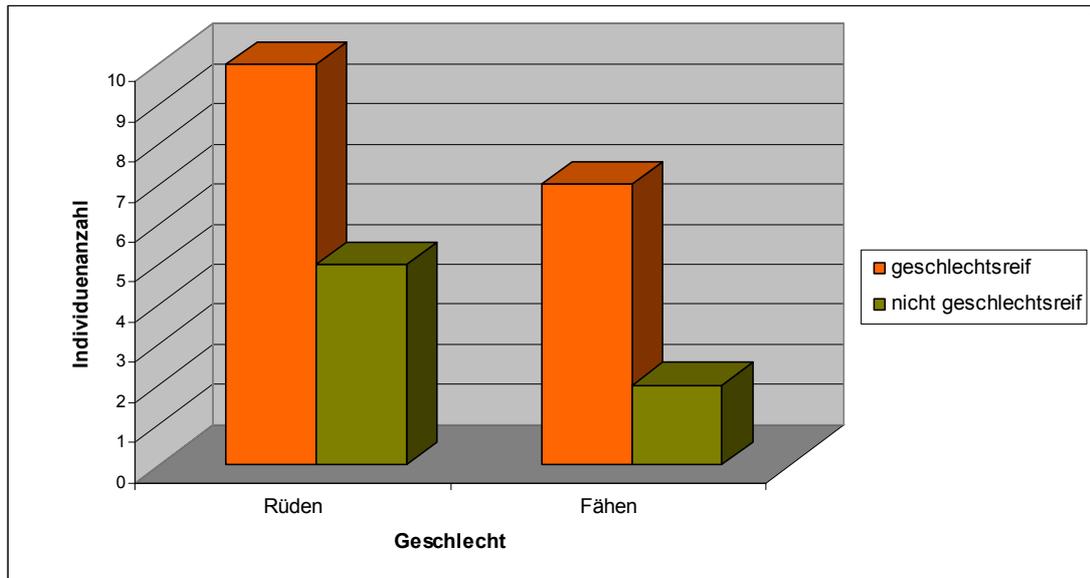


Abbildung 13: Einteilung der Fischotter in geschlechtsreif und nicht geschlechtsreife Tiere (inklusive den unbekannt Tieren nach der Geschlechtsbestimmung).

1.13.2 Geschlechtsdifferenzierung mittels Condylbasallänge für die Hypothese 2

Von den sechs Fischotterschädeln deren Geschlecht unbekannt ist, konnten fünf eindeutig bestimmt werden. Nummer 11, 16 und 17 sind demnach Rüden und Nummer 22 und 28 Fähen. Die Nummer 18 konnte nicht bestimmt werden, da diese nicht die Kriterien der Altersbestimmung mittels Geschlechtsreife erfüllte (siehe Tabelle 3). Somit kann von der Condylbasallänge auf das Geschlecht Rückschlüsse gezogen werden.

Tabelle 7: Minimum und Maximum der Condylbasallängen von Fischotterrüden und -fähen.

	Minimum	Maximum
Rüden	112,30	125,10
Fähen	105,20	112,70

1.13.3 Geschlechtsdifferenzierung mittels Kraniometriemessstrecken für die Hypothese 2

Zunächst wurde die Überprüfung auf Normalverteilung der Messstrecken mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests durchgeführt. Die Histogramme der Messstrecken sind im Anhang in der Abbildung 52 angeführt. Wäre die Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$, so wäre die Messstrecke nicht normalverteilt (Werte siehe Tabelle 23). Der Test ergab, dass LNC keine Normalverteilung zugrunde liegt. Aus diesem Grund wurde mit LNC eine Transformation nach \ln Gamma durchgeführt, um normalverteilte Daten zu erhalten (p -Wert des K-S-Tests nach Transformation von LNC in \ln Gamma LNC = 0,070). LPE1 wurde aus dem Datensatz entfernt, da diese Messstrecke nur sieben Mal abgemessen werden konnten und sich daher nicht eignete um in die Auswertung einzufließen.

1.13.3.1 Hauptkomponentenanalyse

Es wurden insgesamt 38 Messstrecken zu acht PCA Variablen reduziert. Die neu berechneten Variablen der PCA wurden anschließend mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung getestet (siehe Anhang Tabelle 24).

1.13.3.1.1 Reduktion der Längenmessstrecken

Die Korrelationsmatrix Abbildung 14 zeigt, dass die Hirnschädellänge (LNC) nicht ausreichend mit anderen Variablen korreliert. Aus diesem Grund fließt diese Variable nicht in die Hauptkomponentenanalyse (PCA) mit ein. Die Korrelationsmatrix in Abbildung 15 zeigt, dass auch die transformierte Form von LNC (\ln Gamma LNC) nicht mit anderen Variablen korreliert und daher auch nicht in die PCA einfließt. Würde man \ln Gamma LNC mit einbeziehen, würde man nur 79,29% der Komponente

1 mit den Variablen erklären können und dieser Wert unterschreitet die 80% Grenze (siehe Kapitel 1.12.1.3.4).

Korrelationsmatrix

	Schnauzenlänge	Gesichtsschädel länge 2	Hirnschädel länge	Totallänge	Condylbasal länge
Korrelation Schnauzenlänge	1,000	,892	,497	,930	,907
Gesichtsschädellänge 2	,892	1,000	,279	,914	,871
Hirnschädellänge	,497	,279	1,000	,417	,367
Totallänge	,930	,914	,417	1,000	,959
Condylbasallänge	,907	,871	,367	,959	1,000

Abbildung 14: Korrelationsmatrix mit allen Längenmessstrecken.

Korrelationsmatrix

	Schnauzenlänge	Gesichtsschädel länge 2	Totallänge	Condylbasal länge	InGamma LNC
Korrelation Schnauzenlänge	1,000	,892	,930	,907	,515
Gesichtsschädellänge 2	,892	1,000	,914	,871	,298
Totallänge	,930	,914	1,000	,959	,439
Condylbasallänge	,907	,871	,959	1,000	,387
InGamma LNC	,515	,298	,439	,387	1,000

Abbildung 15: Korrelationsmatrix mit allen Längenmessstrecken (statt LNC InGamma LNC).

Nachdem LNC und InGamma LNC aus der PCA entfernt wurde, erklären 93,44% der Variablen die neue Komponente („Längen“). Fließt LNC in die Analyse mit ein, so wären es nur 78,90% gewesen. Bei InGamma LNC sind es 79,29%. Dass der Faktor Länge PCA gut gewählt wurde, zeigen auch die Werte des KMO- und Bartlett Test. Der KMO Wert mit 0,846 zeigt, dass die Variablen „gut“ zusammenpassen. Der Wert des Bartlett Test ist hoch signifikant ($p \leq 0,001$) und sagt damit aus, dass die Variablen eindeutig korrelieren. Auch die Kommunalität bestätigt, dass die Variablen miteinander in Zusammenhang stehen (siehe Abbildung 16). Somit konnten von fünf Längenvariablen vier zu einer Dummy-Variablen („Längen“) reduziert werden.

Korrelationsmatrix

	Schnauzenlänge	Gesichtsschädel länge 2	Totallänge	Condylbasal länge
Korrelation Schnauzenlänge	1,000	,892	,930	,907
Gesichtsschädellänge 2	,892	1,000	,914	,871
Totallänge	,930	,914	1,000	,959
Condylbasallänge	,907	,871	,959	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.	,846
Bartlett-Test auf Ungefähreres Chi-Quadrat Sphärizität	127,854
df	6
Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Schnauzenlänge	1,000	,930
Gesichtsschädellänge 2	1,000	,904
Totallänge	1,000	,968
Condylbasallänge	1,000	,935

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,737	93,433	93,433	3,737	93,433	93,433
2	,136	3,394	96,827			
3	,093	2,337	99,164			
4	,033	,836	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 16: Hauptkomponentenanalyse der Längenmessstrecken ohne LNC mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.2 Reduktion der Breitenmessstrecken

In der Abbildung 17 sieht man, dass in der Korrelationsmatrix die Werte der Variablen Hirnschädelbreite 1 (BEUR 1) und Postorbitalbreite (BPST) kleiner als 0,7 sind. Aus diesem Grund fließen diese Variablen nicht in die PCA ein. Von sechs Variablen werden vier zu einer Dummy-Variable („Breiten“) reduziert.

Korrelationsmatrix

		Hirnschädel breite	Hirnschädel breite 1	Jochbogen breite	Ectorbital breite	Entorbital breite	Postorbital breite
Korrelation	Hirnschädelbreite	1,000	,592	,889	,774	,744	-,307
	Hirnschädelbreite 1	,592	1,000	,648	,466	,552	-,148
	Jochbogenbreite	,889	,648	1,000	,878	,829	-,217
	Ectorbitalbreite	,774	,466	,878	1,000	,882	-,218
	Entorbitalbreite	,744	,552	,829	,882	1,000	-,092
	Postorbitalbreite	-,307	-,148	-,217	-,218	-,092	1,000

Abbildung 17: Korrelationsmatrix mit allen Breitenmessstrecken.

Die Hauptkomponentenanalyse ohne BEUR 1 und BPST (siehe Abbildung 19) ergab, dass 87,51% der Variablen die Komponente 1 erklären. Nicht nur die Korrelationsmatrix bestätigt die Korrelation der Variablen, sondern auch der KMO Test (0,805) beurteilt die Zusammengehörigkeit als gut. Der Bartlett Test ($p = 0,000$) zeigt, dass die Variablen höchst signifikant korrelieren. Die Werte der Kommunalität sind alle $> 0,8$ und bestätigen damit auch den Zusammenhang der Variablen.

Korrelationsmatrix

		Hirnschädel breite	Jochbogen breite	Ectorbital breite	Entorbital breite
Korrelation	Hirnschädelbreite	1,000	,889	,774	,744
	Jochbogenbreite	,889	1,000	,878	,829
	Ectorbitalbreite	,774	,878	1,000	,882
	Entorbitalbreite	,744	,829	,882	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,805
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	82,198
	df	6
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Abbildung 18: Hauptkomponentenanalyse der Breitenmessstrecken ohne BEUR1 und BPST mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test.

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Hirnschädelbreite	1,000	,828
Jochbogenbreite	1,000	,926
Ectorbitalbreite	1,000	,894
Entorbitalbreite	1,000	,853

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,500	87,506	87,506	3,500	87,506	87,506
2	,300	7,489	94,994			
3	,123	3,076	98,070			
4	,077	1,930	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 19: Hauptkomponentenanalyse der Breitenmessstrecken ohne BEUR1 und BPST Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.3 Reduktion der Oberkiefermessstrecken

Nach Betrachten der Korrelationsmatrix in Abbildung 20 werden alle fünf Variablen in die Hauptkomponentenanalyse miteinbezogen (alle Werte $\geq 0,7$). Die Komponente 1 wird mit 90,81% der Variablen erklärt („Oberkiefer“). Die Werte der Kommunalität sind als „gut“ zu interpretieren. Der KMO Test bestätigt mit einem Wert von 0,812, dass die Variablenzusammengehörigkeit als „gut“ zu bewerten ist. Der Bartlett Test sagt aus, dass die Variablen höchst signifikant korrelieren.

Korrelationsmatrix

		OK Gaumenlänge	OK Zahnreihe rechts	OK Zahnreihe links	OK Breite in Höhe der Canini	OK größte Gaumenbreite
Korrelation	OK Gaumenlänge	1,000	,962	,971	,887	,811
	OK Zahnreihe rechts	,962	1,000	,989	,836	,783
	OK Zahnreihe links	,971	,989	1,000	,863	,815
	OK Breite in Höhe der Canini	,887	,836	,863	1,000	,927
	OK größte Gaumenbreite	,811	,783	,815	,927	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,812
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	223,280
	df	10
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
OK Gaumenlänge	1,000	,947
OK Zahnreihe rechts	1,000	,923
OK Zahnreihe links	1,000	,951
OK Breite in Höhe der Canini	1,000	,895
OK größte Gaumenbreite	1,000	,824

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	4,540	90,810	90,810	4,540	90,810	90,810
2	,346	6,926	97,735			
3	,075	1,493	99,228			
4	,030	,595	99,823			
5	,009	,177	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 20: Hauptkomponentenanalyse der Oberkiefermessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.4 Reduktion der Unterkiefermessstrecken

Aufgrund der Korrelationsmatrix (siehe Abbildung 21) werden die Unterkiefermessstrecken in Längen, Breiten und Höhen aufgeteilt (siehe Kapiteln 1.13.3.1.5, 1.13.3.1.6 und 1.13.3.1.7). Die Werte innerhalb der Variablen sind teilweise über 0,7, teilweise unter 0,7. Die Grenze für die Korrelation wurde bei $\geq 0,7$ gesetzt (siehe Kapitel 1.12.1.3.4) und müssen bei allen Werten der Variablen diesen Grenzwert überschreiten.

Korrelationsmatrix

	UKL	UZR	UZL	UBC	UBM	UBP	UAR	UAL	UHCR	UHCL	UHMR	UHML	UHPR	UHPL	
Korrelation	UKL	1,000	,700	,563	,628	,492	,582	,543	,502	,709	,698	,797	,811	,782	,807
	UZR	,700	1,000	,860	,913	,788	,671	,897	,869	,626	,672	,914	,922	,943	,924
	UZL	,563	,860	1,000	,841	,655	,587	,847	,836	,549	,566	,792	,828	,744	,717
	UBC	,628	,913	,841	1,000	,631	,546	,832	,805	,664	,672	,867	,884	,837	,847
	UBM	,492	,788	,655	,631	1,000	,554	,885	,902	,640	,693	,622	,649	,765	,729
	UBP	,582	,671	,587	,546	,554	1,000	,535	,507	,273	,230	,647	,640	,690	,678
	UAR	,543	,897	,847	,832	,885	,535	1,000	,986	,690	,713	,760	,797	,862	,840
	UAL	,502	,869	,836	,805	,902	,507	,986	1,000	,713	,748	,727	,769	,817	,785
	UHCR	,709	,626	,549	,664	,640	,273	,690	,713	1,000	,945	,663	,716	,661	,687
	UHCL	,698	,672	,566	,672	,693	,230	,713	,748	,945	1,000	,674	,718	,661	,677
	UHMR	,797	,914	,792	,867	,622	,647	,760	,727	,663	,674	1,000	,991	,888	,884
	UHML	,811	,922	,828	,884	,649	,640	,797	,769	,716	,718	,991	1,000	,896	,894
	UHPR	,782	,943	,744	,837	,765	,690	,862	,817	,661	,661	,888	,896	1,000	,987
	UHPL	,807	,924	,717	,847	,729	,678	,840	,785	,687	,677	,884	,894	,987	1,000

Abbildung 21: Korrelationsmatrix der gesamten Unterkiefermessstrecken.

1.13.3.1.5 Reduktion der Unterkieferlängenmessstrecken

Alle drei Längenvariablen korrelieren und fließen in die PCA ein. Der KMO Test hat mit 0,653 noch eine ausreichende Beurteilung für die Zusammengehörigkeit der Variablen. Der Bartlett Test sagt aus, dass die Variablen höchst signifikant ($p = 0,000$) korrelieren. Auch die Kommunalitätswerte bestätigen, dass die Varianzaufklärung durch die drei Variablen sehr hoch ist. Mit 81,71% der Variablen kann die Komponente 1 erklärt werden und wird als „Unterkieferlängen“ bezeichnet.

Korrelationsmatrix

		UK Totallänge	UK Zahnreihe rechts	UK Zahnreihe links
Korrelation	UK Totallänge	1,000	,712	,593
	UK Zahnreihe rechts	,712	1,000	,863
	UK Zahnreihe links	,593	,863	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,653
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	31,472
	df	3
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
UK Totallänge	1,000	,708
UK Zahnreihe rechts	1,000	,912
UK Zahnreihe links	1,000	,831

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	2,451	81,710	81,710	2,451	81,710	81,710
2	,429	14,315	96,024			
3	,119	3,976	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 22: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferlängenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.6 Reduktion der Unterkieferbreitenmessstrecken

Da sich die Werte in der Korrelationsmatrix (siehe Abbildung 23) für die Variable UBP (UK Gesamtbreite Processus condyloideus) unter 0,7 befinden, wird diese Variable nicht für die PCA genutzt. Somit werden von den fünf Variablen insgesamt nur vier in die PCA einbezogen.

Korrelationsmatrix

		UK Gesamtbreite Canini	UK Gesamtbreite Molaren	UK Gesamtbreite P. condyloideus	UK Ast rechts	UK Ast links
Korrelation	UK Gesamtbreite Canini	1,000	,631	,546	,832	,805
	UK Gesamtbreite Molaren	,631	1,000	,554	,885	,902
	UK Gesamtbreite P. condyloideus	,546	,554	1,000	,535	,507
	UK Ast rechts	,832	,885	,535	1,000	,986
	UK Ast links	,805	,902	,507	,986	1,000

Abbildung 23: Korrelationsmatrix der Unterkieferbreitenmessstrecken.

Die Variablen UBC, UBM, UAR und UAL erklären 88,26% der ersten Komponente („Unterkieferbreiten“). Der KMO Test beurteilt die Variablenzusammenghörigkeit mit „befriedigend“. Der Bartlett Test sagt mit $p = 0,000$ aus, dass die Variablen höchst signifikant korrelieren. Auch die Werte der Varianzen erklären den Anteil der Varianz an der Komponente 1 als „sehr gut“.

Korrelationsmatrix

		UK Gesamtbreite Canini	UK Gesamtbreite Molaren	UK Ast rechts	UK Ast links
Korrelation	UK Gesamtbreite Canini	1,000	,631	,832	,805
	UK Gesamtbreite Molaren	,631	1,000	,885	,902
	UK Ast rechts	,832	,885	1,000	,986
	UK Ast links	,805	,902	,986	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,787
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	91,149
	df	6
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Abbildung 24: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferbreitenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test.

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
UK Gesamtbreite Canini	1,000	,750
UK Gesamtbreite Molaren	1,000	,833
UK Ast rechts	1,000	,976
UK Ast links	1,000	,971

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,530	88,257	88,257	3,530	88,257	88,257
2	,378	9,445	97,702			
3	,079	1,971	99,673			
4	,013	,327	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 25: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferbreitenmessstrecken Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.7 Reduktion der Unterkieferhöhenmessstrecken

In die Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferhöhenmessstrecken werden alle sechs Variablen miteinbezogen und erklären die Komponente 1 mit 81,19%. Obwohl nicht alle Werte in der Korrelationsmatrix über 0,7 liegen, werden alle Variablen aufgrund der anderen Tests mit einfließen. Der KMO Test beurteilt die Variablen als „befriedigend“ zusammengehörig. Der Bartlett Test weist auf eine höchst signifikante Korrelation hin ($p = 0,000$). Auch die Extraktionswerte der Kommunalität liegen alle über 0,6 und sind zufrieden stellend (siehe Abbildung 27). Diese Variable wird im Weiteren als „Unterkieferhöhen“ bezeichnet.

Korrelationsmatrix

	UK Höhe zw. P1&2 rechts	UK Höhe zw. P1&2 links	UK Höhe zw M1&2 rechts	UK Höhe zw M1&2 links	UK Ast Höhe hinten rechts	UK Ast Höhe hinten links
Korrelation UK Höhe zw. P1 &2 rechts	1,000	,948	,607	,592	,635	,634
UK Höhe zw. P1 &2 links	,948	1,000	,647	,637	,663	,656
UK Höhe zw M1 &2 rechts	,607	,647	1,000	,981	,895	,895
UK Höhe zw M1 &2 links	,592	,637	,981	1,000	,888	,896
UK Ast Höhe hinten rechts	,635	,663	,895	,888	1,000	,986
UK Ast Höhe hinten links	,634	,656	,895	,896	,986	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,761
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	186,657
	df	15
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
UK Höhe zw. P1 &2 rechts	1,000	,644
UK Höhe zw. P1 &2 links	1,000	,688
UK Höhe zw M1 &2 rechts	1,000	,880
UK Höhe zw M1 &2 links	1,000	,870
UK Ast Höhe hinten rechts	1,000	,894
UK Ast Höhe hinten links	1,000	,895

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	4,871	81,185	81,185	4,871	81,185	81,185
2	,851	14,177	95,362			
3	,196	3,260	98,623			
4	,050	,837	99,460			
5	,021	,353	99,813			
6	,011	,187	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 26: Hauptkomponentenanalyse der Unterkieferhöhenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.8 Reduktion der Walzenlängenmessstrecken

Beide Längenmessstrecken der Walze werden in die PCA mit einbezogen. Obwohl der KMO Test einen keinen ausreichenden Wert von 0,6 hat, zeigen die Korrelationsmatrix, der Bartlett- Test und die Extraktionswerte der Kommunalität, dass die Variablen eindeutig korrelieren (siehe Abbildung 27). Außerdem erklären 98,70% der Variablen die Komponente 1, wie in der erklärten Gesamtvarianz ersichtlich ist. Die neu berechnete Variable wird als „Länge der Walze“ bezeichnet.

Korrelationsmatrix

		Länge der Walze rechts	Länge der Walze links
Korrelation	Länge der Walze rechts	1,000	,974
	Länge der Walze links	,974	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,500
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	69,848
	df	1
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Länge der Walze rechts	1,000	,987
Länge der Walze links	1,000	,987

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	1,974	98,703	98,703	1,974	98,703	98,703
2	,026	1,297	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 27: Hauptkomponentenanalyse der Walzenlängenmessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.1.9 Reduktion der Walzendurchmessermessstrecken

Für die PCA der Walzendurchmesservariablen ist in der Korrelationsmatrix ersichtlich, dass die beiden Variablen stark korrelieren. Der Bartlett Test gibt eine höchst signifikante Korrelation an ($p = 0,001$). Auch die Werte der Kommunalität sind für eine Varianzaufklärung ausreichend. Der KMO Test ist mit einem Wert von 0,5 nicht ausreichend. Die Komponente 1 kann mit 80,57% der Variablen erklärt werden und liegt damit über der 80% Grenze (siehe Abbildung 28). Die Variable wird im Weiteren als „Durchmesser der Walze“ bezeichnet.

Korrelationsmatrix

		Durchmesser der Walze rechts	Durchmesser der Walze links
Korrelation	Durchmesser der Walze rechts	1,000	,611
	Durchmesser der Walze links	,611	1,000

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,500
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	10,998
	df	1
	Signifikanz nach Bartlett	,001

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Durchmesser der Walze rechts	1,000	,806
Durchmesser der Walze links	1,000	,806

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	1,611	80,568	80,568	1,611	80,568	80,568
2	,389	19,432	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Abbildung 28: Hauptkomponentenanalyse der Walzendurchmessermessstrecken mit Korrelationsmatrix, KMO- und Bartlett Test, Kommunalität und erklärte Gesamtvarianz.

1.13.3.2 Varianzanalyse

1.13.3.2.1 Schädelgröße

Die Varianzanalyse ergibt bei der Breite einen hoch signifikanten Wert ($p = 0,002$), jedoch zeigt der Levene-Test für diese Variable keine Varianzhomogenität. Aus diesem Grund wird der Welch Test Wert von $p = 0,000$ (siehe Abbildung 30) angegeben. Dieser Wert ist höchst signifikant. Bei den Variablen Länge, Oberkiefer, Unterkieferlänge, Unterkieferbreite, Unterkieferhöhe, Länge der Walze und Durchmesser

der Walze ist das Ergebnis höchst signifikant ($p \leq 0,001$) im Bezug auf das Geschlecht (siehe Tabelle 9). Dies bedeutet, dass sich die Geschlechter deutlich in den Schädelgrößen unterscheiden. Auch die Mittelwerte zeigen, dass Fähen kleiner als Rüden sind. Da die Variabelmittelwerte bei den PCA Variablen 0 werden, haben die Mittelwerte der Fähen ein negatives Vorzeichen (siehe Tabelle 8). Der Geschlechtsdimorphismus der Fischotter kann in Bezug auf die Schädelmessstrecken bestätigt werden. Auch die Annahme, dass Fähen kleiner sind in den Schädelmaße haben wird bestätigt.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik für PCA Variablen.

ONEWAY deskriptive Statistiken							
		N	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
				Untergrenze	Obergrenze		
Längen	1 Rüde	15	,4896220	,0098922	,9693519	-,91938	2,05804
	2 Fähe	8	-,9180413	-1,2577053	-,5783773	-1,44818	-,35614
	Gesamt	23	0E-7	-,4324324	,4324324	-1,44818	2,05804
Breiten	1 Rüde	13	,4857525	-,0882701	1,0597752	-1,50228	1,57390
	2 Fähe	8	-,7893478	-1,1237792	-,4549164	-1,33781	-,06785
	Gesamt	21	0E-7	-,4551945	,4551945	-1,50228	1,57390
Oberkiefer	1 Rüde	16	,5672872	,1623916	,9721829	-1,21291	1,96175
	2 Fähe	9	-1,0085106	-1,2851956	-,7318257	-1,59516	-,55829
	Gesamt	25	0E-7	-,4127797	,4127797	-1,59516	1,96175
Unterkieferlängen	1 Rüde	11	,5782646	,0285703	1,1279588	-,93221	1,80449
	2 Fähe	7	-,9087015	-1,2560923	-,5613106	-1,40019	-,41078
	Gesamt	18	0E-7	-,4972883	,4972883	-1,40019	1,80449
Unterkieferbreiten	1 Rüde	10	,6132624	,0558842	1,1706405	-1,36967	1,46999
	2 Fähe	7	-,8760891	-1,3232374	-,4289409	-1,47420	-,10043
	Gesamt	17	0E-7	-,5141526	,5141526	-1,47420	1,46999
Unterkieferhöhen	1 Rüde	13	,5174475	,0170853	1,0178098	-1,29189	1,72936
	2 Fähe	7	-,9609740	-1,3044757	-,6174723	-1,43890	-,46093
	Gesamt	20	0E-7	-,4680144	,4680144	-1,43890	1,72936
Länge der Walzen	1 Rüde	16	,5741381	,1685798	,9796964	-1,43447	1,60417
	2 Fähe	10	-,9186210	-1,3029838	-,5342582	-1,63232	-,05136
	Gesamt	26	0E-7	-,4039087	,4039087	-1,63232	1,60417
Durchmesser der Walze	1 Rüde	16	,4743047	,0112200	,9373895	-1,36676	1,77071
	2 Fähe	10	-,7588875	-1,2540827	-,2636924	-1,51333	,41686
	Gesamt	26	0E-7	-,4039087	,4039087	-1,51333	1,77071

Test der Homogenität der Varianzen

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
Längen	3,021	1	21	,097
Breiten	5,704	1	19	,027
Oberkiefer	2,655	1	23	,117
Unterkieferlängen	2,630	1	16	,124
Unterkieferbreiten	,126	1	15	,727
Unterkieferhöhen	2,775	1	18	,113
Länge der Walzen	,194	1	24	,663
Durchmesser der Walze	,642	1	24	,431

Abbildung 29: Test der Homogenität der Varianz der PCA Variablen.

Tabelle 9: ANOVA Tabelle der PCA Variablen.

ANOVA-Tabelle

			Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Längen * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		10,338	1	10,338	18,617	,000
	Innerhalb der Gruppen		11,662	21	,555		
	Insgesamt		22,000	22			
Breiten * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		8,052	1	8,052	12,804	,002
	Innerhalb der Gruppen		11,948	19	,629		
	Insgesamt		20,000	20			
Oberkiefer * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		14,303	1	14,303	33,924	,000
	Innerhalb der Gruppen		9,697	23	,422		
	Insgesamt		24,000	24			
Unterkieferlängen * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		9,458	1	9,458	20,067	,000
	Innerhalb der Gruppen		7,542	16	,471		
	Insgesamt		17,000	17			
Unterkieferbreiten * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		9,134	1	9,134	19,953	,000
	Innerhalb der Gruppen		6,866	15	,458		
	Insgesamt		16,000	16			
Unterkieferhöhen * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		9,945	1	9,945	19,769	,000
	Innerhalb der Gruppen		9,055	18	,503		
	Insgesamt		19,000	19			
Länge der Walzen * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		13,713	1	13,713	29,158	,000
	Innerhalb der Gruppen		11,287	24	,470		
	Insgesamt		25,000	25			
Durchmesser der Walze * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)		9,359	1	9,359	14,360	,001
	Innerhalb der Gruppen		15,641	24	,652		
	Insgesamt		25,000	25			

Robuste Testverfahren zur Prüfung auf Gleichheit der Mittelwerte

Breiten

	Statistik ^a	df1	df2	Sig.
Welch-Test	18,184	1	17,431	,000

a. Asymptotisch F-verteilt

Abbildung 30: Welch Test auf Prüfung der Gleichheit der Mittelwerte für die Variable Breite.

Die Zusammenhangsmaße zeigen, dass bei allen PCA Variablen ein deutlicher Zusammenhang besteht. Da diese Werte jedoch keine Richtungsmaße sind, werden diese mit den Fehlerbalkendiagrammen (siehe Kapitel 1.13.3.3) dargestellt. Betrachtet man Eta^2 so können diese Werte direkt in Prozentangaben umgewandelt werden. So erklären zum Beispiel 57% der „Unterkieferbreitenvarianzen“ die unabhängige Variable Geschlecht (siehe Abbildung 31).

Zusammenhangsmaße		
	Eta	Eta-Quadrat
Längen * Geschlecht	,686	,470
Breiten * Geschlecht	,635	,403
Oberkiefer * Geschlecht	,772	,596
Unterkieferlängen * Geschlecht	,746	,556
Unterkieferbreiten * Geschlecht	,756	,571
Unterkieferhöhen * Geschlecht	,723	,523
Länge der Walzen * Geschlecht	,741	,549
Durchmesser der Walze * Geschlecht	,612	,374

Abbildung 31: Zusammenhangsmaße Eta und Eta^2 für PCA Variablen.

Anhand der Fehlerbalken Diagramme werden die Mittelwerte gut in grafischer Form dargestellt und zeigen, dass Rüden in den Längen, Breiten, Oberkiefern, Unterkieferlängen, Unterkieferbreiten, Unterkieferhöhen, Länge der Walzen und Durchmesser der Walzen, länger, breiter und höher sind. Auch die Durchmesser der Walzen sind bei den Rüden größer (siehe Abbildung 34 bis Abbildung 41), womit der Geschlechtsdimorphismus bezüglich der Größenunterschiede bestätigt wird.

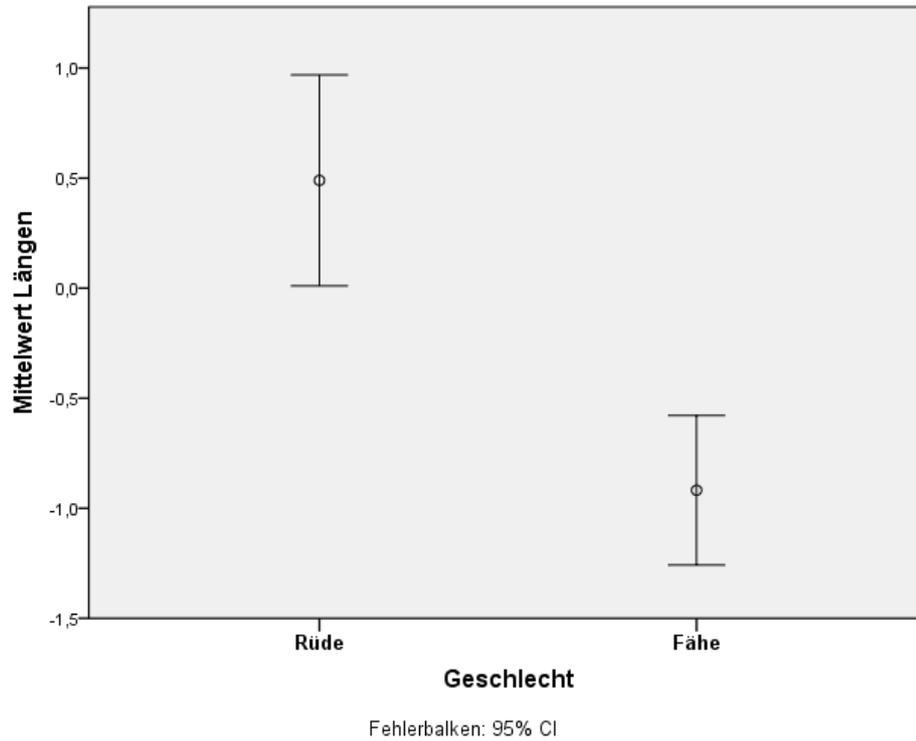


Abbildung 34: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall (CI) des Mittelwertes für die Längen der Fischotterschädel getrennt in Geschlechtern.

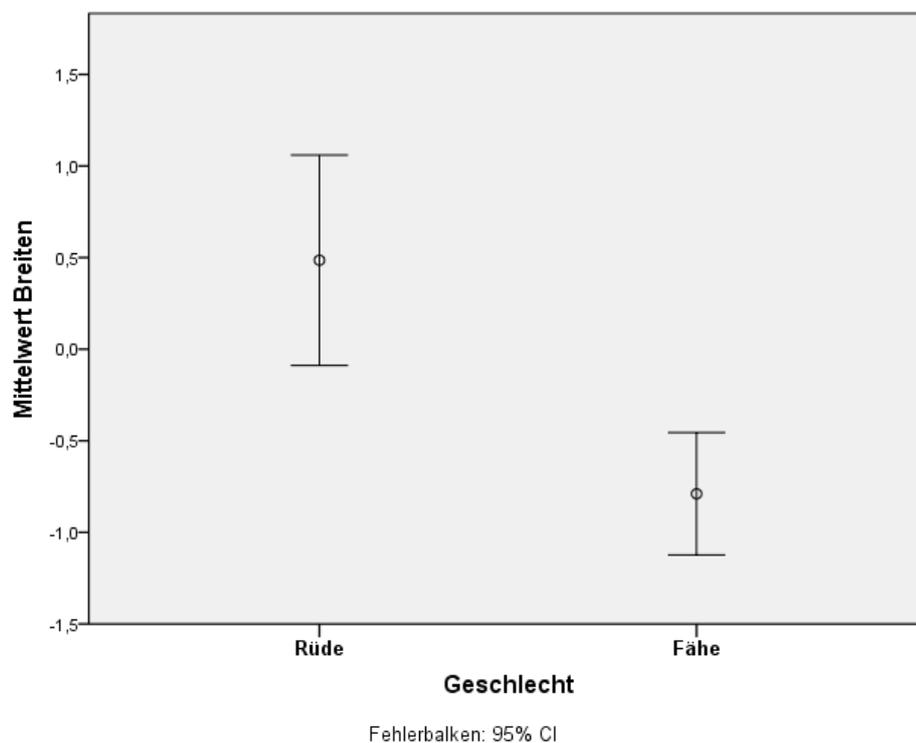
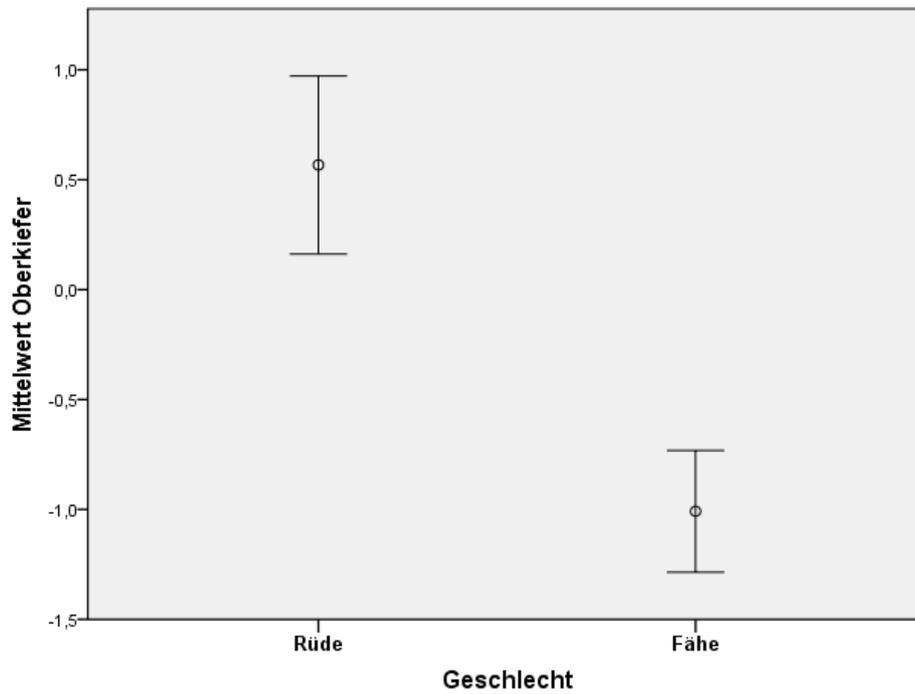
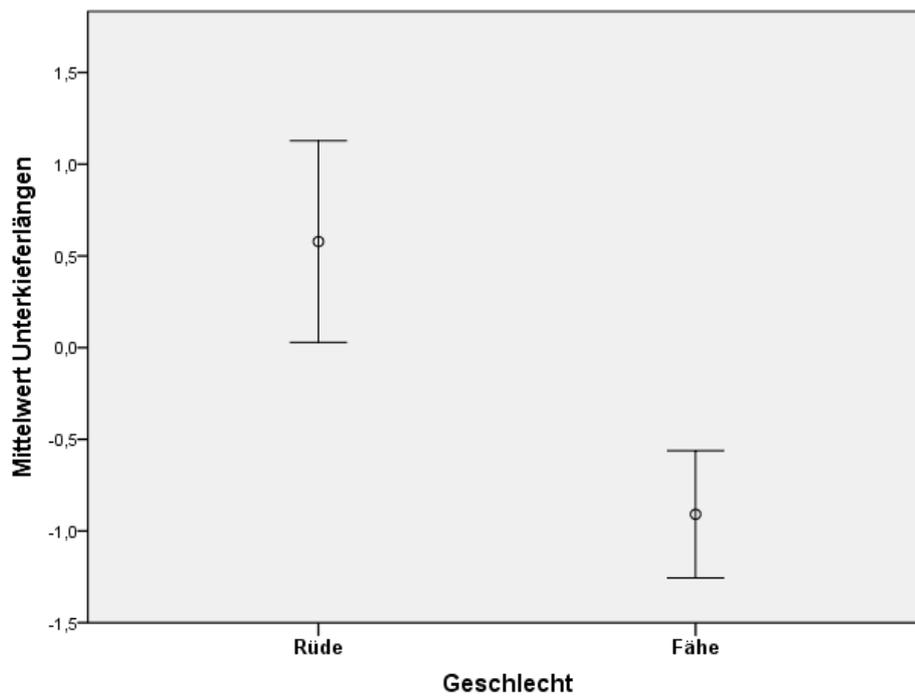


Abbildung 35: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Breiten getrennt in Geschlechtern.



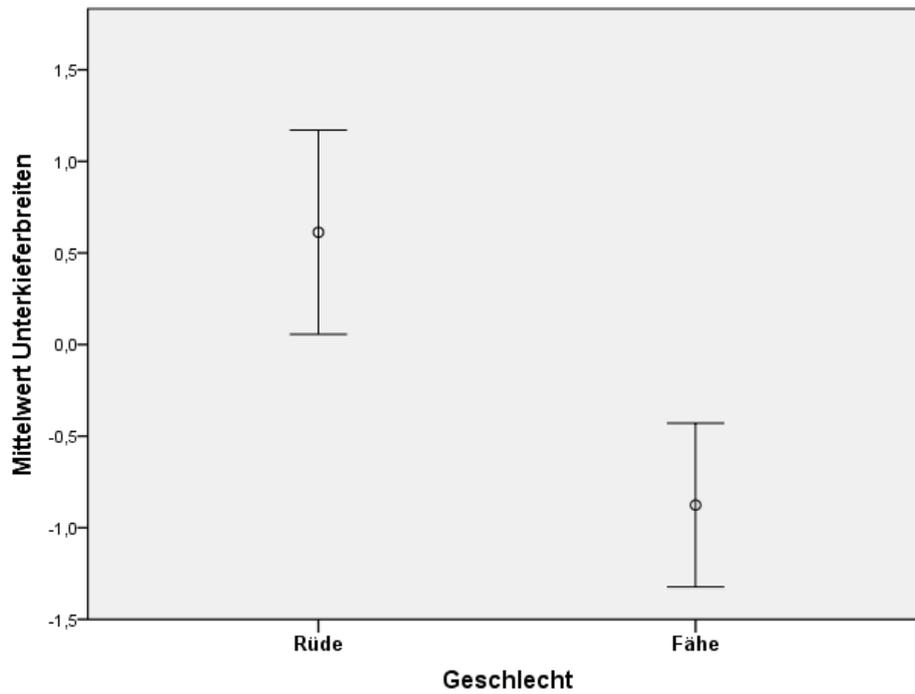
Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 36: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für das Oberkiefer getrennt in Geschlechtern.



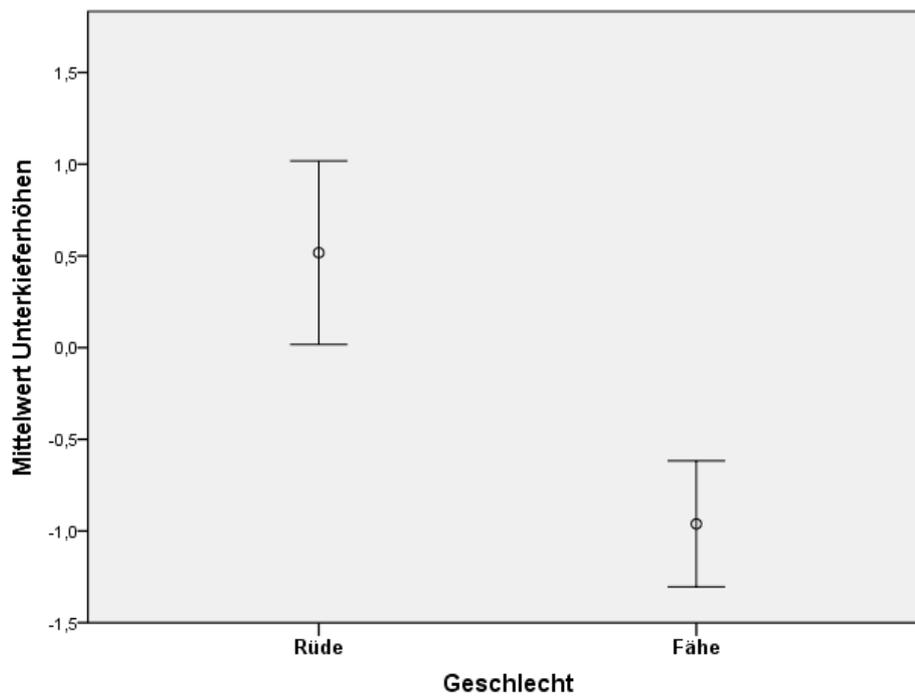
Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 37: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferlängen getrennt in Geschlechtern.



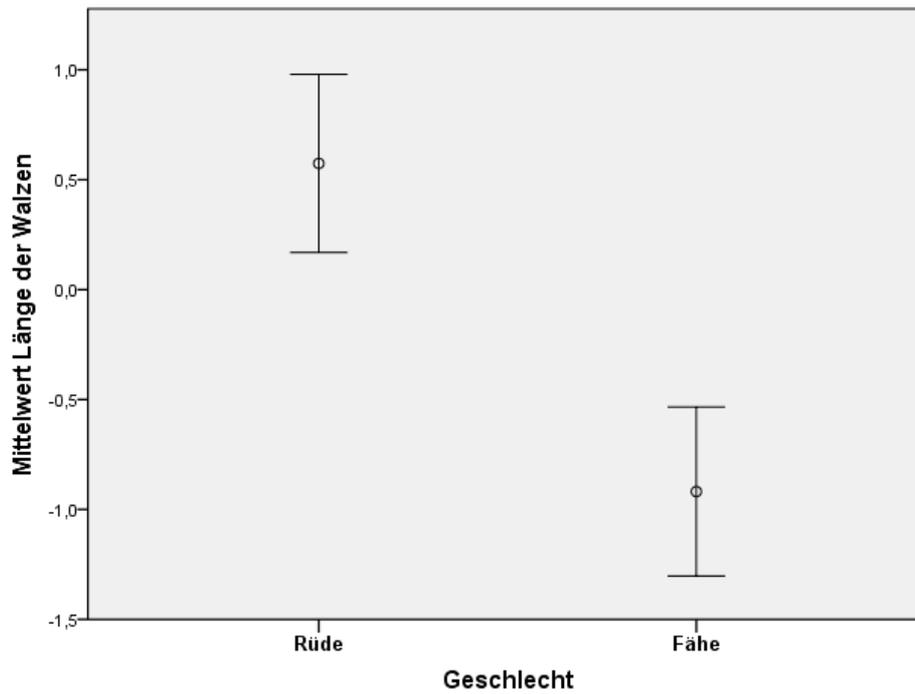
Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 38: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferbreiten getrennt in Geschlechtern.



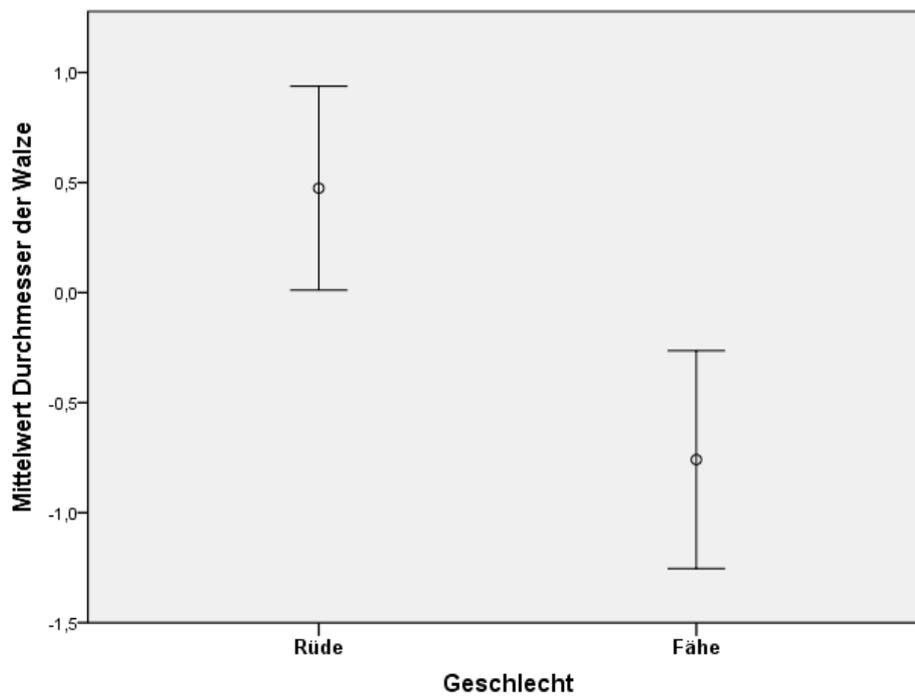
Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 39: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Unterkieferhöhen getrennt in Geschlechtern.



Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 40: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Längen der Walzen getrennt in Geschlechtern.



Fehlerbalken: 95% CI

Abbildung 41: Einfaches Fehlerbalkendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes für die Durchmesser der Walzen getrennt in Geschlechtern.

1.13.3.2 Schädelproportionen

Um die Schädelproportionen darzustellen, wurden Längen und Breiten der PCA Auswertung in Verhältnis gebracht. Da die Variable LängezuBreite laut K-S-Test nicht normalverteilt ist, wurde sie mit dem natürlichen Logarithmus transformiert. Diese Variable wird als InLängezuBreite bezeichnet und hat nach der Transformation einen p- Wert von 0,658 (siehe Anhang Tabelle 26). Die Voraussetzung für die ANOVA wird mit der Normalverteilung und der Homogenität der Varianz (siehe Abbildung 33) für alle Variablen erfüllt. Laut ANOVA Tabelle (siehe Tabelle 11) besteht nur bei der Variable LängezuUKbreite ein signifikanter Zusammenhang mit dem Geschlecht ($p = 0,046$). Dies wird auch durch einen Eta Wert von 0,522 bestätigt und zeigt einen mittleren Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (siehe Abbildung 33). Somit wird der Geschlechtsdimorphismus in Bezug auf Längen/Breiten Proportionen nur mit der Variable LängezuUKbreite erklärt, nicht aber durch andere Proportionen.

Test der Homogenität der Varianzen

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
InLängezuBreite	,655	1	15	,431
LängezuUKbreite	,627	1	13	,443
BreitezuUKlänge	,738	1	12	,407
UKlängeUKbreite	1,532	1	15	,235

Abbildung 32: Test der Homogenität der Varianz der PCA Variablenverhältnisse.

Tabelle 10: ANOVA Tabelle der PCA Variablenverhältnisse.

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
InLängezuBreite * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)	1,053	1	1,053	1,443	,248
	Innerhalb der Gruppen	10,944	15	,730		
	Insgesamt	11,997	16			
LängezuUKbreite * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)	3,571	1	3,571	4,871	,046
	Innerhalb der Gruppen	9,531	13	,733		
	Insgesamt	13,102	14			
BreitezuUKlänge * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)	,026	1	,026	,021	,886
	Innerhalb der Gruppen	14,460	12	1,205		
	Insgesamt	14,486	13			
UKlängeUKbreite * Geschlecht	Zwischen den Gruppen (Kombiniert)	2,573	1	2,573	1,761	,204
	Innerhalb der Gruppen	21,911	15	1,461		
	Insgesamt	24,484	16			

Zusammenhangsmaße

	Eta	Eta-Quadrat
InLängezuBreite * Geschlecht	,296	,088
LängezuUKbreite * Geschlecht	,522	,273
BreitezuUKlänge * Geschlecht	,042	,002
UKlängeUKbreite * Geschlecht	,324	,105

Abbildung 33: Zusammenhangsmaße Eta und Eta² für PCA Variablenverhältnisse.

1.14 Ergebnisse der der Altersdaten für die Hypothese 1

1.14.1 Ergebnisse der einzelnen Methoden

1.14.1.1 Ergebnisse der Zahnabration

Aufgrund der fehlenden Oberflächenstruktur der Zähne konnte keine Auswertung stattfinden. Somit gibt es auch keine Ergebnisse für das Alter, welches mittels des Grades der Zahnabration bestimmt werden sollte. Durch das Bleichen verliert sich die Struktur auf der Zahnoberfläche. Somit kann nicht unterschieden werden, in wie weit der Zahnabschliff fortgeschritten ist oder in wie fern Dentin oder Zahnschmelz sichtbar ist. Jedoch ist es möglich, Milch- und Dauergebiss zu unterscheiden. Würde es sich um ein Milchgebiss handeln, wäre der Fischotter jünger als vier

Monate und somit im 1. Lebensjahr. Dies war jedoch bei keinem der Fundschädel der Fall.

1.14.1.2 Ergebnisse der Schädelmerkmale

Von den 30 bestimmten Schädeln konnten aufgrund der Schädelmerkmale zwei als im ersten LJ, 15 im zweiten LJ und 13 im dritten LJ und älter bestimmt werden.

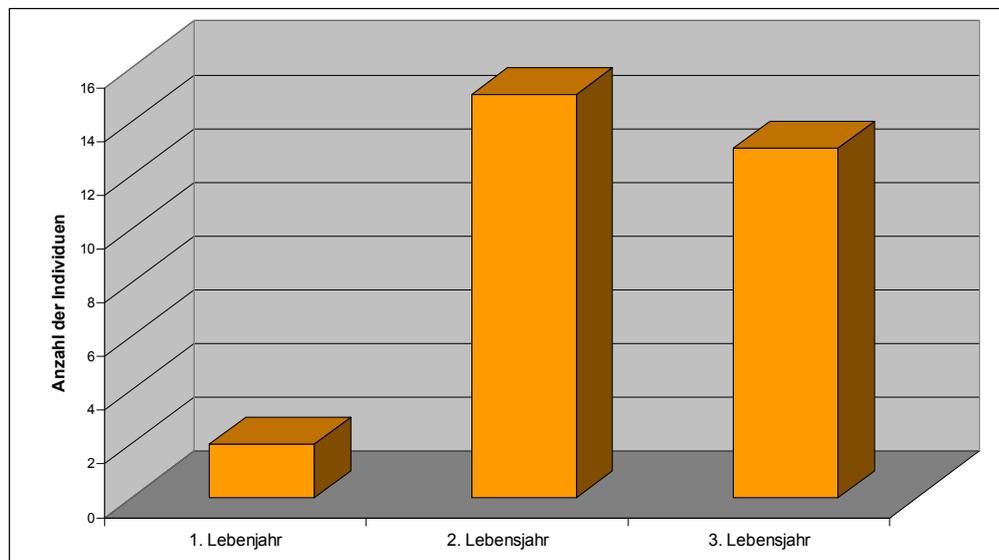


Abbildung 42: Altersklassenaufteilung des Schädelmerkmalsalter.

1.14.1.3 Ergebnisse der Bakula

Beim Untersuchungsmaterial waren acht Bakula vorhanden (Nr. 1, 3, 4, 9, 10, 15, 23, 24). Von diesen acht Bakula konnte lediglich ein Penisknochen anhand der Methode von HABERMEHL (1985) bestimmt werden. Dabei handelt es sich um Nr. 24, dessen Alter anhand des Bakulum als im zweiten Lebensjahr eingeteilt wurde. Alle anderen Gewichts- und Längenangaben konnten nicht nach der Methode von HABERMEHL (1985) eingeteilt werden. Bei der Einteilung der Fischotterrüden in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere (Methode nach STUBBE & KRAPP, 1993), konnten alle acht Bakula eingeteilt werden. Die Nr. 24 ist demnach nicht geschlechtsreif, alle

anderen sind geschlechtsreif. Aufgrund der kleinen Stichprobenzahl wird das Alter der Bakula nicht mit anderen Methoden verglichen. Lediglich die geschlechtsreifen Rüden aus der Auswertung von Kapitel 1.13.11.13.1 (CBL und BPST) konnten mit dieser Methode verglichen werden. Hier gab es eine Übereinstimmung bezüglich der geschlechtsreifen Rüden bei den Nummern 1, 3, 9, 10, 15 und 23 (siehe Tabelle 12).

Tabelle 11: Kreuztabelle für die Altersübereinstimmung bei den Methoden Bakulum und CBL und BPST.

Bakulum * CBL und BPST * Nummer Kreuztabelle

Anzahl

Nummer			CBL und BPST	
			geschlechtsreif	Gesamt
1	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
3	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
9	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
10	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
15	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
23	Bakulum	geschlechtsreif	1	1
	Gesamt		1	1
Gesamt	Bakulum	geschlechtsreif	6	6
	Gesamt		6	6

1.14.1.4 Ergebnisse der Zementzonen

1.14.1.4.1 Alter in Lebensjahren

Insgesamt wurden 28 Individuen ausgewertet. Das höchste Alter der Gefrierschnitte liegt beim sechsten Lebensjahr. Das dritte Lebensjahr ist mit elf Individuen am häufigsten vertreten.

Tabelle 12: Häufigkeitstabelle für Gefrierschnittalter.

Gefrierschnittalter					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1	1	3,3	3,6	3,6
	2	7	23,3	25,0	28,6
	3	11	36,7	39,3	67,9
	4	5	16,7	17,9	85,7
	5	2	6,7	7,1	92,9
	6	2	6,7	7,1	100,0
	Gesamt	28	93,3	100,0	
Fehlend	System	2	6,7		
Gesamt		30	100,0		

1.14.1.4.2 Altersklassen

Wird das Lebensjahr in Altersklassen (AK) klassifiziert, so sind in der dritten Altersklasse laut Zementzonenaltersklassenalter von 28 Individuen 20 vertreten. Dies sind 71,4 gültige Prozente.

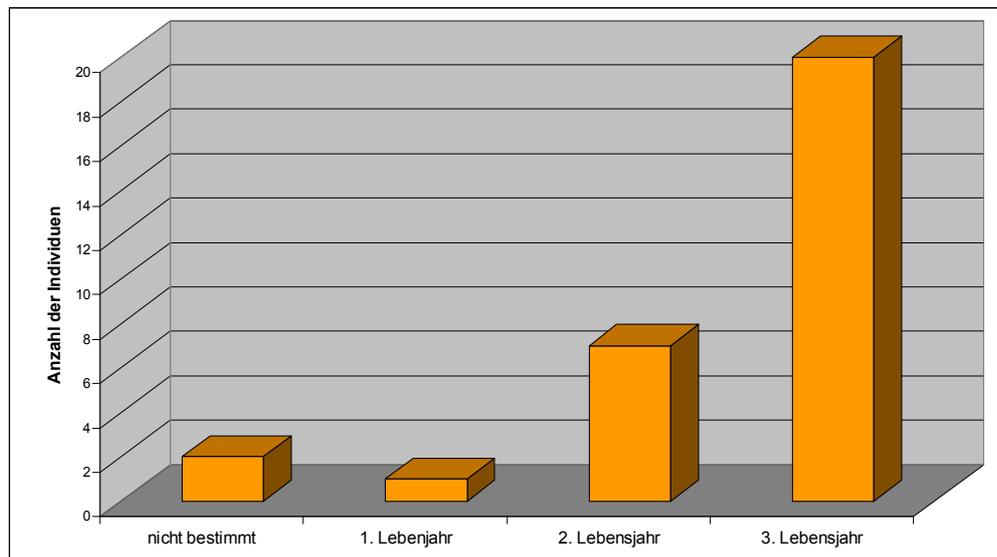


Abbildung 43: Balkendiagramm für die Altersklassenaufteilung der Altersbestimmung mittels Gefrierschnitten.

1.14.1.5 Ergebnisse der Direktschnitte am Zahn

1.14.1.5.1 Alter in Lebensjahren

Bei der Bestimmung in Lebensjahren war nur die Nummer 2 bei der Auswertung mit dem Scanner mit fünftem Lebensjahr älter als drei. Mit der Scanner Methode konnten von 30 Fundschädeln 26 Individuen, mit der Bino Methode 23 Individuen im Alter bestimmt werden (Methode siehe Kapitel 1.11.2).

1.14.1.5.2 Altersklassen

Nachdem nur die Nummer 2 älter als drei Jahre war, wurde diese auf die dritte Altersklasse herabgestuft. Im Balkendiagramm (siehe Abbildung 44) ist zu sehen, dass die Anzahl der Individuen mit den Altersklassen abnimmt. Im Gegensatz dazu nimmt die Anzahl der Individuen bei der Gefrierschnittmethode zu (siehe Abbildung 43). Die Ergebnisse der Altersbestimmung mittels Direktschnitte, bei unterschiedlicher Betrachtung haben bei 83% einen Zusammenhang (siehe dazu Methodenvergleich der Altersklassen im Kapitel 1.15.2).

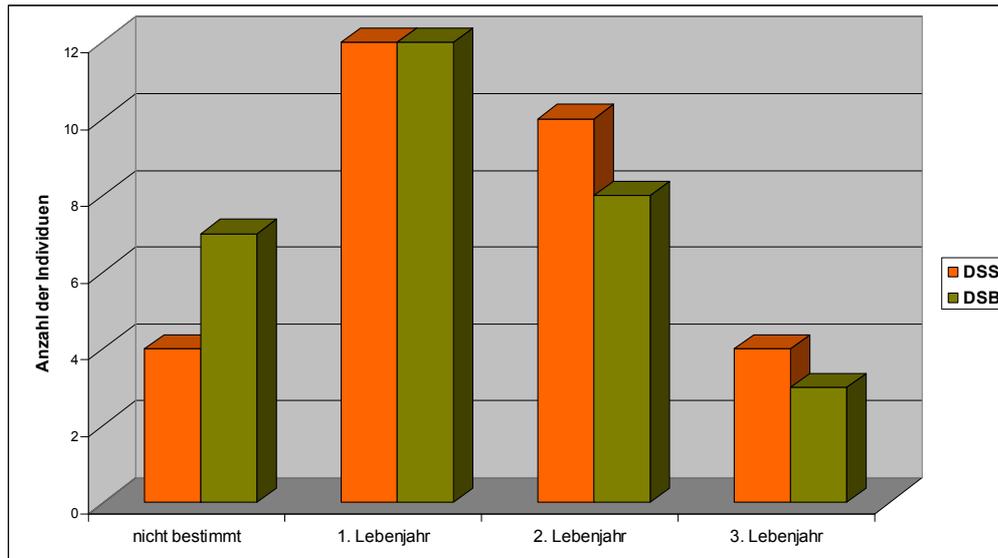


Abbildung 44: Balkendiagramm für die Altersklassenaufteilung der Altersbestimmung mittels Direktschnitte am Zahn (DSS = Direktschnitt mit Scan, DSB = Direktschnitt mit Bino).

1.14.2 Ergebnisse des Methodenvergleichs

1.14.2.1 Alter in Lebensjahren

Werden die Methoden, bei denen das Alter in Lebensjahren bestimmt wurde verglichen, stellt sich heraus, dass sich das Alter bei Gefrierschnittalter und Direktschnittalter [Scan] signifikant unterscheidet. Dies ist auch für die Methoden Direktschnittalter [Scan] und Direktschnitt [Bino] der Fall. Kein signifikanter Unterschied ergibt sich aus dem Mittelwertvergleich von Gefrierschnittalter und Direktschnittalter [Bino].

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 Gefrierschnittalter - Direktschnittalter [Scan]	,953	1,616	,317	,300	1,606	3,006	25	,006
Paaren 2 Gefrierschnittalter - Direktschnittalter [Bino]	-,333	1,781	,371	-1,103	,437	-,897	22	,379
Paaren 3 Direktschnittalter [Scan] - Direktschnittalter [Bino]	-1,518	,562	,117	-1,761	-1,275	-12,959	22	,000

Abbildung 45: Vergleich der drei Lebensjahrmethoden mittels t-Test für gepaarte Stichproben.

1.14.2.2 Altersklassen

Die Hypothese 1 mit der Annahme, dass sich das anhand der verschiedenen Methoden bestimmte Alter nicht unterscheidet, konnte bezüglich der Altersklassen nicht bestätigt werden. Nur der Methodenvergleich zwischen Direktschnitt Scan und Bino ergab einen höchst signifikanten Wert von $p = 0,000$ (Chi-Quadrat nach Pearson siehe Tabelle 19). Bei allen anderen Methoden gibt es keinen signifikanten Wert laut Chi-Quadrat nach Pearson. Des Weiteren zeigt nur der Cohens Kappa Koeffizient (CKK) eine gute Übereinstimmung (83%) beim Vergleich von Direktschnittaltersklassen Scan und Bino. Bei allen anderen gibt es keine gute Übereinstimmung (siehe Tabelle 14 bis Tabelle 19). Die 83% werden berechnet, indem die Übereinstimmungen bei den drei AK addiert und durch die Gesamtsumme dividiert ($10+6+3/23 = 0,83$; siehe Tabelle 19). Dieser Wert kann direkt in Prozent umgerechnet werden.

Tabelle 13: Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Scan; CKK = 35%.

Schädelmerkmalsaltersklassen * Direktschnittaltersklassen [Scan]

Kreuztabelle

Anzahl		Direktschnittaltersklassen [Scan]			Gesamt
		1	2	3	
Schädelmerkmals altersklassen	1	1	0	0	1
	2	4	7	3	14
	3	7	3	1	11
Gesamt		12	10	4	26

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,291 ^a	4	,368
Likelihood-Quotient	4,753	4	,314
Zusammenhang linear- mit-linear	,838	1	,360
Anzahl der gültigen Fälle	26		

a. 6 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,15.

Tabelle 14: Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Bino; CKK = 35%.

Schädelmerkmalsaltersklassen * Direktschnittaltersklassen [Bino]

Kreuztabelle

Anzahl		Direktschnittaltersklassen [Bino]			Gesamt
		1	2	3	
Schädelmerkmals altersklassen	1	1	0	0	1
	2	3	6	2	11
	3	8	2	1	11
Gesamt		12	8	3	23

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,576 ^a	4	,233
Likelihood-Quotient	6,134	4	,189
Zusammenhang linear- mit-linear	1,091	1	,296
Anzahl der gültigen Fälle	23		

a. 7 Zellen (77,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,13.

Tabelle 15: Altersklassenvergleich der Methoden Schädelmerkmalsaltersklassen und Gefrierschnittaltersklassen; CKK = 54%.

Schädelmerkmalsaltersklassen * Gefrierschnittaltersklassen

Kreuztabelle

Anzahl		Gefrierschnittaltersklassen			Gesamt
		1	2	3	
Schädelmerkmals altersklassen	1	0	1	0	1
	2	0	5	10	15
	3	1	1	10	12
Gesamt		1	7	20	28

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,333 ^a	4	,176
Likelihood-Quotient	6,850	4	,144
Zusammenhang linear- mit-linear	,905	1	,341
Anzahl der gültigen Fälle	28		

a. 7 Zellen (77,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,04.

Tabelle 16: Altersklassenvergleich der Methoden Gefrierschnittaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Scan; CKK = 23%.

Gefrierschnittaltersklassen * Direktschnittaltersklassen [Bino]

Kreuztabelle

Anzahl

		Direktschnittaltersklassen [Bino]			Gesamt
		1	2	3	
Gefrierschnittaltersklassen	1	1	0	0	1
	2	4	0	1	5
	3	7	8	2	17
Gesamt		12	8	3	23

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,735 ^a	4	,316
Likelihood-Quotient	6,685	4	,153
Zusammenhang linear-mit-linear	1,426	1	,232
Anzahl der gültigen Fälle	23		

a. 7 Zellen (77,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,13.

Tabelle 17: Altersklassenvergleich der Methoden Gefrierschnittaltersklassen und Direktschnittaltersklassen mit Bino; CKK = 13%.

Gefrierschnittaltersklassen * Direktschnittaltersklassen [Scan]

Kreuztabelle

Anzahl

		Direktschnittaltersklassen [Scan]			Gesamt
		1	2	3	
Gefrierschnittaltersklassen	1	0	1	0	1
	2	3	3	1	7
	3	9	6	3	18
Gesamt		12	10	4	26

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,857 ^a	4	,762
Likelihood-Quotient	2,171	4	,704
Zusammenhang linear-mit-linear	,139	1	,710
Anzahl der gültigen Fälle	26		

a. 7 Zellen (77,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,15.

Tabelle 18: Altersklassenvergleich der Methoden Direktschnitt am Bino und Scan;
CKK = 83%.

Direktschnittaltersklassen [Scan] * Direktschnittaltersklassen [Bino]

Kreuztabelle

Anzahl

		Direktschnittaltersklassen [Bino]			Gesamt
		1	2	3	
Direktschnittalters klassen [Scan]	1	10	2	0	12
	2	2	6	0	8
	3	0	0	3	3
Gesamt		12	8	3	23

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	30,826 ^a	4	,000
Likelihood-Quotient	24,921	4	,000
Zusammenhang linear- mit-linear	15,001	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	23		

a. 8 Zellen (88,9%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,39.

DISKUSSION

1.15 Kranimetrie

In dieser Arbeit konnte der Geschlechtsdimorphismus beim europäischen Fischotter bezüglich der unterschiedlichen Schädelgröße mittels der Kranimetrie bestätigt werden. Bei den Längen/Breiten Verhältnissen konnte nur über das Verhältnis Längen zu Unterkieferbreiten auf das Geschlecht geschlossen werden. Jedoch muss an dieser Stelle auf die kleine Stichprobenzahl verwiesen werden. Darum haben die Ergebnisse für diese Arbeit Gültigkeit, können jedoch nicht verallgemeinert werden. Das Schädelvermessen birgt auch viele Probleme in sich. So ist eine Standardisierung der Messstrecken oftmals in Abhandlungen unzureichend definiert oder die Messpunkte, von denen aus gemessen werden sollte, sind nicht vorhanden, zu schlecht definiert oder sehr variabel zu interpretieren. Oftmals handelt es sich um Fundschädel, die an manchen Stellen kaputt oder zusammengeklebt sind. Dies war häufig bei den Unterkiefermessstrecken der Fall. Der Unterkiefer besteht aus zwei Hälften und ist in der *Symphysis mandibularis* fest, aber nicht starr durch Bindegewebe verbunden (DYCE et al 1991). Dabei war der Unterkiefer an dieser *Symphysis* oftmals auseinander gebrochen. Eine exakte Reposition ist nicht möglich und aus diesem Grund konnten bei diesen Schädeln gewisse Unterkiefermessstrecken (Unterkieferbreiten, UK Totallänge...) nicht vermessen werden und fehlten daher für die Auswertung. Auch STUBBE (1982) weist in seiner Arbeit darauf hin, dass in der Literatur die Methoden sehr lückenhaft beschrieben werden und daher ein großräumiger Vergleich von populationsökologischen Parametern nicht möglich ist. Ein weiterer Grund für sehr heterogene Ergebnisse kann die Subjektivität der Messstreckeninterpretation sein (siehe Tabelle 2). In Tabelle 2 wird die Messbarkeit der Messstrecken mit + = gut messbar, - = schlecht messbar und ~ = mittelmäßig messbar angegeben. Der Schädel ist eine natürlich gewachsene Form und daher können nicht alle Punkte

exakt bestimmt werden. Jene, bei denen es möglich ist, wie zum Beispiel die Totallänge (Prosthion bis Akrokranion), haben als Start- und Endpunkte der Messstrecke genau definierte Punkte, bei denen es keinerlei Interpretationen geben kann. Auch die Lage solcher Punkte ist ausschlaggebend für die Messbarkeit. Sind sie leicht zugänglich mit dem Tastzirkel oder der Schiebelehre, so können sie gut gemessen werden. Bei schlecht zugänglichen kann nie genau gemessen werden.

Für die Bestimmung des Geschlechts wird die Condylbasallänge verwendet. Sie ist sehr gut messbar, da die Punkte gut definiert und leicht zugänglich sind. Das Geschlecht konnte in dieser Arbeit über Maximum und Minimum der CBL bestimmt werden. Jedoch ergeben sich auch hier Probleme, da sich das Maximum der Fähen mit dem Minimum der Rüden überschneidet (siehe Tabelle 7). In dieser Arbeit lag aber keines der Individuen in dieser „Grauzone“ und konnten somit genau zugeteilt werden. Lediglich Nummer 18 konnte auf diese Weise nicht bestimmt werden. Dies lag daran, dass dieser Fischotter nicht die Voraussetzung der Geschlechtsreife erfüllt hat. CBL und BPST werden für die Einteilung in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Tiere herangezogen. Mit dieser Methode können juvenile von adulten Tieren sehr gut getrennt werden und ermöglichen einen ersten Eindruck vom Alter des Individuums. Da die CBL und die Postorbitalbreite (BPST) gut messbare Strecken sind, kann diese Methode auch gut umgesetzt werden.

1.16 Vergleich der Altersbestimmungen

Wird die Altersauswertung mittels Altersklassen betrachtet, so kann nicht von einer Übereinstimmung zwischen den Methoden gesprochen werden. Nur die Methode Gefrierschnittalter und Direktschnittalter [Bino] unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Die Methoden Direktschnitt [Scan] und [Bino], unterscheiden sich sowohl bei der Auswertung der Altersklassen, als auch bei der Auswertung der

Lebensjahre signifikant voneinander. Bei dem Vergleich Gefrierschnittalter und Direktschnitt [Scan] konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Generell ist die Altersbestimmung bei Fischotter schwierig, da sich die Reproduktionszeit über das ganze Jahr hinstreckt und somit kein genauer Wurfzeitraum festgelegt werden kann auch wenn KRANZ et al 2003) darauf hinweisen, dass sie in Mitteleuropa vorwiegend in den Sommermonaten die Jungtiere zur Welt bringen. ANSORGE (1995) weist in seiner Arbeit darauf hin, dass in der Regel bei über zwei Jahre alten Tieren ein sehr großer Toleranzbereich bezüglich der Altersbestimmung in Kauf genommen werden muss. Eine Unterscheidung zwischen juvenilen und adulten Tieren ist hingegen sehr gut möglich.

Das Alter anhand von Schädelmerkmalen zu bewerten ist eine einfach durchführbare Methode. Mit ihr können die Tiere sehr gut in adulte und juvenile Fischotter eingeteilt werden. Vor allem mit der Nasennaht, die eine Art Wachstumsfuge ist, können die ausgewachsenen Tiere gut von den Jungtieren unterschieden werden. Mit dieser Methode erfolgt mittels fünf Merkmalen eine Einteilung in drei Altersklassen. Jedes Merkmal wird einer Altersklasse zugeordnet und aus der Summe der Merkmalsalter kann auf die Altersklasse geschlossen werden. Diese Zuordnung zu einer Altersklasse ist nicht immer exakt möglich, da nicht immer die Mehrheit der Merkmale für eine Altersklasse zutrifft. Aus diesem Grund wurde über die Mittelwert der fünf Merkmalsalter entschieden und diese dann auf oder abgerundet. Außerdem ist die Bewertung des Merkmals sehr subjektiv, beispielsweise beim Merkmal Oberflächenstruktur: Ab wann ist die Oberfläche für jemanden rau?

Eine Bestimmung des Alters über die Zahnabration war nicht möglich, da die Zähne durch das Bleichen sehr aufgehellt wurden. Bei dieser Methode ist es wichtig, auf ein gut erhaltenes Untersuchungsmaterial zurückgreifen zu können. Es kann Milchgebiss von Dauergebiss unterschieden werden, jedoch war bei diesem Untersuchungsmaterial kein Milchgebiss dabei.

Aufgrund dieser Information kann ganz klar gesagt werden, dass Tiere mit Milchgebiss sicher unter ein Jahr alt sind.

Bei der Altersbestimmung mittels Bakula konnte von acht Penisknochen nur die Nummer 24 als zweijährig nach der Methode von HABERMEHL (1985) eingeteilt werden. Das Einteilen der anderen sieben Bakula konnte nach dieser Methode nicht erfolgen, da die Penislänge nicht in eine der drei Altersklassen einzuteilen war. Die Längenskala ist bei dieser Methode lückenhaft. Die Einteilung in geschlechtsreife und nicht geschlechtsreife Rüden ist eine einfache Methode und funktioniert gut. Nach dieser Methode (STUBBE & KRAPP, 1993) konnten alle acht Bakula in die zwei Kategorien eingeteilt werden. Die Nummer 24 ist nicht geschlechtsreif und stimmt auch mit der Methode nach HABERMEHL (1985) überein. Die Nummer 24 ist laut dieser Methode zweijährig und Rüden werden mit zwei Jahren geschlechtsreif. Alle anderen sind geschlechtsreife Tiere. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl, werden diese nur mit der Geschlechtsreifemethode mittels Kraniometrie (siehe Kapitel 1.9.2) verglichen. Bei diesen beiden Methoden stimmen von den acht Bakula sechs überein, das sind 75% Übereinstimmung.

Die Altersbestimmung mittels Zahndünnschnitte ist eine schwierige, zeitaufwendige und kostenintensive Methode. Darum muss vorher überlegt werden, ob eine annuelle Altersbestimmung von Nöten oder ob eine Einteilung in Altersklassen für die Fragestellung ausreichend ist. Neben dementsprechenden Gerätschaften (zB: Kryostat) und einem Labor benötigt man auch viel Erfahrung um Dünnschnitte anfertigen und auswerten zu können. Für die Auswertung der Zementringe können grundsätzlich alle Zähne verwendet werden, trotzdem ist den P2 und P3 und den Canini der Vorzug zu geben (vgl. GEIGER et al, 1977 und THOMÈ & GEIGER, 1997). Der Bereich der Wurzelspitze ist der am Besten geeignete Bereich, um die Zementringe zu zählen

(GRUE & JENSEN, 1973). Bei einwurzeligen Zähnen findet sich die stärkste Ablagerung vestibulär (zur Wange hingehend) an der Wurzelspitze (THOMÉ & GEIGER, 1997). Die Gefrierdünnschnitte sind Horizontalschnitte durch die Wurzelspitze. Dieser Schnittart soll laut GEIGER et al (1977) bevorzugt werden. Bei dieser Art die Zähne zu schneiden, wird die gesamte Zementsubstanz der Zahnwurzel dargestellt. Zwischen Dentin und Zement liegt die Dentin-Zement-Membran, die bei der Auszählung der Zementringe berücksichtigt werden muss und nicht mitgezählt wird (THOMÉ & GEIGER, 1997). Für die Interpretation der Zuwachslinien soll erwähnt werden, dass diese sehr subjektiv sein kann und sicherlich mit Erfahrung zusammenhängt. ANSORGE (1995) schreibt in seiner Arbeit, dass viele Publikationen, bei denen das Zementzonenalter als begleitende Methodik angeführt wird, suggerieren, dass dies eine komplikationslose Methode ist, bei der das Alter mit absoluter Sicherheit bestimmbar ist. Sind es Arbeiten, die methodisch ausgerichtet sind, wird die Problematik und Unzulänglichkeit durchaus betont. Zeit und Aufwand könnten minimiert werden, wenn man mit einer einfacheren Methode juvenile Tiere bereits ausschließt (FANCY, 1980).

Einen Direktschnitt von einem Zahn anzufertigen ist weniger zweitaufwändig und kostenintensiv als Zementdünnschnitte herzustellen. ANSORGE (1995) schreibt, dass sich Arbeitsschritte wie zum Beispiel entkalken, entwässern und einbetten mit dieser Methode umgehen lassen. Es ist eine gut durchführbare Methode, bei der viele Zwischenschritte gespart werden können. Die Auswertung ist einfach, da kein Färben oder Einbetten nötig ist und es reicht den Dünnschnitt mit ein wenig Wasser im Durchlichtmikroskop zu betrachten. Die Auswertung mittels Scanner ist gut zu bewerkstelligen und die Ergebnisse zeigen, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Auswertungsmethoden (Scan und Bino) gibt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich aufgrund der kleinen Stichprobenanzahl und dem fehlenden Referenzalter keine allgemeinen Aussagen über die Richtigkeit des bestimmten Alters treffen lassen. Die Überprüfung der Altersermittlung erfolgt mittels Methodenvergleich untereinander. Dabei zeigte sich, dass die annuellen Methoden Gefrierdünnchnitt und Direktschnitt Scan übereinstimmend sind. Die Altersklassenermittlung zeigte keinen Zusammenhang. Aufgrund der Heterogenität zwischen den Methoden kann nicht von einer Altersbestimmung gesprochen werden, vielmehr handelt es sich dabei um eine Altersschätzung. Es empfiehlt sich bei Altersschätzungen auf eine Summe von Informationen durch verschiedene Methoden zurückzugreifen, um sich ein Gesamtbild des ungefähren Alters verschaffen zu können.

LITERATURVERZEICHNIS

- ANONYMUS, 2011: Online im WWW unter URL:
<http://www.imedo.de/medizinlexikon/prosthion>
[Stand: 10.11.2011]
- ANONYMUSa, 2011: Online im WWW unter URL:
http://131.130.59.105:8070/craniometrie/text/text_id.html
[Stand. 12.12.2011]
- ANONYMUSb, 2012: Vorlesungsunterlagen für Statistik II an der Ludwig-Maximilians-Universität München, Fakultät für Psychologie und Pädagogik; Online im WWW unter URL:
<http://www.psy.uni-muenchen.de/pm/Lehre/Lehrmaterial/Vorlesung-Statistik-II-/mainColumnParagraphs/0/document/Statistik%20II%20Teil%201.pdf>
- ANSORGE, H. 1995: „Notizen zur Altersbestimmung nach Wachstumslinien am Säugetierschädel“. Methoden feldökologische Säugetierforsch. 1: 95- 102
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W., WEIBER, R. 2001: Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung“. 13. Auflage, Springer – Verlag, Berlin - Heidelberg
- BARYSHNIKOV, G.F., BININDA-EMONDS, O., ABRAMOV, A.V. 2003: „Morphological variability and evolution of the baculum (os penis) in mustelidae (carnivore)“. Journal of Mammalogy, 84 (2): 673-690
- BÜHL, A. 2012: „SPSS 20 – Einführung in die moderne Datenanalyse“. 13., aktualisierte Auflage, Pearson Deutschland GmbH, München
- BROSIUS, F. 2005: „SPSS 8 - Kapitel 34: Boxplots und Fehlerbalken“. International Thomson Publishing, Online im WWW unter URL:

- http://www.molar.unibe.ch/help/statistics/SPSS/34_Boxplots_und_Fehlerbalken.pdf [Stand: 02.04.2012]
- BROSIUSa, F. 2012: „SPSS 8 – Kapitel 20: Einfaktorielle ANOVA“. Online im WWW unter URL: http://www.molar.unibe.ch/help/statistics/SPSS/20_Einfaktorielle_ANOVA.pdf [Stand: 05.04.2012]
- DIERKS, K. 2001: „Untersuchungen am Schädel des Steinmarders (*Martes foina* ERXLEBEN 1777) Schädelmaße und Gebißerkrankungen“. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde des Fachbereiches Humanmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen; Online im WWW unter URL: http://www.carnivoreconservation.org/files/thesis/dierks_2001_dd.pdf [Stand: 10.11.2011]
- DULLER, C. 2006: „Einführung in die Statistik mit EXCEL und SPSS – Ein anwendungsorientiertes Lehr- und Arbeitsbuch“. 2., überarbeitete Auflage, Physica-Verlag, Heidelberg
- DYCE, K.M., SACK, W.O., WENSING, C. 1991: „Anatomie der Haustiere – Lehrbuch für Studium und Praxis“. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- FANCY, S. G. 1980: „Preperation of mammalian teeth for age determination by cementum layers: a review“. Wildlife Society Bulletin, 8: 242-248
- FLÖTER, M., POHL, F., SCHEIBNER, N. 2004: „SPSSinteraktiv – Faktorenanalyse“. Online im WWW unter URL: www.metheval.uni-jena.de/get.php?f=1009 [Stand: 02.04.2012]
- GEIGER, G., BRÖMEL, J., HABERMEHL, K.-H. 1977: „Konkordanz verschiedener Methoden der Altersbestimmung beim Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L., 1758). Zeitung für Jagdwissenschaft 23: 57-64

- GRUE, H., JENSEN, B. 1973: „Annular Structures in Canine Tooth Cementum in Red fox (*Vulpes vulpes*, L.) of known age”. Danish Review of Game Biology, Volume 8 Number 7: 1-12
- GRUE, H., JENSEN, B. 1976: “Annual cementum structures in canine teeth in arctic foxes (*Alopex lagopus*, (L.)) from Greenland and Denmark”. Danish Review of Game Biology, Volume 10 Number 3: 1-12
- HABERMEHL, K.H., RÖTTCHER, D. 1967: „Die Möglichkeit der Altersbestimmung beim Marder und Iltis“. Zeitung für Jagdwissenschaft 13: 89-102
- HABERMEHL, K.H., GEIGER, G., WEHNER, M. 1980: „Zur Technik der Darstellung und Bewertung der altersabhängigen Wurzelzementschichtung an den Zangen (I1) des europäischen wiederkäuenden Schalenwilds“. Säugetierkundliche Mitteilung, 28,4: 301-359
- HABERMEHL, K.H. 1985: „Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren“. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg – Berlin, S. 135 – 137
- HAUER, S., ANSORGE, H., ZINKE, O. 2000: „A long-term analysis of the age structure of otters (*Lutra lutra*) from eastern Germany“. Zeitschrift für Säugetierkunde 65: 360-368
- HAUER, S. 2002: „Populationsanalyse am Fischotter *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758)“. Kumulative Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- HEGGERBERGET, T.M. 1984: „Age determination in the European otter *Lutra lutra lutra*. – Altersbestimmung bei Europäischen Fischotter, *Lutra lutra lutra*“. Zeitschrift für Säugetierkunde Volume 49 (5): 299-305
- HEINZELLER, T., BÜSING, C.M. 2001: „Histologie, Histopathologie und Zytologie für den Einstieg“. George Thieme Verlag, Stuttgart – New York

- JAHRL, J. 1999: „Verbreitung des Eurasischen Fischotters (*Lutra lutra*) in Österreich, 1990-1998 (Mammalia)“. *Joanea Zoologie* 1: 5-12
- JAHRL, J. 2001: „Der Fischotter im Mühlviertel – eine Bedrohung oder selbst bedroht?“. Fa. Trauner, Druck & Verlag Linz
- KORA, 2004: „Dokumentation Fischotter“, erstellt im Auftrag des WWF – Schweiz im Dezember 2004 at: http://www.kora.ch/pdf/docus/docfi_d.pdf [Stand: 21.12.2011]
- KÄHLER, W.M. 2010: „Statistische Datenanalyse – verfahren verstehen und mit SPSS gekonnt einsetzen“. 6., verbesserte und erweiterte Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden
- KRANZ, A. 2000: „Zur Situation des Fischotters in Österreich, Verbreitung – Lebensraum - Schutz, BE-177“. Umweltbundesamt GmbH, ISBN 3-85457-561-0
- KRANZ, A., POLEDNIK, L., POLEDNIKOVA, K. 2003: „Fischotter im Mühlviertel, Ökologie und Management Optionen im Zusammenhang mit Reduktionsanträgen“. Gutachten im Auftrag des Oberösterreichischen Landesjagdverbandes
- KRANZ, A. 2007: „Fischotterkartierung Johnsbach, Endbericht zum Auftrag LIFE05NAT/AT/00007 Kst. 452“. im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Wenig im Gesäuse
- LANG, G. 2006: „Histotechnik – Praxislehrbuch für die biomedizinische Analytik“. Springer-Verlag, Wien - New York
- LAW, R.M. 1952: „A new methode of age determination for mammals“. *Nature* 169: 972-973, London
- LAW, R.M. 1962: „Age determination of pinnipeds with special reference to growth layers in the teeth“. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 27: 127-146
- MATZKE, T. 2001: „Untersuchungen zur Entwicklung des Gebisses beim Ostatlantischen Seehund (*Phoca vitulina vitulina* L.)“. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades einer

Doctorin der Veterinärmedizin durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

- McDONALD, D. 2004: „Die große Enzyklopädie der Säugetiere“. Deutsche Ausgabe, KÖNEMANN in der Tandem Verlag GmbH, Königswinter
- MORRIS, P. 1972: „A review of mammalian age determination methods“. Mammal Review Volume 2, Number 3: 69-104
- NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E. 1984: „Lehrbuch der Anatomie der Haustiere – Band 1“. 5. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin – Hamburg
- OTTERZENTRUM, 2011: Online im WWW unter URL: http://cms.otterzentrum.de/cms/front_content.php?idcat=224 [Stand: 25.10.2011]
- RASCH, B., FRIESE, M., HOFMANN, E., NAUMANN, W. 2010: „Quantitative Methoden – Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler, Band 2“. 3., erweiterte Auflage, Springer Verlag, Heidelberg
- ROMEIS, B., MULISCH, M., AESCHT, E. 2010: „Mikroskopische Technik“. , 18. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- RÖTTCHER, D. 1965: „Beiträge zur Altersbestimmung bei Nerz, Steinmarder und Iltis“. Dissertation an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Justus-Liebig Universität, Giessen
- SCHUMACHER, G.H., SCHMIDT, H. 1990: „Anatomie und Biochemie der Zähne“. 4. überarbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York
- SHARIR, A., ISRAELI, D., MILGRAM, J., CURREY, J.D., MONSONEGRO-ORNAN, E., SHAHAR, R. 2011: „The canine baculum: The structure and mechanical properties of an unusual bone“. Journal of Structural Biology 175: 451-456

- SOMMER, R., GRIESAU, A., ANSOREGE, H., PRIEMER, J. 2005: „Daten zur Populationsökologie des Fischotters *Lutra lutra* in Mecklenburg-Vorpommern“. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, Bd. 30: 253-271
- STUBBE, M. 1982: „Vorschläge zur Standardisierung von Meß- und Untersuchungsmethoden am Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L., 1758)“. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, Bd. 12: 43-53
- STUBBE, H. 1989: „Buch der Hege Band 1 – Haarwild“. Lizenzaufgabe auf der Basis der 4., bearbeiteten und erweiterten Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag für den Verlag Harri Deutsch. Thun, Seite 550 - 575
- STUBBE, M., KRAPP, F. 1993: „Handbuch der Säugetiere, Band 5 Raubsäuger – Carnivora, Teil 2 Mustelida 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae“. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden, S. 907 – 961
- TIMISCHL, W. 2000: „Biostatistik - Eine Einführung für Biologen und Mediziner“. zweite, neubearbeitete Auflage, Springer-Verlage, Wien
- THOMÈ, H., GEIGER, G. 1997: Vergleich zweier Methoden der Altersbeurteilung an Zähnen altersbekannter wildlebender Fleischfresser“. Anatomia, Histologia, Embryologia 26: 81-84
- UNTERSTEINER, H. 2005: „Biostatistik – Datenauswertung mit Excel und SPSS“. Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien
- UTHLEB, H., STUBBE, M. et al 1992: „Zur Populationsstruktur des Fischotters *Lutra lutra* (L. 1758) im östlichen Deutschland“. Semiaquatische Säugetiere, Wissenschaftlicher Beitrag Universität Halle: 393-400
- WAGNER, G. 2010: „Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit“. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, betz-druck GmbH, Darmstadt
- WESTHEIDE, W., RIEGE, R. 2004: „Spezielle Zoologie, Teil 2: Wirbel- oder Schädeltiere 2“. Elsevier GmbH, München

ANHANG

1.17 Katalogisierung des Untersuchungsmaterial



Abbildung 46: Temporale Ansicht (rechts) eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).



Abbildung 47: Frontale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).



Abbildung 48: Temporale Ansicht (links) eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).



Abbildung 49: Ventrale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).



Abbildung 50: Dorsale Ansicht eines mazerierten Fischotterschädels (Katalognummer 2).



Abbildung 51: Mazerierte Penisknochen eines Fischotterrüden (Ansicht: oben = dorsal; mitte = lateral; unten = ventral; Katalognummer 1).

Tabelle 19: Katalogisierungsbogen.

Katalognummer	Museums Nummer	Sex:	Age:
Schädelgewicht in g	Zahnformel MG DG	Zementzonentalter	
Besondere Merkmale des Schädels			
Zahnabration AK	Zahnschmelz: Dentin: P4 + M1:		
Schädelmerkmale AK	Nasennaht: nicht sichtbar, leicht sichtbar, sichtbar Scheitelkamm: kein, leicht vorhanden, vorhanden Oberfläche: glatt, rau bis glatt, rau HAHB: ABF: porös und stumpfwinkelig, stumpfwinkelig, spritz- bis rechtwinkelig		
Penisknochen AK	Länge:	Gewicht in g:	

1.18 Kraniometrie

Tabelle 20: Kraniometriebogen für Schädel-, Ober- und Unterkiefermessstrecken.

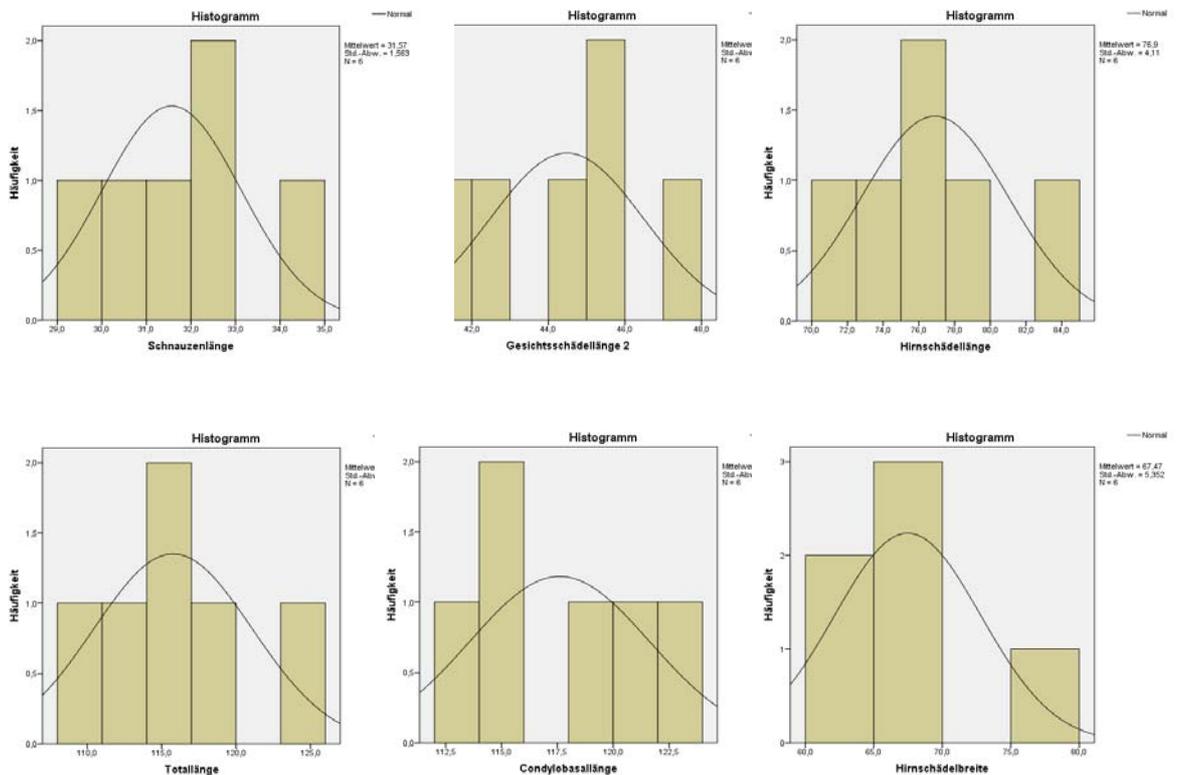
Schädelmaße in Millimeter (mm)																
NR	LR	LPE1	LPE2	LC	TL	CBL	BEUR	BEUR1	BZG	BECT	BENT	BPST	HBC	HBS	CSH	CSL
1																
2																
3																
4																
5																
6																
...																
...																

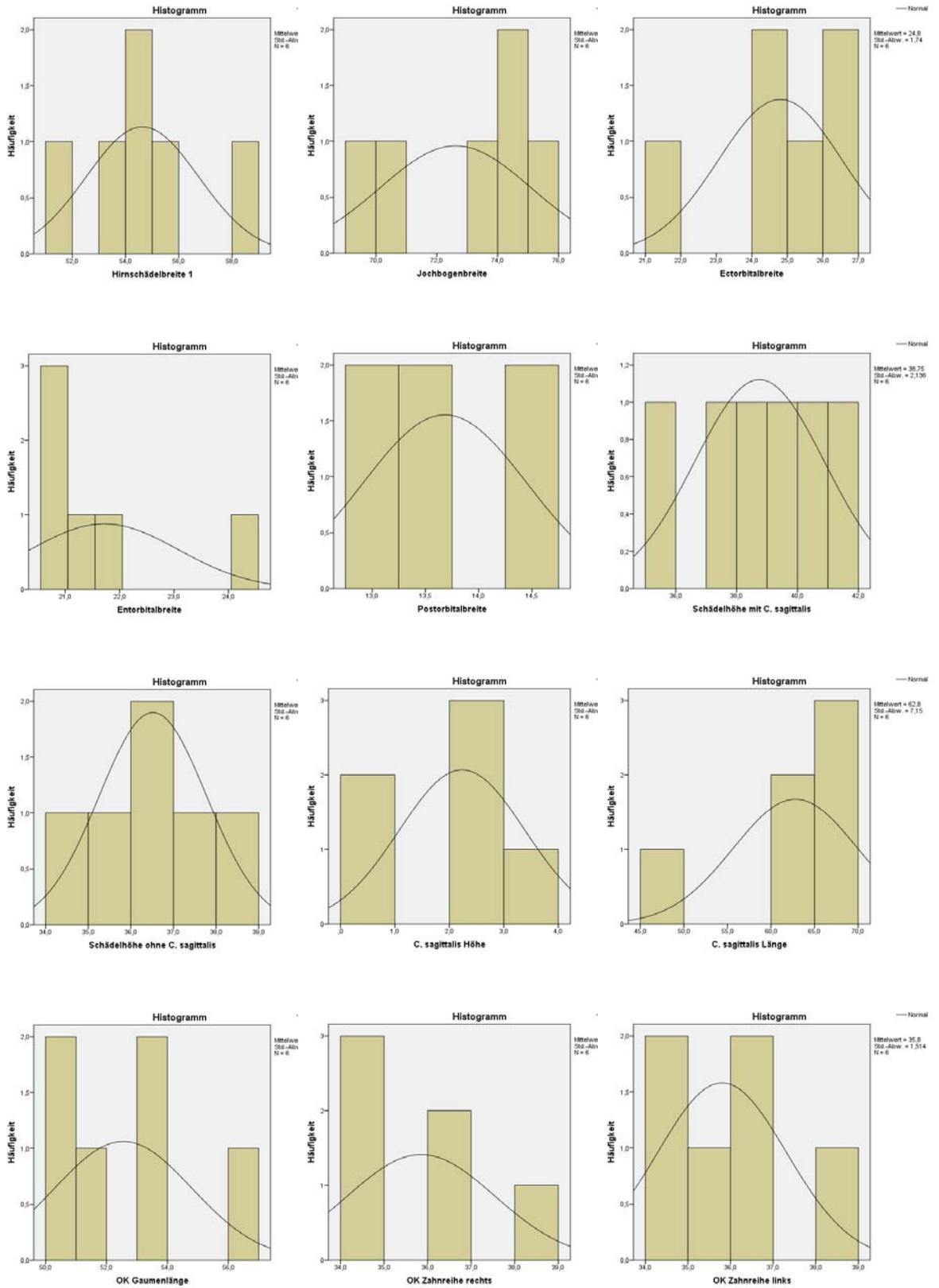
Oberkiefermaße in Millimeter (mm)					
NR	OLG	OZR	OZL	OBC	OBM
1					
2					
3					
4					
5					
6					
...					
...					

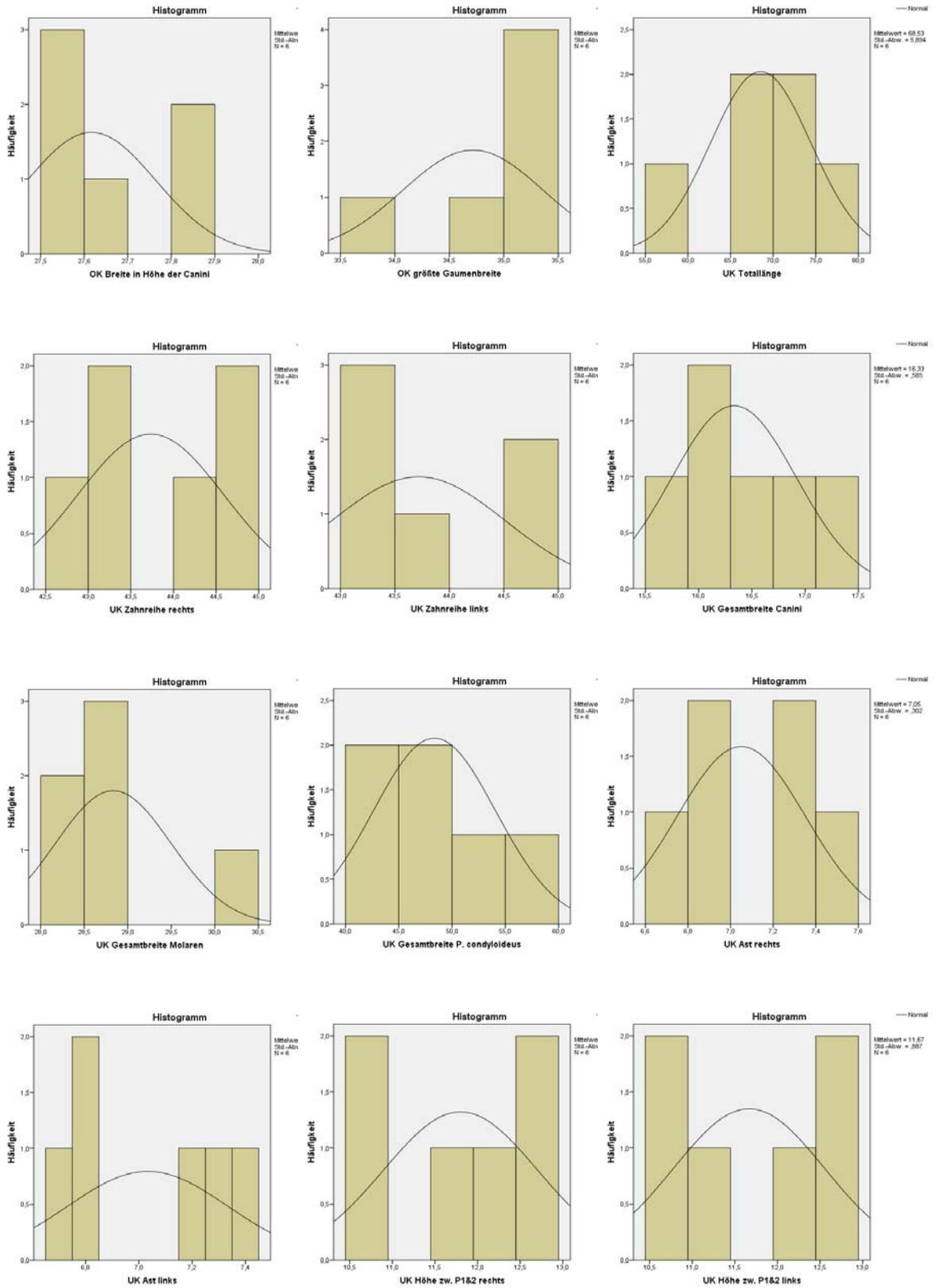
Unterkiefermaße in Millimeter (mm)																		
NR	UKL	UZR	UZL	UBC	UBM	UBP	UAR	UAL	UHCR	UHCL	UHMR	UHML	UHPR	UHPL	CWR	CWL	CDR	CDL
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
...																		
...																		

Tabelle 21: Ergänzende Daten aus dem „Handbuch der Säugetiere Europas“ von STUBBE & KRAPP (1993) für die Geschlechtsbestimmung S.910 – 911.

ZIH	Datum	Herkunft/Kreis	CBL	BPST
Rüden				
63/777	19.10.63	Vogelsang / Stralsund	121,0	12,9
76/398	19.7.76	Klein Plasten / Waren	117,9	14,0
79/209	24.8.79	Lebus / Seelow	120,3	14,8
84/19	22.2.84	Sternbecker See / B.Freienwalde	118,1	13,8
84/43	27.4.84	Maasdorfer Teiche / Liebenwerda	125,1	14,5
84/126	27.9.84	Demen / Schwerin	114,9	13,4
85/175	10.9.85	Möllensee / Neuruppin	117,5	14,0
86/66	24.8.86	Gaußig-Birkenrode / Bischofswerda	117,7	15,5
Fähen				
73/204	6.5.73	Zierker See / Neustrelitz	105,2	12,4
75/389	1.12.75	Elde / Röbel	112,7	11,5
81/66	28.8.81	Golzig / Luckau	105,4	14,7
85/62	Anf.4.85	Merzdorf / B. Liebenwerda	105,6	15,0
86/22	8.3.86	Worin / Seelow	106,9	12,6







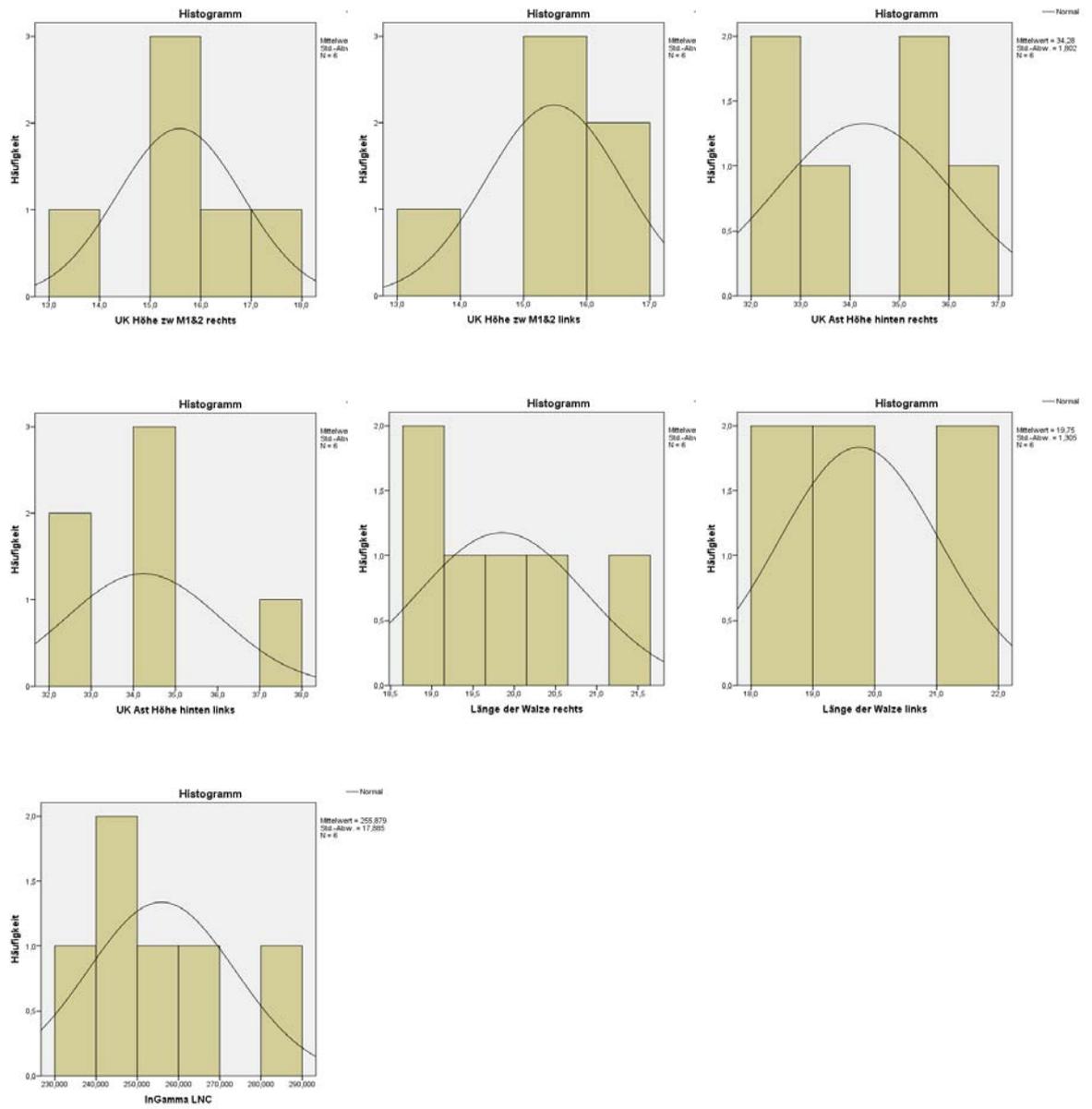


Abbildung 52: Histogramme mit Normalverteilungskurve für Messstrecken.

Tabelle 22: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die Messstrecken.

	Messstrecke	p-Wert		Messstrecke	p-Wert
Längen	LR	0,855	Breiten	BEUR	0,613
	LPE2	0,802		BEUR1	0,643
	LNC	0,044		BZG	0,580
	TL	0,749		BECT	0,982
	CBL	0,864		BENT	0,769
Unterkiefer	UKL	0,791	Oberkiefer	BPST	0,978
	UZR	0,831		OLG	0,757
	UZL	0,574		OZR	0,822
	UBC	0,772		OZL	0,815
	UBM	0,707		OBC	0,200
	UBP	0,649	OBM	0,452	
	UAR	0,625	Walze	CWR	0,855
	UAL	0,759		CWL	0,964
	UHCR	0,838		CDR	0,765
	UHCL	0,794		CDL	0,748
	UHMR	0,424	Höhe	HBC	0,907
	UHML	0,775		HBS	0,824
	UHPR	0,872	C. sagittalis	CSH	0,721
	UHPL	0,998		CSL	0,425

Tabelle 23: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die PCA Variablen.

PCA Variable	p-Wert	PCA Variable	p-Wert
Längen	0,822	Unterkieferbreiten	0,380
Breiten	0,892	Unterkieferhöhen	0,942
Oberkiefer	0,914	Länge der Walzen	0,954
Unterkieferlängen	0,817	Durchmesser der Walzen	0,795

Tabelle 24: p-Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung für die Verhältnisse Länge/Breite.

Verhältnisse	p-Wert
InLängezuBreite	0,658
LängezuUKbreite	0,375
BreitezuUKlänge	0,913
UKlängezuUKbreite	0,158

Tabelle 25: Werte der Korrelationsmatrix und ihre Bedeutung für den Zusammenhang der Messstrecken

$\rho = 0$	kein Zusammenhang
$0 < \rho \leq 0,3$	schwacher Zusammenhang
$0,3 < \rho \leq 0,7$	mittlerer Zusammenhang
$0,7 < \rho < 1$	starker Zusammenhang
$ \rho = 1$	vollständiger Zusammenhang

Tabelle 26: Werte der Irrtumswahrscheinlichkeit und deren Interpretation

Irrtumswahrscheinlichkeit	Interpretation
$p > 0,05$	nicht signifikant
$p \leq 0,05$	signifikant
$p \leq 0,01$	sehr (hoch) signifikant
$p \leq 0,001$	höchst signifikant

1.19 Altersmethodenvergleich

Tabelle 27: p- Werte des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung vor und nach der Transformierung (GS = Gefrierdünnschnitt, DSS = Direktschnitt Scan, DSB = Direktschnitt Bino).

	GS	DSS	DSB
vor	0,064	0,073	0,017
nach	0,008	0,000	0,017

1.20 Gefrierdünnschnitte

Tabelle 28: Auflistung der verwendeten Zahnart für die Gefriermikrotomschnitte und der bestimmten Lebensjahre.

Nummer	Zahnart	Lebensjahr	Nummer	Zahnart	Lebensjahr
1	P3	3	16	P2	3
2	P2	3	17	P2	3
3	P2	4	18	P2	3
4	P2	5	19	P2	2
5	P2	3	20	P2	6
6	P3	3	21	--	
7	P2	4	22	P2	2
8	P2	3	23	P3	4
9	P2	3	24	--	
10	P2	5	25	P2	2
11	P2	6	26	P2	2
12	P2	4	27	P2	4
13	P1	3	28	P2	2
14	P2	1	29	P2	2
15	P3	3	30	P2	2

1.20.1 Exemplarische Fotos

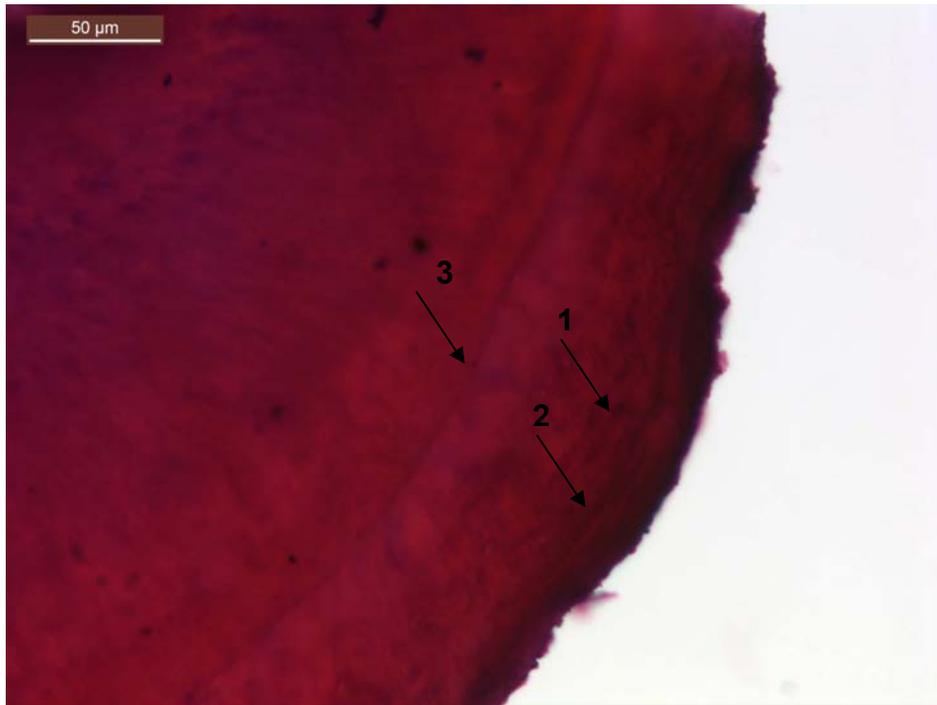


Abbildung 53: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines 3-jährigen Fischotters, 1 und 2 = Zementringe, 3 = Dentin-Zement-Grenzmembran (Katalognummer 9).

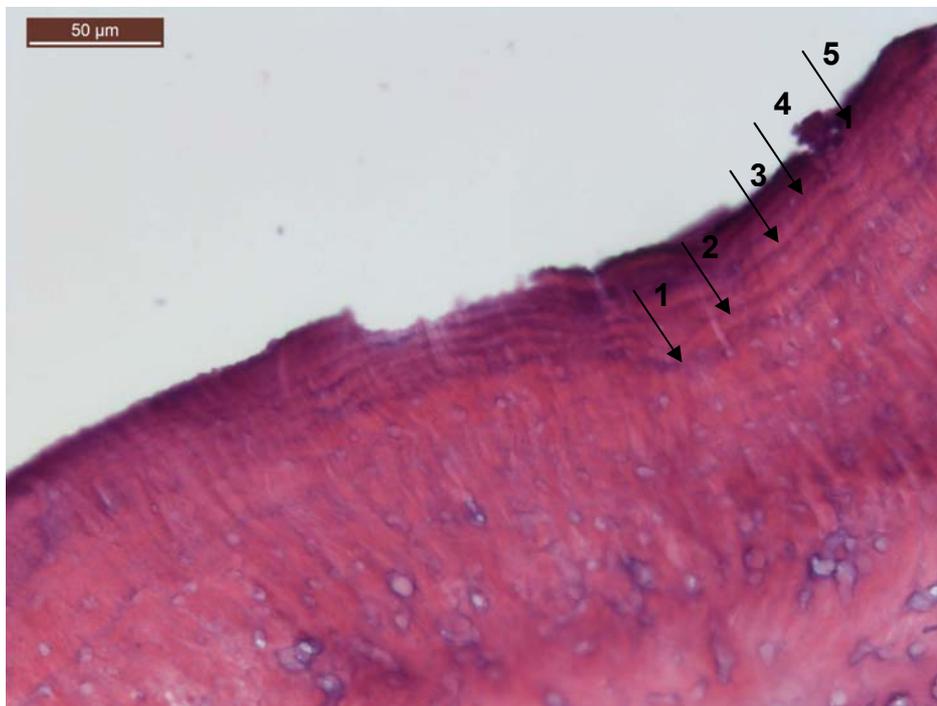


Abbildung 54: Querschnitt durch das apikale Drittel der Zahnwurzel des P2 eines 6-jährigen Fischotters, 1 und 5 = Zementringe, (Katalognummer 11).