

4 Ergebnisse

4.1 Überprüfung der Güte des Kollagens

Vor der Analyse der Kohlenstoff- und Stickstoffisotope wird die Güte bzw. der Erhaltungszustand des Kollagens kontrolliert. Dies geschieht einerseits durch die Analyse der im Kollagen enthaltenen Aminosäuren als auch durch die Kollagenausbeute. Ferner wird der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt in Prozent als auch das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis überprüft. Alle diese Kriterien stellen sicher, dass Änderungen der Isotopensignatur, die durch die Lagerung im Boden auftreten können, erkannt werden.

4.1.1 Die Kollagenausbeute

Im Rahmen dieser Arbeit wurde an 132 Proben menschlicher Knochen und 18 Tierproben eine Kollagenextraktion durchgeführt. Davon waren jeweils 46 menschliche Knochenproben und 6 Tierproben aus Tasdorf und Brandenburg. Bei der Anklamer Skelettserien wurden aus 40 Skeletten von Menschen und 6 Tierknochen Proben genommen. Die Kollagenausbeute wurde gemessen, indem vor der Kollagen-Gelatine-Extraktion die eingewogene Menge notiert wurde. Nach dem Gefrier-trocknen wurde das gewonnene Lyophilisat erneut gewogen. Gut erhaltenes Kollagen wird unter anderem durch eine Kollagenausbeute von über 5 % charakterisiert (Schwarcz & Schoeninger 1991), auch wenn andere Autoren einen niedrigeren Prozentsatz von 1 % ansetzen (z. B. Ambrose 1993). Bei den Proben, die unter 5 % des eingewogenen Trockengewichts erbrachten, wurde eine Analyse der Aminosäuren durchgeführt (s. Seite 54).

Es konnte aus allen Tasdorfer Proben Kollagen extrahiert werden (s. Tabelle 9, Seite 292). Die niedrigste Ausbeute mit 1,15 % bei den Tasdorfer Individuen ergab sich bei der Probennummer T_{Nz}340. Die höchste Kollagenausbeute fand sich bei Individuum T_{Nz}140 (12,06 %). Insgesamt lagen 22 Proben unter dem aus der Literatur bekannten Richtwert von 5 %. Es ergibt sich für alle Proben ein Median von 5,37 % und ein Mittelwert von 5,80 % ± 2,51 %.

Auch aus allen Brandenburger Proben konnte Kollagen gewonnen werden (s. Tabelle 10, Seite 292). Hierbei ergab sich die niedrigste Ausbeute bei BRB 263/455 (2,30 %), die höchste bei dem Individuum mit der Probennummer BRB 2032/933

(12,11 %). Mit 6,32 % bzw. $6,07 \% \pm 2,08 \%$ sind der Median und der Mittelwert etwas höher als bei der Tasdorfer Skelettserie; es war also möglich aus den Brandenburger Skeletten mehr Kollagen zu extrahieren als bei den Tasdorfern. Allerdings ist auch die Standardabweichung in der Brandenburger Serie hoch. 15 Proben liegen unter der geforderten Ausbeute von 5 %.

Es war möglich, aus allen 46 Proben der Anklamer Serie Kollagen zu gewinnen (s. Tabelle 11, Seite 294). Die niedrigste Ausbeute bei dieser Probenserie ergab sich mit 2,63 % bei Individuum A1940, während 14,47 % bei Individuum A0113 die höchste Kollagenausbeute darstellte. Der Median beträgt 9,53 %, der Mittelwert $9,05 \% \pm 3,18 \%$. Die Anklamer Serie lieferte im Durchschnitt also die höchste Kollagenausbeute aller Probenserien. Sieben Proben ergaben eine Ausbeute unter 5 %.

Durch die Überprüfung dieses Kriteriums ergab sich, dass die Proben für die Analyse der stabilen Isotope geeignet sind.

4.1.2 Der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt

Ein weitere Möglichkeit zur Überprüfung der Güte des Kollagens ist der Anteil des Stickstoffs und Kohlenstoffs in der Probe in Prozent. Kollagenextrakte aus frischem Knochen enthalten 42,7 % Kohlenstoff und 15,5 % Stickstoff. Das ideale Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff beträgt etwas mehr als 3:1.

Der Median des Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgehaltes der Tasdorfer Bevölkerung beträgt 41,6 % bzw. 15,5 %. Auch die Mittelwerte (40,9 % für Kohlenstoff und 15,3 % für Stickstoff) geben die geforderten Werte wieder (s. Kapitel 9.4 Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte und C/N-Quotienten im gewonnenen Kollagen, Tabelle 12, Seite 295). Dieses Ergebnis deckt sich sehr gut mit den Gehalten, die im frischen Knochen gefunden werden. Die Werte für den Kohlenstoffgehalt schwanken zwischen 26,2 % und 50,9 %. Die Bandbreite für die Stickstoffgehalte bewegen sich zwischen 10,2 % und 19,5 %. Obgleich die Gehalte im oberen und unteren Bereich jeweils deutlich von denen im Frischknochen abweichen, bleibt das geforderte Verhältnis von ca. 3:1 erhalten. Das liegt daran, dass z. B. bei Individuum T_{Nz} 021, bei dem der Kohlenstoffgehalt nur 26,2 % beträgt, auch der Stickstoffgehalt mit 10,2 % deutlich niedriger ist als die 15,5 % im idealen Fall. Es ergibt sich ein C/N-Verhältnis von 3,01. Auch die Gehalte am oberen Ende (50,9 % für C und 19,5 % für N) gehören zu einem Individuum (T_{Nz} 163). Insgesamt deuten die bei dieser Serie

gefundenen Werte darauf, dass die Proben für die Analyse der Stablen Isotope verwendet werden können.

Tabelle 13 (Seite 296) zeigt die Gehalte der Brandenburger Proben. Es können für den Kohlenstoff ein Median von 41,1 % und ein Mittelwert von $40,7 \% \pm 3,1 \%$ ermittelt werden. Für den Stickstoff ergibt sich ein Median von 15,6 % und ein etwas niedrigeres arithmetisches Mittel von $15,3 \% \pm 1,3 \%$. Auch diese Werte geben den Gehalt im frischen Knochen wieder. In der Brandenburger Serie ist die Bandbreite zwischen niedrigen und hohen Werten geringer als bei der Tasdorfer Serie. Die Prozentsätze reichen von 29,5 % bis zu 44,5 % für den Kohlenstoff und von 11,3 % bis zu 17,6 % für den Stickstoff. Wie schon in der Tasdorfer Serie zu beobachten, gehören die jeweils niedrigsten Werte für C und N zu einem Individuum (BRB 585/425) und die beiden höchsten zu einem weiteren (BRB T Kn 6, ein Hund). Das ideale C/N-Verhältnis bleibt dadurch gewahrt (3,04 bzw. 2,94).

In der Anklamer Serie wurde von einer Probe der Kohlenstoff- bzw. der Stickstoffgehalt in Prozent nicht bestimmt (s. Tabelle 14, Seite 297). Die Werte bewegen sich mit 37,8 % - 48,1 % für Kohlenstoff und 13,6 % - 18,2 % in einem sehr viel engeren Rahmen als die der anderen beiden Skelettserien. Median und Mittelwert betragen $42,2 \% \pm 2,35 \%$. Der Gehalt entspricht fast genau dem im rezenten Knochen. Für Stickstoff lässt sich ein Median von 16,3 % und ein Mittelwert von $16,2 \% \pm 1,1 \%$ errechnen.

Anhand dieses Kriteriums kann von einer guten Erhaltung der drei Skelettserien gesprochen werden. Die durchschnittlichen Gehalte von Stickstoff und Kohlenstoff spiegeln in allen drei Serien die Werte eines frischen Knochens wider.

4.1.3 Das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis

Das molare C/N-Verhältnis bei gut erhaltenem Kollagen liegt zwischen 2,9 und 3,6. Niedrigere Werte deuten auf eine Degeneration des Kollagens durch die Abbautätigkeit von Mikroorganismen hin, höhere Werte sprechen für eine Kontamination durch Mikroorganismen, Huminsäuren oder Lipiden (Balzer et al. 1997).

Für die Tasdorfer Individuen (s. Kapitel 9.4 Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte und C/N-Quotienten im gewonnenen Kollagen, Tabelle 12, Seite 295) ergeben sich C/N-Verhältnisse von 2,87 bis 3,56. Der Median und arithmetisches Mittel betragen jeweils $3,12 \pm 0,15$. Zwei Proben liegen mit 2,87 und 2,89 unter dem geforderten

Wert von 2,9, allerdings ist diese Abweichung so gering, dass die Proben nicht verworfen wurden. Probe T_{Nz} 220 hat mit 3,56 ein C/N-Verhältnis, welches gerade noch im geforderten Rahmen liegt. Dieses ergibt sich, obwohl der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgehalt mit 43,5 % bzw. 14,2 % nur wenig von den Werten für den Frischknochen abweichen (s. Kapitel 4.1.2 Der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt).

Die C/N-Verhältnisse bei den Brandenburger Individuen streuen weniger; sie reichen von 2,95 bis 3,35 und liegen damit innerhalb der geforderten Bandbreite. Median und arithmetisches Mittel betragen jeweils $3,10 \pm 0,08$.

Bei der Anklamer Skelettserie wurden vom Individuum A TKn3 (einer Ziege) durch einen Gerätefehler weder Kohlenstoff- noch Stickstoffgehalt bestimmt und dementsprechend konnte kein C/N-Verhältnis errechnet werden. Da aber die Kollagenausbeute mit 7,45 % sehr gut war, wurden für diese Probe die stabilen Isotope bestimmt. Individuum A 1554 zeigt eine C/N-Verhältnis von 2,78. Dies kommt durch einen etwas niedrigeren Kohlenstoffgehalt (38,4 %) gepaart mit einem etwas höheren Stickstoffgehalt (16,1 %) als im rezenten Knochen zustande. Da aber auch hier die Ausbeute mit 8,27 % ausgesprochen ergiebig war, lässt sich auf einen ausreichenden Erhaltungsgrad schließen.

Insgesamt weisen die C/N-Verhältnisse darauf hin, dass die Proben für die Analyse der stabilen Isotope geeignet sind

4.1.4 Die Ergebnisse der Aminosäureanalyse

Die Aminosäureanalyse wurde an allen Proben durchgeführt, die eine Kollagenausbeute von unter 5 % aufwiesen. Proben über 5 % konnten nach Überprüfung der anderen Kriterien ohne Analyse der Aminosäuren verwendet werden.

Die folgende Abbildung 11 stellt die mittleren Anteile der Aminosäuren für alle Proben dar sowie einzeln für die Proben der drei untersuchten Bevölkerungen. Diese werden mit einem Literaturwert (Ambrose 1993) verglichen.

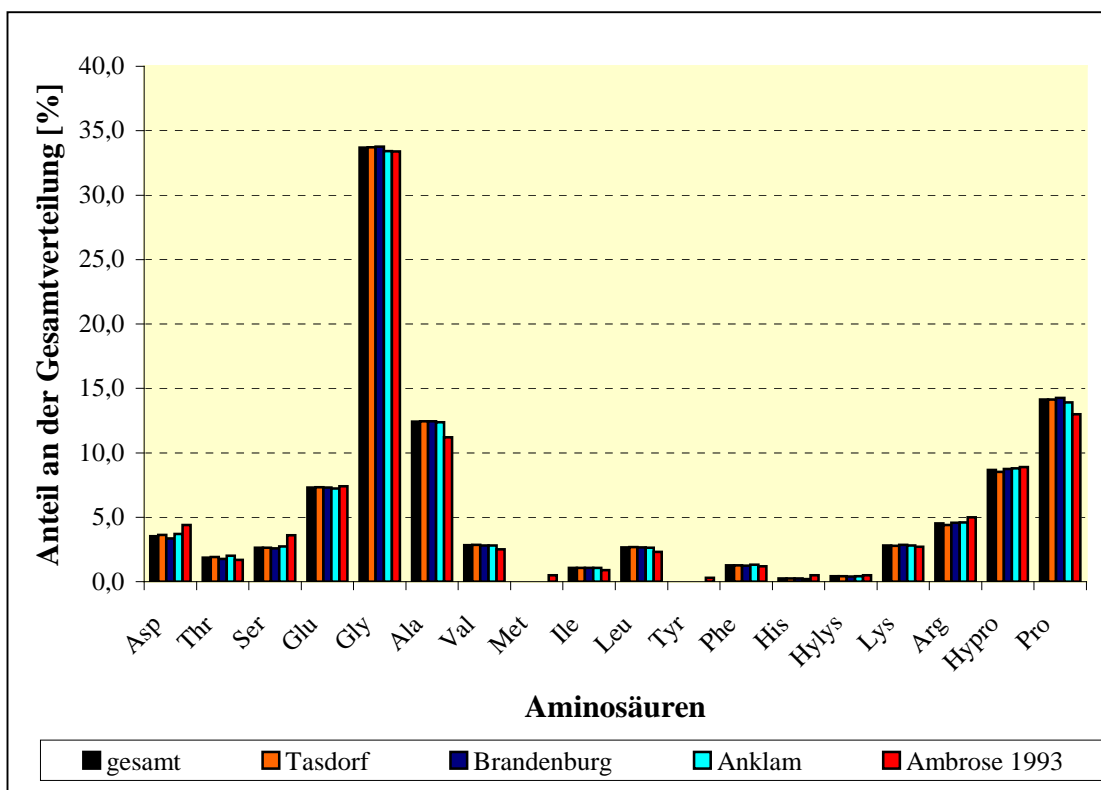


Abbildung 11: Prozentuale Anteile der Aminosäuren im Kollagen der einzelnen Serien und insgesamt. Es erfolgt der Vergleich mit Werten aus der Literatur (Ambrose 1993).

Wie in Abbildung 11 dargestellt, gleichen die ermittelten Aminosäuregehalte in den untersuchten Proben sehr dem Literaturwert (Ambrose 1993), der die Aminosäuregehalte eines rezenten Knochens widerspiegelt. Es werden Abweichungen für Asparaginsäure und Arginin ermittelt. Diese Aminosäuren kommen in allen drei Bevölkerungen zu einem ca. 0,5 % geringeren Anteil vor als Ambrose (1993) es ermittelte. Alanin und Prolin kommen in allen drei Populationen zu einem ca. 1 % höheren Anteil vor als im Literaturwert. Die Werte der drei Serien unterscheiden sich kaum voneinander.

Aus degradiertem Kollagen wird ein verändertes Aminosäuremuster ermittelt: Glycin, Alanin und Prolin werden dann in geringeren Konzentrationen gemessen, Asparaginsäure (Grupe 1992a, Hare 1980), Glutaminsäure (Hare 1980) und Serin (Grupe 1992a) in höheren. Dieses Muster findet sich in den untersuchten Proben nicht wieder. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das vorliegende Kollagen nicht mit Fremdstoffen kontaminiert ist.

Tabelle 4: Überprüfung der Gütekriterien für die Proben aller drei Bevölkerungen, die eine Kollagenausbeute zwischen 1 % und 5 % aufwiesen

Probe	Gesamtkonz.	Gly	Pro, Hypro, Ala	Pro, Hydro
	nmol/mg Protein soll ca. 250	[%] soll ca. 33%	[%] soll ca. 33%	[%] soll 20-25%
TNz 018	3.101,66	34,6	36,1	23,7
TNz 070	6.145,81	34,9	34,3	21,2
TNz 079	8.336,94	32,8	34,6	22,6
TNz 093	7.086,91	33,8	35,3	22,9
TNz 137	7.167,06	33,4	36,2	23,6
TNz 144	7.502,94	33,0	34,2	22,1
TNz 151	5.821,38	33,3	35,4	23,1
TNz 174	4.419,37	33,7	35,7	23,1
TNz 181	6.449,42	35,4	34,0	20,8
TNz 184	6.383,20	32,4	35,2	23,0
TNz 185	5.307,27	35,6	35,6	22,3
TNz 188	6.924,14	32,9	34,7	22,3
TNz 218	4.406,81	33,6	35,0	22,7
TNz 236	7.127,26	32,8	35,8	23,6
TNz 242	5.750,01	32,9	35,3	23,0
TNz 272	4.874,36	34,9	35,7	23,0
TNz 289	5.896,59	33,8	33,8	21,7
TNz 311	6.795,71	32,7	34,5	22,5
TNz 313	6.804,79	33,9	35,4	22,9
TNz 340	3.189,13	33,7	38,1	24,9
BRB 179/355	6.891,13	33,2	36,3	23,9
BRB 203/314	5.451,72	33,0	37,0	24,4
BRB 263/455	6.718,29	33,8	34,3	22,1
BRB 397/163	7.543,21	33,8	34,2	22,1
BRB 481/238	5.441,36	34,9	34,8	21,9
BRB 502/305	5.359,33	33,4	35,1	22,7
BRB 565/390	6.674,05	32,2	36,1	24,0
BRB 640/220	5.343,37	33,0	33,9	21,7
BRB 889/598	7.008,86	34,7	32,7	20,5
BRB 908/605	3.722,95	34,9	37,5	24,4
BRB 976/747	3.988,02	33,7	35,0	22,6
BRB 2015/953	6.429,85	34,0	38,8	26,0
BRB TKn2	5.335,18	33,5	35,3	22,7
BRB TKn3	7.221,70	33,3	35,6	23,3
BRB TKn4	7.348,37	33,1	35,2	23,1
A 1931	4.851,71	34,2	35,9	23,4
A 1940	6.248,62	33,5	34,7	22,4
A TKn1	5.935,39	34,2	34,2	21,8
A TKn2	7.592,89	34,6	33,1	20,8
A TKn4	6.721,74	32,8	34,5	22,3
A TKn5	3.461,42	34,8	32,5	20,5
A TKn6	7.330,72	32,8	37,7	25,3

Die obige Tabelle 4 stellt die Überprüfung der unter Kapitel 3.2 Die Aminosäureanalyse genannten Kriterien dar. Für Glycin gilt das Gütekriterium als erreicht, wenn der Wert zwischen 30 % und 36 % liegt, ebenso für Prolin, Hydroxyprolin und Alanin, die zusammen ebenfalls ca. 33 % der Aminosäuren ausmachen sollen.

Das Kollagen wird als gut angesehen, wenn von den vier Gütekriterien mindestens drei erfüllt werden, was für alle untersuchten Proben ermittelt wird.

Insgesamt bestätigt die Aminosäureanalyse, dass die Güte des gewonnenen Kollagens auch bei den Proben, die eine Kollagenausbeute von 1 % bis 5 % aufwiesen, gut ist, und diese Proben für die Analyse der stabilen Isotope genutzt werden können.

4.2 Kohlenstoff- und Stickstoffisotope im Kollagen

Im Folgenden werden die Ergebnisse, die aus der Kollagen-Extraktion gewonnen wurden für die drei Bevölkerungen einzeln und danach vergleichend dargestellt.

4.2.1 Tasdorf

Die folgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse der Analyse der stabilen Isotope des Stickstoffs und Kohlenstoffs aus dem Kollagen dar.

Die folgende Abbildung 12 zeigt deutlich, dass sich die Stickstoff- und Kohlenstoffwerte der menschlichen und tierischen Proben eindeutig voneinander unterscheiden mit Ausnahme der Katze.

Der Median für $\delta^{15}\text{N}$ der Menschen ist 11,4 ‰, der für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ -19,7 ‰. Mit -19,9 ‰ bzw. 9,9 ‰ liegt die Katze, die als karnivores Tier eingestuft wird, im unteren Bereich der menschlichen Werte für $\delta^{15}\text{N}$ und im mittleren Bereich für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$. Für die beiden Schweine (Omnivore) konnte ein Median von -20,9 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ und von 7,9 ‰ $\delta^{15}\text{N}$ ermittelt werden. Innerhalb dieses Bereichs liegt auch die Ente mit $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ von -20,8 ‰ und $\delta^{15}\text{N}$ von 7,8 ‰. Die niedrigsten Werte für Stickstoff zeigen die beiden Herbivoren (Rind und Schaf) mit 6,5 ‰ bzw. 6,2 ‰ für $\delta^{15}\text{N}$ und -22,5 ‰ und -21,1 ‰ für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$. Der für das Rind ermittelte Kohlenstoffwert ist der niedrigste der gesamten Tasdorfer Bevölkerung.

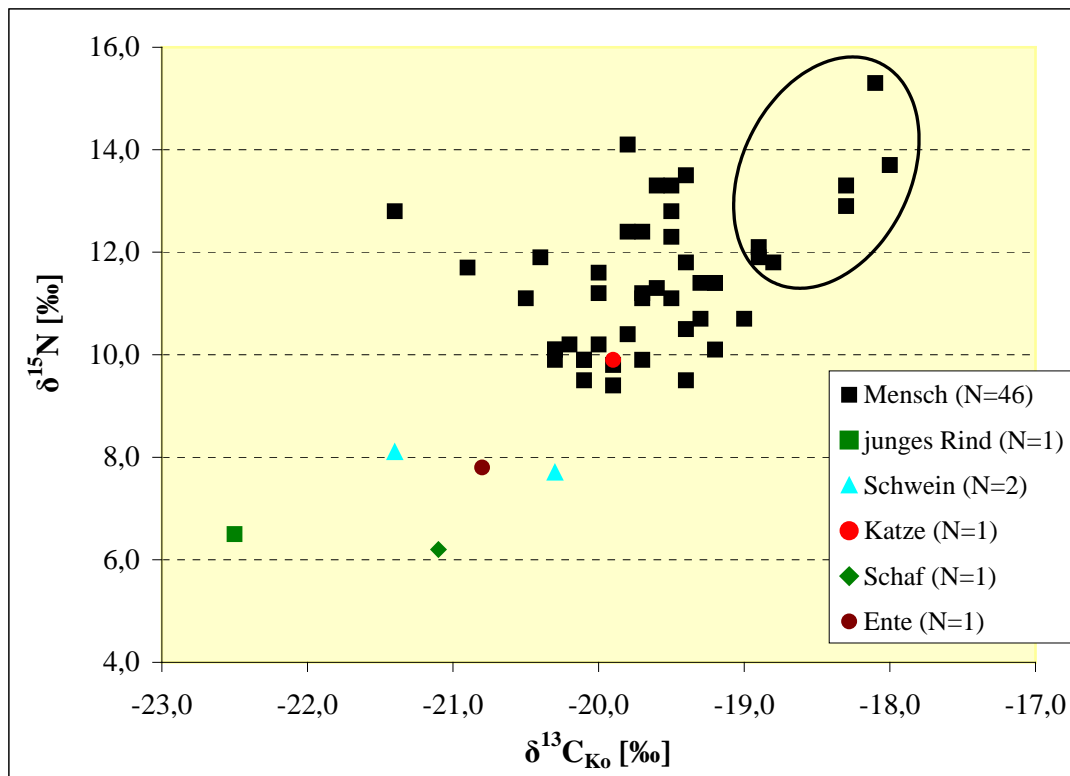


Abbildung 12: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der *Tasdorfer* Bevölkerung sowie der Tiere aus Tasdorf (N=52). Auf der Ordinate sind die Werte für $\delta^{15}\text{N}$ in Promille aufgetragen, auf der Abszisse die für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ ebenfalls in Promille. Diese Art der Abbildung wird für Abbildung 12 bis Abbildung 21 verwendet und für die entsprechenden Abbildungen nicht noch einmal beschrieben. Die Ellipse kennzeichnet Individuen, die sich vermutlich ausschließlich karnivor ernährt haben. Es handelt sich bei allen diesen Individuen um Kinder.

Es wird deutlich, dass sich die Tiere der verschiedenen Trophiestufen deutlich voneinander unterscheiden. Die niedrigsten Werte für den Stickstoff zeigen die Herbivoren. Mit ca. 8 ‰ stehen die omnivoren Schweine und die Ente, deren Nahrung sehr vielseitig ist (Insekten, Wasserpflanzen, Larven, Schnecken, Samen, Beeren, Getreide usw.) zwischen den Herbivoren und der karnivoren Katze (ca. 10 ‰). Daraus kann für die Menschen eine Ernährungsweise mit sehr hohen Anteilen an Protein geschlossen werden.

Durch die geringe Zahl der Tierproben können die Unterschiede zwischen Mensch und den Tiergruppen mit unterschiedlicher Ernährungsweise (karnivor, omnivor, herbivor) nicht statistisch untersucht werden. Allerdings gibt es signifikante Unterschiede, wenn die Tierproben als Gesamtheit den menschlichen Werten gegenübergestellt werden: Der Median für Stickstoff beträgt bei den Tierproben 7,8 ‰, bei den Menschen ist er mit 11,4 ‰ höchst signifikant höher ($p \leq 0,001$). Ferner unterscheiden sich auch die Mediane der Kohlenstoffisotope höchst signifikant voneinander (-19,7 ‰ beim Menschen, -21,0 ‰ beim Tier, $p \leq 0,001$).

Aufgrund dieser Unterschiede kann auf eine deutlich proteinreichere Ernährung der

Menschen als der Tiere geschlossen werden (vgl. die Ergebnisse der Messungen im Karbonat der Tasdorfer Individuen, Abbildung 24 und Abbildung 25). Ferner kann anhand der $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Herbivoren errechnet werden, welche Kohlenstoffisotopien die verzehrte Pflanzendecke aufwies. Dazu wird der Mittelwert der $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der herbivoren Tiere gebildet (-21,8 ‰ für Rind und Schaf). Da beim Verzehr und dem Einbau eine Fraktionierung des schweren Kohlenstoffisotops auftritt und somit eine Anreicherung im Pflanzenkonsumenten um 5 ‰ (vgl. Einleitung, Seite 26), wies die verzehrte Pflanzendecke einen Wert von -26,8 ‰ auf. Dies entspricht gut dem Wert von C_3 -Pflanzen, der zwischen -27 ‰ und -37 ‰ liegen kann (vgl. Einleitung, Abbildung 8). Der Verzehr von C_3 -Pflanzen wird bestätigt. Durch eine weitere Fraktionierung erfolgt eine Anreicherung von Konsumenten der Pflanzen zum Karnivoren, der den Herbivoren verzehrt, um 3 ‰. Karnivore müssten in der Tasdorfer Bevölkerung demnach $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte um -18,8 ‰ aufweisen (vgl. Einleitung, Abbildung 9). Dies trifft auf sieben Individuen zu (Individuen innerhalb der Ellipse in Abbildung 12). Bei allen diesen Individuen handelt es sich um Kinder, die zum Teil noch gestillt werden, sich also zum dem Zeitpunkt des Todes karnivor ernährt haben (vgl. auch Abbildung 13, Seite 60). Der Median aller Kinder ist -19,4 ‰, deutet also auf eine omnivore Ernährung hin, wenn alle Kinder betrachtet werden. Das Stillsignal hebt sich demnach durch die älteren Kinder auf. Der Median für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ aller untersuchten Tasdorfer Menschen (-19,7 ‰) liegt zwischen dem Wert der Herbivoren und dem für Karnivore errechneten (-18,8 ‰). Für die Tasdorfer Bevölkerung kann demnach tatsächlich auf eine omnivore Ernährung geschlossen werden. Auffällig ist, dass die Schweine, für die im Allgemeinen eine omnivore Ernährung mit Nahrungsresten der Menschen angenommen wird, $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte aufweisen, die in Richtung der Herbivoren tendieren. Dies deutet auf eine Ernährung, die stark auf Vegetabilien beruhte (vgl. hier besonders Abbildung 25). Auch der $\delta^{15}\text{N}$ -Wert (8,0 ‰) deutet auf pflanzliche Ernährung hin. Ein Teil der Nahrung kann aus Leguminosen wie z. B. Bohnen bestanden haben.

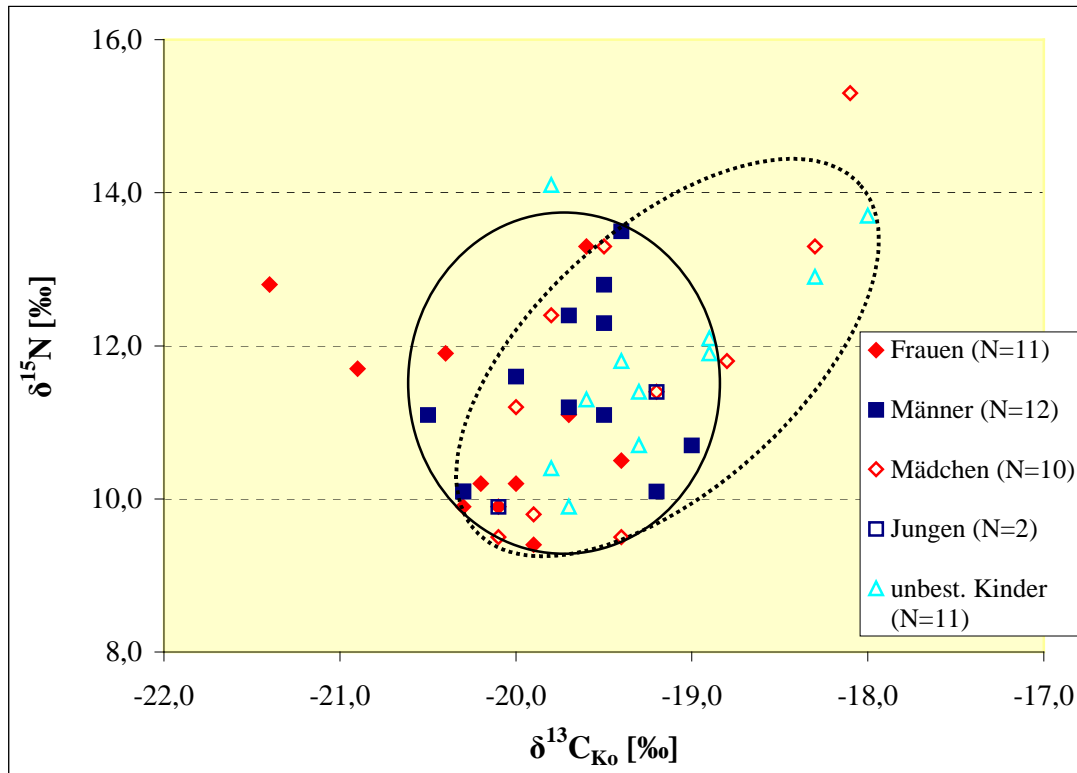


Abbildung 13: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Tasdorfer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Kohlenstoff- und Stickstoffisotope der menschlichen Tasdorfer Individuen. Die Werte für die Frauen bewegen sich zwischen 9,4 ‰ und 13,3 ‰ für den Stickstoff und zwischen -21,4 ‰ und -19,4 ‰ für Kohlenstoff. Der Median für $\delta^{15}\text{N}$ ist 10,5 ‰, für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -20,1 ‰. Die Werte für die Männer bewegen sich zwischen 10,1 ‰ und 13,5 ‰ für Stickstoff mit einem Median von 11,2 ‰. Für den Kohlenstoff wurde als niedrigster Wert für die männlichen Individuen -20,5 ‰ ermittelt, als höchster -19,0 ‰ (Median: -19,6 ‰). Die Kinder zeigen für $\delta^{15}\text{N}$ eine große Bandbreite mit Werten zwischen 9,5 ‰ und 15,3 ‰ (mit einem Median von 11,4 ‰). Die hohen $\delta^{15}\text{N}$ -Werte können Stillsignale sein. Darauf wird in Abbildung 47, Seite 108 noch näher eingegangen. Auch für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ streuen die Werte der Kinder weiter als die Werte der Erwachsenen; sie bewegen sich zwischen -20,1 ‰ und -18,0 ‰ mit einem Median von -19,4 ‰.

Die Mediane für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ der Mädchen (-19,5 ‰) und Jungen (-19,7 ‰) sowie der unbestimmten Kinder (-19,3 ‰) unterscheiden sich nur wenig, allerdings konnten nur zwei Individuen sicher als männliche Kinder bestimmt werden. Für das Stickstoffisotop lassen sich Unterschiede ermitteln: Der Median für $\delta^{15}\text{N}$ ist bei den

Mädchen um fast 1 ‰ höher als bei den Jungen, die aber weitgehend in der Verteilung der Mädchen liegen (11,6 ‰ zu 10,7 ‰), und wird noch übertroffen durch den Median der unbestimmten Kinder (11,8 ‰). Dies könnte sich dadurch ergeben, dass unter den unbestimmten Kindern viele 0-0,5-jährige Individuen sind – bei denen es auch schwieriger ist, das Geschlecht zu bestimmen. Eventuell wurden diese jungen Kinder noch gestillt, was zu einem hohen Wert für $\delta^{15}\text{N}$ führen würde (vgl. auch Seite 108, Abbildung 47). Damit könnte auch der höhere Median für Kohlenstoff erklärt werden, der näher an dem für Karnivore errechneten Wert liegt als der Wert der Mädchen und Jungen.

Die Männer (-19,6 ‰) zeigen etwas höhere Werte für den Kohlenstoff als die Frauen (-21,0 ‰), dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant ($p \leq 0,08$). Allerdings deutet der niedrigere $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Wert der Frauen auf einen höheren Anteil pflanzlicher Kost in der Ernährung als es bei den Männern der Fall war. Die Mediane der Tasdorfer Männer (11,2 ‰) und Frauen (10,5 ‰) für Stickstoff unterscheiden sich. Auch hier kann keine statistische Signifikanz festgestellt werden; es ist lediglich ein Trend erkennbar, dass die Frauen Nahrung verzehrt haben, die einen geringeren Proteinanteil hatte als die der Männer bzw. an Proteinen reiche Kost seltener als Männer gegessen haben könnten.

Frauen zeigen mit einem Median von -20,1 ‰ signifikant niedrigere Werte für den Kohlenstoff als Kinder (hier alle Kinder) mit einem Median von -19,4 ‰ ($p \leq 0,001$). Mit 10,5 ‰ ist der Median für $\delta^{15}\text{N}$ bei den Frauen um fast ein Promille niedriger als der aller Kinder (11,4 ‰). Allerdings ist dieser Unterschied nicht statistisch signifikant. Die Kinder scheinen demnach die proteinreichste Kost der Gesellschaft verzehrt zu haben. Dies gilt allerdings nur für die jüngeren, die gestillt wurden (vgl. Abbildung 47, Seite 108).

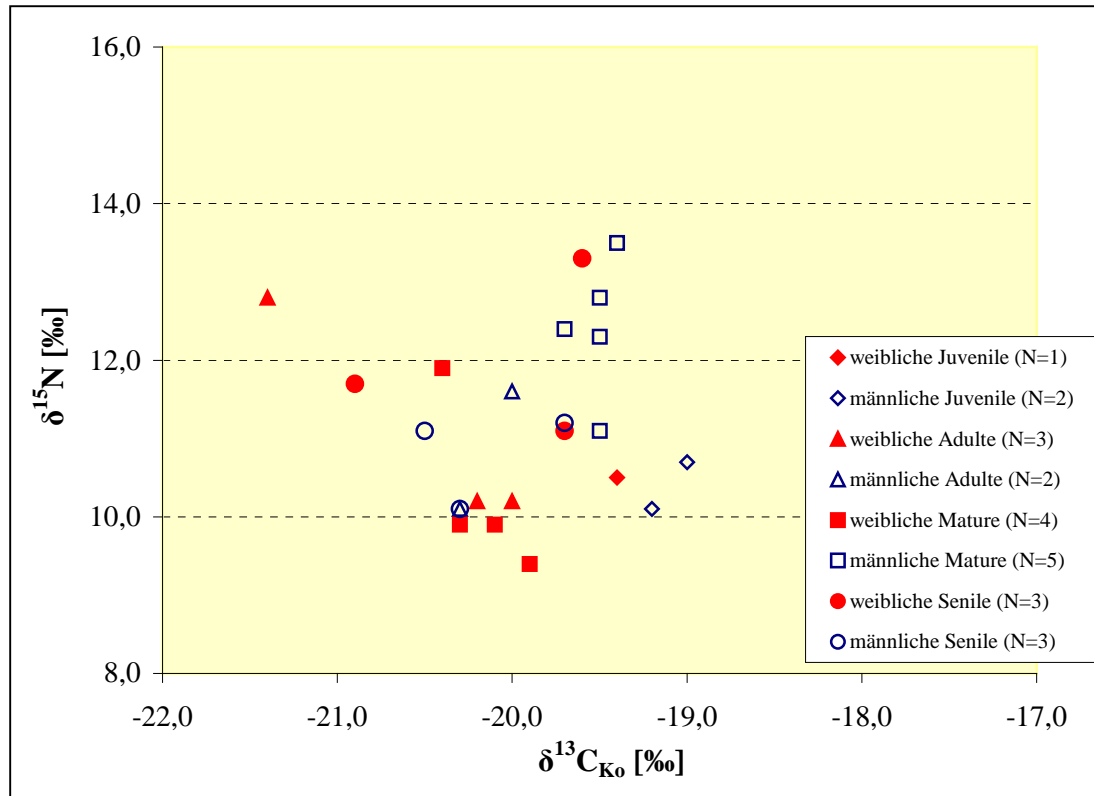


Abbildung 14: $\delta^{15}N$ - und $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte der erwachsenen *Tasdorfer* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=23)

Abbildung 14 zeigt die stabilen Stickstoff- und Kohlenstoffisotopie-Werte für die erwachsene *Tasdorfer* Bevölkerung aufgeteilt nach Altersklassen und Geschlecht. Den niedrigsten Wert für $\delta^{15}N$ zeigt eine mature Frau (9,4 ‰), den höchsten mit 13,5 ‰ ein maturaer Mann. Den niedrigsten $\delta^{13}C_{Ko}$ -Wert weist ein weibliches, adultes Individuum auf (-21,4 ‰), den höchsten mit -19,0 ‰ ein seniler Mann.

Die $\delta^{15}N$ -Werte der juvenilen Individuen unterscheiden sich nicht voneinander: Das weibliche juvenile Individuum weist einen Stickstoffwert von 10,5 ‰ auf, die beiden männlichen juvenilen Individuen einen Median von 10,4 ‰. Die juvenilen Individuen ernährten sich demnach von Nahrung mit einem Proteinwert von ca. 6,5 ‰ – 7,5 ‰. Einem solchen Proteinwert entspricht das Rind aus Tasdorf (6,5 ‰) bzw. eventuell auch das Schaf mit 6,2 ‰. Für die drei weiblichen adulten Individuen ergibt sich Median von 10,2 ‰, für die beiden männlichen Adulten ein höherer Wert (10,8 ‰). Auch hier kann man davon ausgehen, dass der Proteinanteil der Nahrung durch Rindfleisch bzw. Fleisch vom Schaf oder Lamm zugeführt wurde bzw. durch Kuh- oder Schafmilch. Die weiblichen und männlichen maturaen Individuen unterscheiden sich deutlich voneinander: Die maturaen Männer haben mit 12,4 ‰ einen Median der fast eine ganze Trophiestufe über dem der maturaen Frauen liegt

(9,9 ‰). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p \leq 0,05$). Die Proteinquelle der maturen Männer könnten omnivore Schweine gewesen sein, aber auch Geflügel. Die Proteinquelle der maturen Frauen könnte Milch und Fleisch vom Schaf oder Rind gewesen sein. Es kann auch ein Konsum von Leguminosen (wie z. B. Bohnen (*Vicia faba*), Linsen (*Lens culinaris*) oder Erbsen (*Pisum sativum*)) angenommen werden. Der reine Konsum von Leguminosen würde einen $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von 7-8 ‰ ergeben. Ein Wert von 9,9 ‰ könnte auf einen Anteil von Leguminosen in der Nahrung hindeuten, welche jedoch durch gelegentlichen Konsum von Fleisch oder Milchprodukten bereichert wird. Senile Frauen und Männer unterscheiden sich ebenfalls in den ermittelten Stickstoffisotopen. Für die drei senilen Frauen ergab sich ein Median von 11,7 ‰, für die senilen männlichen Individuen von 11,1 ‰. Für die Männer ein Anstieg der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von der juvenilen zur maturen Altersklasse beobachtet werden.

Mit -19,1 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ für die juvenilen Männer bzw. -19,4 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ für die juvenile Frau findet sich in dieser Altersklasse nur ein geringer Unterschied zwischen den Geschlechtern. Trotzdem liegt der Wert der männlichen Juvenilen sehr nah am errechneten Wert der reinen Karnivoren (-18,8 ‰). Dies deutet auf eine fleischreiche Kost der jungen Männer hin. Das eine weibliche juvenile Individuum ernährte sich omnivor.

Die adulten Männer und Frauen unterscheiden sich im Median für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ (-20,2 ‰) nicht. Sie liegen in dem Bereich, in dem sich in Tasdorf die Omnivoren bewegen. In der maturen Altersklasse finden sich wie für $\delta^{15}\text{N}$ auch für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ signifikante Unterschiede zwischen Männern (-19,5 ‰) und Frauen (-20,2 ‰) ($p \leq 0,05$). Dies deutet auf eine vegetabilere Kost der Frauen als die der Männer hin. Für die senilen Individuen kehrt sich das Verhältnis um, die Frauen zeigen höhere Isotopen für Kohlenstoff (-19,7 ‰) als die Männer (-20,3 ‰). Die bessere Ernährung der Frauen im Alter wurde auch schon durch die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte bestätigt. Allerdings handelt es sich jeweils nur um drei Individuen.

4.2.2 Brandenburg

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen die Ernährungssituation der Bevölkerung der Stadt Brandenburg.

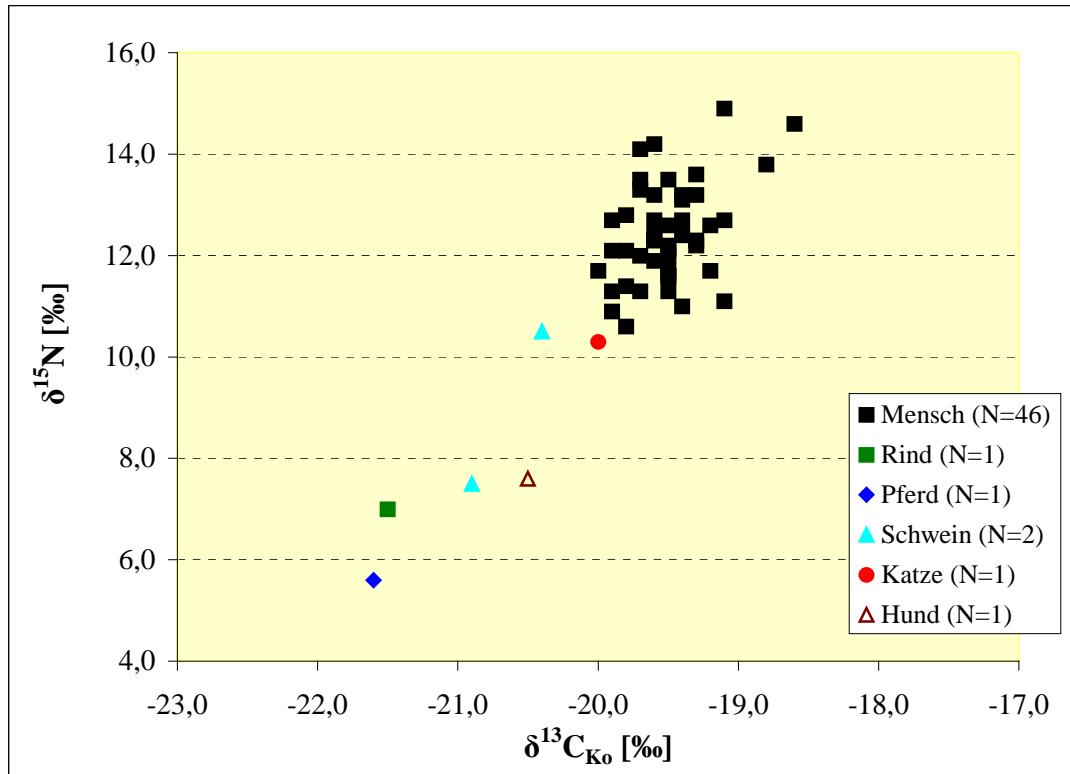


Abbildung 15: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung sowie der Tiere aus Brandenburg (N=52)

Abbildung 15 zeigt die Werte für $\delta^{15}\text{N}$ -Werte und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ der Brandenburger Menschen und Tiere. Die Stickstoffwerte der Menschen reichen von 10,6 ‰ bis 14,9 ‰ (Median 12,3 ‰). Den niedrigsten Wert für $\delta^{15}\text{N}$ weist mit 5,6 ‰ das Pferd auf, gefolgt vom Rind (7,0 ‰).

Die beiden Werte für die Schweine variieren im Bereich fast einer ganzen Trophiestufe (3,0 ‰). Es kann sich bei dem Schwein mit 10,5 ‰ für $\delta^{15}\text{N}$ entweder um ein Ferkel handeln, welches von seiner Mutter noch gesäugt wurde. Allerdings hätte ein Ferkel an der Länge des Humerus, aus dem die untersuchte Knochenprobe entnommen wurde, durchaus als Ferkel bestimmt werden können. Wahrscheinlicher ist, dass das Schwein mit dem niedrigeren Stickstoff-Wert viel mit Bucheckern und Eicheln gefüttert wurde, welches bei der Schweinemast im Wald bzw. durch Kauf der Früchte. Ferner war auch die Zufütterung von Bohnen weitverbreitet (vgl. Einleitung, Kapitel 1.2.1 Das Vieh in der frühen Neuzeit, Seite 13ff.). Diese würde

auch den sehr niedrigen $\delta^{15}\text{N}$ -Wert erklären.

Auch der Hund (7,6 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) zeigt Werte, die denen eines Herbivoren gleichen. Da Hunde in der Stadt sicherlich mit Abfällen ernährt wurden, kann dies zutreffen. Auch ist der Hund in der Lage Knochen zu verdauen und kann daher - wenn er kleinere Nagetiere frisst, die hauptsächlich von pflanzlicher Nahrung leben – herbivoren-ähnliche $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufweisen. Für die Katze wurde ein Wert von 10,3 ‰ $\delta^{15}\text{N}$ und -20,0 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ ermittelt. Da sich Katzen in freier Wildbahn karnivor ernähren, müsste anhand des Stickstoffwertes gefolgert werden, dass sich auch die Menschen karnivor ernährt haben. Allerdings fressen Hauskatzen neben kleinen Nagern auch Abfälle des Menschen und zeigen damit eine eher omnivore Lebensweise (wie z. B. das eine Schwein mit 10,5 ‰ $\delta^{15}\text{N}$). Daraus folgt eine omnivore Lebensweise der Brandenburger Bevölkerung, von der aber einige Individuen sehr viel tierisches Protein in Form von Milchprodukten oder Fleisch zu sich genommen haben müssen.

Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ -Werte der Menschen variieren zwischen -20,0 ‰ und -18,6 ‰. Sie liegen damit sehr dicht zusammen. Es ergibt sich ein Median von -19,5 ‰. Ausgehend von dem Mittelwert der Herbivoren (Pferd und Rind) von -21,6 ‰ ergibt sich laut der Rechnung wie sie in 4.2.1 Tasdorf auf Seite 59 durchgeführt wurde für die von Pflanzenfressern konsumierten Pflanzen ein Wert von -26,6 ‰ $\delta^{13}\text{C}$, welcher dem Wert für C_3 -Pflanzen entspricht. Dadurch ergibt sich ein errechneter Wert für Karnivore (-18,6 ‰) (vgl. oben Seite 59). Diesen Wert erreichen weder der Hund noch die Katze aus Brandenburg, was einen weiteren Hinweis für deren Omnivorie darstellt.

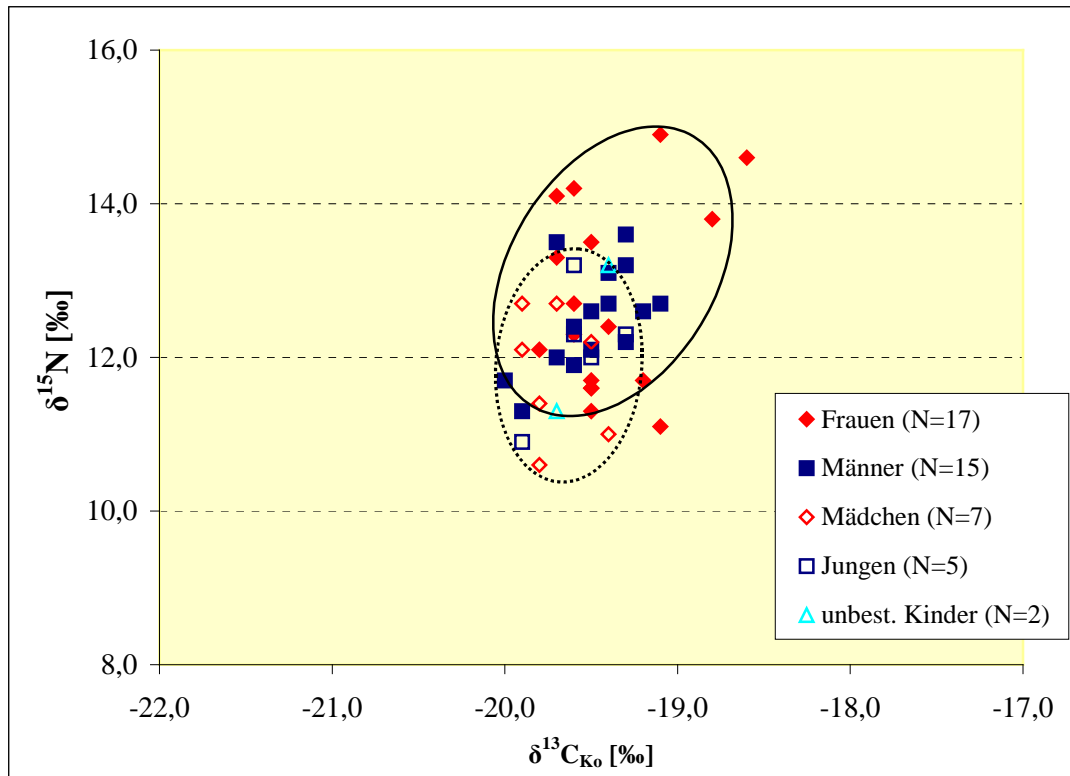


Abbildung 16: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Abbildung 16 stellt die Stickstoffisotopien getrennt nach Geschlecht und für die Kinder gesondert dar. Die Männer liegen im Bereich von 11,3 ‰ bis 13,6 ‰ für $\delta^{15}\text{N}$ mit einem Median von 12,6 ‰. Mit einem Median von 12,4 ‰ unterscheiden sich die Frauen nur wenig von ihnen, da es neben den erwähnten sehr hohen Werte auch sehr niedrige gibt; die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Frauen schwanken demnach stärker als die der Männer. Beide Geschlechter müssen eine Proteinquelle zu sich genommen haben, die ein Stickstoffisotopie von ca. 8,5 ‰ bis 9,0 ‰ aufwies. Von den untersuchten Tieren würde hier das Schwein passen. Es wurden allerdings nur wenige Tierknochen untersucht, sodass hier auch der Verzehr von Geflügel angenommen werden kann. Andererseits kann eine Trophiestufe auch ganze 6 ‰ umfassen, so dass auch das übliche Rindfleisch als Proteinquelle in Frage kommt. Nach den ermittelten Werten kann der Verzehr von Leguminosen für die erwachsene Brandenburger fast ausgeschlossen werden, da dann die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte niedriger sein müssten. Es kann jedoch sein, dass die niedrigen Stickstoffisotopien der Leguminosen durch die hohen Werte für das Fleisch überlagert werden.

Den höchsten Wert für ein Kind zeigen ein Junge und ein für das Geschlecht

unbestimmtes Kind mit 13,2 ‰ $\delta^{15}\text{N}$. Insgesamt zeigen die Kinder einen niedrigeren Median (12,2 ‰) als Frauen und Männer. Daher ist für sie eine wenig proteinreiche Ernährung anzunehmen. Es kann dabei kein signifikanter Unterschied zwischen Mädchen (Median 12,1 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) und Jungen (Median 12,3 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) festgestellt werden.

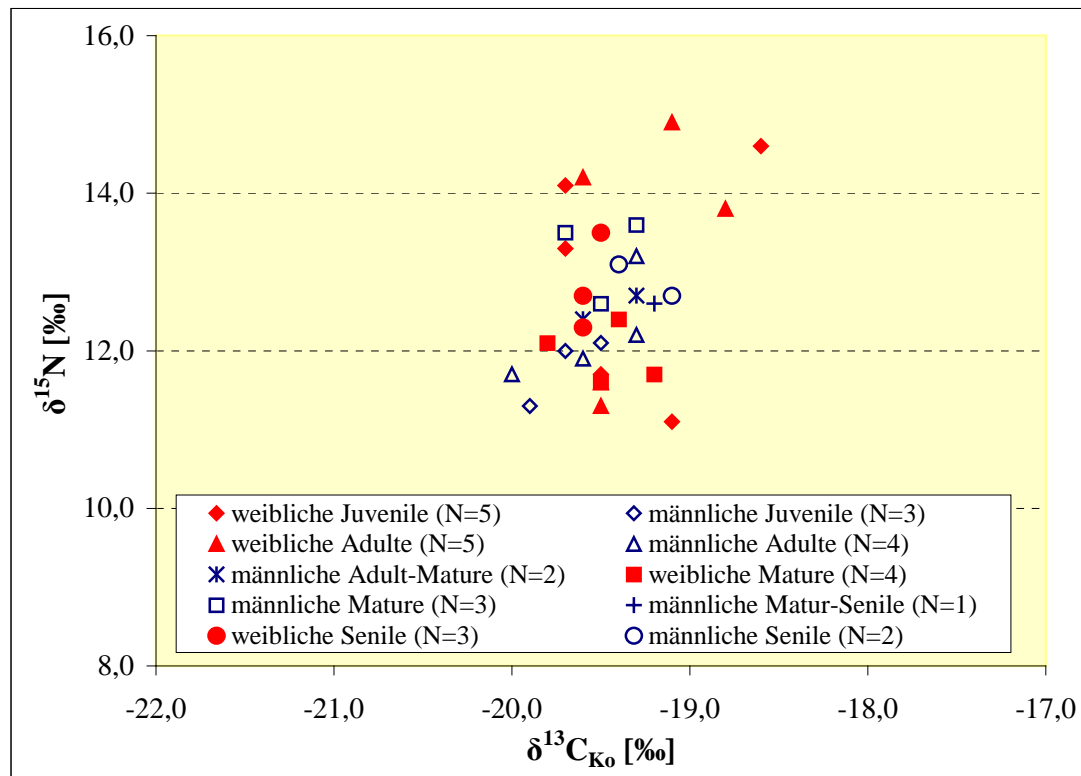


Abbildung 17: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der erwachsenen *Brandenburger* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=32)

Die juvenilen Frauen zeigen höhere $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (Median 13,3 ‰) als die Männer der gleichen Altersklasse (12,0 ‰). Auch bei den Adulten zeigen sie einen deutlich höheren Median für Stickstoff als die Männer (13,8 ‰ bzw. 12,1 ‰). Für beide Altersklassen kann von einer proteinreicheren Ernährung der Frauen als der Männer ausgegangen werden. Als Proteinquelle kommt das Schwein mit einem $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von 10,5 ‰ in Frage. Für die maturen Männer kann ein Anstieg auf 13,5 ‰ beobachtet werden, während mit 11,9 ‰ die maturen Frauen nun einen deutlich niedrigeren Wert sowohl als die Männer als auch die jüngeren erwachsenen Frauen zeigen. Die Werte für die senilen Männer (12,9 ‰) und Frauen (12,7 ‰) unterscheiden sich nicht.

Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte innerhalb der einzelnen Altersklassen und Geschlechter unter-

scheiden sind kaum voneinander. Sie reichen von -19,7 ‰ für die juvenilen Männer bis -19,3 ‰ (senile Männer).

4.2.3 Anklam

Aus der Anklamer Skelettserie wurden 40 menschliche Individuen sowie sechs Tiere untersucht. Die Ergebnisse aus der Analyse der stabilen Isotope des Kollagens werden in Abbildung 18 bis Abbildung 20 graphisch dargestellt.

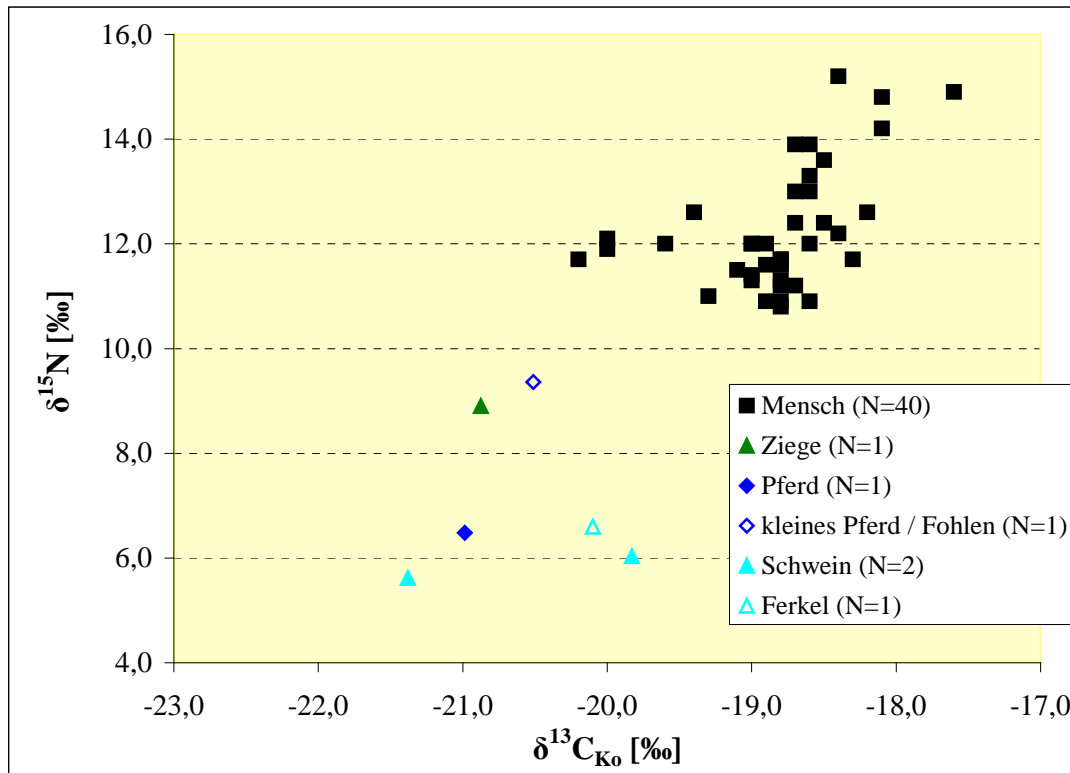


Abbildung 18: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung sowie der Tiere aus Anklam (N=46)

Die Anklamer Bevölkerung zeigt für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ einen Median von -18,8 ‰ und für $\delta^{15}\text{N}$ von 12,0 ‰. Demgegenüber weichen die Werte für Stickstoff und Kohlenstoff der Tiere ab. Die beiden Schweine weisen mit einem Median von 5,8 ‰ den niedrigsten $\delta^{15}\text{N}$ -Wert auf; liegen damit also niedriger als die Herbivoren. Daraus kann geschlossen werden, dass die Schweine mit Leguminosen, wie z. B. Bohnen gefüttert wurden. Der Wert des Ferkels von 6,6 ‰ ist demgegenüber leicht erhöht. Es könnte sich hierbei um ein Stillsignal handeln, also anzeigen, dass das Ferkel bis einige Zeit vor seinem Tod von der Muttersau gesäugt wurde. Allerdings beträgt der Unterschied keine ganze Trophiestufe. Pferd (6,5 ‰) und Ziege (8,9 ‰) unterscheiden sich in ihren $\delta^{15}\text{N}$ -Werten um fast eine ganze Trophiestufe. Dürre-

tolerante Tiere (z. B. Schaf und Ziege) zeigen unter Wasserstress im Vergleich zu obligaten Trinkern (z. B. Rind, Esel) erhöhte $\delta^{15}\text{N}$ -Werte. Sie vermitteln so den falschen Eindruck der proteinreicheren Ernährung. Für die Ziege ist daher davon auszugehen, dass der hohe $\delta^{15}\text{N}$ -Wert physiologische Gründe hat. Bei dem kleinen Pferd bzw. Fohlen handelt es sich wahrscheinlich wirklich um ein Fohlen, da es im Vergleich zum ausgewachsenen Pferd um 3,1 ‰ mit dem schweren Stickstoffisotop angereichert ist und sich von ihm um eine gesamte Trophiestufe unterscheidet.

Das niedrigste Niveau für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ zeigt nicht ein eindeutig herbivores Individuum, sondern ein Schwein (-21,4 ‰). Das Schwein wird daher fast ausschließlich Pflanzen konsumiert haben, einschließlich Bucheckern oder Eicheln. Die vom Pferd konsumierte Pflanzendecke hat einen Wert von -26,0 ‰ und deutet damit eindeutig auf eine Ernährung durch C_3 -Pflanzen hin. Für die Anklamer Serie konnte kein karnivores Tier untersucht werden. Daher kann der rechnerische Wert eines Karnivoren (-18,0 ‰) nicht mit einem vorliegenden Wert verglichen werden. Der Wert von -18,8 ‰ $\delta^{13}\text{C}$ für die Menschen deutet auf eine omnivore Ernährung hin, allerdings scheinen sich einige Individuen karnivor ernährt zu haben. Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte lassen auf eine Beikost von marinen Invertebraten bzw. Seefisch schließen. Die folgende Abbildung 19 zeigt die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte getrennt für die Erwachsenen und Kinder von Anklam sowie unterteilt nach Geschlecht. Der Median aller Kinder für $\delta^{15}\text{N}$ ist mit 12,8 ‰ höher als jener der Frauen (11,9 ‰) und Männer (11,6 ‰). Der Unterschied zwischen Kindern und Frauen wird unter Kapitel 4.4 Das Abstillen der Kinder noch näher besprochen. Er ist statistisch nicht signifikant ($p \leq 0,06$). Die Anreicherung von 1,2 ‰ von Kindern zu Männern erweist sich als signifikant ($p \leq 0,05$).

Hohe $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von über 13,0 ‰ werden ausschließlich für Kinder ermittelt. Von diesen zehn Individuen waren acht unter zwei Jahre alt, wurden also wahrscheinlich noch gestillt (vgl. Abbildung 49). Von fünf Kindern konnte das Geschlecht bestimmt werden. Die Mediane der drei Jungen und zwei Mädchen (13,0 ‰ bzw. 13,1 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) unterscheiden sich nicht. Interessant ist, dass der Wert für die unbestimmten Kinder mit 12,0 ‰ niedriger liegt, obwohl in dieser Gruppe viele sehr junge Individuen sind, die eventuell noch gestillt wurden. Allerdings enthält diese Gruppe der nicht bestimmbaren Kinder auch ältere, die indifferente Merkmale zeigen bzw.

Tendenzen (vgl. Fußnoten in Kapitel 9.2 Alter, Geschlecht und äußerer Erhaltungszustand der untersuchten menschlichen Skelette).

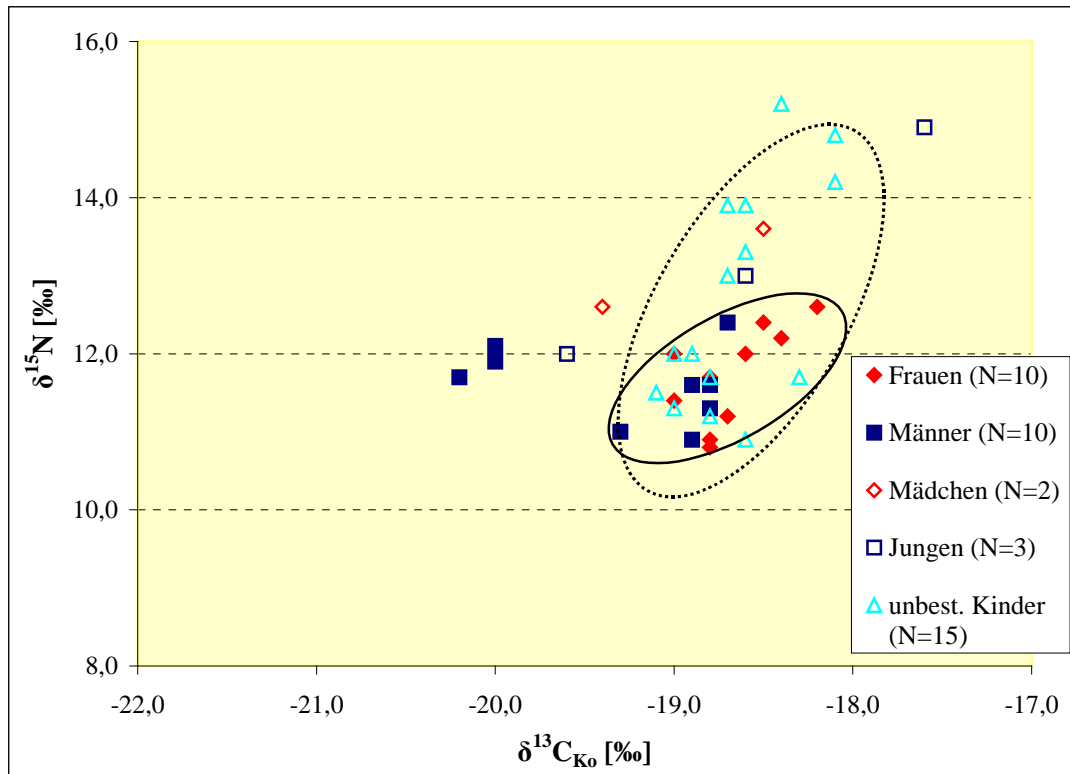


Abbildung 19: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=40). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Auch wenn die Kinder, bei denen das Geschlecht nur als Tendenz bestimmt werden konnte, mit in die Berechnungen eingehen, ergeben sich für die Jungen (13,0 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) und Mädchen (13,1 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) gleiche Werte, so dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass sie unterschiedlich ernährt wurden

Für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ lassen sich kaum Unterschiede zwischen Kindern (-18,7 ‰) und Erwachsenen (Frauen: -18,7 ‰; Männer: -18,9 ‰) erkennen. Die leichte Differenz zwischen männlichen und weiblichen erwachsenen Individuen ist allerdings statistisch signifikant ($p \leq 0,05$). Drei Männer (A0163, A0172 und A1394) zeigen deutlich abgereicherte Kohlenstoffsignaturen im Vergleich zu den anderen männlichen Individuen.

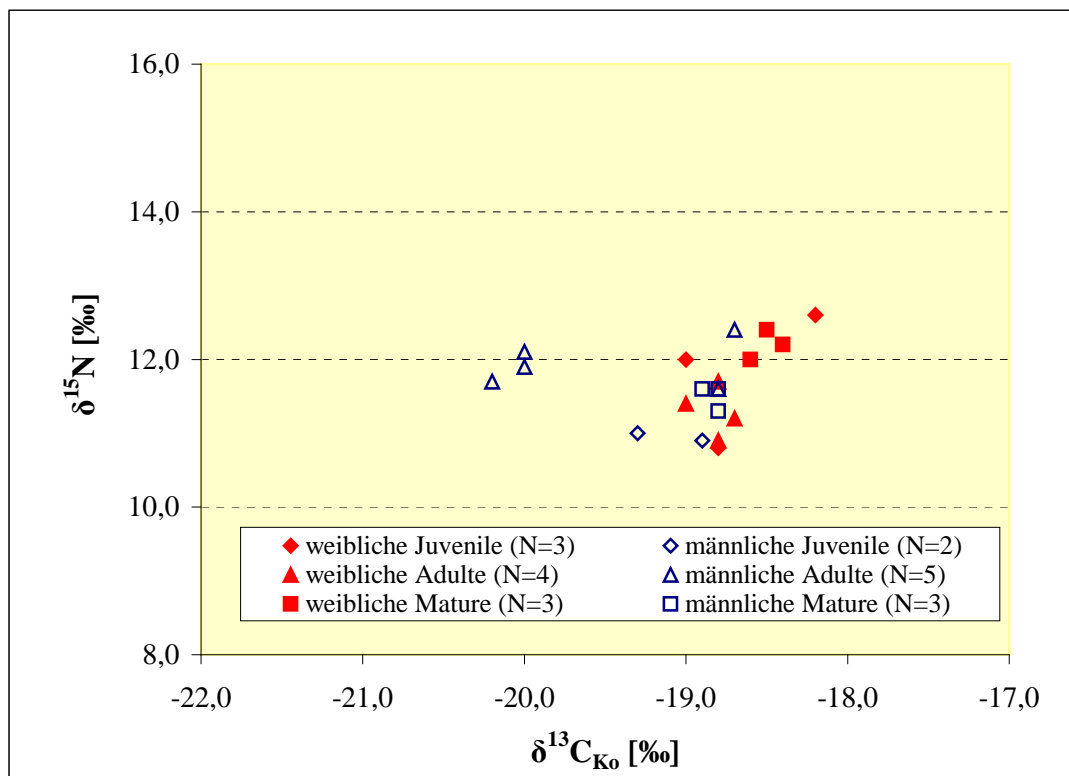


Abbildung 20: $\delta^{15}N$ - und $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte der erwachsenen Anklamer Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=20). Die senile Altersgruppe fehlt in Anklam.

Abbildung 20 verdeutlicht, dass es sich bei den oben erwähnten drei Individuen jeweils um adulte Männer handelt. Eventuell handelte es sich bei diesen Individuen um hinzugezogene oder aber um Menschen, die eine andere Kohlenstoffquelle als die übrigen Individuen nutzten. Mit $-20,0$ ‰ ist der Median der männlichen Adulten deutlich unterschiedlich von dem der Frauen mit $-18,8$ ‰. Auch bei den Juvenilen und Maturen verstetigt sich der Trend, dass die männlichen Individuen niedrigere $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte aufweisen als die weiblichen Individuen der gleichen Altersklasse (männliche Juvenile: $-19,1$ ‰, weibliche Juvenile: $-18,8$ ‰, männliche Mature: $-18,9$ ‰, weibliche Mature: $-18,5$ ‰). Die senile Altersgruppe fehlt bei den Anklamern. Damit kann für die erwachsenen Individuen eine gemischte Kost aus Pflanzen und mariner Nahrung wie z. B. Muscheln nachgewiesen werden.

Die juvenilen Männer ernährten sich von wenig proteinhaltiger Kost. Darauf deutet der $\delta^{15}N$ -Wert von $11,0$ ‰ hin, der deutlich niedriger ist als der Median, der sich aus den drei weiblichen juvenilen Individuen ergibt ($12,0$ ‰). Für die Adulten kehrt sich das Verhältnis um, der Median der Männer ($11,9$ ‰ $\delta^{15}N$) ist höher als jener der Frauen ($11,3$ ‰ $\delta^{15}N$). Die maturen Frauen haben den höchsten Wert der

erwachsenen Bevölkerung (12,2 ‰), der höher ist als der Median der 40-60-jährigen Männer (11,6 ‰). Für alle Individuen kommt daher als Proteinquelle das Fleisch von Ziegen in Frage (8,9 ‰ $\delta^{15}\text{N}$). Es fehlen allerdings Rinderknochen, um abschätzen zu können inwieweit auch Rindfleisch verzehrt wurde sowie Fischgräten, um näheres über den Fischverzehr sagen zu können.

4.2.4 Vergleich der Ergebnisse der stabilen Isotope aus dem Kollagen zwischen den drei Bevölkerungen

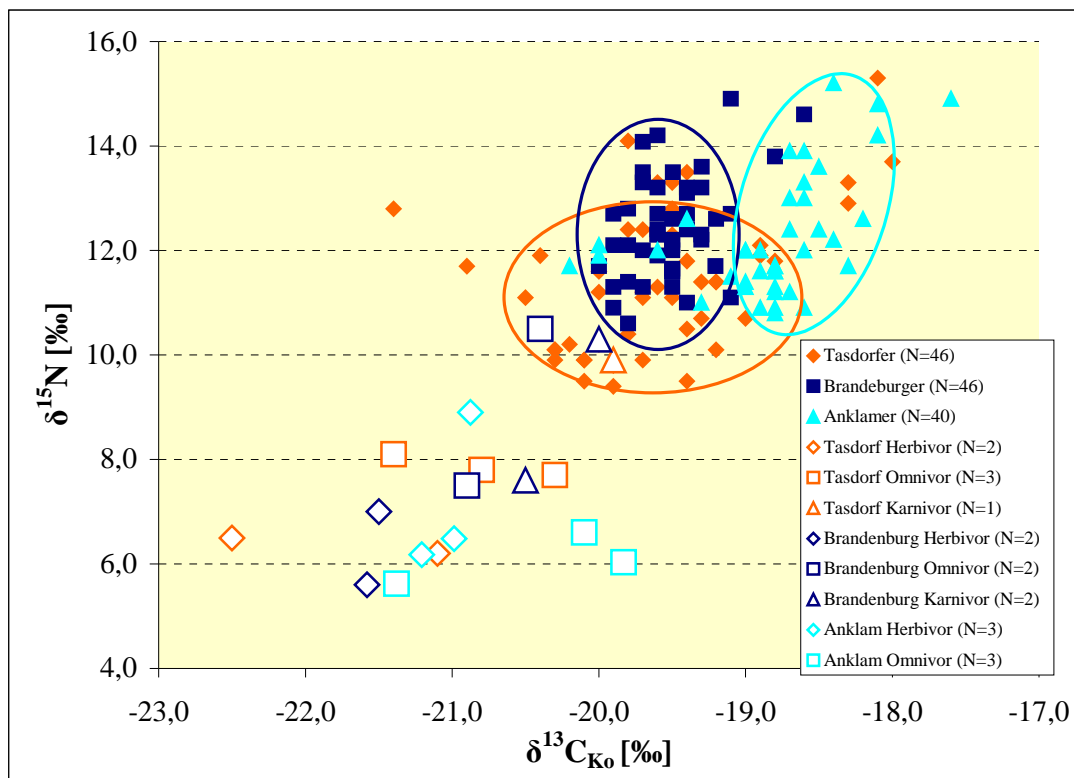


Abbildung 21: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der menschlichen und tierischen Individuen aller drei Bevölkerungen (N=150). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Abbildung 21 vergleicht die $\delta^{15}\text{N}$ - sowie die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der drei untersuchten Bevölkerungen. Dabei fällt auf, dass sowohl für Stickstoff als auch Kohlenstoff die Tasdorfer Individuen am stärksten variieren. Hierbei handelt es sich jedoch auch um eine Skelettserie, die mehrere Jahrhunderte umfasst (s. a. Kapitel 1.3.1 Der Friedhof von Tasdorf / Rüdersdorf, Seite 17). Für die anderen beiden Bevölkerungen kann keine so starke Schwankung beobachtet werden.

Die Tasdorfer Individuen zeigen die niedrigsten $\delta^{15}\text{N}$ -Werte, die überhaupt bei Menschen der drei Skelettserien gemessen wurden. Der niedrigste Wert liegt bei

9,4 ‰ (T_{Nz}188, eine mature Frau), der höchste Wert (T_{Nz}155, ein 1-2 Jahre altes Mädchen) bei 15,3 ‰ $\delta^{15}\text{N}$. In der Brandenburger Bevölkerung wird als niedrigster Punkt für $\delta^{15}\text{N}$ 10,6 ‰ ermittelt (BRB 431/192, ein ca. 4-jähriges Mädchen), der höchste (14,9 ‰) für eine adulte Frau. Für die Anklamer kann eine ähnliche Spannweite für Stickstoff ermittelt werden, die von 10,8 ‰ (A1395, ein weibliches, juveniles Individuum) bis zu 15,2 ‰ (A1982, ein 0,5-1-jähriges Kind) reicht.

Der Median für die gesamte Tasdorfer Bevölkerung ist 11,4 ‰ $\delta^{15}\text{N}$. Er unterscheidet sich höchst signifikant ($p < 0,001$) von dem für die Brandenburger Bevölkerung (12,3 ‰). Die ländliche Bevölkerung aus Tasdorf ernährte sich demnach deutlich proteinärmer als die Bevölkerung Stadt Brandenburg/Havel. Anklam liegt mit 12,0 ‰ $\delta^{15}\text{N}$ dazwischen. Auch hier kann eine Signifikanz ($p \leq 0,01$) im Vergleich zu Tasdorf ermittelt werden. Demnach ernährte sich auch die Bevölkerung der Stadt Anklam proteinreicher als die des Dorfes Tasdorf. Zwischen den beiden Städten konnte kein statistischer Unterschied ermittelt werden.

Auch für das schwere Isotop des Kohlenstoffs variieren die Werte von Tasdorf stärker als die der anderen beiden Serien. Sie enthält auch das Individuum mit dem niedrigsten $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Wert, der für einen Menschen ermittelt wurde (-21,4 ‰, T_{Nz}340, eine adulte Frau). Der höchste Wert dieser Serie liegt bei -18,0 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ (T_{Nz}242, ein neugeborenes bis halbjähriges Kind). Die Spannweite der beiden städtischen Bevölkerungen ist geringer. Für die Brandenburger reicht sie von -20,0 ‰ (BRB 846/561, ein 20-25 Jahre alter Mann) bis -18,6 ‰ (BRB 2021/949, eine juvenile Frau) und umfasst damit etwa eine Trophiestufe. Ein ähnliches Bild präsentiert sich bei den Anklamern: Den niedrigsten Wert -20,2 ‰ (A1394, ein adulter Mann) und den höchsten Wert -17,6 ‰ (A1930, ein 1-2 Jahre altes männliches Kind) trennt mehr als eine Trophiestufe.

Mit -19,7 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ ernährte sich die Tasdorfer Bevölkerung nur leicht herbivorer als die Brandenburger (-19,5 ‰). Einen deutlich anderen $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Wert zeigt Anklam mit -18,8 ‰. Tasdorf und Brandenburg unterscheiden sich in diesem Punkt höchst signifikant von Anklam (jeweils $p \leq 0,001$).

Zwei karnivore Individuen (jeweils eine Katze aus Tasdorf und Brandenburg) zeigen mit -20,0 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$, 10,3 ‰ $\delta^{15}\text{N}$ (Brandenburg) und -19,9 ‰ $\delta^{13}\text{C}$, 9,9 ‰ $\delta^{15}\text{N}$ (Tasdorf) sehr ähnliche Werte. Durch die sehr niedrigen menschlichen Werte für

Stickstoff in Tasdorf liegt der $\delta^{15}\text{N}$ -Wert der Katze innerhalb des Wertebereichs der Menschen, während in Brandenburg die Katze außerhalb der menschlichen Werte steht. Wie schon in Abbildung 12 und Abbildung 15 beschrieben, ernährten sich beide Katzen nicht rein karnivor, sondern müssen auch vegetabile Nahrung zu sich genommen haben, z. B. aus Abfällen von Menschen. Das dritte karnivore Tier (ein Hund aus Brandenburg) liegt inmitten der omnivoren Tiere. Damit ist für diesen Hund eine omnivore Ernährung nachgewiesen. Einen ähnlichen $\delta^{15}\text{N}$ -Wert wie die beiden Katzen zeigt ein Brandenburger Schwein mit $-20,4\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$, $10,5\text{‰}$ $\delta^{15}\text{N}$. Es scheint mit Resten menschlicher Nahrung gefüttert worden sein, die Abreicherung von $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ (im Vergleich zu den Brandenburger Menschen) kann durch das Füttern mit Waldfrüchten (wie z. B. Eicheln) zustande kommen.

Die Herbivoren aller drei Orte liegen bis auf zwei Ausnahmen sehr dicht beieinander: Sie schwanken zwischen $-21,6\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ und $-21,0\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$, also innerhalb einer Trophiestufe. Für $\delta^{15}\text{N}$ ergibt sich eine Schwankung zwischen $5,6\text{‰}$ (Brandenburger Pferd) und $7,0\text{‰}$ (Brandenburger Rind). Auch diese Werte liegen innerhalb einer Trophiestufe. Dies Ausnahmen sind das Tasdorfer Rind, welches einen sehr niedrigen $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ Wert aufweist ($-22,5\text{‰}$). Mit $6,5\text{‰}$ liegt der $\delta^{15}\text{N}$ -Wert innerhalb der Ausbreitung der übrigen herbivoren Tiere. Die zweite Ausnahme stellt das kleine Pferd / Fohlen (Anklam) mit $-20,5\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$, $9,4\text{‰}$ $\delta^{15}\text{N}$ dar. Wie schon in Abbildung 18 beschrieben, könnte hier ein Stillsignal vorliegen, so dass für dieses Fohlen die Ernährung nicht auf pflanzlichem Material basierte, sondern auf Stutenmilch.

Die omnivoren Tiere zeigen die größte Schwankungsbreite: Werte von $-21,4\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ (Schwein Tasdorf) bis $-19,8\text{‰}$ (Schwein Anklam) sowie $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zwischen $5,6\text{‰}$ (Schwein Anklam) und $8,1\text{‰}$ (Schwein Tasdorf) wurden gemessen. Die Variabilität kann durch die Vielseitigkeit der omnivoren Ernährung von Gemüse, Leguminosen bis hin zu Fleischresten erklärt werden.

Die beiden folgenden Abbildungen veranschaulichen die Ergebnisse der Männer, Frauen und Kinder der drei untersuchten Bevölkerungen. Dabei werden die Mediane der jeweiligen Gruppe durch ein Symbol dargestellt, die dazugehörenden Quartile als Fehlerbalken. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den vorher dargestellten Ergebnissen wurde die gleiche Skalierung des Koordinatenkreuzes gewählt.

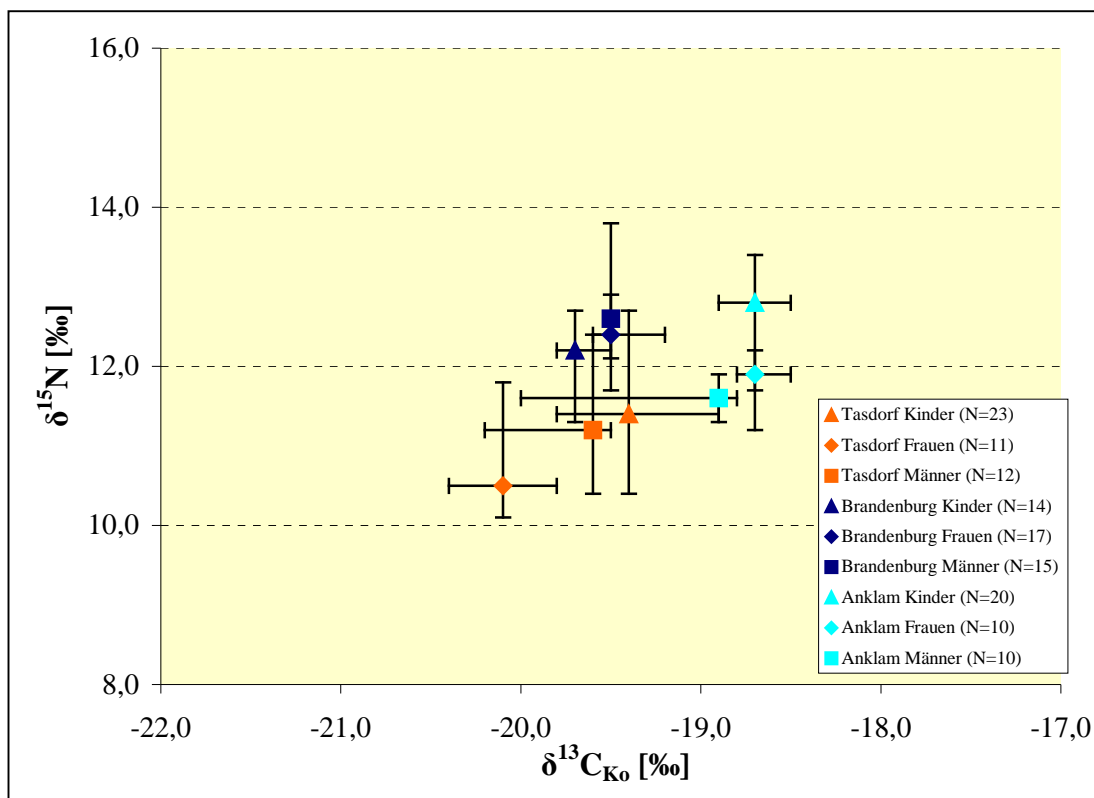


Abbildung 22: Mediane der $\delta^{15}\text{N}$ - sowie $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Männer, Frauen und Kinder aller drei Bevölkerungen im Vergleich (N=132). Die schwarzen Linien stellen jeweils 1. und 3. Quartil zu dem jeweiligen Median (Symbol) dar.

In der obigen Abbildung 22 wird noch einmal deutlich, dass die Tasdorfer Bevölkerung sowohl für das stabile Stickstoffisotop als auch das Kohlenstoffisotop aus dem Kollagen am stärksten variiert (vgl. Abbildung 21, Seite 72). Die Brandenburger und Anklamer variieren jeweils sehr wenig für $\delta^{15}\text{N}$. Die Anklamer Männer zeigen ein großes 1. Quartil für $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ (vgl. hierzu auch Abbildung 19, Seite 70).

Den höchsten Median für $\delta^{15}\text{N}$ weisen die Anklamer Kinder (12,8 ‰) auf, den niedrigsten die Tasdorfer Frauen (10,5 ‰). Für diese ergab sich mit -20,1 ‰ auch der kleinste $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Wert. Den höchsten mit jeweils -18,7 ‰ zeigen wiederum die Anklamer Kinder und die Anklamer Frauen.

Für $\delta^{15}\text{N}$ der Kinder ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Tasdorfern (11,4 ‰) und den Anklamern (12,8 ‰) (jeweils $p \leq 0,05$). Die Brandenburger Kinder (12,2 ‰) zeigen einen etwas höheren Median als die Tasdorfer. Auch zwischen Anklamern und Brandenburgern kann keine signifikante Differenz ermittelt werden. Aufgrund der Daten kann geschlossen werden, dass die Anklamer Kinder proteinreichere Nahrung als die Brandenburger Kinder

konsumierten und die wiederum proteinreichere als die Tasdorfer. Die Kinder in der Stadt scheinen eine bessere Ernährungsgrundlage genossen zu haben als die auf dem Land.

Die Ernährung der erwachsenen Brandenburgerinnen (12,4 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) war proteinreicher als die der Anklamer (11,9 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) und Tasdorfer (10,5 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) Frauen ($p \leq 0,05$ bzw. $p \leq 0,01$). Anklamerinnen und Tasdorferinnen haben zwar deutlich unterschiedliche Mediane, jedoch kann aufgrund der hohen Variabilität der Tasdorfer Frauen (vgl. Fehlerbalken für das 3. Quartil in Abbildung 22) keine statistische Signifikanz ermittelt werden.

Die Ernährung der erwachsenen Brandenburger Männer (12,6 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) war reicher an Proteinen als die der erwachsenen männlichen Anklamer (11,6 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) und Tasdorfer Männer (11,2 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) ($p \leq 0,001$ bzw. $p \leq 0,01$).

Es ist zu erkennen, dass sich die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Tasdorfer und Brandenburger ähneln (bis auf die Tasdorfer Frauen mit einem sehr niedrigen Wert). Unterschiedlich davon sind die Anklamer, die insgesamt höhere Werte zeigen. Dies deutet auf darauf hin, dass ein Teil der Anklamer Ernährung auf marinen Ressourcen beruhte. Daher finden sich signifikante Unterschiede zwischen Anklamer Kindern und denen aus Brandenburg und Tasdorf ($p \leq 0,001$ bzw. $p \leq 0,01$). Diese Signifikanz wird auch für die Frauen ermittelt (Brandenburg-Anklam: $p \leq 0,001$; Tasdorf-Anklam: $p \leq 0,001$). Allerdings ergibt sich aufgrund des sehr niedrigen $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Wert der Tasdorferinnen auch im Vergleich zwischen Tasdorfer und Brandenburger Frauen eine Signifikanz ($p \leq 0,001$). Es kann also davon ausgegangen werden, dass bei den Tasdorferinnen die vegetabile Nahrung einen deutlich größeren Anteil ausmachte als bei den Brandenburgerinnen.

Für die Männer kann ein signifikanter Unterschied zwischen Tasdorfern (-19,6 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$) und Anklamern (-18,9 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$) ermittelt werden ($p \leq 0,05$). Für die Männer beider Populationen lässt sich in der Abbildung 22 ein großes 1. Quartil erkennen. Für die Anklamer Männer muss angenommen werden, dass einige Männer nicht aus der Region stammen bzw. mehr und/oder häufiger pflanzliche Nahrung verzehrten als die übrigen männlichen Individuen (eventuell verzehrten jene weniger Seefisch als sonst in der Bevölkerung üblich, vgl. hierzu auch Abbildung 19 und Abbildung 20).

In Abbildung 23 werden die $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Kinder noch einmal dargestellt. Zusätzlich werden die Daten der Kinder der drei Serien noch einmal getrennt nach Geschlecht aufgetragen. Die Anklamer Kinder, bei denen das Geschlecht nur als Tendenz bestimmt werden konnte, sind unter die „unbestimmten Kinder“ eingeordnet.

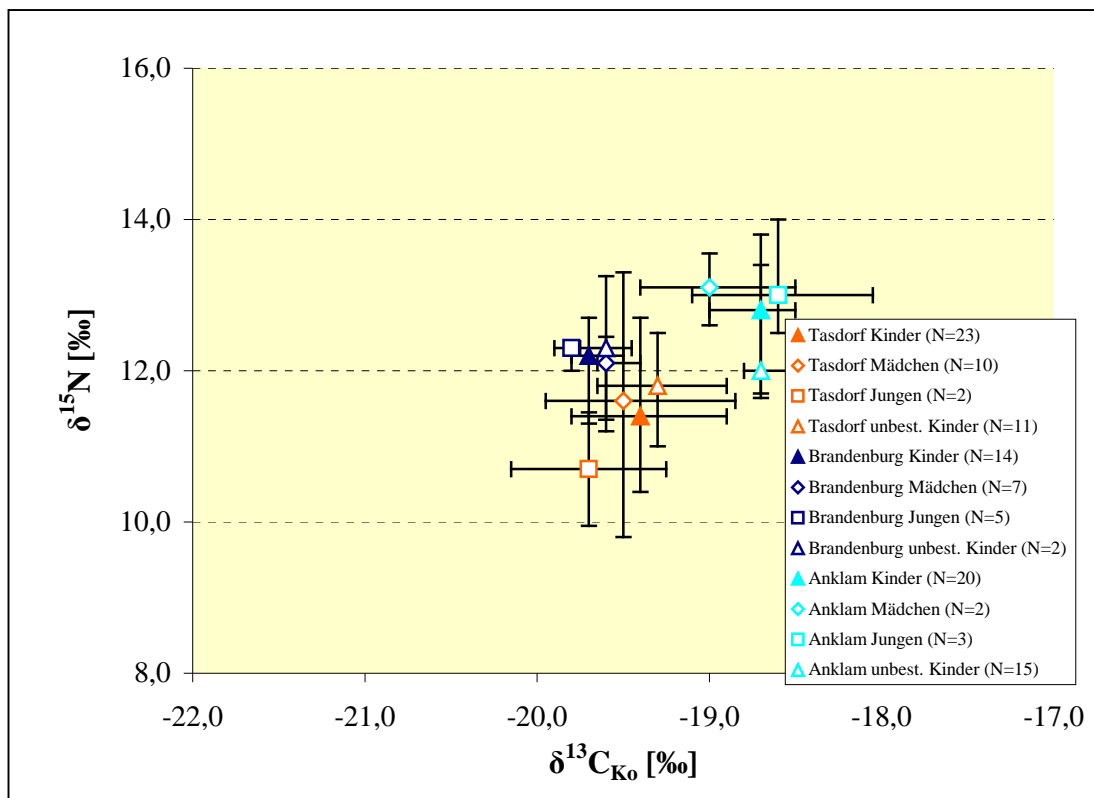


Abbildung 23: Mediane der $\delta^{15}\text{N}$ - sowie $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Kinder aller drei Bevölkerungen aufgeteilt nach Geschlecht (N=57). Die schwarzen Linien stellen jeweils 1. und 3. Quartil zu dem jeweiligen Median (Symbol) dar.

Die Werte der Jungen, Mädchen und unbestimmten Kinder aus Brandenburg liegen sehr dicht beisammen, während sich bei den anderen beiden Bevölkerungen eine Gruppe immer deutlich unterscheidet. Bei den Tasdorfern sind das die Jungen, die niedrigere $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte zeigen als die Mädchen und unbestimmten Kinder aus Tasdorf. Ferner variieren die Werte der Jungen sehr stark (siehe Quartile in Abbildung 23). Es handelt sich dabei jedoch nur um 2 Individuen, so dass die Aussagekraft begrenzt ist. Die Anklamer Kinder zeigen relativ wenige Unterschiede für die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte. Allerdings haben die unbestimmten Kinder einen deutlich niedrigeren $\delta^{15}\text{N}$ -Wert als Jungen und Mädchen, obwohl in dieser Gruppe viele junge Kinder sind, bei denen ein hoher $\delta^{15}\text{N}$ -Wert zu erwarten wäre.

Während bei Brandenburgern und Anklamern Jungen und Mädchen für das stabile

Stickstoffisotop ähnliche Werte zeigen, sind die der Tasdorfer Jungen deutlich niedriger als die der Tasdorfer Mädchen (siehe auch Kapitel 4.3.4 Vergleich der Ergebnisse der stabilen Isotope aus dem Karbonat zwischen den drei Bevölkerungen, Abbildung 46, Seite 106).

Auf die insgesamt höheren $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte wurde in der vorherigen Abbildung 22 schon näher eingegangen.

4.3 Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope im Karbonat

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Untersuchungen der stabilen Isotope des Karbonats für jede Bevölkerung einzeln graphisch und schließlich vergleichend dargestellt. Die so gewonnen Ergebnisse werden zu jenen aus dem Kollagen in Bezug gesetzt.

4.3.1 Tasdorf

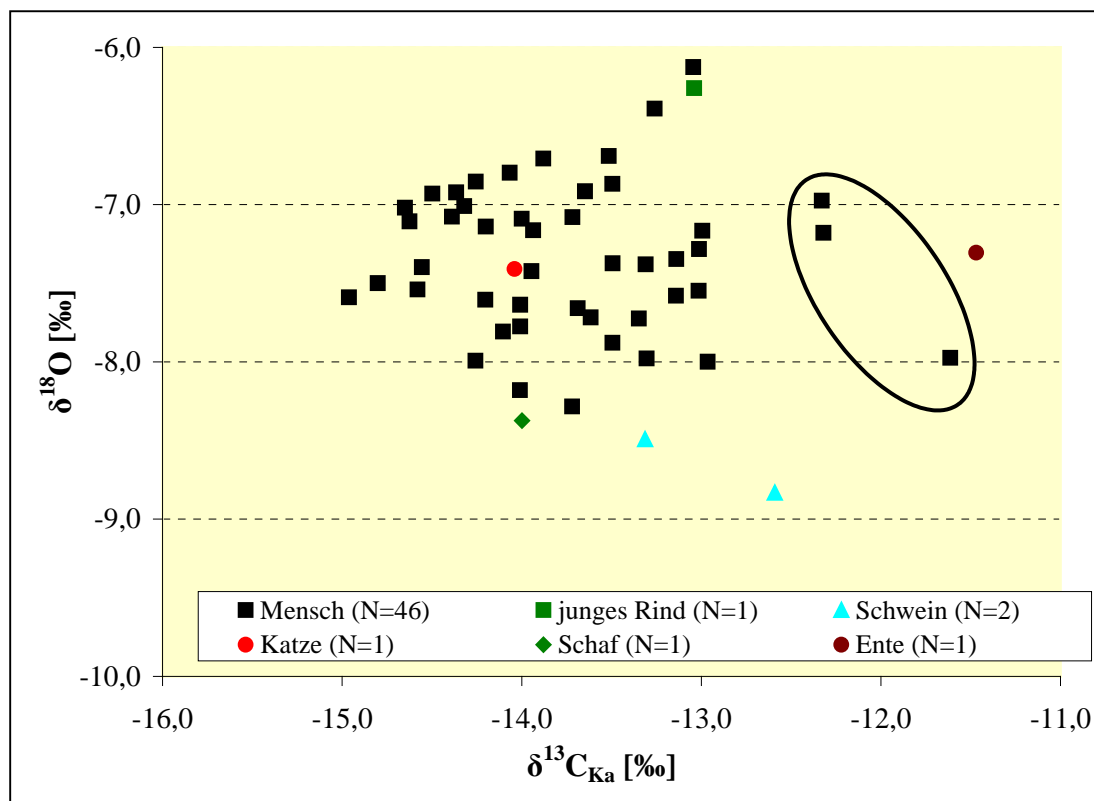


Abbildung 24: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Tasdorfer Bevölkerung sowie der Tiere aus Tasdorf (N=52). 3 Individuen (Ellipse) weichen für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ deutlich von den anderen Individuen ab.

Abbildung 24 zeigt die Verteilung der Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope aus dem Karbonat der Tasdorfer Individuen. Auf der Ordinate sind die Werte für $\delta^{18}\text{O}$ in Promille aufgetragen, auf der Abszisse die für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ ebenfalls in Promille.

In der obigen Abbildung stellen die schwarzen Quadrate die Werte der Menschen dar. Die andersfarbigen Symbole markieren die Tiere. Die Abbildung zeigt, dass sich die Sauerstoffisotopenwerte zwischen -8,8 ‰ und -6,1 ‰ bewegen. Dabei zeigen die beiden Schweine die niedrigsten $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, das Rind den zweithöchsten. Der Median für alle Menschen beträgt -7,3 ‰, liegt demnach im Bereich des Wertes, der für dieses Gebiet zu erwarten ist (-8,0 ‰, vgl. Einleitung).

Der $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Wert zeigt eine größere Variabilität: Er reicht von -15,0 ‰ ($T_{\text{Nz}272}$, ein seniler Mann) bis -11,5 ‰ für die Ente. Auch drei Menschen (Ellipse: $T_{\text{Nz}218}$, ein 4- bis 5-jähriges Kind (-12,3 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$), $T_{\text{Nz}289}$, ein adulter Mann (-12,3 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$) und $T_{\text{Nz}340}$, eine adulte Frau mit -11,6 ‰) weichen bezüglich des $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werts von den anderen Menschen ab. Der Median aller Menschen beträgt -13,8 ‰ (1. Quartil: -14,2; 3. Quartil: -13,3).

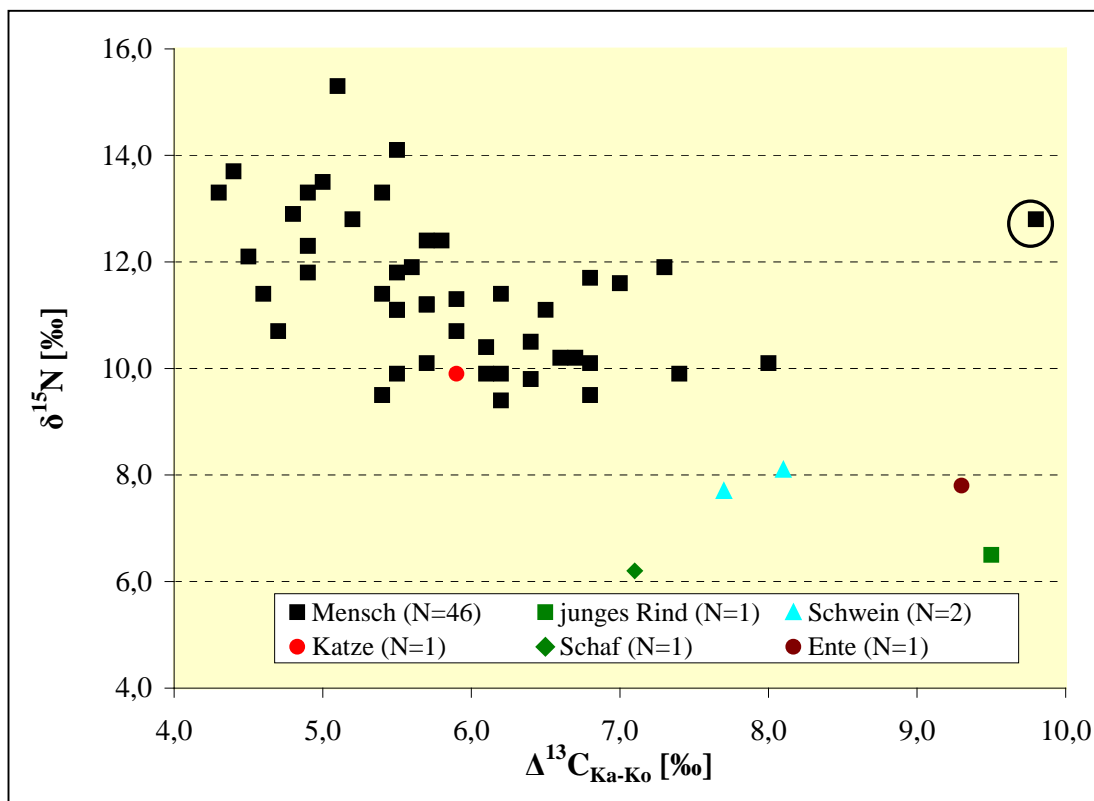


Abbildung 25: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der *Tasdorfer* Bevölkerung sowie der Tiere (N=52). Ein auffälliges Individuum, welches sich deutlich von allen anderen Menschen unterscheidet, ist eingekreist.

Die Verrechnung der stabiler Kohlenstoffisotope aus Karbonat und Kollagen ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) ist ein Indikator für den Fleisch- bzw. Fettkonsum eines Individuums. Dabei ist der Unterschied von $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ zu $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ umso geringer, je karnivorer ein Individuum ist, hohe Beträge von $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ deuten auf Herbivorie hin. In Abbildung

25 wird der Betrag von $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ gegen $\delta^{15}\text{N}$ aufgetragen, welches wie schon erwähnt, auf den Anteil tierischen Proteins in der Nahrung hindeutet. Hohe $\delta^{15}\text{N}$ -gepaart mit niedrigen $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werten stehen für Individuen, die sich zu einem großen Anteil von Fleisch- oder Milchprodukten ernähren.

Die obige Abbildung 25 zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Tieren und den Menschen. Das Rind, welches sich nur von Pflanzen ernährt, weist den niedrigsten $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert (9,5 ‰) eines Tasdorfer Tieres auf. Die Herbivorie für dieses Tier ist damit bestätigt. Auch die Ente zeigt einen ähnlich niedrigen Wert für die Differenz zwischen den Kohlenstoffisotopen zwischen Karbonat und Kollagen. Daher müsste auch hier von einem großen Anteil an pflanzlicher Nahrung ausgegangen werden (wie z. B. Wasserpflanzen). Deutlich wird auch, dass sich die beiden Schweine im „Endbereich“ der $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Menschen bewegen, was kombiniert mit dem um mindestens 2 ‰ niedrigeren $\delta^{15}\text{N}$ -Werten einen relativ hohen Anteil an Vegetabilien der Schweinenahrung kennzeichnet. Dies bestätigt die Ergebnisse, die aus den Werten für das Kollagen gewonnen werden konnten (vgl. besonders Abbildung 12). Das einzige Tier, dessen Werte (5,9 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$, 9,9 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) sich innerhalb der Werte für die Menschen befinden, ist die Katze. Der $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert bestätigt die Omnivorie der Katze und damit auch die Ergebnisse, die aus dem Kollagen gewonnen wurden.

Der Median der Menschen für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ beträgt 5,7 ‰ (1. Quartil: 5,3; 3. Quartil: 6,4) und unterscheidet sich somit deutlich von dem Wert des Rinds und der Schweine (Median 7,9 ‰).

Auffällig ist ein Individuum (in Abbildung 25 eingekreist). Es handelt sich hierbei um T_{Nz}340, eine adulte Frau (vgl. Text zur Abbildung 24, Seite 80). Die Frau vereint einen sehr großen Wert für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$, der selbst die Werte des herbivoren Rinds übersteigt. Man kann demnach von einer strikten Ernährung durch Pflanzen für diese Adulte ausgehen. Allerdings ist der $\delta^{15}\text{N}$ -Wert hoch und liegt über dem Median aller Tasdorfer Frauen (10,5 ‰ $\delta^{15}\text{N}$) und auch über dem Wert der adulten Tasdorfer Frauen (10,2 ‰ $\delta^{15}\text{N}$). Dies kann auf einen sehr großen Verzehr von Süßwasserfisch hindeuten. Eventuell handelt es sich hierbei auch um einen Messfehler unbekannter Ursache.

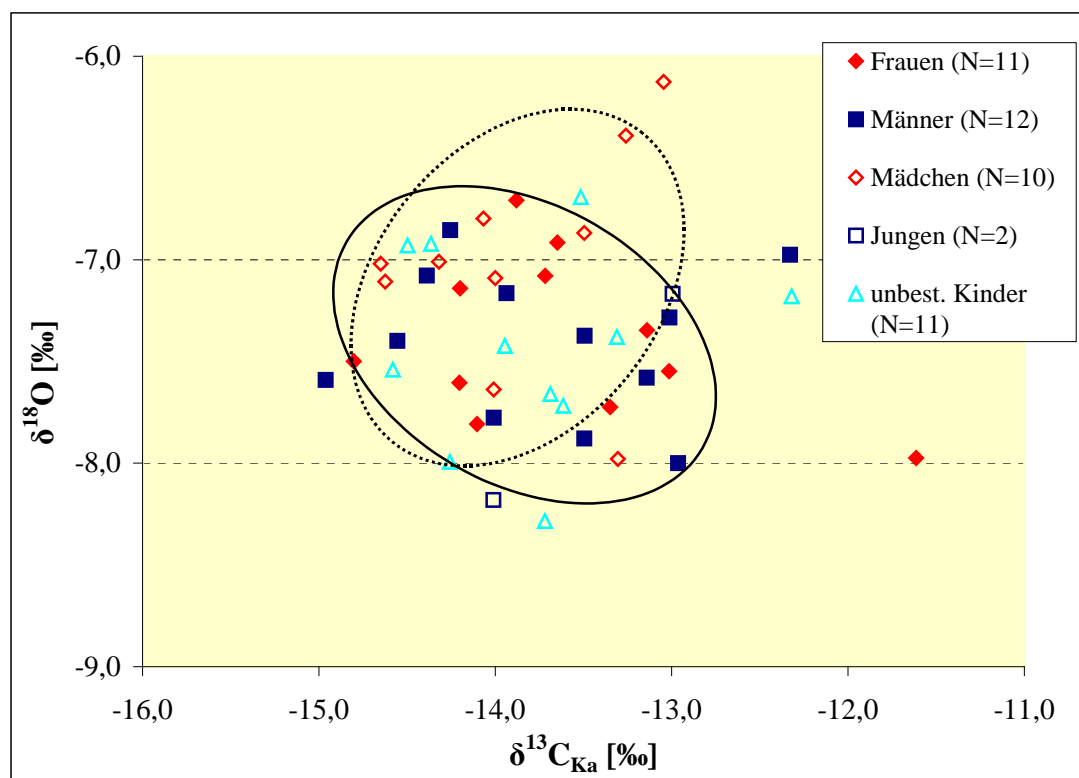


Abbildung 26: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Tasdorfer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Abbildung 26 stellt wiederum die stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopien aus dem Karbonat dar, aufgeteilt nach Geschlecht bei den Erwachsenen und Kindern. Die Werte verteilen sich homogen über die gesamte Spannweite, es können zwischen den einzelnen Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Der Median für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ für alle Kinder beträgt -14,0 ‰, für die Jungen -13,5 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ und für die Mädchen -14,0 ‰. Für die unbestimmten Kinder beträgt der

Median $-13,7\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$. Für $\delta^{18}\text{O}$ errechnen sich Mediane von $-7,2\text{‰}$ für alle Kinder, $-7,4\text{‰}$ für die Jungen, $-7,0\text{‰}$ für die Mädchen und $-7,4\text{‰}$ für die unbestimmten Kinder.

Die Mediane der Männer betragen $-13,7\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ und $-7,5\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$, jene der Frauen $-13,7\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ und $-7,4\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$.

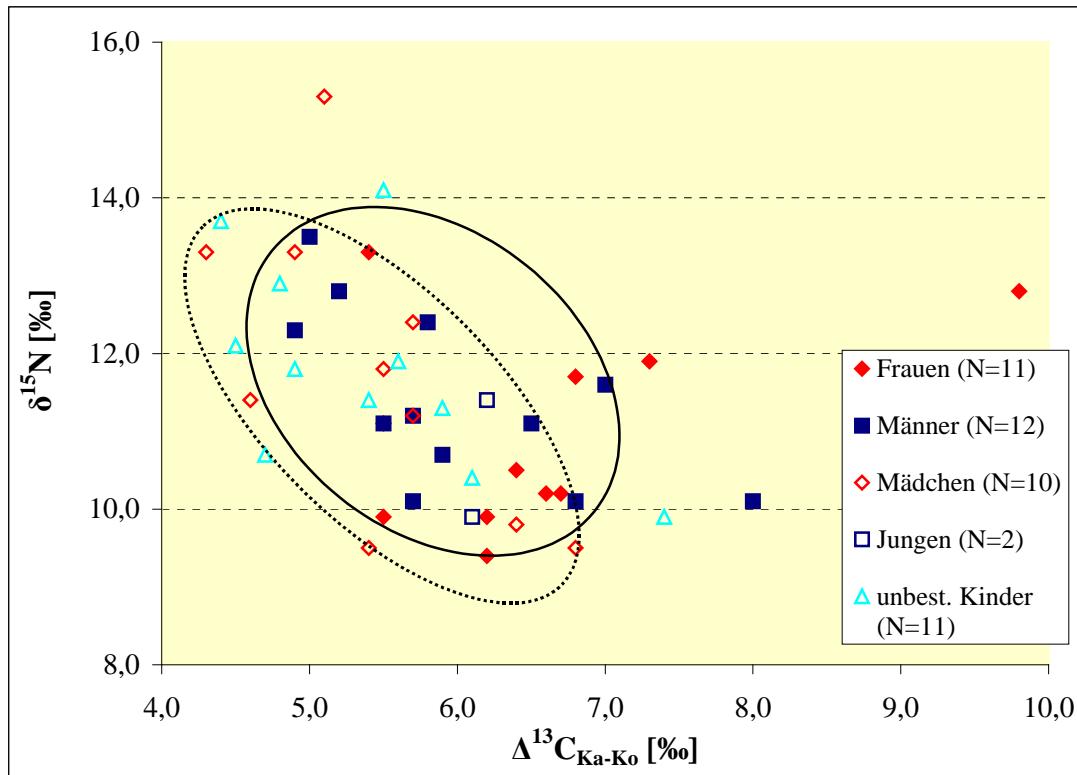


Abbildung 27: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der *Tasdorfer* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Abbildung 27 zeichnet die $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte gegen die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte für die untersuchten Individuen aus Tasdorf getrennt nach Geschlecht der Erwachsenen und Kinder auf. Deutlich wird, dass die hohen $\delta^{15}\text{N}$ -Werte gepaart mit niedrigen $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werten, die also Karnivorie kennzeichnen, vor allem bei Kindern (nicht ausgefüllte Symbole) und Männern (blaue Quadrate) auftreten. Die Kinder scheinen sich karnivorer als die Erwachsenen und die Männer karnivorer als die Frauen ernährt zu haben. Dies bestätigen auch die Mediane für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ (Kinder: $5,5\text{‰}$, Männer: $5,8\text{‰}$ und Frauen: $6,4\text{‰}$). Der Unterschied zwischen den Kindern und Männern und Männern und Frauen ist deutlich, allerdings statistisch nicht signifikant - im Gegensatz zum Vergleich zwischen Frauen und Kindern ($p \leq 0,05$). Auch zwischen den Mädchen ($5,5\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) und Jungen ($6,2\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) besteht ein

deutlicher, statistisch jedoch nicht signifikanter Unterschied. Allerdings liegen für männliche Individuen der Altersklasse Infans I auch nur zwei Werte vor. Der Median für die unbestimmten Kinder liegt bei 5,4 ‰.

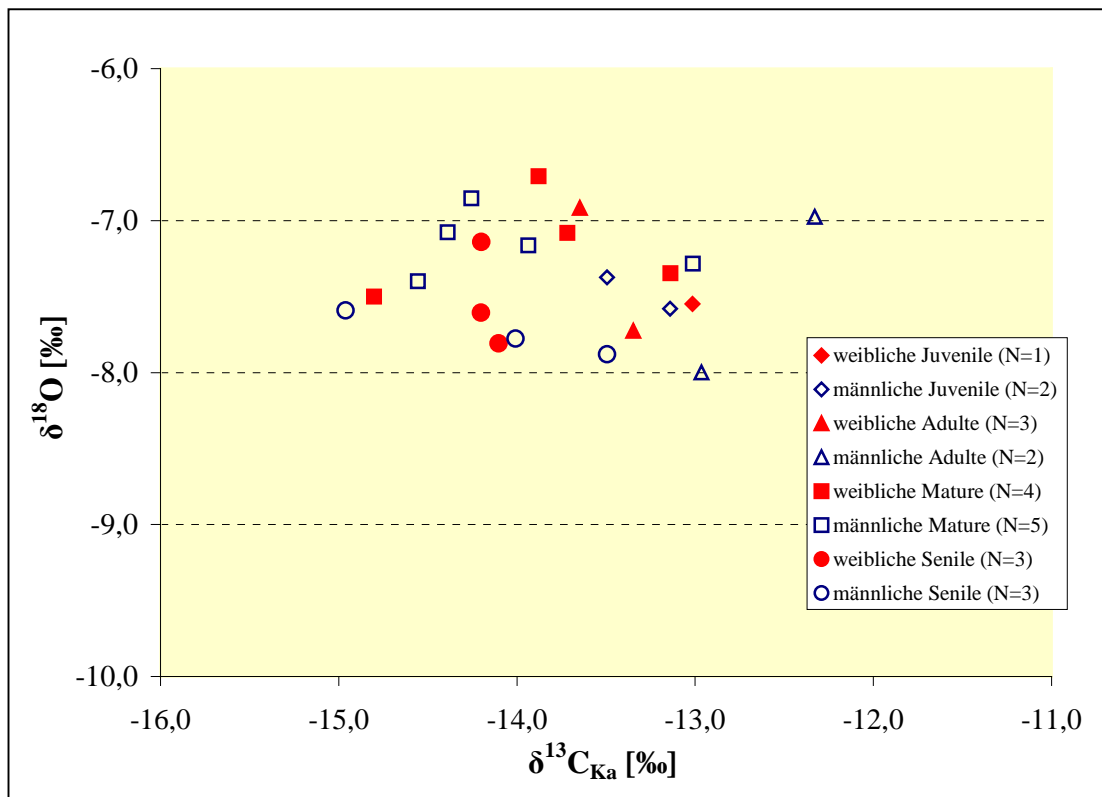


Abbildung 28: $\delta^{18}O$ - und $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werte der erwachsenen *Tasdorfer* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=23)

Auch zwischen den unterschiedlichen Altersklassen der Erwachsenen zeigt sich für $\delta^{18}O$ und $\delta^{13}C_{Ka}$ eine homogene Verteilung ohne Häufung bestimmter Gruppen in bestimmten Bereichen. Das eine weibliche juvenile Individuum hat -7,6 ‰ $\delta^{18}O$ und -13,0 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$. Die männlichen Juvenilen unterscheiden sich mit -7,5 ‰ $\delta^{18}O$ und -13,3 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$ nur unwesentlich von jenen Werten. Auch die Unterschiede zwischen den adulten Männern und Frauen sind für das stabile Sauerstoffisotop nur gering (Männer: -7,5 ‰ $\delta^{18}O$; Frauen: -7,7 ‰ $\delta^{18}O$); für das stabile Kohlenstoffisotop des Karbonats etwas größer (Männer -12,6 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$ und Frauen -13,4 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$). Die Maturen unterscheiden sich nicht für $\delta^{18}O$ (beide: -7,2 ‰) und zeigen einen geringen Unterschied für $\delta^{13}C_{Ka}$ (Männer: -14,3 ‰, und Frauen: -13,8 ‰). Für die Senilen lassen sich zwischen männlichen und weiblichen Individuen weder für $\delta^{18}O$ noch für $\delta^{13}C_{Ka}$ Unterschiede ermitteln: (Männer: -7,8 ‰ $\delta^{18}O$ und -14,0 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$; Frauen: -7,6 ‰ $\delta^{18}O$ und -14,2 ‰ $\delta^{13}C_{Ka}$).

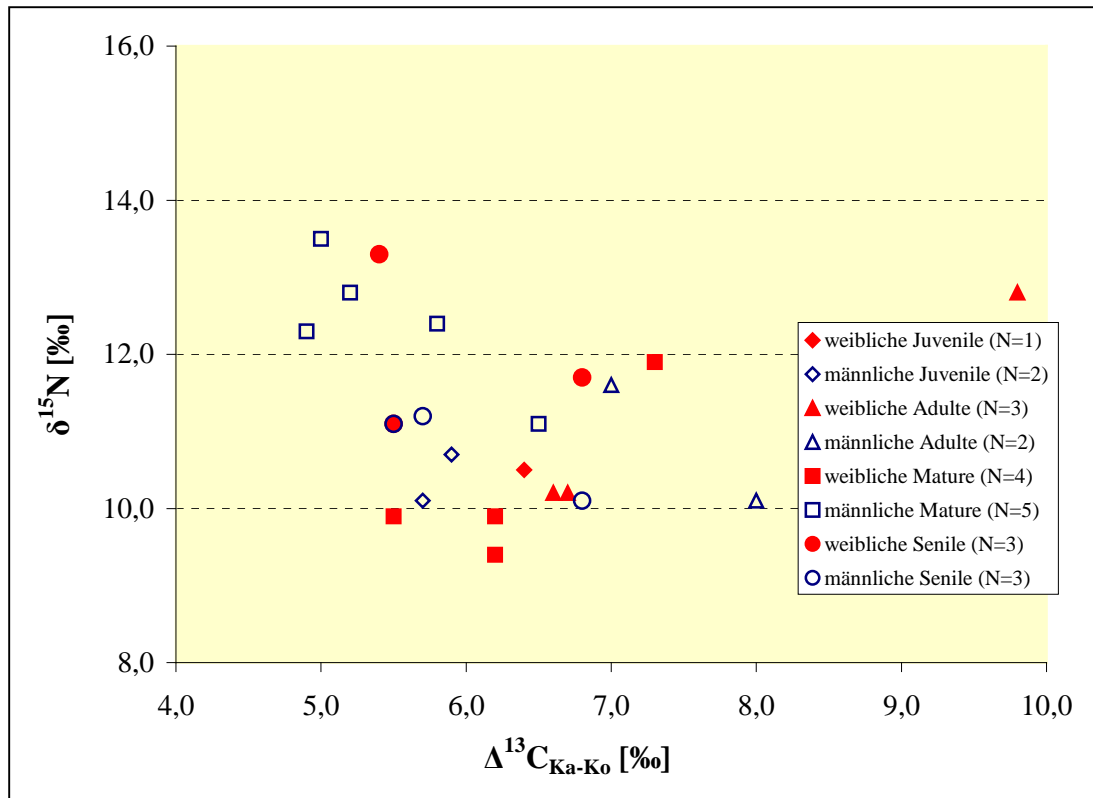


Abbildung 29: $\delta^{15}N$ - und $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werte der erwachsenen *Tasdorfer* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=23)

In Abbildung 29 sind die Daten für $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ gegen $\delta^{15}N$ aufgetragen, aufgeteilt in Altersgruppen und Geschlecht. Die juvenilen männlichen Individuen mit einem Median von 5,8 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ scheinen mehr tierisches Fett zu sich genommen zu haben als die juvenile Frau. Da es sich jedoch nur um drei juvenile Individuen insgesamt handelt, kann keine eindeutige Aussage getroffen werden. Bei den Adulten dreht sich das Verhältnis um. Die männlichen Adulten zeigen insgesamt einen höheren Wert (Median 7,5 ‰) als die weiblichen Adulten (Median 6,7 ‰). Die maturen Individuen zeigen wiederum das Verhältnis wie es die Juvenilen zeigen – die Männer mit einem Median von 5,2 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ scheinen mehr tierisches Fett in Form von Fleisch und/oder Milch konsumiert zu haben als die maturen Frauen (Median 6,2 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$). Bei den Senilen zeigen wieder die Frauen die niedrigeren Werte, auch wenn dort der Unterschied zu den männlichen Individuen nicht so gravierend ist (Männer: 5,7 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$; Frauen: 5,5 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$).

Sowohl juvenile als auch adulte Männer ernährten sich omnivor, allerdings scheint die vegetabile Nahrungskomponente bei den adulten einen größeren Anteil ausgemacht zu haben als bei den juvenilen; der $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ steigt von juvenil zu adult. Für die maturen Männer wird der kleinste Wert für $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ aller Männer ermittelt.

In dieser Altersgruppe haben die männlichen Individuen mehr tierisches Fett zu sich genommen als in den übrigen Lebensaltern. Die senilen Männer zeigen ähnliche Werte wie die juvenilen Männer, der Fleischanteil ihrer Nahrung ist demnach deutlich geringer gewesen als der der 40-60-Jährigen.

Die juvenilen Frauen zeigen einen relativ hohen Wert für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$, der zu den adulten Frauen hin nur leicht ansteigt. Dies ist der höchste $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert, der für Tasdorfer Frauen ermittelt wird. Innerhalb dieser Phase ihres Lebens (20-40 Jahre) verzehrten sie demnach mehr pflanzliche Nahrung als während der übrigen Lebensalter. Die maturen Frauen zeigen einen deutlich niedrigeren Wert, also eine fleischreichere Kost als die adulten Frauen. Dies entspricht dem Verlauf bei den Männern, wobei der Unterschied zwischen Adulten und Maturen bei den Frauen nicht so groß ist wie bei den Männern. Im Gegensatz zu den männlichen erwachsenen Tasdorfern, ist bei den weiblichen der niedrigste Wert für die senile Altersgruppe gegeben. Die senilen Frauen verzehrten demnach mehr und/oder häufiger tierische Produkte als die Frauen der anderen Altersstufen.

Die Ergebnisse für $\delta^{15}\text{N}$ (vgl. Abbildung 14, Seite 62) widersprechen teilweise den gefundenen Ergebnissen für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$: Die maturen Frauen zeigen die geringsten $\delta^{15}\text{N}$ -Werte innerhalb der Frauen. Dies ist eine leicht gegenläufige Tendenz zu den $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werten, denn demnach wurde die fleischärmste Ernährung bei den maturen und nicht den adulten Frauen gefunden. Allerdings wird die fleischreiche Ernährung während des senilen Lebensalters auch durch die Ergebnisse der stabilen Stickstoffisotope aus dem Kollagen bestätigt.

4.3.2 Brandenburg

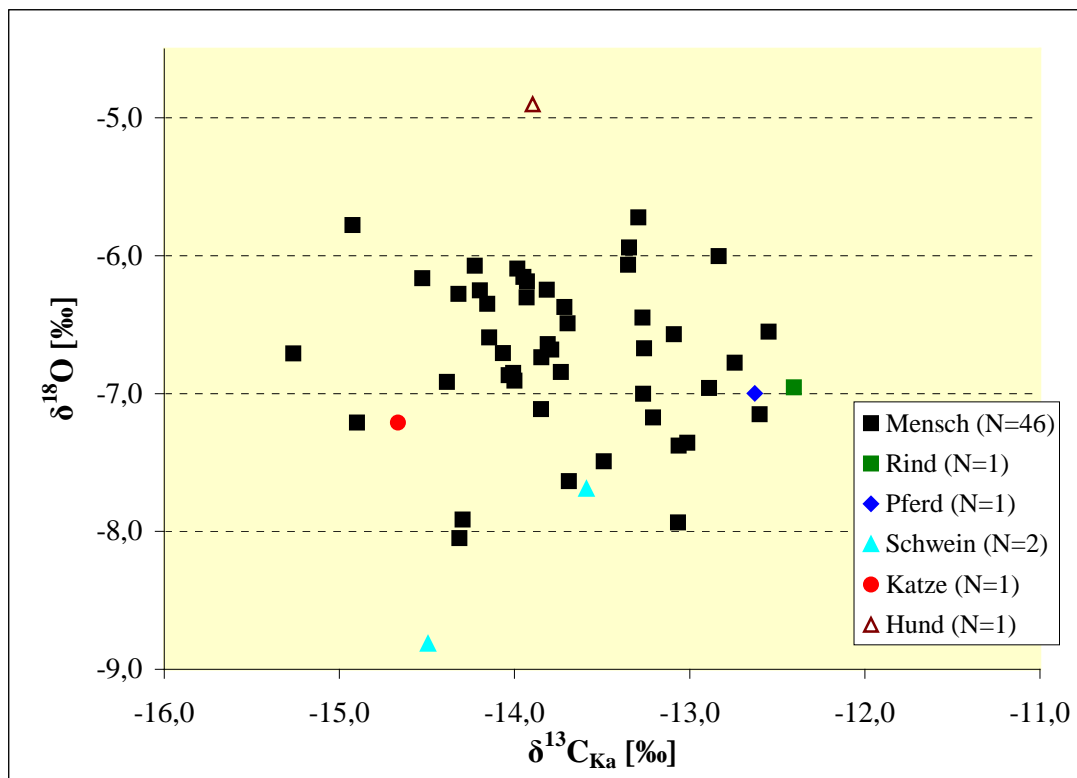


Abbildung 30: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung sowie der Tiere (N=52)

Abbildung 30 zeigt die $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der *Brandenburger* Menschen und der Tiere aus Brandenburg. Die Werte der Menschen für das stabile Sauerstoffisotop variieren stark. Sie reichen von -8,1 ‰ für einen 40-jährigen Mann (BRB 524/293) bis -5,7 ‰ für einen ca. 1,5-jährigen Jungen (BRB 841/489). Der höchste Wert eines Menschen wird nur übertroffen von dem des Hundes (-4,9 ‰ $\delta^{18}\text{O}$), der niedrigste unterschritten von einem Schwein (-8,8 ‰). Der Median für die Menschen beträgt -6,7 ‰ (1. Quartil: -7,0 ‰, 3. Quartil: 6,3 ‰). Die Menschen scheinen alle aus der gleichen Umgebung zu stammen. Eine Möglichkeit für die Erklärung der unterschiedlichen Werte von Hund und Schwein wäre, dass sie eventuell aus einer anderen Gegend stammen. Die anderen Tiere (das zweite Schwein, Katze, Pferd und Rind) weisen $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf, die vermuten lassen, dass sie ebenfalls in der *Brandenburger* Gegend aufgewachsen sind.

Für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ variieren die Werte ebenfalls. Sie reichen von -15,3 ‰ (BRB 2032/933, eine senile Frau) bis -12,6 ‰ für ein ca. 3-jähriges Mädchen (BRB 602/173). Der Median der Menschen beträgt -13,8 ‰ (1. Quartil: -14,1 ‰ und 3. Quartil: -13,3 ‰). Dies bestätigt, dass die vegetabile Nahrung auf C_3 -Pflanzen beruht. Das Rind weist

mit $-12,4\text{‰}$ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ den höchsten Wert auf und bestätigt damit dessen Herbivorie. Auch das Pferd zeigt einen sehr hohen Wert.

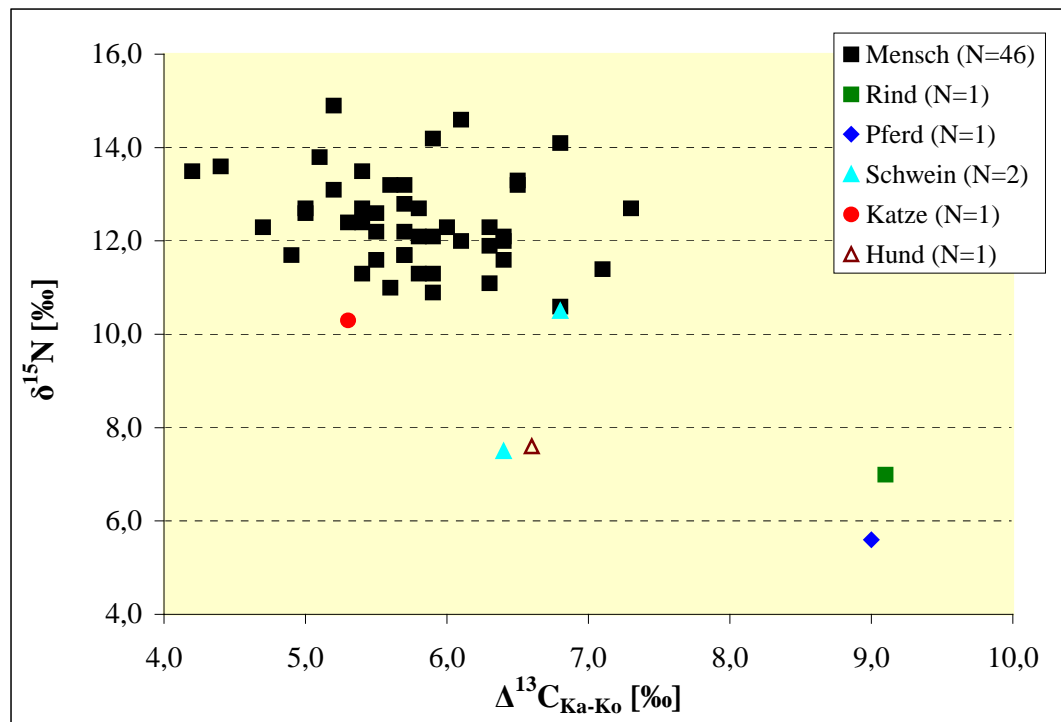


Abbildung 31: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung sowie der Tiere (N=52)

In Abbildung 31 sind die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aus dem Kollagen gegen die Differenz von $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) aufgetragen. Hohe Werte für $\delta^{15}\text{N}$ und niedrige Werte für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ kennzeichnen karnivore Ernährung, niedrige $\delta^{15}\text{N}$ -Werte und hohe $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte herbivore. Die strikte Herbivorie des Rindes und des Pferds wird daher bestätigt. Die Schweine und der Hund zeigen Werte zwischen $6,5\text{‰}$ und $7,0\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$, ernährten sich also omnivor. Die Katze ernährte sich karnivorer als die Omnivoren, allerdings erreicht sie nicht den Wert von $3,0\text{‰}$, den nach Lee-Thorp (1989) strikte Karnivore zeigen. Auch ist der zwischen Karnivoren und Omnivoren liegende Wert für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ kombiniert mit einem relativ niedrigen $\delta^{15}\text{N}$ -Wert (vgl. auch Abbildung 15, Seite 64).

Die $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Menschen streuen zwischen $4,2\text{‰}$ (BRB 2032/933, eine senile Frau) und $7,3\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ (BRB 602/173, ein ca. 3-jähriges Mädchen). Diese beiden Individuen begrenzen auch die menschlichen Werte für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ (vgl. Text zu Abbildung 30). Diese Werte liegen damit außerhalb des Bereichs zwischen 1. Quartil ($5,4\text{‰}$) und 3. Quartil ($6,3\text{‰}$). Dieser Bereich kennzeichnet die Omnivoren und bestätigt somit auch die durch die Kollagene gefundene Omnivorie der

Brandenburger (vgl. Abbildung 15).

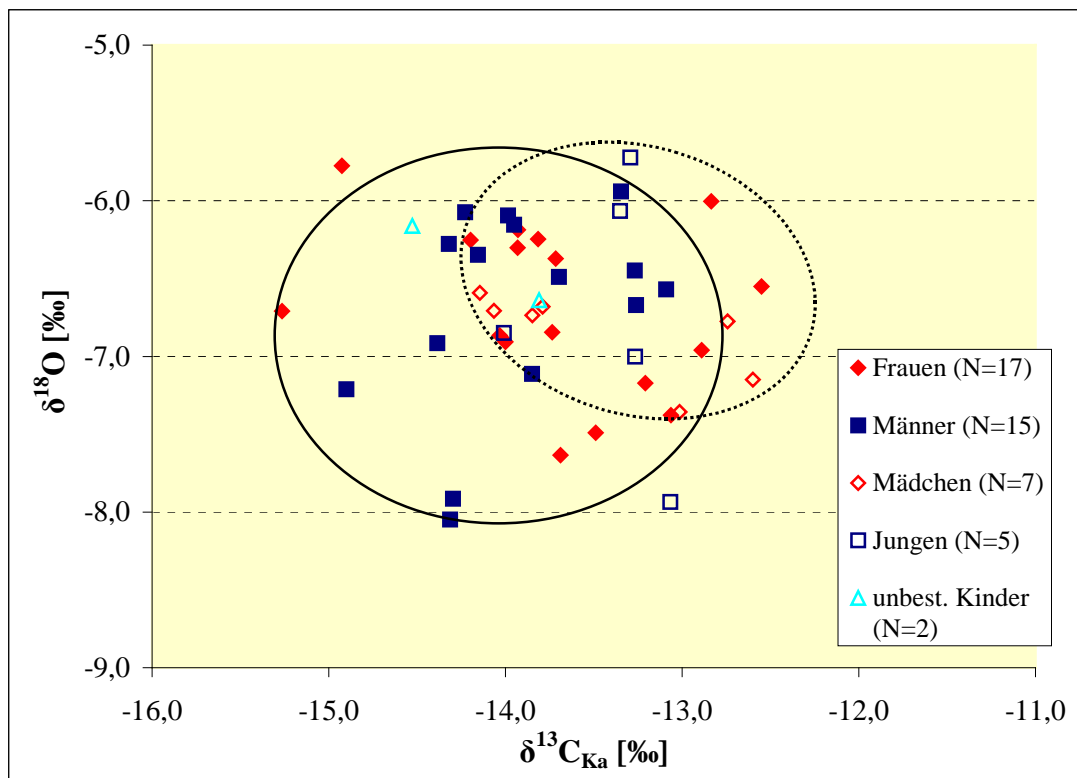


Abbildung 32: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Frauen, Männer und Kinder unterscheiden sich für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$: Die Männer haben den niedrigsten Wert (-14,0 ‰ $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$), gefolgt von den Frauen (Median: -13,7 ‰) und den Kindern (Median -13,6 ‰). Der Unterschied zwischen Männern und Kindern ist statistisch signifikant ($p \leq 0,05$). Die Männer ernährten sich demnach deutlich weniger von pflanzlicher Nahrung als die Kinder. Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Jungen sind mit einem Median von -13,3 ‰ höher als die der Mädchen (-13,8 ‰) und unbestimmten Kinder (-13,8 ‰). Also scheinen auch die Jungen tendenziell mehr oder häufiger pflanzliches Material verzehrt zu haben als die Mädchen und unbestimmten Kinder, wobei es sich hierbei um nur zwei Individuen handelt.

Für $\delta^{18}\text{O}$ ermitteln sich sehr ähnliche Werte (Männer: -6,5 ‰, Frauen und Kinder jeweils -6,7 ‰). Jungen, Mädchen und unbestimmte Kinder zeigen leichte Unterschiede (Median Jungen: -6,9 ‰; Median Mädchen: -6,7 ‰; Median unbestimmte Kinder: -6,4 ‰).

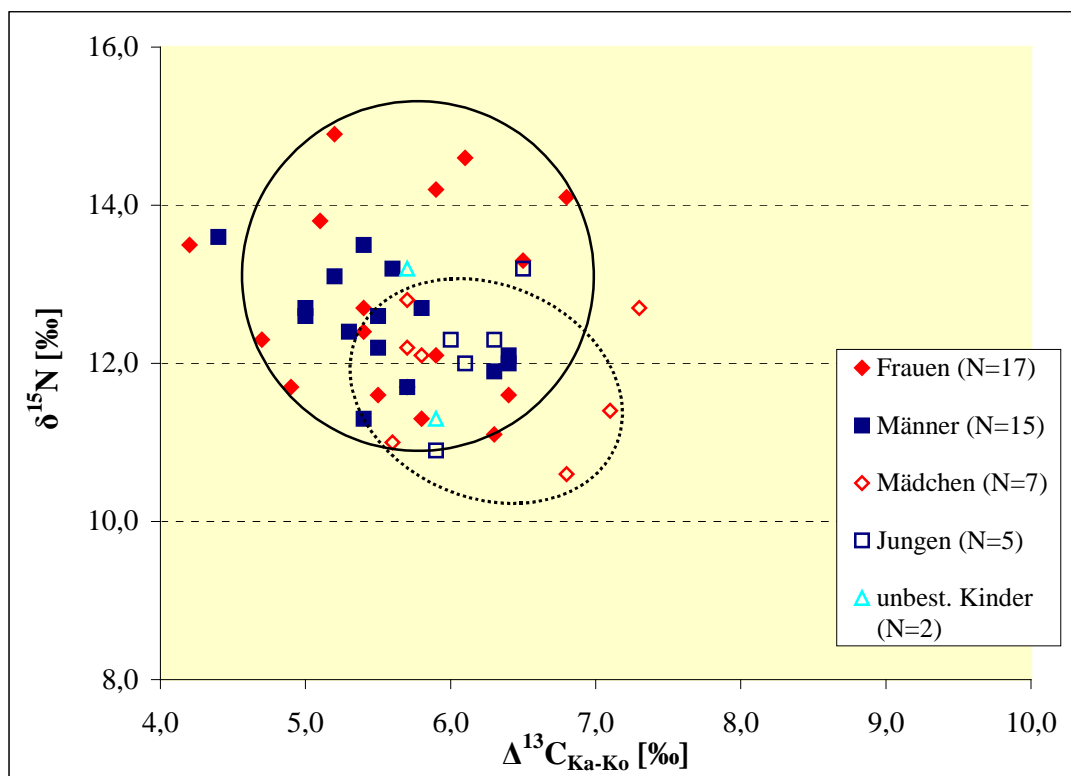


Abbildung 33: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Männer, Frauen und Kinder ernährten sich omnivor. Dies ist das Ergebnis, welches durch die $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte verdeutlicht wird. Die männlichen erwachsenen Brandenburger ernährten sich omnivor mit einem größeren Anteil an fleischlicher Nahrung ($5,5\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) als die Frauen ($5,7\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) und die verzehrten wiederum häufiger Milch- und Fleischprodukte als die Kinder ($6,0\text{‰}$ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$). Allerdings kann eine Signifikanz nur für die unterschiedlichen Werte der Männer und Kinder festgestellt werden ($p \leq 0,05$). Zwischen Mädchen und Jungen besteht ein geringer Unterschied (Mädchen: $5,8\text{‰}$ und Jungen: $6,1\text{‰}$). Es kann angenommen werden, dass Mädchen eventuell fettreichere Nahrung konsumierten als Jungen. Allerdings kann weder eine statistische Signifikanz ermittelt werden, noch reichen die geringen Anzahlen für eine definitive Aussage aus.

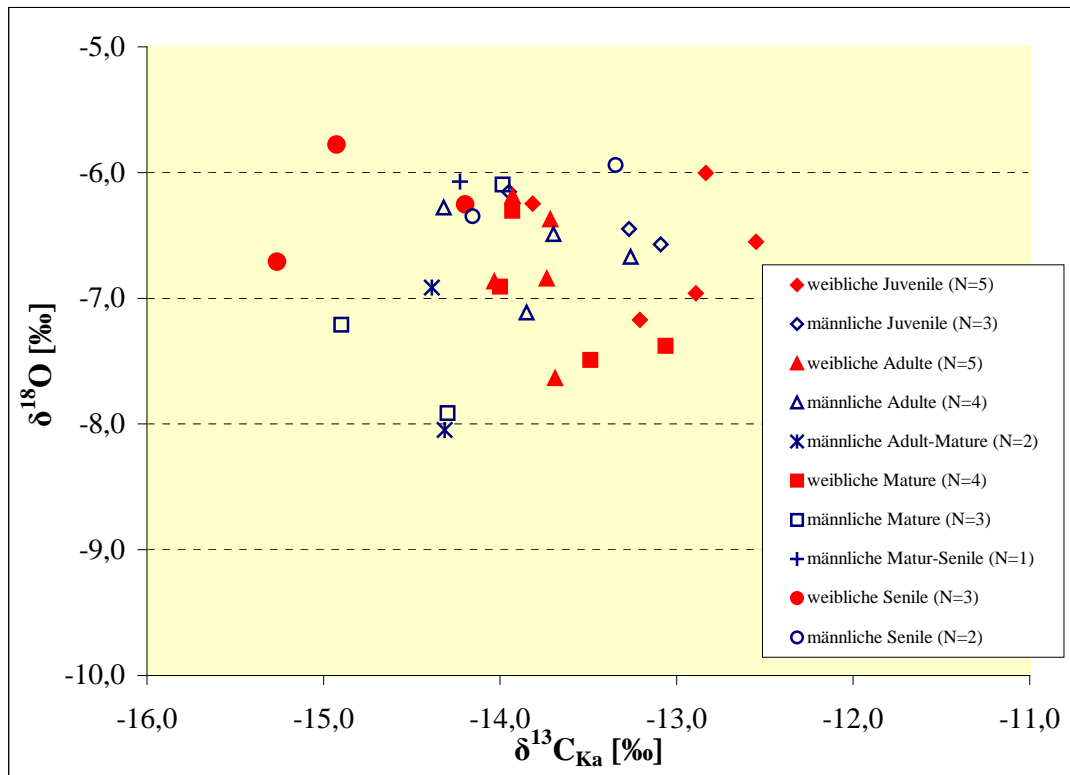


Abbildung 34: $\delta^{18}O$ - und $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werte der erwachsenen *Brandenburger* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=32)

Abbildung 34 stellt die $\delta^{18}O$ - und $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werte für die unterschiedlichen Geschlechter und Altersgruppen graphisch dar. Die Werte für das stabile Kohlenstoffisotop im Karbonat schwanken für die Männer weniger als für die Frauen.

Die höchsten Werte innerhalb der erwachsenen weiblichen *Brandenburger* Individuen ergeben die juvenilen Frauen (-12,9 ‰), gefolgt von den adulten und maturen (jeweils -13,7 ‰). Die senilen weiblichen Individuen haben mit -14,9 ‰ den niedrigsten $\delta^{13}C_{Ka}$ -Wert. Für die Männer ergibt sich ein ähnlicher Verlauf: Für die Juvenilen wird ein Wert von -13,2 ‰ ermittelt, gefolgt von niedrigeren $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werten für die adulten (-13,8 ‰), adult/maturen (-14,4 ‰) und maturen (-14,3 ‰) Männer. Im Gegensatz zu den Frauen zeigen der matur/senile Mann (-14,2 ‰) und die senilen Männer dann wieder einen höheren Wert (-13,8 ‰). Bis auf die Senilen weisen die weiblichen Individuen immer höhere Werte im Vergleich zu der entsprechenden Altersklasse bei den Männern auf. Für die Männer kann bis zum hohen Alter von einer Ernährung ausgegangen werden, die etwas weniger auf pflanzlicher Basis beruhte als jene der Frauen. Dieses Verhältnis kehrt sich bei den senilen Individuen um.

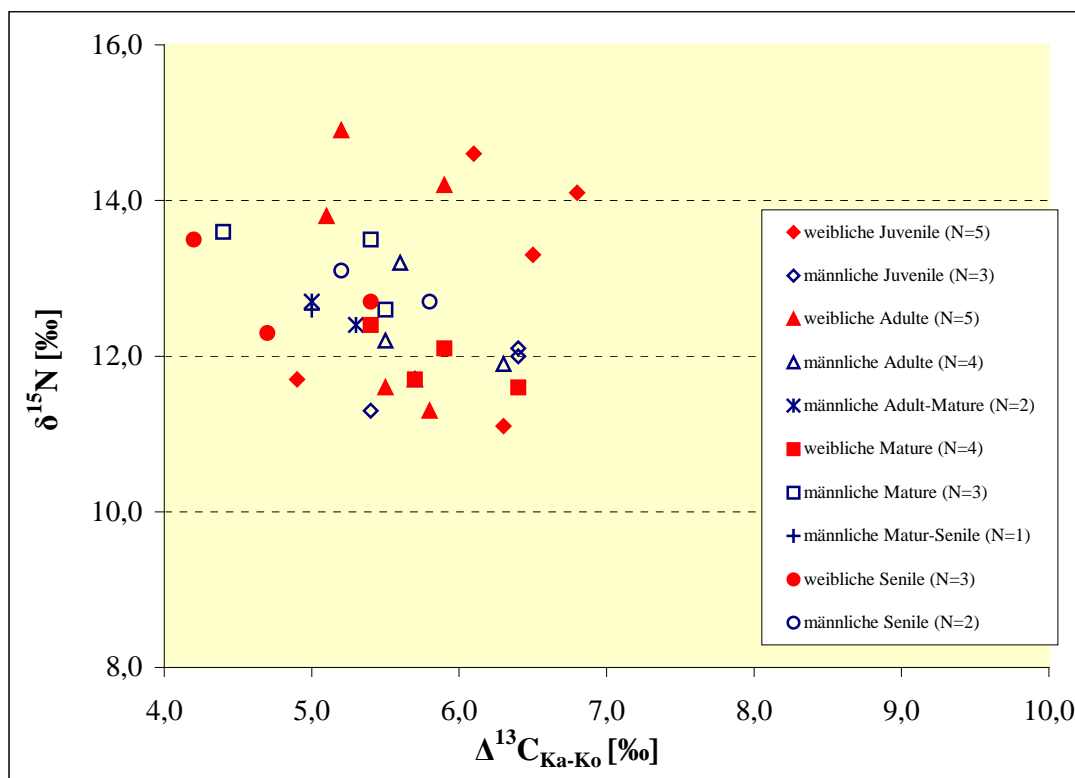


Abbildung 35: $\delta^{15}N$ - und $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werte der erwachsenen *Brandenburger* Bevölkerung (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=32).

Die Abbildung 35 veranschaulicht die Variabilität der $\delta^{15}N$ -Werte für die Frauen. Diese wurde allerdings schon im Text zu Abbildung 17 ausführlich besprochen. Die Werte für $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ variieren bei den Frauen ebenfalls sehr stark. Es lassen sich zwischen den unterschiedlichen Alterskategorien deutliche Unterschiede festmachen. So zeigen die adulten Frauen (5,5 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$) signifikant geringere Werte als die juvenilen Frauen mit einem Median von 6,3 ‰ ($p \leq 0,05$). Es ernährten sich zwar alle Frauen omnivor, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass sich die Frauen im Lebensalter von 20-40 Jahren mehr von tierischen Fetten ernährten als die jüngeren Frauen. Für die maturen Frauen (5,8 ‰) wird ein leicht höherer Wert als bei den adulten gemessen. Die senilen Frauen zeigen einen sehr niedrigen Median von 4,7 ‰; daraus kann in dieser Lebensphase bei ihnen eine gute Versorgung mit Fleisch und/oder Milch abgeleitet werden.

Die Unterschiede zwischen Frauen und Männer der gleichen Altersklasse sind gering: Die juvenilen Männer zeigen mit 6,4 ‰ $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ ähnlich wie die juvenilen Frauen einen Wert, der für die Omnivorie kennzeichnend ist. Wie bei den weiblichen Individuen ist eine Verringerung des Werts zu den adulten (5,7 ‰) und zu den maturen (5,4 ‰) männlichen Individuen festzustellen. Die beiden adult/maturen

Männer liegen mit 5,2 ‰ zwar nicht zwischen den Werten der adulten und maturaen Männer, zeigen jedoch ein ähnliches Niveau, das auch bei den senilen Männern (5,5 ‰) erhalten bleibt.

Frauen und Männer zeigen demnach in Brandenburg eine sehr ähnliche Verteilung im Bezug auf die Anteile tierischer und pflanzlicher Nahrung. Ausgenommen hiervon sind die senilen Frauen. In diesem Lebensalter scheinen die Frauen mehr Fleisch bzw. Milch konsumiert zu haben als in ihren Lebensphasen zuvor und als die Männer der gleichen Alterskategorie. Dies bestätigt die Ergebnisse, die sich aus den stabilen Kohlenstoffisotopen des Karbonats ergeben (vgl. Abbildung 34, Seite 91).

4.3.3 Anklam

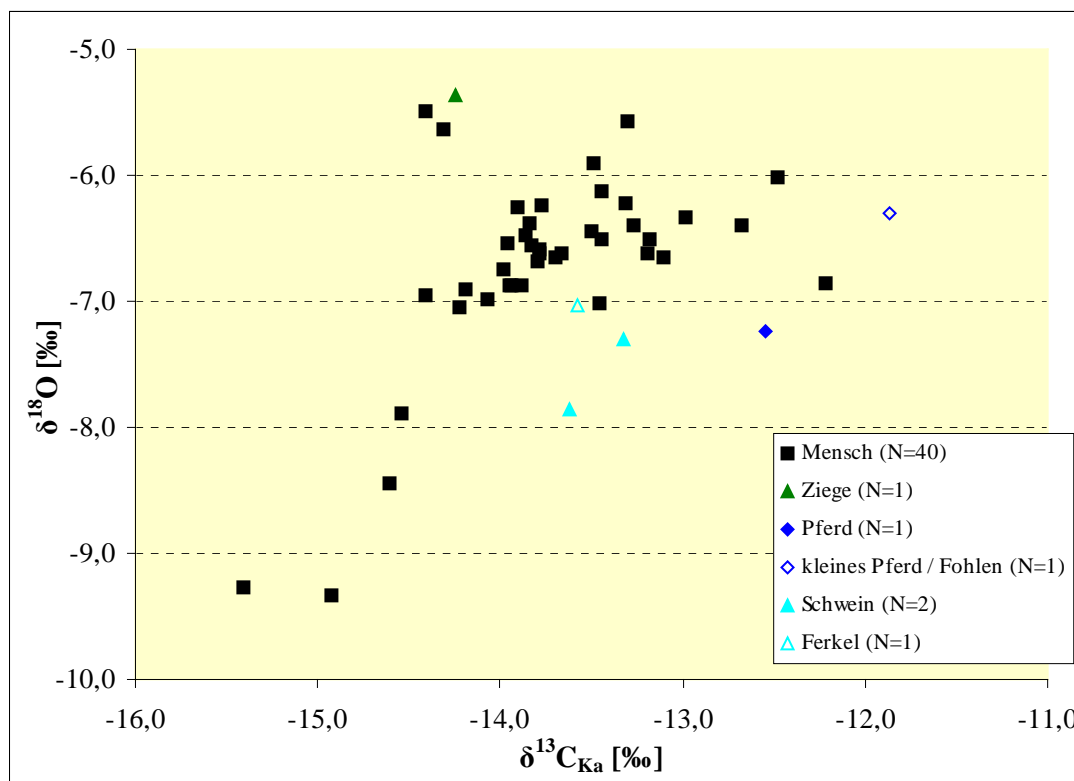


Abbildung 36: $\delta^{18}O$ - und $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung sowie der Tiere (N=46)

Abbildung 36 zeigt die $\delta^{18}O$ - und $\delta^{13}C_{Ka}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung sowie der dort gefundenen Tiere. Deutlich wird, dass sich vier menschliche Individuen im Bezug auf das stabile Sauerstoffisotop eindeutig von den anderen unterscheiden. Diese Menschen zeigen mit -7,9 ‰ bis -9,3 ‰ $\delta^{18}O$ niedrigere Werte als die restlichen Anklamer (-7,0 ‰ bis -5,5 ‰ $\delta^{18}O$). Dies kann darauf hindeuten, dass diese vier Individuen nicht immer in der gleichen Region gelegt haben wie die übrigen untersuchten Anklamer. Die stabilen Kohlenstoffisotope der erwähnten vier

Individuen bewegen sich am unteren Rand der bei den Menschen gemessenen $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte (-15,4 ‰ bis -14,5 ‰). Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der restlichen Anklamer reichen von -14,4 ‰ bis -12,2 ‰. Diese Werte deuten auf eine omnivore Ernährung hin. Allerdings muss man aufgrund des etwas höheren $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werts auch vom Verzehr mariner Tiere ausgehen.

Die Tiere aus Anklam zeigen für das stabile Sauerstoffisotop keine so große Variabilität wie die Menschen. Ein Schwein zeigt eine andere Isotopensignatur als die übrigen Tiere. Es gleicht in seinem $\delta^{18}\text{O}$ -Wert eher den vier menschlichen Individuen, die nicht originär aus Anklam stammen. Eventuell wurde es in einer anderen Region gekauft.

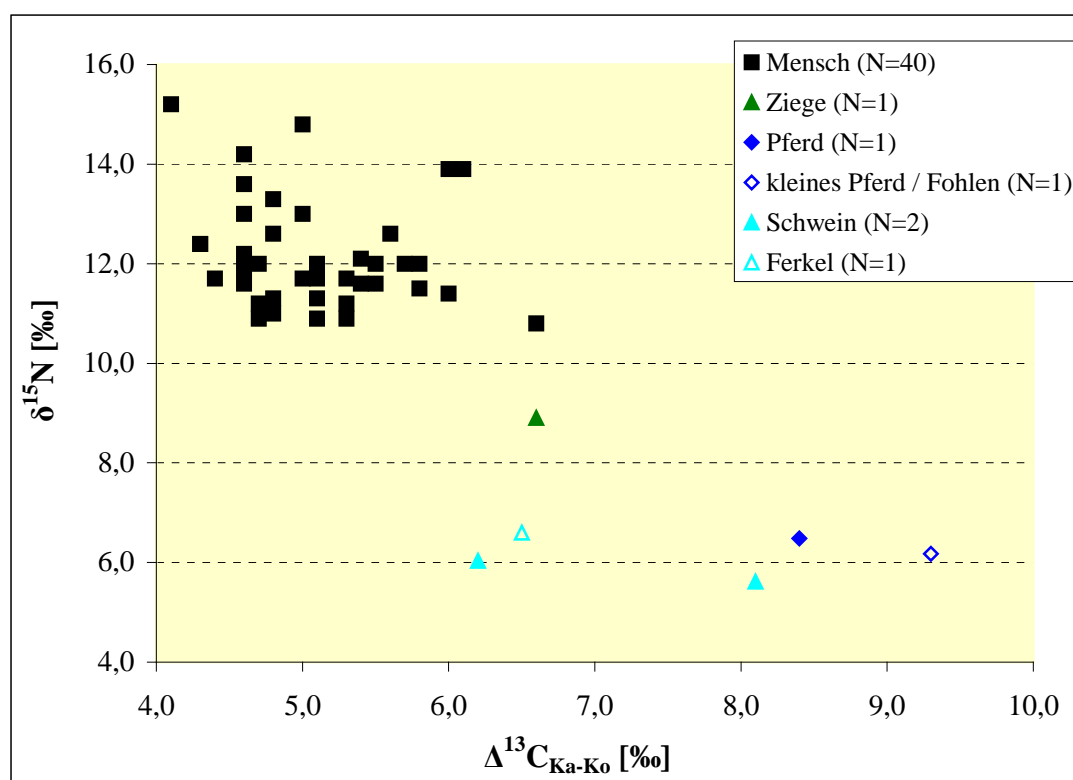


Abbildung 37: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung sowie der Tiere (N=46)

In der obigen Abbildung 37 werden die Werte für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ und $\delta^{15}\text{N}$ für die Menschen und die Tiere aus Anklam veranschaulicht. Die Ergebnisse der stabilen Stickstoffisotope aus dem Kollagen wurden schon in Abbildung 15 beschrieben. Die Unterschiede für $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ zwischen den Menschen und Tieren sind deutlich zu erkennen. Der niedrigste $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert 4,1 ‰ gehört zu einem 0,5-1-jährigen Kind (wahrscheinlich ein Junge); der höchste (6,6 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) zu einem weiblichen juvenilen Individuum. Der Median aller Menschen liegt bei 5,0 ‰ (1. Quartil:

4,6 ‰; 3. Quartil: 5,4 ‰). Damit ist für die Bevölkerung Anklams eine omnivore Lebensweise nachgewiesen. Die Tiere zeigen insgesamt deutlich höhere $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte als die Menschen, wobei das Pferd und das kleine Pferd/Fohlen mit 8,4 ‰ bzw. 9,3 ‰ eindeutig als Herbivore einzuordnen sind. Der Stilleffekt, der für das kleine Pferd/Fohlen in den Ergebnissen aus dem Kollagen beobachtet werden konnte (siehe Abbildung 15), wurde nicht nachgewiesen. Wäre das kleine Pferd/Fohlen noch gesäugt worden, hätte es tierisches Fett in Form von Stutenmilch zu sich genommen und hätte einen niedrigeren $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert zeigen müssen.

Deutliche Unterschiede können auch zwischen den beiden Schweinen erkannt werden. Dabei könnte es sich bei dem Schwein mit dem $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert von 6,2 ‰ um ein Tier gehandelt haben, welches von Abfällen der Nahrung der Menschen ernährt worden ist, die durch Pflanzen (z. B. Eicheln und Bohnen) ergänzt wurde. Es zeigt einen etwas höheren $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert als die Menschen (Median 5,0 ‰). Für das zweite Schwein (8,1 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) kann von einer rein herbivoren Ernährung ausgegangen werden. Dazu passt auch der niedrige $\delta^{15}\text{N}$ -Wert (5,6 ‰). Für das Ferkel ist das Abstillsignal nicht eindeutig zu erkennen.

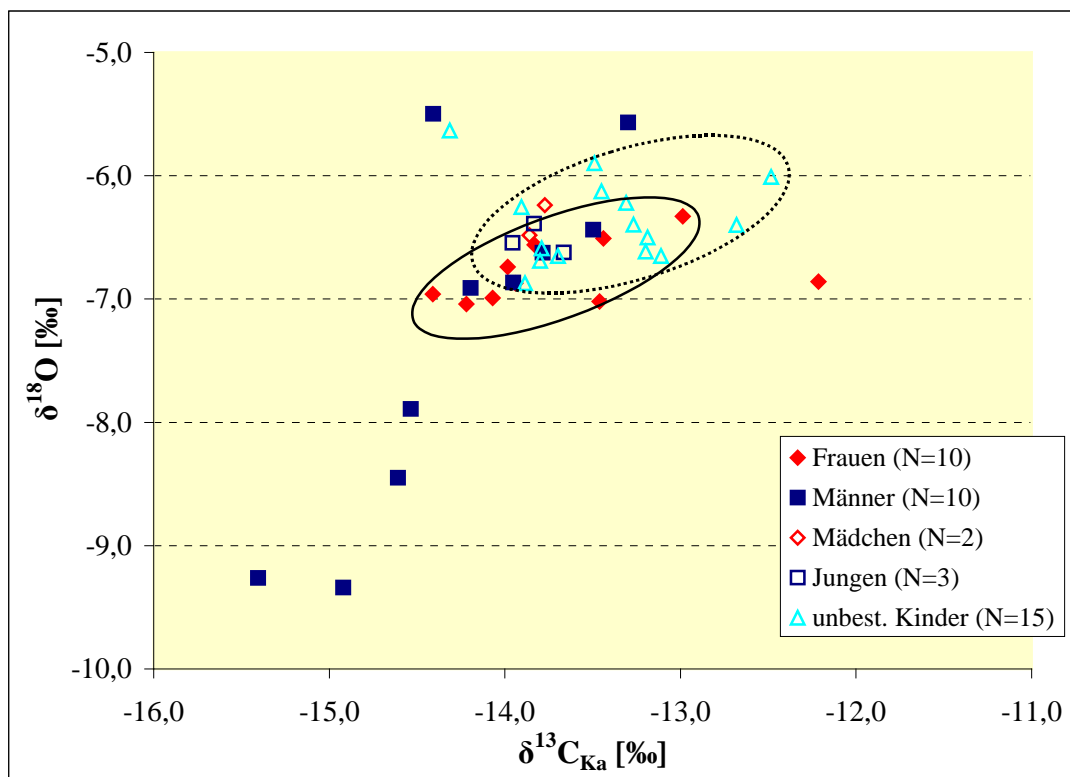


Abbildung 38: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=40). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Abbildung 38 verdeutlicht die $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte für die Anklamer Menschen. Dabei werden die Erwachsenen und Kinder nach Geschlecht unterteilt. Es ist deutlich zu erkennen, dass alle sechs Individuen mit den von den übrigen Anklamern abweichenden $\delta^{18}\text{O}$ -Werten Männer sind. Der Median aller Männer beträgt $-6,9\text{‰}$ (1. Quartil: $-8,5\text{‰}$, 3. Quartil: $-6,4\text{‰}$). Die Werte der Frauen schwanken deutlich weniger für das stabile Sauerstoffisotop und zeigen ebenfalls einen Median von $-6,9\text{‰}$ (1. Quartil: $-7,0\text{‰}$, 3. Quartil: $-6,7\text{‰}$). Die Kinder zeigen mit $-6,4\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$ einen etwas niedrigeren Median als die Erwachsenen mit einer geringen Spannweite (1. Quartil: $-6,6\text{‰}$, 3. Quartil: $-6,2\text{‰}$). Sowohl der Unterschied zwischen Frauen und Kindern ist statistisch signifikant ($p \leq 0,001$) als auch der zwischen Männern und Kindern ($p \leq 0,05$). Jungen ($-6,5\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$) und Mädchen ($-6,4\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$) unterscheiden sich kaum voneinander.

Auch für das stabile Kohlenstoffisotop im Karbonat können kaum Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden: Der Median für die Männer beträgt $-14,3\text{‰}$ und für die Frauen $-13,9\text{‰}$. Die Kinder liegen mit $-13,7\text{‰}$ noch etwas darunter. Jungen ($-13,8\text{‰}$) und Mädchen ($-13,8\text{‰}$) unterscheiden sich nicht voneinander, die unbestimmten Kinder zeigen mit $-13,4\text{‰}$ den höchsten Wert. Demnach kann für die Kinder und vor allem für die unbestimmten davon ausgegangen werden, dass sie etwas weniger pflanzliche Nahrung zu sich nahmen als Frauen und Männer.

Für manche Kinder, bei denen das Geschlecht nicht definitiv bestimmt werden konnte, war es möglich eine Tendenz zu einem Geschlecht festzustellen (vgl. auch Tabelle 8 im Anhang). Werden diese Kinder dem jeweiligen Geschlecht zugeordnet und nicht als unbestimmte Kinder deklariert, ergeben sich nur leicht abweichende Werte als für Abbildung 38 beschrieben ($-6,3\text{‰}$ für die Jungen und $-6,6\text{‰}$ $\delta^{18}\text{O}$ für die Mädchen). Für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ ergibt sich sowohl für Jungen als auch die Mädchen $-13,8\text{‰}$. Dies entspricht genau dem Wert, der sich auch für das sicher bestimmte Geschlecht ergeben hatte (siehe Abbildung 38). Für die unbestimmten Kinder errechnet man mit $-13,3\text{‰}$ einen minimal niedrigeren Wert.

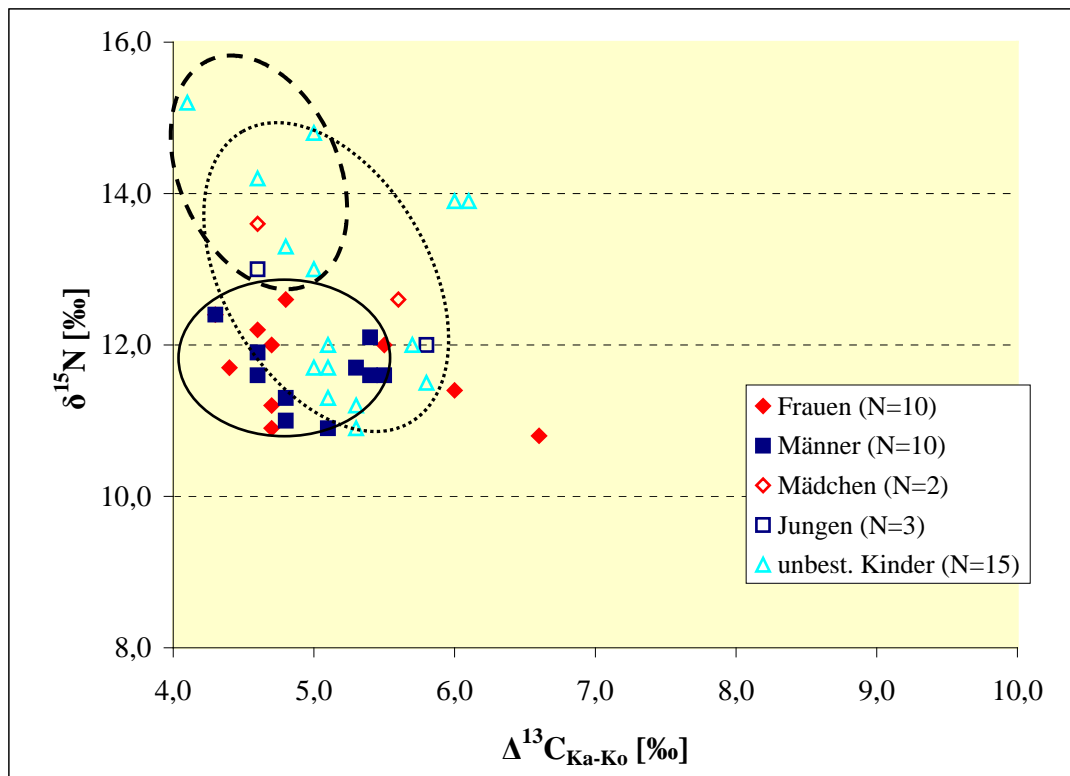


Abbildung 39: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=40). Innerhalb der gestrichelten Ellipse sind alle Individuen, deren $\delta^{15}\text{N}$ -Werte höher als 13,0 ‰ und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte niedriger als 5,0 ‰ sind (siehe Text). Die anderen Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

In der oben dargestellten Abbildung werden die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte, die für diese Einteilung der Individuen schon in Abbildung 19 auf Seite 70 besprochen wurden, gegen die $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte aufgetragen. Hohe Werte für das stabile Stickstoffisotop des Kollagens und niedrige Werte für die Differenz der stabilen Kohlenstoffisotop des Karbonats und des Kollagens deuten auf eine fleischreiche Ernährung bzw. auf eine Nahrung, die tierische Fette enthält. Deutlich wird, dass eine solche Kombination der zwei Werte vor allem von Kindern gezeigt wird. Die Individuen, die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von über 13,0 ‰ und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte von 5,0 ‰ und niedriger aufweisen, befinden sich in der gestrichelten Ellipse. Bei den unbestimmten Kindern handelt es sich ausschließlich um höchstens anderthalbjährige Individuen, von denen man davon ausgehen kann, dass sie gestillt wurden, also demnach fettreiche Muttermilch zu sich genommen haben (vgl. hier auch die Ergebnisse aus Kapitel 4.4 Das Abstillen der Kinder, Abbildung 49). Innerhalb dieser Gruppe befinden sich auch zwei 2-3-Jährige, ein Mädchen und ein Junge. Auch bei diesen Kindern muss von einer Ernährung durch Muttermilch ausgegangen werden. Allerdings deuten die Ergebnisse insgesamt daraufhin, dass die Kinder bereits Beikost in Form von

Getreide bekommen haben.

Betrachtet man alle Kinder (Median; 5,1 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) zeigen diese höhere Werte als die erwachsenen Individuen (Männer: 5,0 ‰, Frauen: 4,7 ‰). Es handelt sich hierbei jedoch nicht um statistisch signifikante Unterschiede. Innerhalb der Kinder zeigen die drei sicher bestimmten Jungen (4,6 ‰) einen deutlich niedrigeren Median als die sicher bestimmten Mädchen (5,1 ‰) und die unbestimmten Kinder (5,1 ‰). Wegen der geringen Gruppengrößen ist eine Überprüfung auf die statistische Signifikanz nicht möglich. Auch wenn wie in Abbildung 38 die Kinder, bei denen nur eine Tendenz zu einem Geschlecht ermittelt werden konnte diesem Geschlecht zugeordnet werden, zeigt sich keine Clusterung der Kinder eines Geschlechts bei hohen oder niedrigen $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werten. Dies belegen auch die Mediane, die sich kaum von denen der sicher bestimmten Kinder unterscheiden (Jungen: 4,6 ‰, Mädchen: 5,1 ‰, unbestimmte Kinder: 5,3 ‰). Auch bei dieser Einteilung folgt, dass männliche Kinder eventuell etwas mehr durch tierische Kost bzw. Muttermilch ernährt wurden als weibliche Kinder.

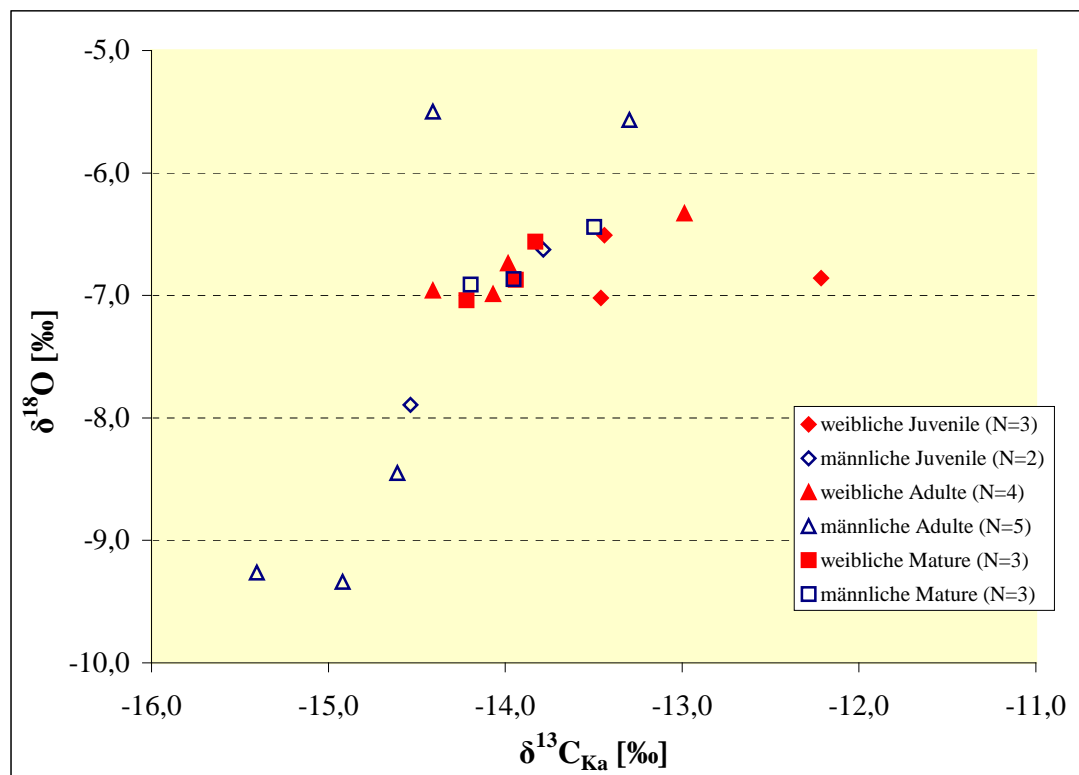


Abbildung 40: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der erwachsenen *Anklamer* (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=20). Senile Individuen konnten nicht untersucht werden.

Abbildung 40 verdeutlicht, dass sich die große Variabilität der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der

Männer durch die adulten männlichen Individuen ergibt. Diese liegen alle außerhalb des Bereichs, in welchem sich die übrigen Individuen bewegen (-7,0 bis -6,0 ‰). Drei adulte Männer haben abgereicherte Sauerstoffwerte, die unter dem genannten Bereich liegen, während zwei adulte Männer höhere Werte zeigen. Insgesamt ergibt sich für diese Gruppe ein Median von -8,5 ‰ $\delta^{18}\text{O}$, der sich deutlich von dem Median der adulten Frauen (-6,9 ‰ $\delta^{18}\text{O}$) unterscheidet. Dieser Unterschied deutet darauf hin, dass die adulten Männer ursprünglich nicht aus der Anklamer Region stammen. Handelt es sich hierbei um schwedische oder kaiserliche Belagerer (s. Diskussion, Kapitel 5.6 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Anklam, Seite 235ff)?

Die drei adulten Männer, die die geringeren $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zeigen (A 0163, A 0172 und A 1394), weisen auch niedrigere $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aus dem Kollagen als die restliche Bevölkerung auf (vgl. Abbildung 20, Seite 71). Auch für den juvenilen Mann (A 0117) in dieser Gruppierung ergibt sich für das stabile Kohlenstoffisotop des Kollagens ein leicht niedrigerer Wert als für die anderen Individuen. Diese Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus dem Kollagen bestätigt das Ergebnis, dass diese Männer nicht aus der Anklamer Region stammen bzw. nicht lange vor ihrem Tod dort gelebt haben.

Für die juvenilen Männer (-7,3 ‰ $\delta^{18}\text{O}$) ergibt sich ein niedrigerer Median als für die juvenilen Frauen (-6,9 ‰). Eventuell handelte es sich bei dem 17-20-Jährigen Individuum mit den abgereicherten und so den adulten Männern ähnlichen Werten ebenfalls um ein Individuum, welches nicht in der Umgebung heimisch war? Weibliche und männliche Mature weisen mit einem Median von -6,9 ‰ exakt den gleichen Wert auf.

Für das stabile Kohlenstoffisotop aus dem Karbonat zeigen sich ebenfalls Unterschiede innerhalb der Altersklassen. Die obige Abbildung zeigt auf, dass die adulten Männer sich nicht nur für den Sauerstoff von der restlichen Bevölkerung unterscheiden. Sie bewegen sich bis auf ein Individuum am unteren Ende der $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der übrigen Bevölkerung. Daher wurde für adulten Männer auch ein niedrigeren Median (-14,5 ‰) errechnet als für die adulten Frauen (-14,0 ‰). Es handelt sich nicht um einen Unterschied von einer ganzen Trophiestufe, deutet jedoch auf eine Ernährung die mehr auf Pflanzen bzw. weniger auf mariner Nahrung

basierte als die der Frauen. Sie unterstützt damit die Schlussfolgerung, dass die adulten Männer wahrscheinlich nicht aus der Anklamer Region stammten. Dieser Effekt kann wiederum auch bei den juvenilen Individuen beobachtet werden. Die juvenilen Männer (-14,2 ‰) haben einen deutlich niedrigeren $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Wert als die juvenilen Frauen (-13,4 ‰).

Die maturen Individuen unterschiedlichen Geschlechts unterscheiden sich auch hier kaum voneinander (mature Männer: -14,0 ‰, mature Frauen: -13,9 ‰).

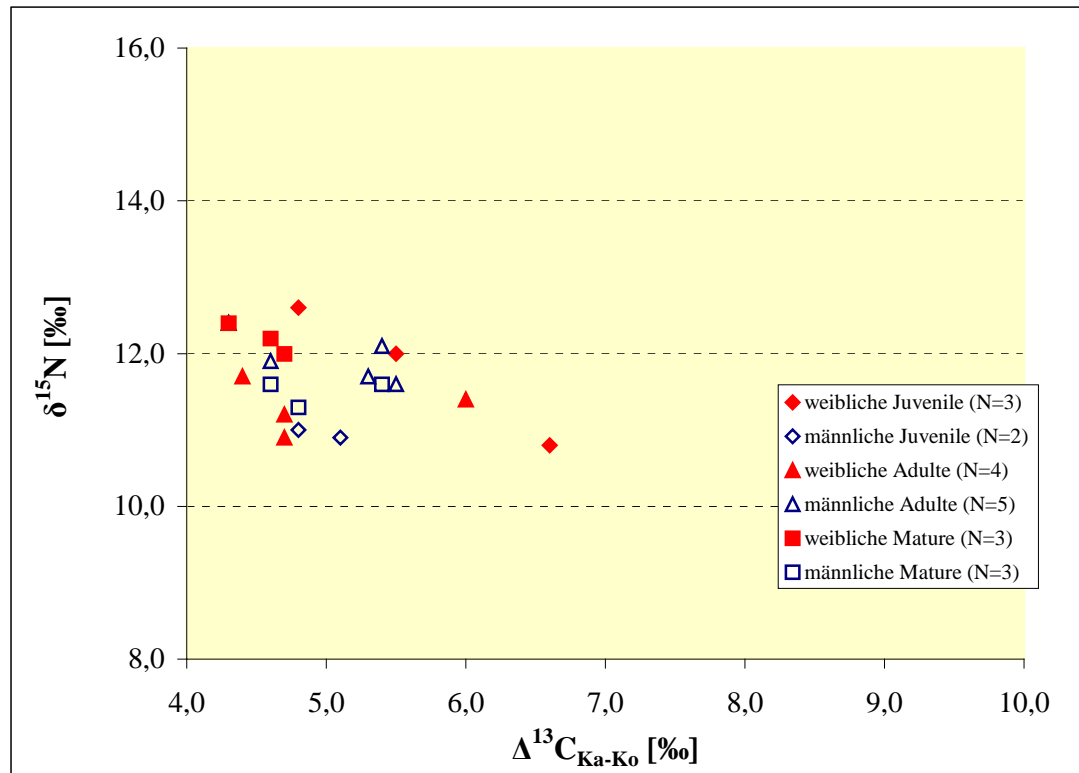


Abbildung 41: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der erwachsenen Anklamer (inkl. der Juvenilen) aufgeteilt in die unterschiedlichen Altersklassen und das Geschlecht (N=20). Senile Individuen konnten nicht untersucht werden.

Die beiden juvenilen männlichen Individuen in Abbildung 41 zeigen einen Median von 5,0 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$. Dieser Wert ist deutlich niedriger als der Wert der juvenilen weiblichen Individuen (5,5 ‰). Die Datenlage lässt daher den Schluss zu, dass die juvenilen Männer mehr tierisches Fett zu sich nahmen als die juvenilen Frauen. Wie die Ergebnisse für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ schon andeuteten (vgl. vorherige Abbildung 40), wird dieses Verhältnis bei den adulten Individuen nicht gefunden. In dieser Lebensspanne ernährten sich die Frauen etwas mehr von Fleisch- und Milchprodukten als die Männer (4,7 ‰ zu 5,3 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$). Auch bei den Maturen zeigen Frauen niedrigere Werte als die Männer (4,6 ‰ zu 4,8 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$).

Bei beiden Geschlechtern kann eine Verbesserung der Ernährung von der Jugend bis zum Alter beobachtet werden. Dieser Verlauf ergibt sich teilweise auch für die Ergebnisse aus dem Kollagen (s. Abbildung 20, Seite 71).

4.3.4 Vergleich der Ergebnisse der stabilen Isotope aus dem Karbonat zwischen den drei Bevölkerungen

Die Ergebnisse der drei untersuchten Bevölkerungen Tasdorfs, Brandenburgs und Anklams wurden in den vorherigen drei Kapiteln beschrieben. Im Folgenden soll auf die Unterschiede zwischen den Bewohnern der drei Orte eingegangen werden.

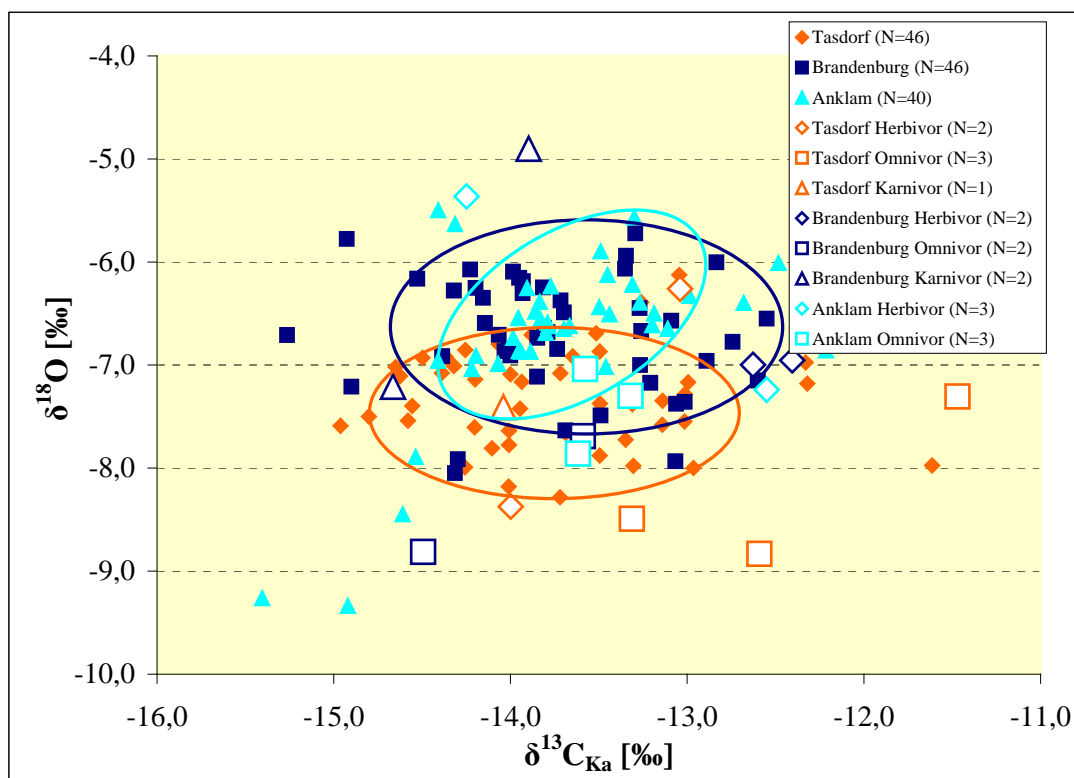


Abbildung 42: $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der menschlichen und tierischen Individuen aller drei Bevölkerungen (N=150). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Abbildung 42 veranschaulicht die Variationsbreite und Überschneidungsbereiche der menschlichen Individuen der drei untersuchten Skelettserien. Es ist zu erkennen, dass Anklam sowohl für die $\delta^{18}\text{O}$ - als auch für die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte die größte Variabilität aufweist. Die geringste Variabilität für das stabile Sauerstoffisotop ergibt sich für die Bewohner Tasdorfs, die daher alle aus der gleichen Region stammen müssen, während Brandenburg die geringste Spannbreite für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ zeigt, was darauf hindeutet, dass dort die Menschen sich weniger verschieden voneinander ernährt haben als in den beiden anderen Bevölkerungen.

Für das stabile Kohlenstoffisotop ergibt sich für alle drei Bevölkerungen ein Median von -13,8 ‰. Das stabile Sauerstoffisotop zeigt Unterschiede zwischen den beiden Städten Brandenburg (-6,7 ‰ $\delta^{18}\text{O}$) und Anklam (-6,6 ‰ $\delta^{18}\text{O}$) und dem Dorf Tasdorf (-7,4 ‰ $\delta^{18}\text{O}$). Dieser Unterschied zwischen Stadt und Dorf ist jeweils statistisch höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Die Datenlage lässt den Schluss zu, dass nach Tasdorf wenige Menschen neu hinzuzogen bzw. wenige Besucher dort verstarben und bestattet wurden. In den Städten herrschte mehr Bewegung, Leute zogen hinzu und zogen auch wieder weg, so dass hier die größere Variabilität und auch der andere $\delta^{18}\text{O}$ -Wert erklärbar sind.

In der oben dargestellten Abbildung 42 wird auch deutlich, dass die Werte der untersuchten Tiere sowohl für $\delta^{18}\text{O}$ als auch für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ noch stärker variieren als die Werte der Menschen. Die Omnivoren aus Anklam zeigen von den Anklamer Menschen unterschiedliche $\delta^{18}\text{O}$ -Werte und könnten aus dem Tasdorfer Gebiet stammen. Allerdings können sie auch aus anderen Umgebungen kommen, deren stabile Sauerstoffisotope nicht untersucht wurden. Auch ein omnivores Tier aus Brandenburg könnte in einem anderen Gebiet gekauft worden sein, genau wie die beiden Schweine aus Tasdorf (s. a. Diskussion, Seite 181). Die $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Herbivoren und Omnivoren schwanken stark, was auf unterschiedliche Kohlenstoffquellen hindeutet.

In der folgenden Abbildung werden die Ergebnisse der $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte aller drei Bevölkerungen sowie der jeweilig dazugehörigen Tiere miteinander verglichen. Die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte wurden bereits in Abbildung 21 auf Seite 72 besprochen.

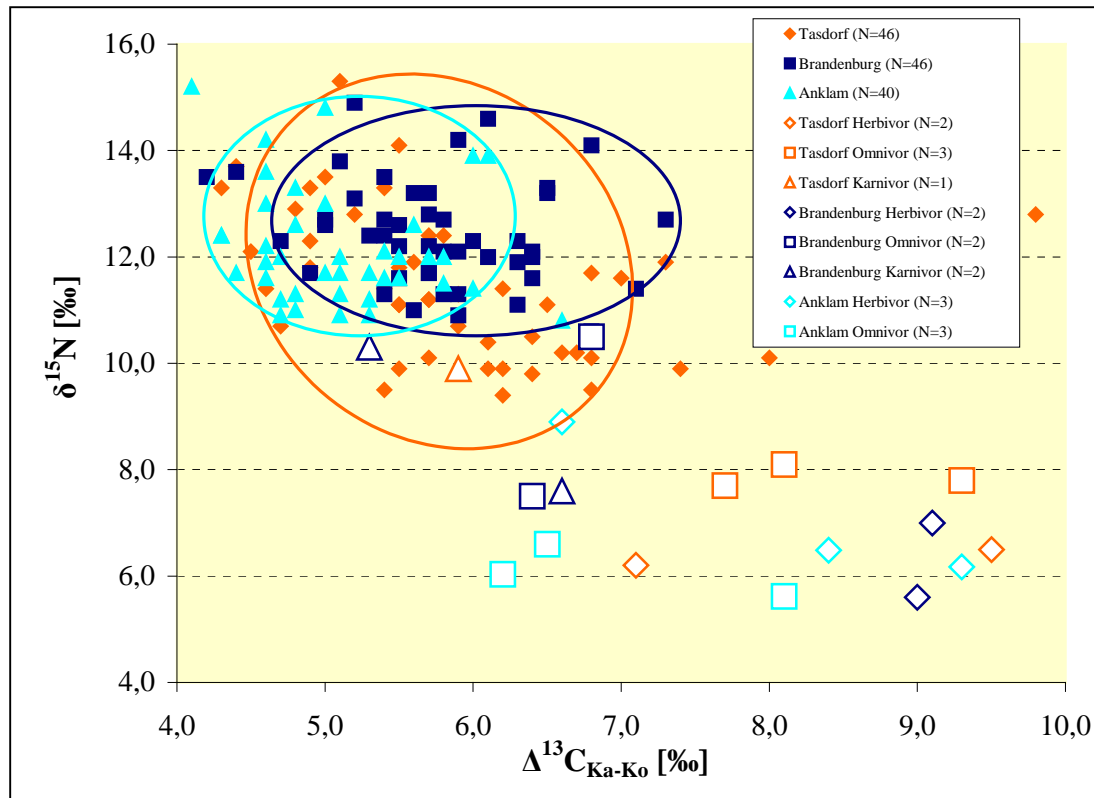


Abbildung 43: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der menschlichen und tierischen Individuen aller drei Bevölkerungen (N=150). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Die $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Tasdorfer Menschen reichen von 4,3 ‰ bis 9,8 ‰. Allerdings könnte es sich bei dem höchsten Wert auch um einen Messfehler handeln. Der Median ist 5,7 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ (1. Quartil: 5,3 ‰; 3. Quartil: 6,4 ‰). Die Brandenburger bewegen sich zwischen 4,2 ‰ und 7,3 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ mit einem Median von ebenfalls 5,7 ‰ (1. Quartil: 5,4 ‰; 3. Quartil: 6,3 ‰). Mit 5,0 ‰ ergibt sich für Anklam der niedrigste $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert (1. Quartil: 4,6 ‰; 3. Quartil: 5,5 ‰). Dieser unterscheidet sich jeweils höchst signifikant von den anderen beiden Bevölkerungen ($p \leq 0,001$). Obwohl sich alle drei Populationen omnivor ernährt haben, haben die Anklamer deutlich mehr Fleisch- und/oder Milchprodukte sowie Fisch verzehrt als die übrigen beiden.

Deutlich zu erkennen ist auch, dass die Anklamer Werte sehr homogen sind, wohingegen die Brandenburger und vor allem die Tasdorfer Daten stärker variieren. Aufgrund der Datenlage ist daher zu schließen, dass die Bewohner in Tasdorf sich sehr unterschiedlich ernährten, im Dorf also verschiedene Schichten anzutreffen sind (s. Diskussion, Kapitel 5.4 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Tasdorf).

Die Tiere unterscheiden sich deutlich für ihre $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte: Die beiden

Karnivoren aus Brandenburg und Tasdorf weisen $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte auf, die kleiner als 6,0 ‰ sind. Damit ist für die als fleischfressend angenommenen Tiere (zwei Katzen) eine omnivore Lebensweise nachgewiesen. Der Hund aus Brandenburg weist einen höheren Wert als die Katzen auf. Für ihn muss von einer omnivoren Lebensweise mit relativ großen Anteilen pflanzlicher Nahrung ausgegangen werden. Tiere, die einen $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert größer als 7,5 ‰ zeigen, ernährten sich anscheinend nur von Pflanzen. Hierzu gehören alle drei Tasdorfer Schweine und ein Schwein aus Anklam, für die eine Ernährung durch z. B. Eicheln und Bohnen angenommen wird. Ebenfalls in dieser Gruppierung befinden sich das Tasdorfer Rind, die beiden Herbivoren aus Brandenburg (Rind und Pferd) sowie die beiden Pferde aus Anklam.

Die drei folgenden Abbildungen veranschaulichen die aus den stabilen Isotopen des Karbonats gewonnenen Ergebnisse der Männer, Frauen und Kinder der drei Bevölkerungen. Dabei werden die Mediane der jeweiligen Gruppe durch ein Symbol dargestellt, die dazugehörigen Quartile als Fehlerbalken. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den vorher dargestellten Ergebnissen wurde die gleiche Skalierung des Koordinatenkreuzes gewählt.

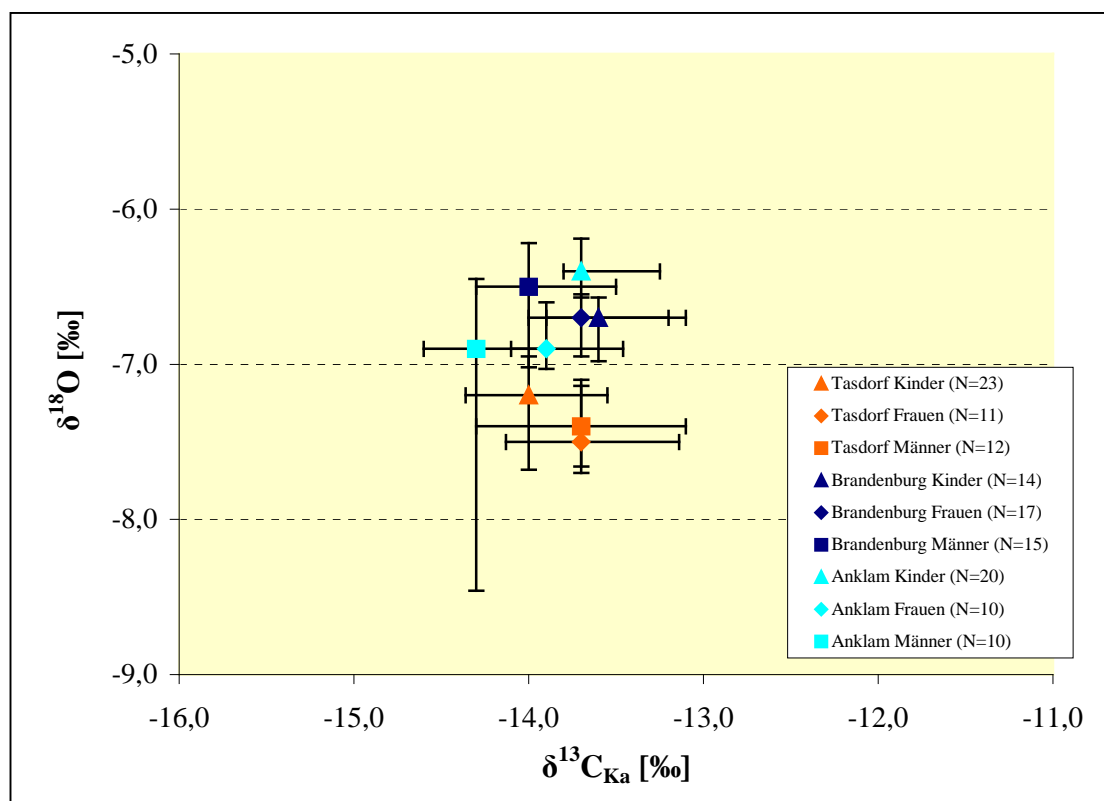


Abbildung 44: Mediane der $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der Männer, Frauen und Kinder *aller drei Bevölkerungen* im Vergleich (N=132). Die schwarzen Linien stellen jeweils 1. und 3. Quartil zu dem jeweiligen Median (Symbol) dar.

Abbildung 44 zeigt die Mediane der Männer, Frauen und Kinder aller drei Populationen für $\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$. Die Mediane für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ bewegen sich innerhalb eines sehr engen Rahmens von -14,3 ‰ (Anklamer Männer) bis -13,6 ‰ (Brandenburger Kinder). Die Werte von $\delta^{18}\text{O}$ reichen von -7,5 ‰ (Tasdorfer Frauen) bis -6,4 ‰ (Anklamer Kinder).

In Abbildung 42 wurden die städtischen und ländlichen Populationen bereits auf Signifikanzen untersucht. Hier soll der Vergleich auf die Erwachsenen und Kinder ausgedehnt und verfeinert werden. Signifikante Unterschiede lassen sich für $\delta^{18}\text{O}$ zwischen Kindern aus Tasdorf (-7,2 ‰) und Brandenburg (-6,7 ‰) finden ($p \leq 0,01$) und zwischen den Anklamer (-6,4 ‰) und Brandenburger Kindern ($p \leq 0,01$). Die Tasdorfer und Anklamer Kinder sind höchst signifikant unterschiedlich ($p \leq 0,001$).

Bei den erwachsenen Individuen zeigen sowohl Tasdorfer Männer (-7,4 ‰) als auch Frauen (-7,5 ‰) von den Brandenburgern (Männer: -6,5 ‰; Frauen: -6,7 ‰) signifikant differente Daten ($p \leq 0,01$ bzw. $p \leq 0,001$). Im Unterschied zur gesamten Bevölkerung, wo eine Signifikanz der gesamten Tasdorfer gegenüber der gesamten Anklamer Bevölkerung ermittelt werden konnte, ergab sich ein solcher signifikanter Unterschied für die Tasdorfer Männer gegenüber den Anklamer Männern (-6,9 ‰) nicht. Dies ist bedingt durch die große Variabilität der Daten der Anklamer Männer (s. Variabilitätsbalken in Abbildung 44 und die Darstellung in Abbildung 38). Tasdorfer und Anklamer Frauen (-6,9 ‰) weisen wiederum einen deutlichen Unterschied ($p \leq 0,001$) auf.

Wie auch auf der Bevölkerungsebene ähneln sich die Werte der Anklamer und Brandenburger Erwachsenen. Für $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ wurden keine Unterschiede gefunden.

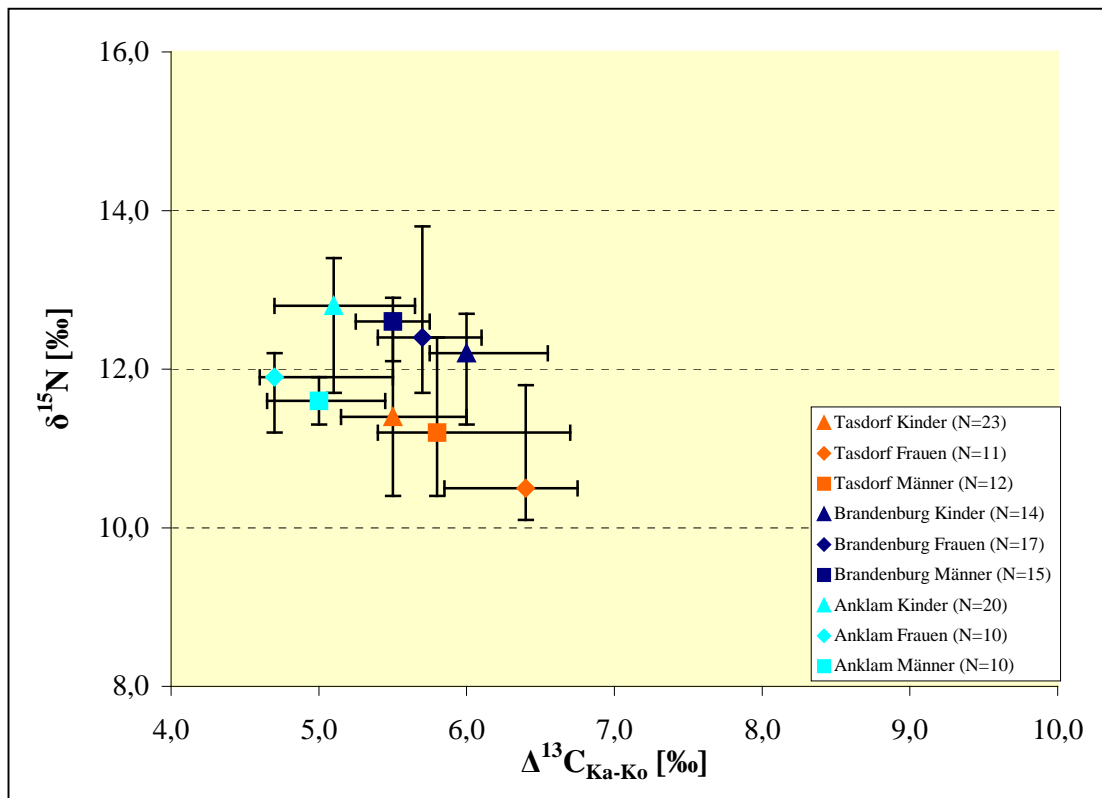


Abbildung 45: Mediane der $\delta^{15}N$ - und $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werte der Männer, Frauen und Kinder aller drei Bevölkerungen im Vergleich (N=132). Die schwarzen Linien stellen jeweils 1. und 3. Quartil zu dem jeweiligen Median (Symbol) dar.

In der obigen Abbildung sind die Mediane der Erwachsenen und Kinder für $\delta^{15}N$ und $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ aller drei Bevölkerungen aufgetragen. Die Ergebnisse für das stabile Stickstoffisotop wurden schon in Abbildung 22 (Seite 75) besprochen. Die $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werte reichen von 4,7 ‰ (Anklamer Frauen) bis 6,4 ‰ (Tasdorfer Frauen). Abbildung 43 ergab signifikant höhere Werte nahe der Küste wohnenden Anklamer Bevölkerung gegenüber den binnenländischen Populationen. In Bezug auf die Kinder ergibt sich diese Signifikanz nur beim Vergleich der Brandenburger (6,0 ‰) zu den Anklamern (5,1 ‰). Mit einem Median von 5,5 ‰ haben die Tasdorfer Kinder einen etwas niedrigeren Wert als die Anklamer und unterscheiden sich von den Brandenburgern ($p \leq 0,05$). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Anklamer und Tasdorfer Kinder mehr tierische Produkte zu sich nahmen als ihre Eltern bzw. als die Erwachsenen der jeweiligen Bevölkerung. Ferner aßen sie auch mehr Fleisch als die Brandenburger Kinder, die im Vergleich zu ihren Eltern weniger Fett aus tierischen Produkten konsumierten. Allerdings zeigen die Brandenburger einen höheren $\delta^{15}N$ -Wert als die Tasdorfer Kinder (vgl. hierzu auch Abbildung 22). Dies lässt auf eine proteinreichere Ernährung der Brandenburger Kinder schließen.

Für die erwachsene Bevölkerung verdeutlicht sich die schlechtere Ernährungslage der Tasdorfer Frauen (6,4 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) gegenüber den Männern (vgl. Abbildung 27). Jene haben sich von allen am protein- und fettärmsten ernährt und daher auch deutlich weniger bzw. seltener von Fleisch- und Milchprodukten als die Brandenburger (5,7 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) und Anklam (4,7 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) Frauen ($p \leq 0,05$ bzw. $p \leq 0,001$). Die Anklamer Frauen zeigen von allen Erwachsenen den höchsten $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert. Dieser ist signifikant höher als jener der Brandenburger Frauen ($p \leq 0,05$).

Der Vergleich der Männer ergibt Signifikanzen, die auch auf Bevölkerungsebene errechnet wurden. Tasdorfer Männer (5,8 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) und Brandenburger Männer (5,5 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) nehmen ungefähr gleich viel tierisches Fett zu sich; sie unterscheiden sich jeweils signifikant von den Anklamer Männern (5,0 ‰) ($p \leq 0,01$ bzw. $p \leq 0,05$).

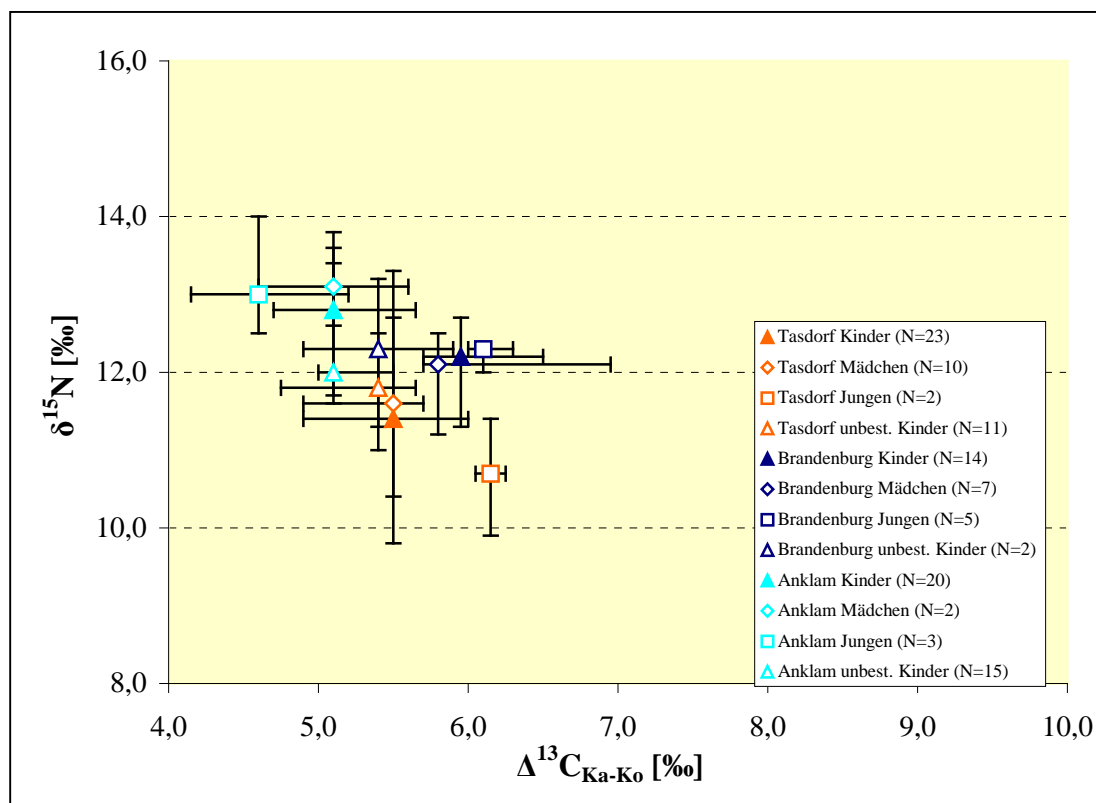


Abbildung 46: Mediane der $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Kinder aller drei Bevölkerungen aufgeteilt nach Geschlecht (N=57). Die schwarzen Linien stellen jeweils 1. und 3. Quartil zu dem jeweiligen Median (Symbol) dar.

In Abbildung 46 werden die $\delta^{15}\text{N}$ - und $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Kinder noch einmal dargestellt. Zusätzlich werden die Daten der Kinder der drei Serien noch einmal getrennt nach Geschlecht aufgetragen. Die Anklamer Kinder, bei denen das

Geschlecht nur als Tendenz bestimmt werden konnte, sind unter die „unbestimmten Kinder“ eingeordnet. Mit 4,6 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ gehört der niedrigste Wert zu den Anklamer Jungen; der höchste wird für die Tasdorfer Jungen ermittelt (6,2 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$).

Innerhalb der drei Bevölkerungen haben bei den Anklamern die Jungen den niedrigsten Wert, Mädchen und unbestimmte Kinder mit 5,1 ‰ einen etwas höheren. Für die Tasdorfer zeigen die unbestimmten Kinder (5,4 ‰ $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$) (oft jüngere Kinder) einen leicht niedrigeren Wert als die Mädchen (5,5 ‰). Die Jungen zeigen einen deutlich höheren Wert (6,2 ‰). Bei den Brandenburgern haben die unbestimmten Kinder mit 5,4 ‰ den niedrigsten Wert, gefolgt von den Mädchen (5,8 ‰) und den Jungen (6,1 ‰).

Signifikanzen können aufgrund der geringen Individuenanzahl nicht ermittelt werden. Die Anklamer Jungen unterscheiden sich jedoch deutlich von den Tasdorfer und Brandenburger Jungen, wie auch die Anklamer Mädchen von den Mädchen der anderen beiden Bevölkerungen.

4.4 Das Abstillen der Kinder anhand der stabilen Isotope

Die folgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse zum Abstillen der Kinder graphisch dar. Dabei sind die Werte aller Kinder der jeweiligen Bevölkerung dargestellt. Der Median der Frauen ist als breite rote Linie eingezeichnet, die Quartile als dünnere rote Linien. Die Kinder, die noch gestillt werden, sollten deutlich höhere Werte als die sie stillenden Frauen haben und daher über dem Median bzw. 3. Quartil der Frauen liegen. Für die schon abgestillten Kinder dahingegen, werden Werte ähnlich denen der Frauen erwartet. Allerdings beinhaltet der Median aller Frauen auch mature und senile Individuen, die in ihren letzten Lebensjahren sicherlich nicht gestillt haben und daher für den Vergleich der Kinder und ihrer „potentiellen“ Mütter nicht geeignet sind. Daher wurde ein weiterer Median errechnet. Er wird durch die breitere schwarze Linie dargestellt und beinhaltet nur adulte Frauen. Dementsprechend wurden auch 1. und 3. Quartil errechnet.

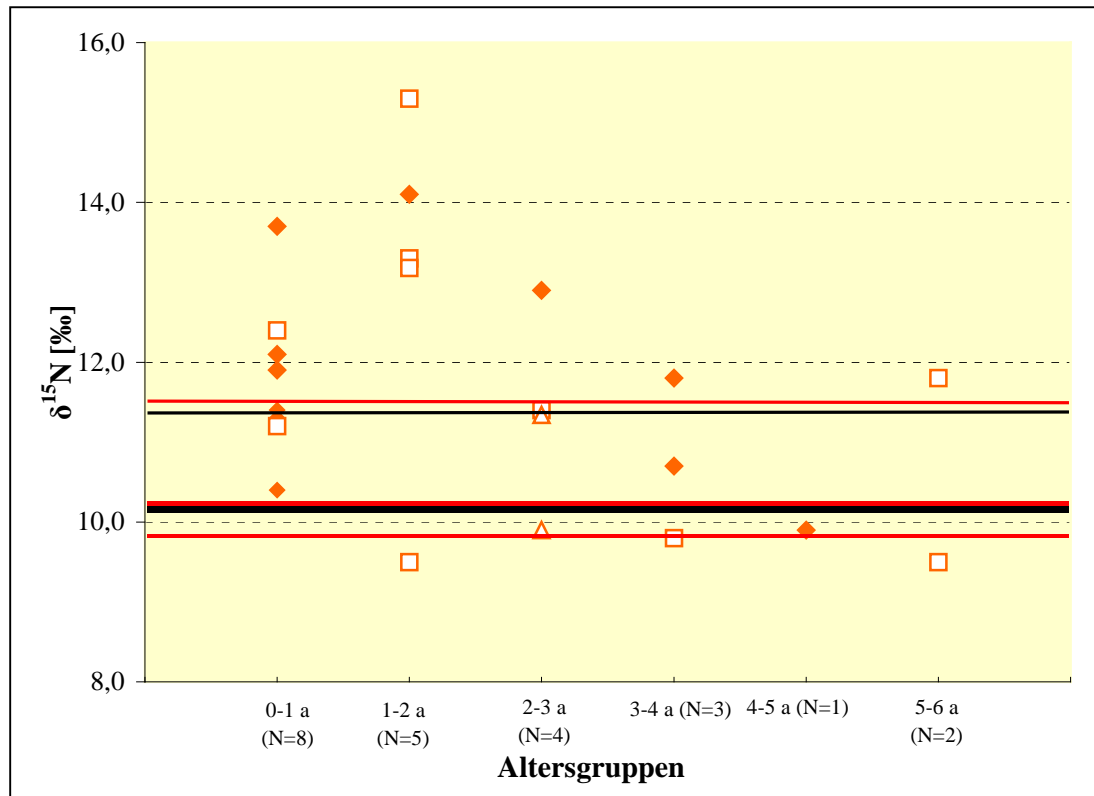
4.4.1 Das Abstillen der Kinder anhand der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte

Abbildung 47: $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der *Tasdorfer* Kinder (N=23) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbar Kinder (N= 12); offene Quadrate = Mädchen (N=10); offene Dreiecke = Jungen (N=2)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=11). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=3), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Betrachtet man Abbildung 47, erkennt man, dass sich der Median aller Frauen (rote breite Linie) und jener der potentiell stillenden Frauen (schwarze breite Linie) kaum voneinander unterscheiden. Das 1. Quartil der adulten Frauen ist gleich dem Median (10,2 %).

Die obige Abbildung veranschaulicht, dass bei den 0-1-jährigen Kindern sieben Individuen deutlich höhere $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zeigen als die Frauen. Das Individuum T_{Nz}137 liegt auf dem Niveau der Frauen und könnte in diesem Alter bereits entwöhnt worden sein. Allerdings handelt es sich hierbei um ein Individuum, welches 0-0,5 Jahre alt war. Da es einige Monate dauern kann, bis der kindliche Knochen umgebaut wird, zeigen Neugeborene sehr oft die Isotopenwerte ihrer Mütter. Um einen solchen Fall könnte es sich hier handeln. Mit 2-3 Jahren wurden die Kinder teilweise noch gestillt, ein Individuum war bereits in dieser Altersgruppe vollständig

entwöhnt. Die Daten lassen den Schluss zu, dass mit drei Jahren die Kinder weitestgehend entwöhnt waren und Erwachsenenkost in Form von Getreide und Gemüse zu sich nahmen. Es ist ferner zu sehen, dass auch im Alter von 3-4 und 5-6 Jahren einige Kinder höhere Werte als die Frauen zeigen (s. Diskussion, Kapitel 5.4.2 Das Abstillen der Kinder in Tasdorf).

Von den 23 untersuchten Tasdorfer Kindern konnte nur bei 12 Individuen das Geschlecht bestimmt werden (zehn Mädchen und zwei Jungen). Daher ist es nicht möglich, darauf einzugehen, ob Kinder eines Geschlechts kürzer oder länger gestillt wurden als die des anderen.

Bei der Auswertung der Tasdorfer Daten muss berücksichtigt werden, dass der frühneuzeitliche Friedhof mehrere Jahrhunderte belegt war und die Kinder aus verschiedenen Jahrhunderten stammen können, in denen sich der Zeitpunkt, wann der Entwöhnprozess begonnen wurde, verändert haben kann.

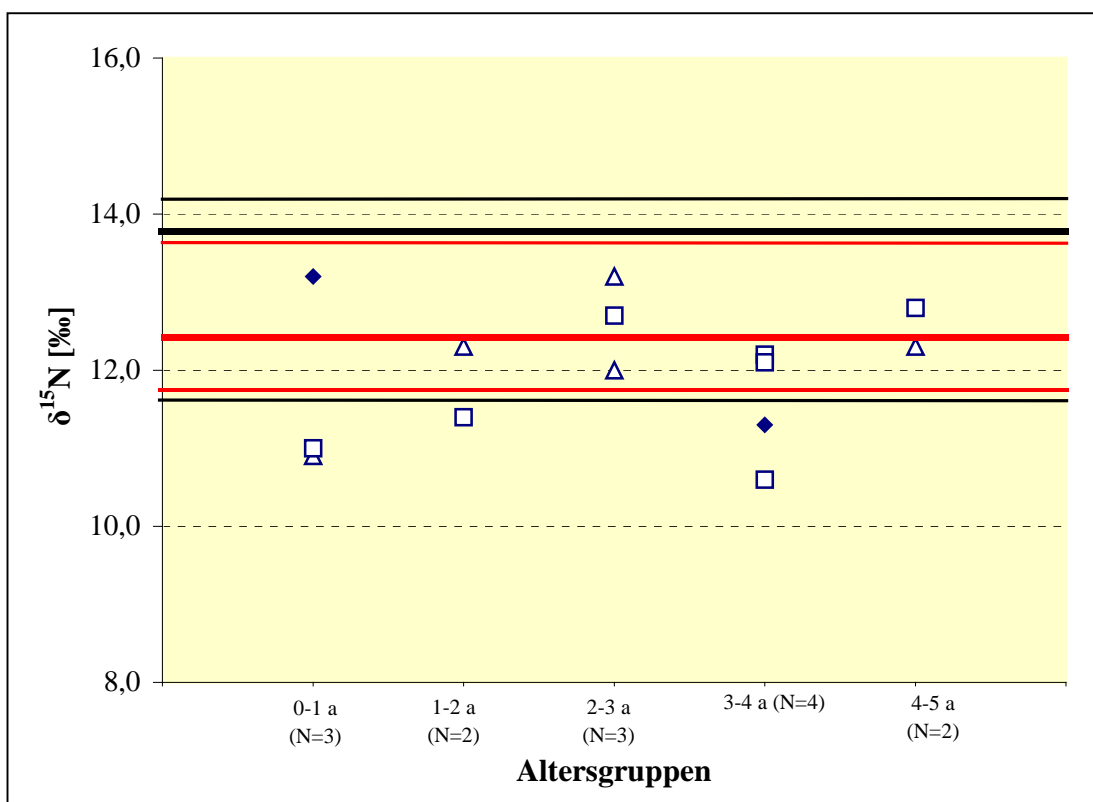


Abbildung 48: $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der *Brandenburger* Kinder (N=14) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbar Kinder (N=2); offene Quadrate = Mädchen (N=7); offene Dreiecke = Jungen (N=5)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=17). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=5), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 48 verdeutlicht die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Brandenburger Kinder in den unterschiedlichen Altersgruppen. Sie zeigt ferner auch, dass sich die adulten Frauen (Median: breite schwarze Linie, Quartile: dünne schwarze Linien) im Vergleich zu allen Frauen (Median: breite rote Linie, Quartile: dünne rote Linien) deutlich proteinreicher ernährten. Der Unterschied macht fast eine gesamte Trophiestufe aus. Ausgehend vom Median der adulten Frauen zeigen alle Kinder Werte, welche niedriger sind als deren Median und müssten demnach schon abgestillt worden sein. Das ist sehr unwahrscheinlich. Aber auch ausgehend vom Median aller Frauen kann kein eindeutiger Abstillzeitpunkt festgelegt werden. Deutlich wird nur, dass von den 2-3-Jährigen zu den 3-4-Jährigen wie bei den Tasdorfer Kindern ein eindeutiger Abfall der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zu verzeichnen ist. Das verstärkt die Interpretation, dass durch das Vorhandensein jüngerer Geschwister manche Nahrungskomponenten wie z. B. Kuhmilch für die älteren wegfallen.

Zwischen Mädchen und Jungen können keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden.

Der Vergleich von Abbildung 47 und Abbildung 48 verdeutlicht auch noch einmal, dass die Tasdorfer Frauen deutlich weniger Proteine zu sich nahmen als die Brandenburger Frauen. Darauf wurde in Abbildung 22 auf Seite 75 schon näher eingegangen.

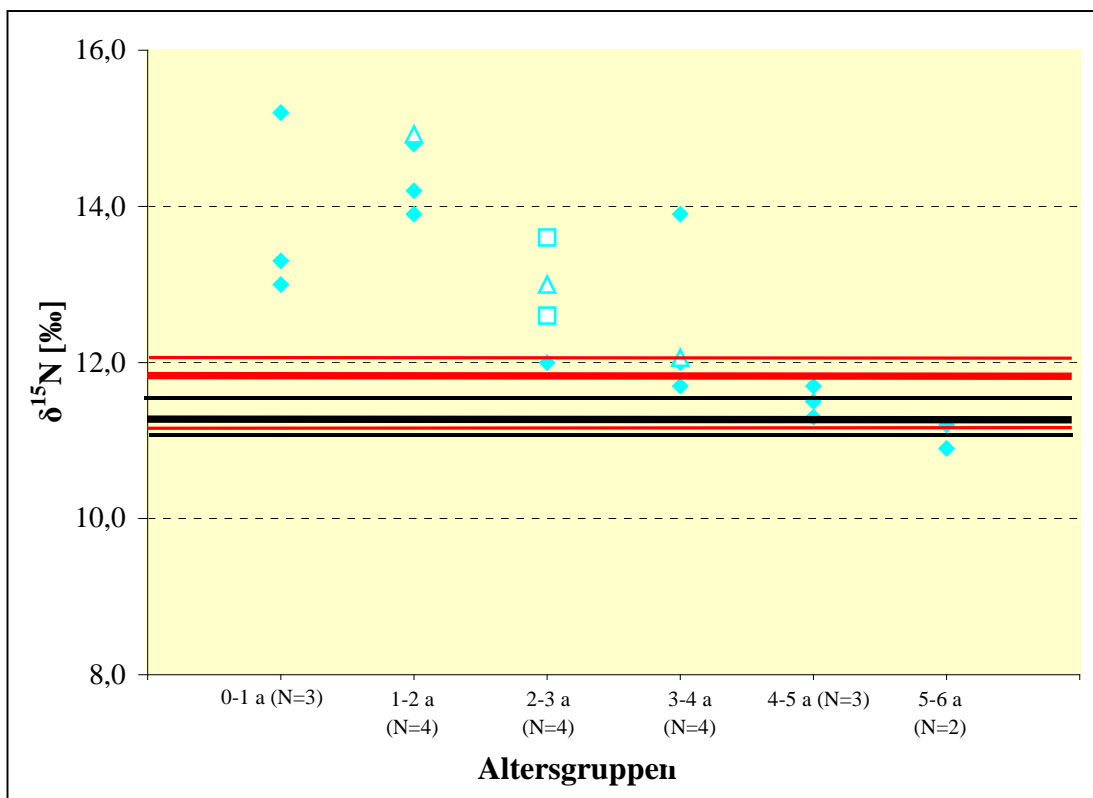


Abbildung 49: $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbar Kinder (N=15); offene Quadrate = Mädchen (N=2); offene Dreiecke = Jungen (N=3)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 49 zeigt die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufgeteilt nach Altersgruppen der Kinder für die Anklamer Bevölkerung. Die Grafik verdeutlicht, dass die Werte der jüngeren Frauen (Median: breite schwarze Linie, Quartile: dünne schwarze Linien) niedriger sind als die aller Frauen (Median: breite rote Linie, Quartile: dünne rote Linien). Die Abbildung zeigt einen kontinuierlichen Abfall des schweren Stickstoffisotops im Verlauf der Altersgruppen. Die beiden niedrigen Werte in der Altersklasse 0-1 Jahr gehören jeweils zu Individuen, die jünger als ein halbes Jahr alt sind (A1552 und A1931). Eventuell war hier vor dem Tod der Einbau des Stickstoffs noch nicht abgeschlossen oder aber die Kinder wurden zu wenig bzw. nicht gestillt, was eventuell ihren frühen Tod begünstigt haben könnte. Die Datenlage deutet darauf hin, dass der Entwöhnprozess weitestgehend mit drei Jahren abgeschlossen war. Allerdings wurde noch ein 3-4-jähriges Individuum (A1406) gestillt bzw. durch deutlich mehr Milchprodukte bzw. Fleisch ernährt als die Frauen zu sich nahmen.

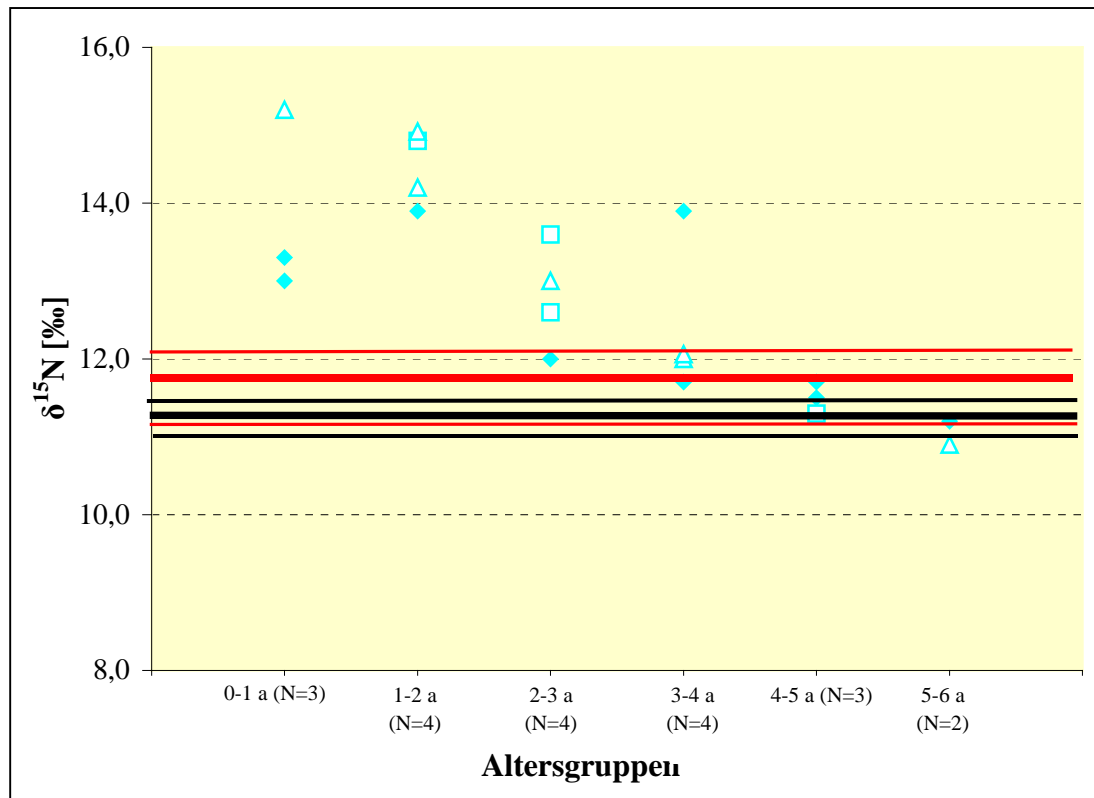


Abbildung 50: $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten. Im Gegensatz zu Abbildung 49 sind die Kinder, bei denen das Geschlecht nicht definitiv bestimmt werden konnte (sondern nur als Tendenz) nicht unter die unbestimmten Kinder kategorisiert, sondern zu dem jeweiligen Geschlecht (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=9); offene Quadrate = Mädchen (N=4); offene Dreiecke = Jungen (N=7)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 50 deutet darauf hin, dass auch bei den Anklamer Kindern kein Unterschied zwischen der Stilldauer von Mädchen und Jungen festzustellen ist. Die hohen Werte bei den sehr jungen Kindern gehören sowohl zu Jungen als auch Mädchen. Gerade bei den 0-2-jährigen Kindern konnte das Geschlecht einiger Individuen nicht bestimmt werden, so dass keine eindeutige Aussage getroffen werden kann.

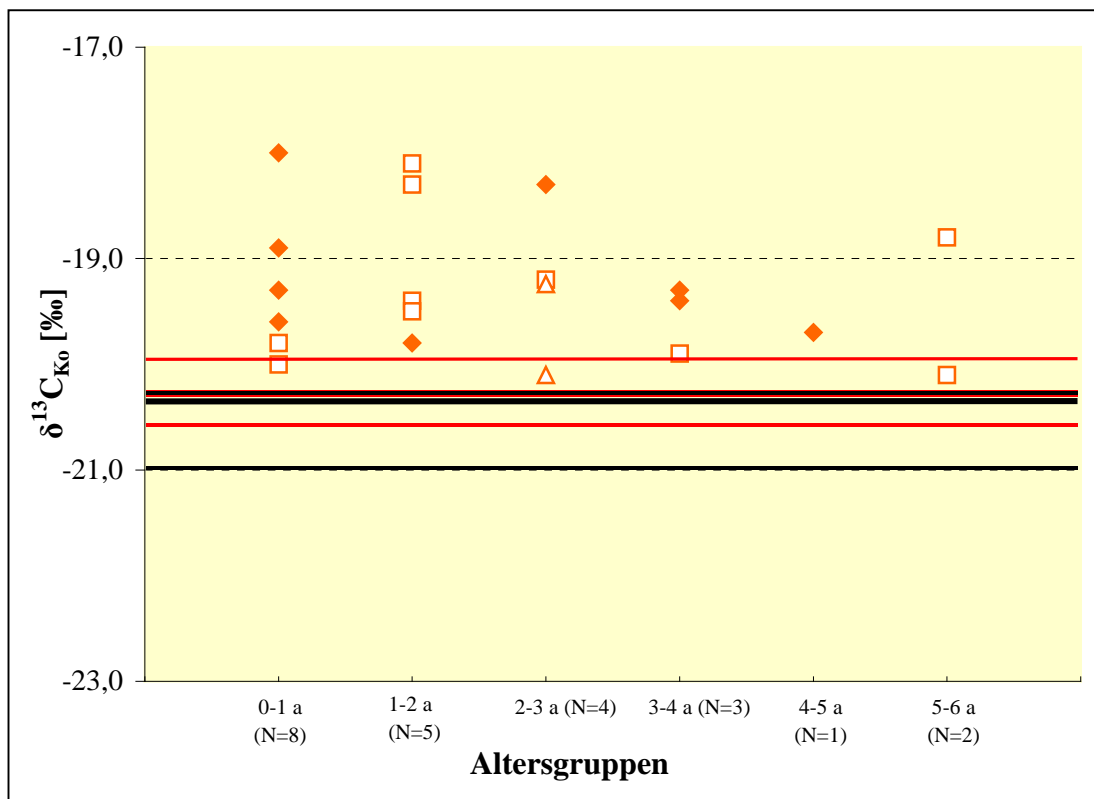
4.4.2 Das Abstillen der Kinder anhand der $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte

Abbildung 51: $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der *Tasdorfer* Kinder (N=23) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N= 11); offene Quadrate = Mädchen (N=10); offene Dreiecke = Jungen (N=2)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=11). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=3), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 51 veranschaulicht die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Individuen der Altersklasse Infans I für die unterschiedlichen Altersgruppen. Herbivore und karnivore Individuen unterscheiden sich um ca. 1 ‰ für das schwere Kohlenstoffisotop. Da Muttermilch eine karnivore Ernährung darstellt, sind für gestillte Kinder höhere $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte zu erwarten. Deutlich wird, dass die $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte aller Kinder über dem Median der Frauen liegen. Ab der Altersgruppe der 3-4-Jährigen fangen die Werte an zu sinken, das heißt, dass ab diesem Alter die pflanzliche Nahrung deutlich zunimmt. Daher kann auch mittels der Kohlenstoffisotope darauf geschlossen werden, dass die Kinder bis zum 3. Lebensjahr gestillt wurden. Ferner werden die Daten des Abstillens anhand der stabilen Stickstoffisotope bestätigt, denn die Kinder, die niedrige $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zeigen, weisen auch niedrige $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte auf.

Insgesamt muss beachtet werden, dass die Tasdorfer Frauen sich sehr herbivor ernährt haben (vgl. hierzu auch Abbildung 22). Ferner werden die C-Atome aus den Kohlenhydraten und Fetten nur dann in nennenswerten Mengen eingebaut, wenn die Ernährung sehr arm an Proteinen ist (Ambrose 1986, 1993). Dies dürfte bei den Frauen der Tasdorfer Bevölkerung der Fall gewesen sein, jedoch nicht bei den Kindern.

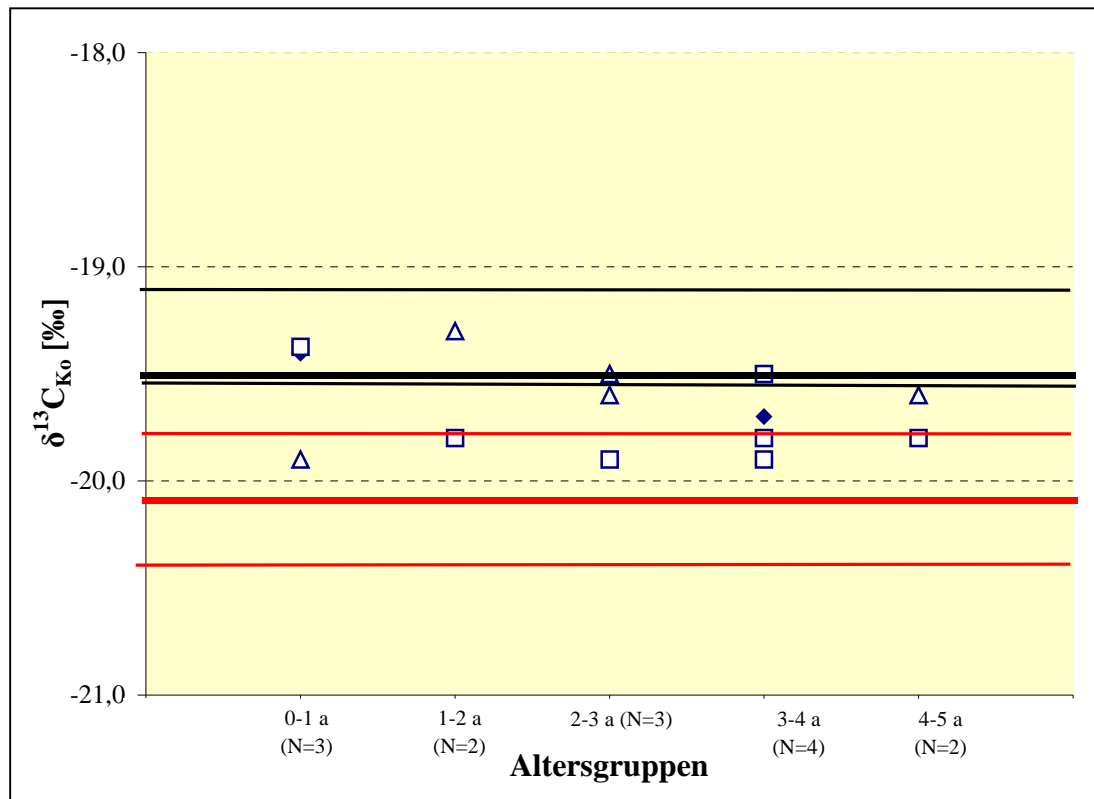


Abbildung 52: $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte der *Brandenburger* Kinder (N=14) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=2); offene Quadrate = Mädchen (N=7); offene Dreiecke = Jungen (N=5)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=17). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=5), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 52 zeigt die $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werte der Kinder der unterschiedlichen Altersstufen in Bezug zu den $\delta^{13}C_{Ko}$ -Werten der Frauen. Zur besseren Darstellbarkeit wurde eine andere Skalierung als für Abbildung 51 gewählt. Deutlich wird – wie auch schon für $\delta^{15}N$ beobachtet – dass die adulten Frauen (schwarze Linien) deutlich proteinreicher und weniger von vegetabiler Nahrung lebten als die Frauen im Allgemeinen (rote Linien). Die Werte der Kinder unterscheiden sich nur wenig von den Werten der adulten Frauen. Im Bezug zu allen Frauen zeigen die Kinder höhere $\delta^{13}C$ -Werte, die

auf eine etwas proteinreichere Nahrungsgrundlage deuten. Allerdings handelt es sich nicht um eine Trophiestufe, so dass auch die Kohlenstoffisotope kein eindeutiges Abstillalter erkennen lassen.

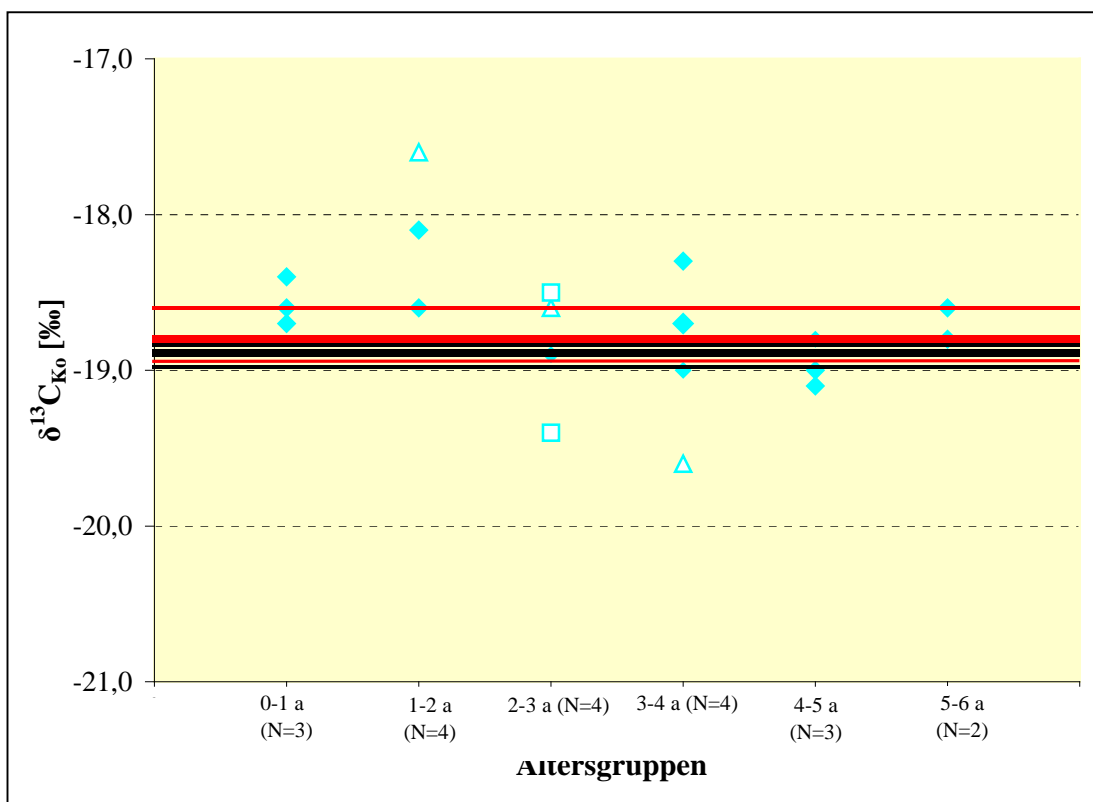


Abbildung 53: $\delta^{13}C_{K_o}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbar Kinder (N=15); offene Quadrate = Mädchen (N=2); offene Dreiecke = Jungen (N=3)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{13}C_{K_o}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{13}C_{K_o}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Bis zu 2 Jahren weisen die Kinder gegenüber den Frauen erhöhte $\delta^{13}C_{K_o}$ -Werte auf. Auch bei einem 3-4-jährigen Individuum ist noch eine Anreicherung gegenüber den potentiellen Müttern zu erkennen. Allerdings handelt es sich bei nur einem ein bis zwei Jahre alten Jungen um einen Unterschied, der eine ganze Trophiestufe betrug.

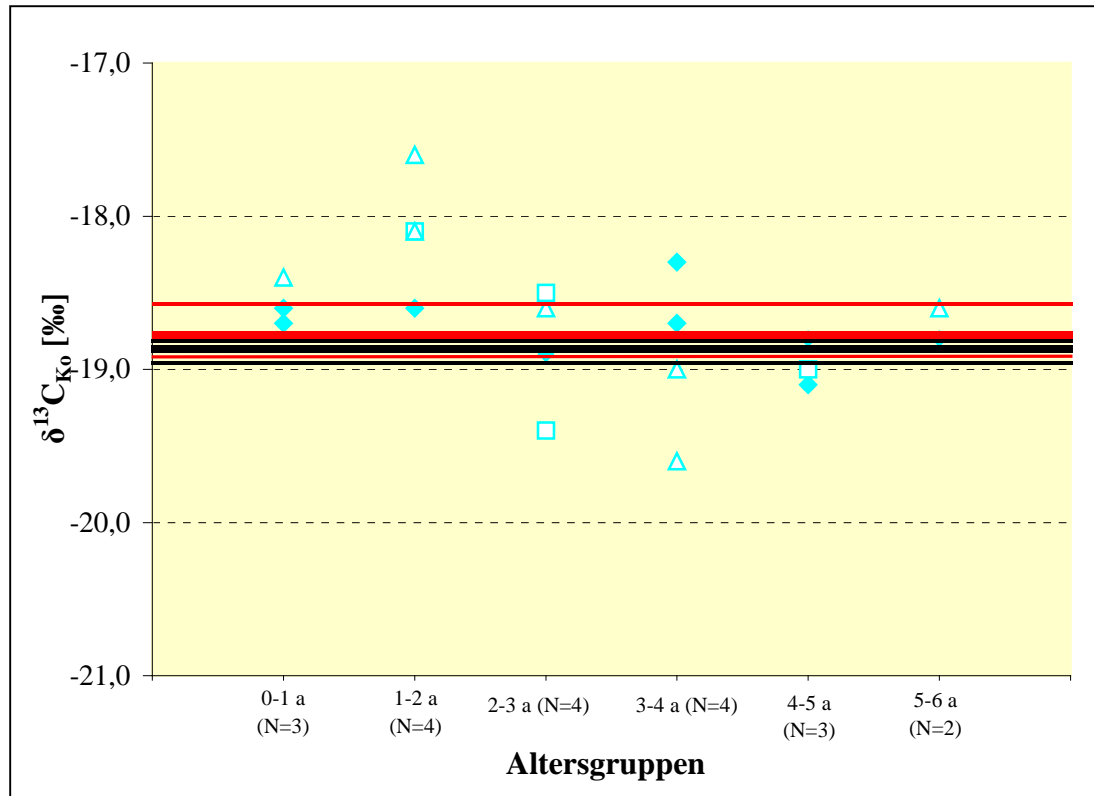


Abbildung 54: $\delta^{13}C_{K_0}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten. Im Gegensatz zu Abbildung 53 sind die Kinder, bei denen das Geschlecht nicht definitiv bestimmt werden konnte, sondern nur eine Tendenz angegeben werden konnte, nicht unter die unbestimmten Kinder kategorisiert, sondern zu dem jeweiligen Geschlecht (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=9); offene Quadrate = Mädchen (N=4); offene Dreiecke = Jungen (N=7)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{13}C_{K_0}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{13}C_{K_0}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 54 deutet darauf hin, dass bei den sehr jungen Kindern eher Jungen höhere Kohlenstoffisotopenwerte aufweisen. Da allerdings die Anzahlen der für das Geschlecht sicher bestimmten Kinder sehr gering sind (vgl. Abbildung 53) kann keine eindeutige Aussage darüber getroffen werden, ob Jungen länger gestillt wurden als Mädchen.

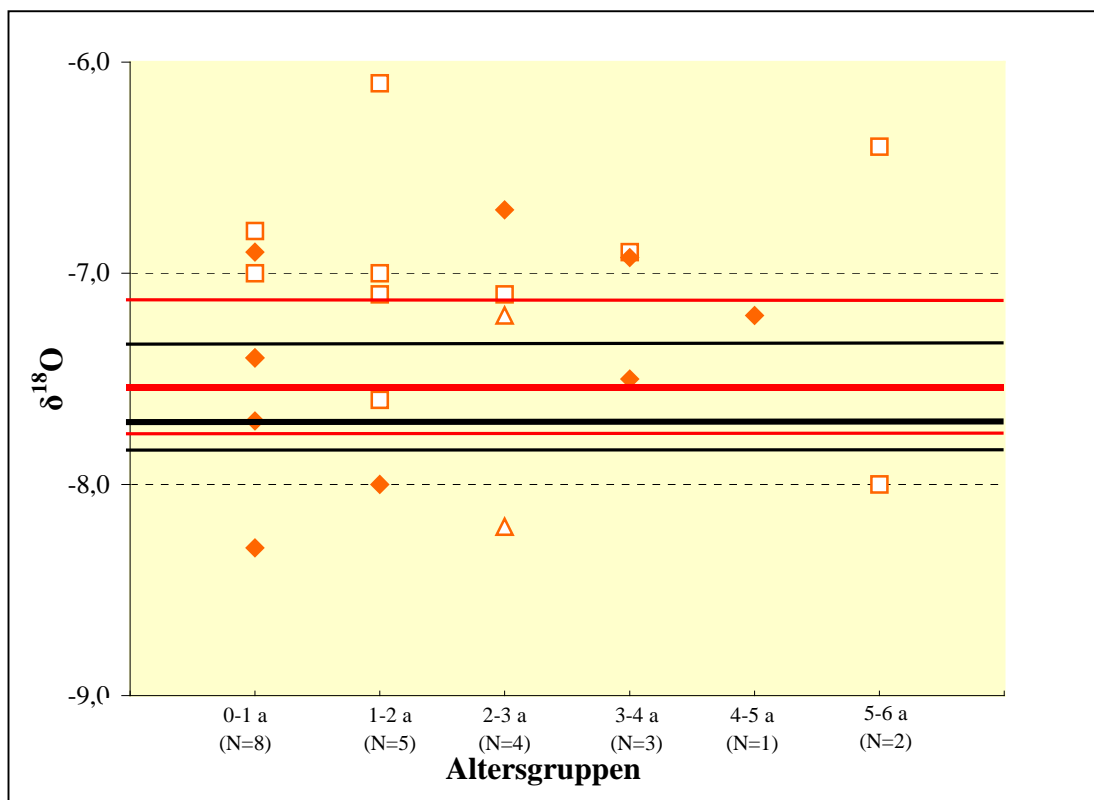
4.4.3 Das Abstillen der Kinder anhand der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte

Abbildung 55: $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der *Tasdorfer* Kinder (N=23) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbar Kinder (N= 11); offene Quadrate = Mädchen (N=10); offene Dreiecke = Jungen (N=2)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=11). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=3), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Abbildung 55 verdeutlicht die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Kinder der unterschiedlichen Altersgruppen im Vergleich zu den sie potentiell stillenden Frauen. Die Kinder zeigen fast durchgehend höhere Werte als die Frauen. Der $\delta^{18}\text{O}$ -Wert sinkt bis zu den 4-5-Jährigen insgesamt ab, bleibt aber auch für diese Kinder hoch. Auch ein 5-6-jähriges Kind weist einen deutlich höheren $\delta^{18}\text{O}$ -Wert als die Frauen auf. Der Abstillzeitpunkt kann daher anhand der Sauerstoffisotopen für die *Tasdorfer* Bevölkerung nicht bestimmt werden.

Da von den *Tasdorfer* Kindern nur 12 für das Geschlecht bestimmt werden konnten und davon 10 Individuen Mädchen waren, ist eine Aussage darüber schwierig zu treffen, ob Kinder eines Geschlechts beim Stillen bevorzugt wurden.

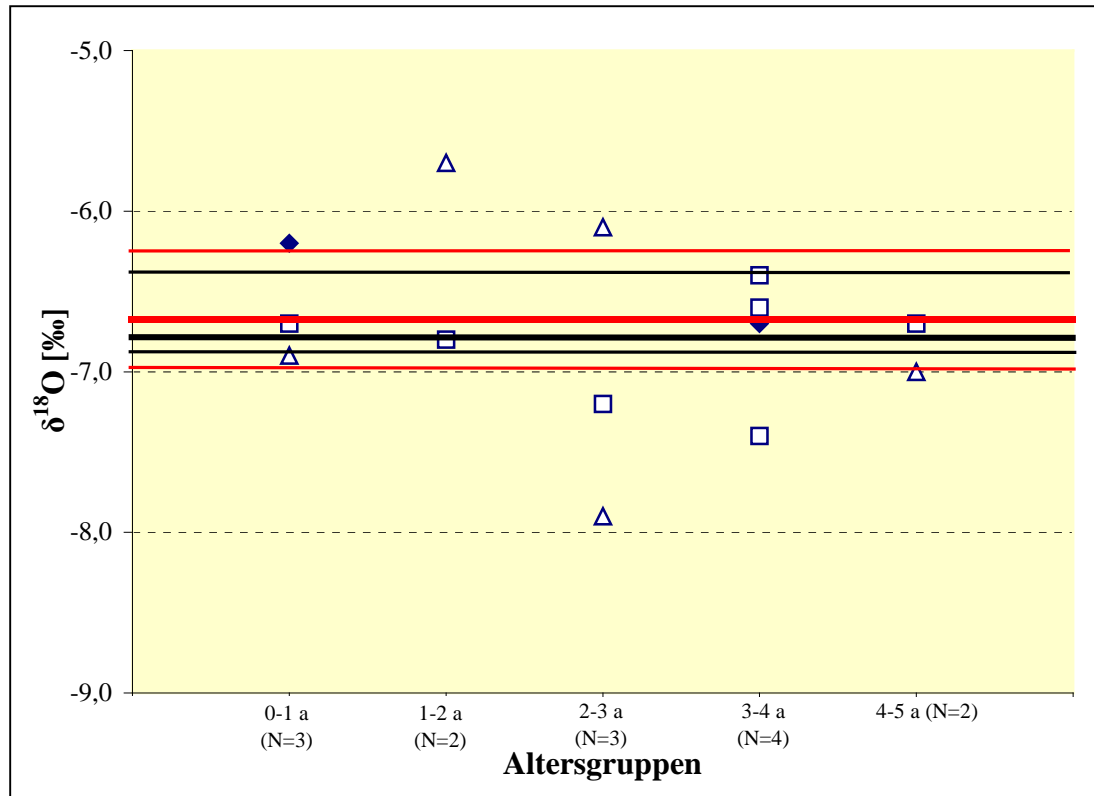


Abbildung 56: $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Brandenburger Kinder (N=14) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=2); offene Quadrate = Mädchen (N=7); offene Dreiecke = Jungen (N=5)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aller Frauen (inkl. der juvenilen Frauen) dar (N=17). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=5), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Die 0-1-jährigen Kinder weisen nur geringfügig höhere $\delta^{18}\text{O}$ -Werte als die Frauen auf. Allerdings dauert der Umbau des Knochens und damit der Einbau der mit der Nahrung aufgenommenen Stoffe einige Monate, so dass die gerade Geborenen die Werte ihrer Mütter zeigen. Von den zwei 1-2-jährigen Kindern weist eines einen um 1 ‰ höheren Wert im Vergleich zu den Frauen auf, ein weiteres Kind hat genau den Median der adulten Frauen. Bei den 2-3-Jährigen zeigen zwei Kinder niedrigere Werte als die Frauen, ein anderes einen etwas erhöhten. Die 3-4- und 5-6-Jährigen liegen im Bereich der Sauerstoffisotopiesignaturen der sie potentiell stillenden Frauen. Anhand dieser Werte kann für Brandenburg darauf geschlossen werden, dass die Kinder mit 1-2 Jahren abgestillt wurden.

Die beiden Individuen, die höhere Werte als die Frauen aufweisen, sind Jungen. Die Datenmenge ist allerdings nicht ausreichend, um darauf zu schließen, dass Jungen länger bzw. häufiger als Mädchen gestillt wurden.

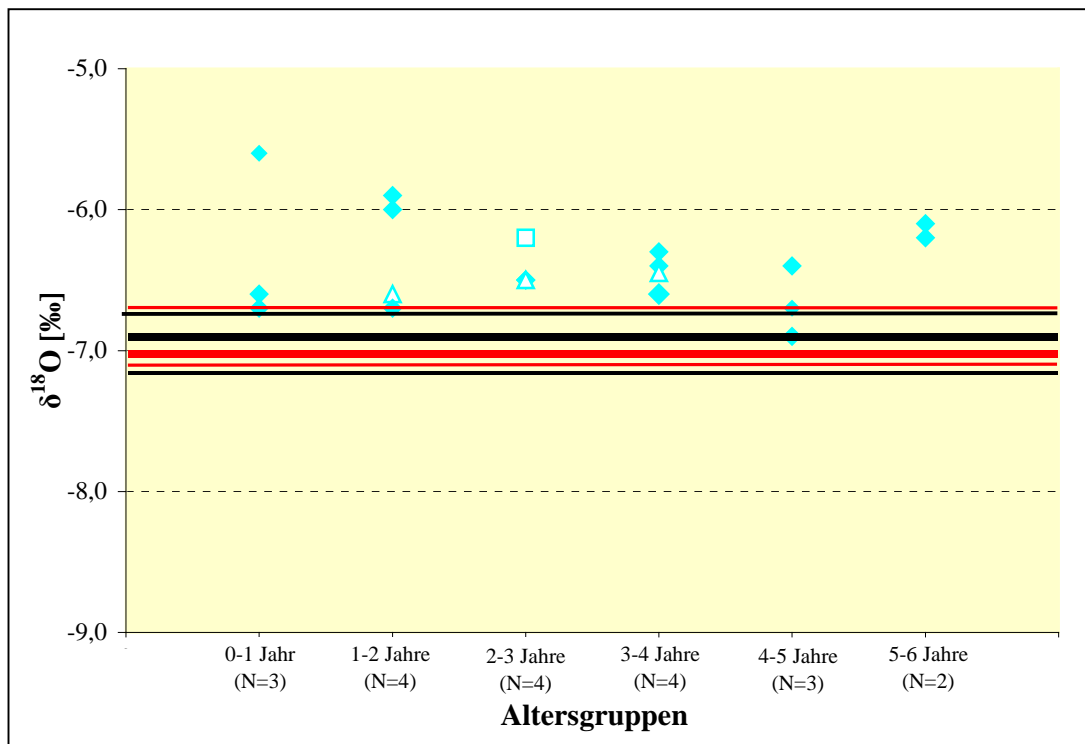


Abbildung 57: $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=15); offene Quadrate = Mädchen (N=2); offene Dreiecke = Jungen (N=3)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

Die Brandenburger Kinder zeigen fast durchgehend höhere Werte als die Frauen. Ein Absinken der Sauerstoffwerte von den 0-1-Jährigen zu den 4-5-Jährigen kann beobachtet werden. Die Daten deuten auf ein Abstillen der Kinder zwischen dem 3. und 4. Lebensjahr hin. Allerdings weisen die beiden 5-6-jährigen Individuen ebenfalls deutlich höhere Sauerstoffwerte als die potentiellen Mütter auf. Diese müssen jedoch anderen Ursachen zugeschrieben werden.

Die folgende Abbildung 58 veranschaulicht, dass Jungen oft höhere Sauerstoffwerte aufweisen als gleichaltrige Mädchen. Allerdings reicht die Anzahl der Kinder, bei denen das Geschlecht sicher oder als Tendenz bestimmt werden konnte nicht aus, um eine eindeutige Aussage treffen zu können.

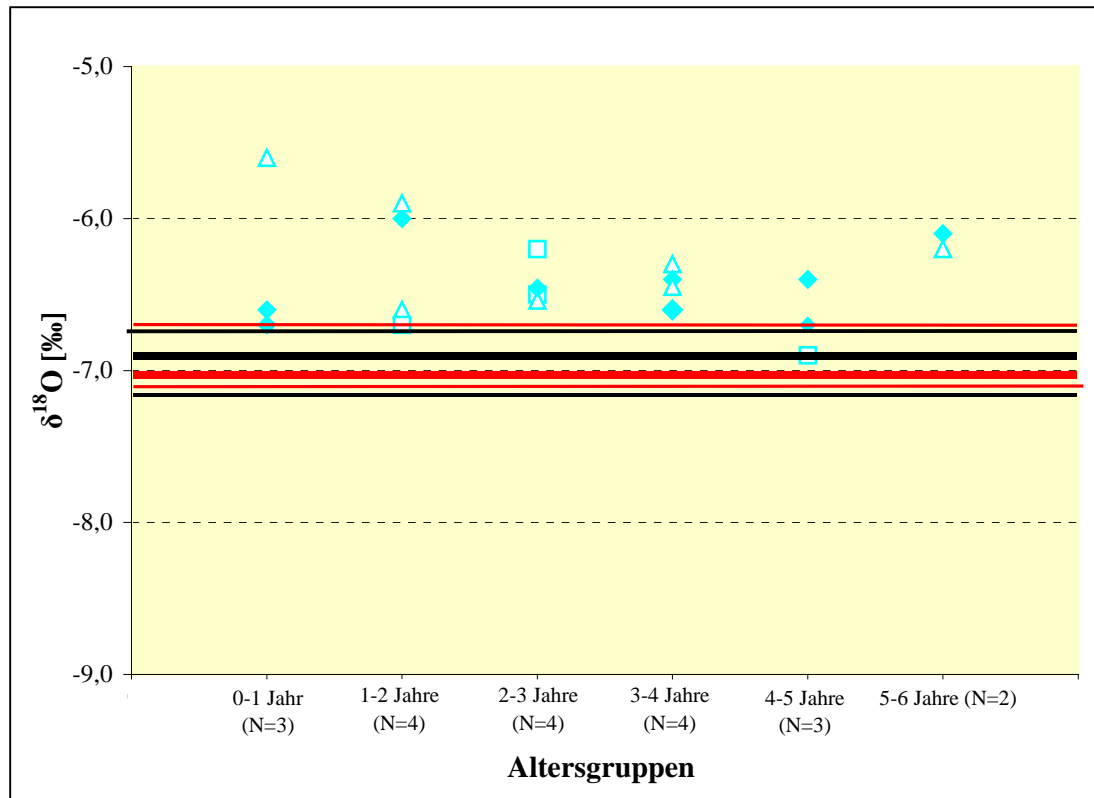


Abbildung 58: $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Anklamer Kinder (N=20) unterteilt nach Altersgruppen in Einjahresschritten. Im Gegensatz zu Abbildung 57 sind die Kinder, bei denen das Geschlecht nicht definitiv bestimmt werden konnte, sondern nur eine Tendenz angegeben werden konnte, nicht unter die unbestimmten Kinder kategorisiert, sondern zu dem jeweiligen Geschlecht (ausgefüllte Rauten = für das Geschlecht nicht bestimmbare Kinder (N=9); offene Quadrate = Mädchen (N=4); offene Dreiecke = Jungen (N=7)). Die roten Linien stellen den Median (breitere rote Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere rote Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aller Frauen dar (N=10). Die schwarzen Linien stellen den Median (breitere schwarze Linie) und 1. und 3. Quartil (dünnere schwarze Linien) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der adulten Frauen dar (N=4), da es bei ihnen am wahrscheinlichsten ist, dass sie in ihren letzten Lebensjahren Kinder gestillt haben.

4.5 Bodenproben

Die folgenden drei Abbildungen stellen die Zusammensetzung der Spurenelemente im Tasdorfer, Brandenburger und Anklamer Boden dar. Gemessen wurden die 15 Elemente, die auch in den Knochenproben gemessen wurden. Hierbei sind jeweils die Anteile der fünf am meisten vorkommenden Elemente im Kreisdiagramm zusammengefasst sowie ein sechster Anteil (in dunkelblau dargestellt). Dieser wird dann im Säulendiagramm auf die darin enthaltenen zehn weiteren Elemente aufgeteilt.

Aluminium und Eisen werden aufgrund ihrer Mobilität und ihres Vorkommens in hohen Konzentrationen im Boden nicht zur Ernährungsrekonstruktion herangezogen. Sie werden daher zusammen mit Magnesium als kontaminationsanzeigendem Element von den anderen Elementen getrennt dargestellt.

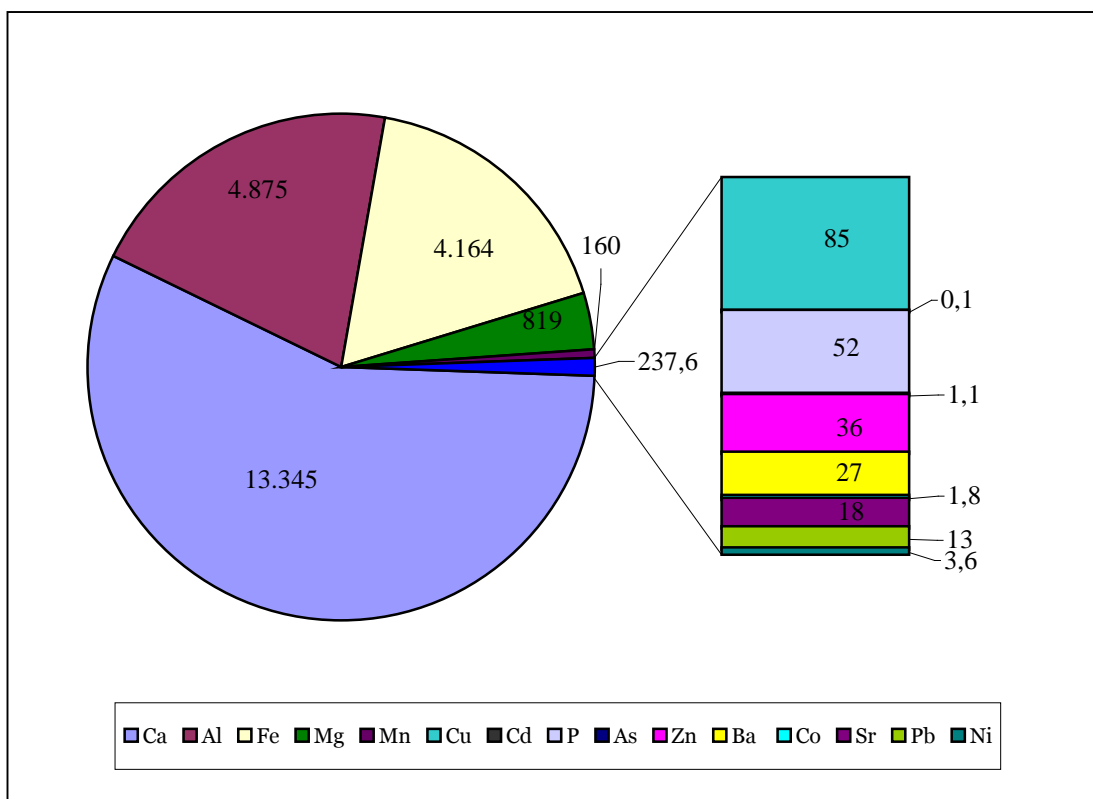


Abbildung 59: Spurenelementzusammensetzung des *Tasdorfer* Bodens (N=1). Der blaue Anteil des Kreisdiagramms (Kategorie „Weiteres“, in der die Elemente des Säulendiagramms enthalten sind) hat kein eigenes Legendensymbol.

Die fünf in den größten Anteilen vorkommenden Elemente (Kalzium: 13.345 ppm, Aluminium: 4.875 ppm, Eisen: 4.164 ppm, Magnesium: 819 ppm und Mangan: 160 ppm) machen zusammen 98,99 % aller im Boden gemessenen Elemente aus. Die restlichen 1,01 % verteilen sich auf die übrigen 10 Elemente. Von diesen ist Kupfer mit 85 ppm am höchsten vertreten, gefolgt von Phosphor (52 ppm) und Zink (36 ppm). Zink ist ein Element, welches zur Nahrungsrekonstruktion herangezogen wird. Dieses ist trotz des Vorkommens von Zink im Boden möglich, da 36 ppm deutlich unter dem Sollwert von 364 ppm liegt (pers. Mitteilung Halbach). Auch die Konzentration der anderen Elemente liegen unten den für Böden angenommenen Sollwerte. Die in den niedrigsten Konzentrationen vorkommenden Elemente sind Cadmium (0,1 ppm), Arsen (1,1 ppm) und Kobalt (1,8 ppm).

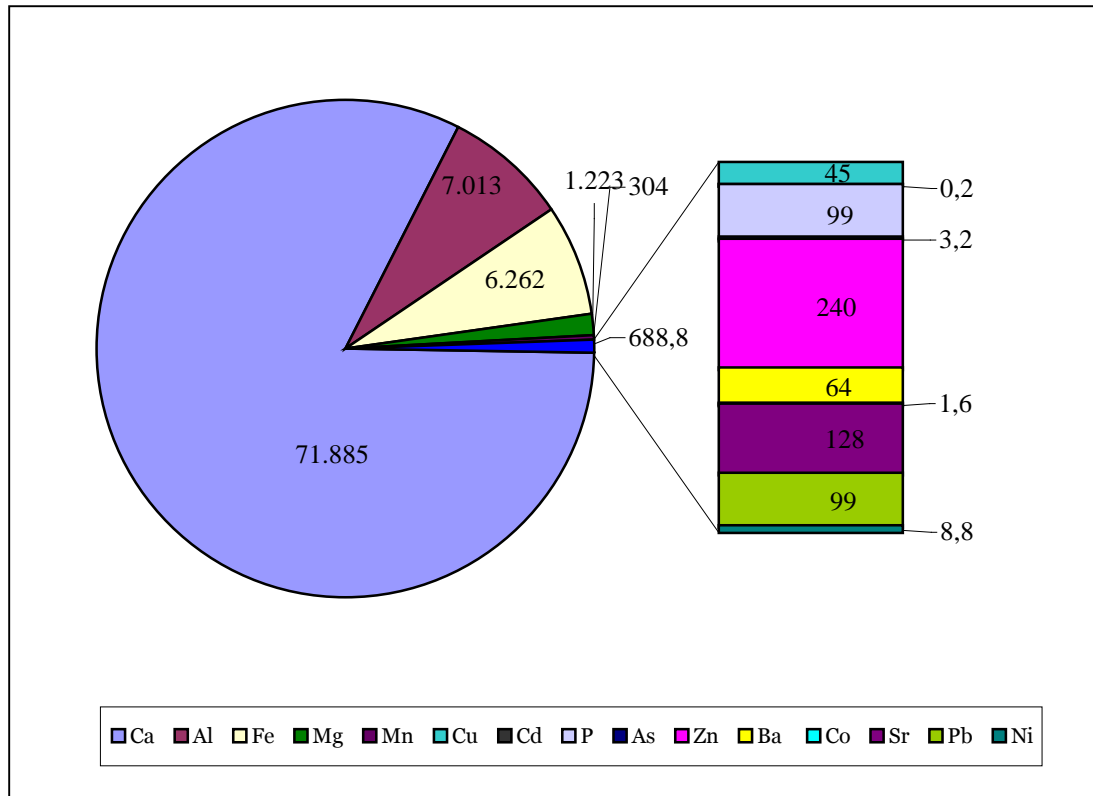


Abbildung 60: Spurenelementzusammensetzung des *Brandenburger* Bodens (N=1). Der blaue Anteil des Kreisdiagramms (Kategorie „Weiteres“, in der die Elemente des Säulendiagramms enthalten sind) hat kein eigenes Legendensymbol.

Abbildung 60 verdeutlicht die Zusammensetzung der Elemente im *Brandenburger* Boden. Den größten Anteil macht mit 71.885 ppm Kalzium aus, wiederum wie im *Tasdorfer* Boden gefolgt von Aluminium (7.013 ppm), Eisen (6.262 ppm), Magnesium (1.223 ppm) und Mangan (304 ppm). Damit machen diese fünf Elemente 99,21 % der gemessenen Elemente des Bodens aus. Die restlichen 0,79 % verteilen sich auf 10 Elemente (insgesamt 688,8 ppm). Von diesen zeigen Zink, Strontium, Phosphor und Blei die höchsten Werte. Wie im *Tasdorfer* Boden kommen Arsen, Cadmium und Kobalt in geringen Konzentration vor.

Deutlich wird, dass der Kalziumwert deutlich über dem Sollwert von 19.600 ppm liegt. Er ist fünf Mal so hoch wie der Kalzium-Wert im *Tasdorfer* Boden. Auch die Aluminium- und Eisenwerte sind im *Brandenburger* Boden deutlich höher als im *Tasdorfer* Boden (der Aluminiumwert fast doppelt, der Eisenwert annähernd andert-halb Mal so hoch). Ferner kommen Zink und Strontium ebenfalls in deutlich höheren Konzentrationen im Boden von Brandenburg vor als in *Tasdorf*.

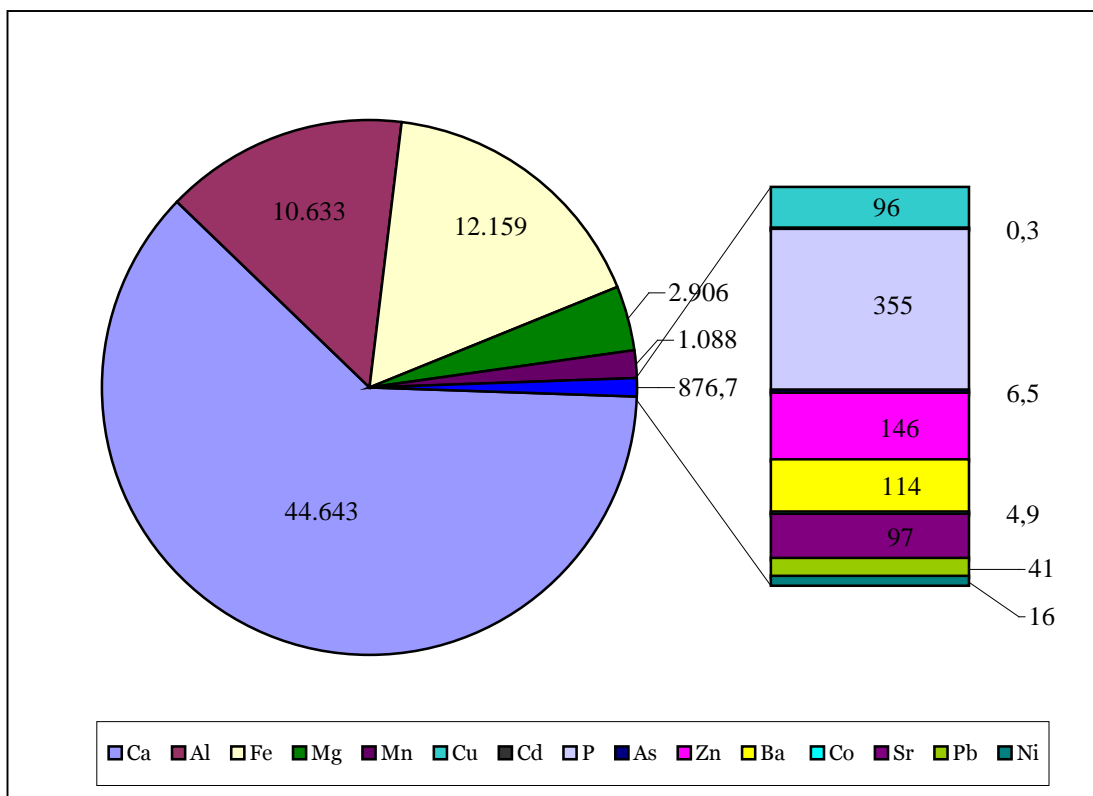


Abbildung 61: Spurenelementzusammensetzung des Anklamer Bodens (N=1). Der blaue Anteil des Kreisdiagramms (Kategorie „Weiteres“, in der die Elemente des Säulendiagramms enthalten sind) hat kein eigenes Legendensymbol.

Kalzium, Aluminium, Eisen, Magnesium und Mangan sind auch die in den höchsten Konzentrationen vorkommenden Elemente in der Anklamer Bodenprobe. Zusammen ergeben sie einen relativen Anteil von 98,79 %. Die restlichen 1,21 % verteilen sich demnach auf die übrigen 10 Elemente. Von diesen zeigen Phosphor, Zink und Barium die höchsten Konzentrationen. Die Elemente mit den niedrigsten Werten sind wie in den vorher beschriebenen Bodenproben Cadmium (0,3 ppm), Arsen (6,5 ppm) und Kobalt (4,9 ppm). Allerdings ist dieser Arsenwert doppelt so hoch wie in der Brandenburger Bodenprobe und sechsmal höher als im Tasdorfer Boden. Der Kobaltwert ist dreimal höher als in den anderen Bodenproben.

4.6 Spurenelemente

Die folgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse der Spurenelementanalysen dar. Dabei werden zuerst in Kapitel 4.6.1 Kontaminationsanzeigende Elemente die Aluminium-, Eisen- und Magnesiumwerte für alle drei Bevölkerungen vergleichend dargestellt. In Kapitel 4.6.1 Rekonstruktion der Ernährung anhand von Barium, Strontium und Zink sowie die Schadstoffbelastung durch Blei werden die Ergebnisse der genannten Spurenelemente für die drei Bevölkerungen getrennt dargestellt und in

Kapitel 4.6.1.1 Die Spurenelementkonzentrationen der drei Bevölkerungen im Vergleich abschließend vergleichend betrachtet. Diese Elemente gelten trotz der aufgekommenen Diskussion inwieweit Spurenelemente zur Nahrungsrekonstruktion genutzt werden dürfen noch als zuverlässige Anzeiger, da sie Kalzium im Hydroxylapatit ersetzen können (Barium, Strontium und Blei) bzw. in für die Nahrungsrekonstruktion ausreichenden Mengen in den Knochen eingearbeitet werden (Zink). Strontium ist ein Anzeiger für vegetabile Nahrung, Zink ist vor allem in tierischen Nahrungsprodukten enthalten (vgl. Ezzo 1994a).

In Kapitel 4.6.1.1 Die Spurenelementkonzentrationen der drei Bevölkerungen im Vergleich werden auch die bis dahin noch nicht besprochenen Elemente (Arsen, Cadmium, Kupfer, Mangan) für alle drei Serien dargestellt.

Die Ergebnisse der Spurenelementanalyse sollen die durch die Analyse der stabilen Isotope gewonnenen Ergebnisse eingehender beleuchten. Um die Unterschiede der Untergruppen besser darstellen zu können, wurde zum Teil auf eine einheitliche Skalierung der Abbildungen der drei Bevölkerungen verzichtet. Zum Teil fehlen für die vergleichenden Balkendiagramme in einzelnen Untergruppen die Balken. Für diese Untergruppen konnten die entsprechenden Elemente nicht nachgewiesen werden.

Der Erhaltungszustand der mineralischen Knochenkomponente wurde durch das Massenverhältnis von Kalzium und Phosphor überprüft. Das Ca/P-Verhältnis von rezenten Knochen liegt zwischen 2,1 und 2,3. Proben, die weit außerhalb dieser Grenzen liegen, sind für die Spurenelementanalyse nicht geeignet. Die Ca/P-Verhältnisse der drei Skelettserien werden in Kapitel 9.11 Ca/P-, Sr/Ca-, Sr/Ca_{Nahrung}- und Ba/Sr- Verhältnisse aufgeführt. Für die Tasdorfer liegen bis auf vier Werte alle innerhalb dieses Rahmens. T_{NZ} 076 liegt mit 2,35 leicht über der Spanne, drei weitere T_{NZ} 259 (2,03), T_{NZ} 272 (2,00) und T TKn 4, eine Katze mit 2,04 leicht unterhalb.

Für Brandenburg ergibt sich eine Probe, die mit 2,45 (BRB 565/390) etwas über der geforderten Werte liegt sowie fünf Proben, die leicht unter diesen liegen (2,01 - 2,04). Auch für die Tierknochen werden niedrigere Werte ermittelt, die zwischen 1,79 und 1,95 liegen.

Auch für die Anklamer Serien liegt eine Probe mit 2,35 (A 0173) etwas außerhalb

der Referenzwerte. Fünf weitere Proben, darunter eine Tierprobe liegen etwas darunter.

4.6.1 Kontaminationsanzeigende Elemente

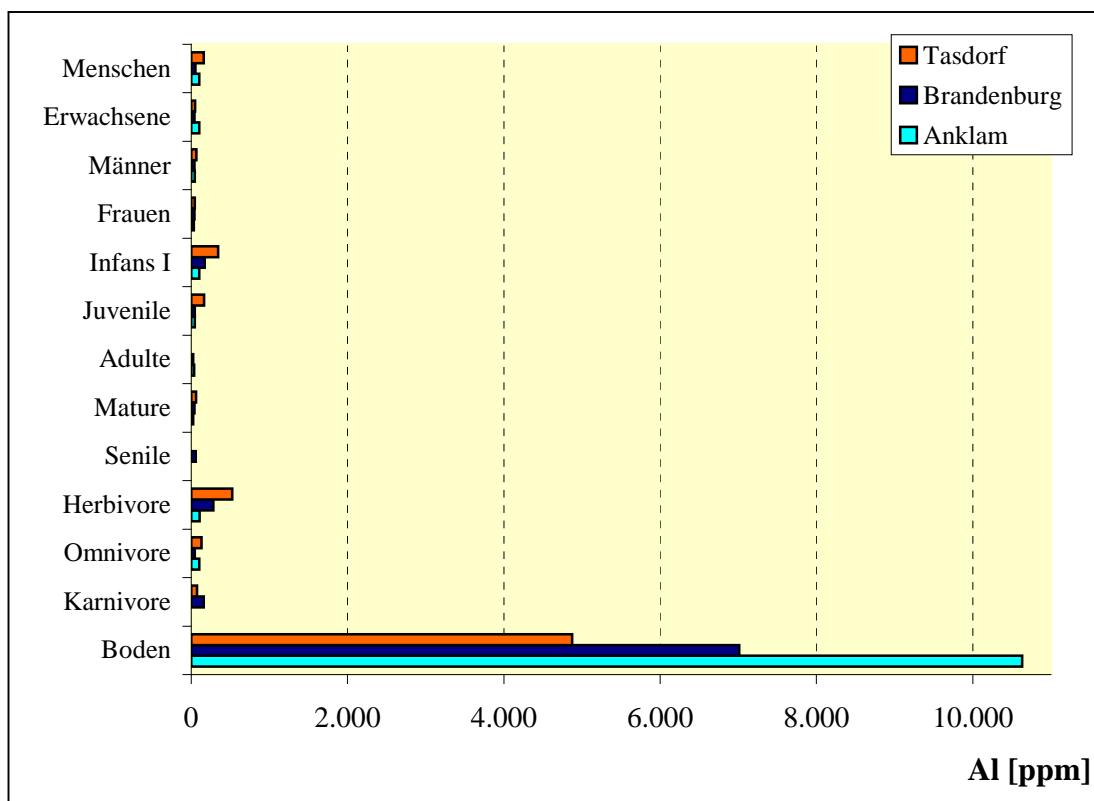


Abbildung 62: Aluminiumwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen ($N_{\text{Tasdorf Menschen}} = 46$; $N_{\text{Brandenburg Menschen}} = 46$; $N_{\text{Anklam Menschen}} = 40$; $N_{\text{Tasdorf Erwachsene}} = 23$; $N_{\text{Brandenburg Erwachsene}} = 32$; $N_{\text{Anklam Erwachsene}} = 20$; $N_{\text{Tasdorf Männer}} = 12$; $N_{\text{Brandenburg Männer}} = 15$; $N_{\text{Anklam Männer}} = 10$; $N_{\text{Tasdorf Frauen}} = 11$; $N_{\text{Brandenburg Frauen}} = 17$; $N_{\text{Anklam Frauen}} = 10$; $N_{\text{Tasdorf Infans I}} = 23$; $N_{\text{Brandenburg Infans I}} = 14$; $N_{\text{Anklam Infans I}} = 20$; $N_{\text{Tasdorf Juvenile}} = 3$; $N_{\text{Brandenburg Juvenile}} = 8$; $N_{\text{Anklam Juvenile}} = 5$; $N_{\text{Tasdorf Adulte}} = 5$; $N_{\text{Brandenburg Adulte}} = 10$; $N_{\text{Anklam Adulte}} = 9$; $N_{\text{Tasdorf Mature}} = 9$; $N_{\text{Brandenburg Mature}} = 9$; $N_{\text{Anklam Mature}} = 6$; $N_{\text{Tasdorf Senile}} = 6$; $N_{\text{Brandenburg Senile}} = 5$; $N_{\text{Anklam Senile}} = 0$; $N_{\text{Tasdorf Herbivore}} = 2$; $N_{\text{Brandenburg Herbivore}} = 2$; $N_{\text{Anklam Herbivore}} = 3$; $N_{\text{Tasdorf Omnivore}} = 3$; $N_{\text{Brandenburg Omnivore}} = 2$; $N_{\text{Anklam Omnivore}} = 3$; $N_{\text{Tasdorf Karnivore}} = 1$; $N_{\text{Brandenburg Karnivore}} = 2$; $N_{\text{Anklam Karnivore}} = 0$; $N_{\text{Tasdorf Boden}} = 1$; $N_{\text{Brandenburg Boden}} = 1$; $N_{\text{Anklam Boden}} = 1$)

Aluminium ist ein hochmobiles Element, welches in vivo nicht bzw. nur in geringsten Mengen im Knochen vorkommt. Daher wird es als kontaminationsanzeigendes Element genutzt.

Es wird in Abbildung 62 deutlich, dass in den Bodenproben aller drei Orte sehr viel mehr Aluminium vorkommt als in den Knochen. Mit 10.633 ppm hat der Boden in Anklam die höchste Konzentration gefolgt von Brandenburg (7.013 ppm) und Tasdorf (4.875 ppm). Die Knochen zeigen sehr viel geringere Konzentrationen als die Böden; es fand daher kein Konzentrationsabgleich statt. Es wurde allerdings für die Menschen aller drei Bevölkerungen Aluminium nachgewiesen. Daher muss

davon ausgegangen werden, dass die Knochen aller drei Serien zum Teil mit knochenfremdem Material kontaminiert sind.

Die Menschen aus Tasdorf enthalten den höchsten Aluminiumwert (161 ppm), gefolgt von Anklam (61 ppm) und Brandenburg (53 ppm). Die Unterschiede zwischen Tasdorf und Brandenburg sowie zwischen Tasdorf und Anklam sind signifikant ($p \leq 0,05$). Tasdorf zeigt die höchste Kontamination der Knochen auch wenn die Aluminiumkonzentration im Boden von allen drei Orten die geringste ist.

Aus der Verteilung wird deutlich, dass die höchsten Aluminium-Werte bei allen drei Bevölkerungen die Kinder und die Herbivoren aufweisen. Wiederum zeigt sich für die Tasdorfer Kinder die höchste Aluminiumkonzentration (344 ppm), gefolgt von den Brandenburger Kindern, deren Konzentration jedoch nur die Hälfte der aus Tasdorf beträgt (172 ppm). Die geringste Aluminiumbelastung haben die Anklamer Kinder (103 ppm). Es ergibt sich allerdings nur beim Vergleich zwischen Tasdorf und Anklam eine statistische Signifikanz ($p \leq 0,05$). Die Herbivoren zeigen die gleiche Abfolge der Konzentrationen wie die Kinder.

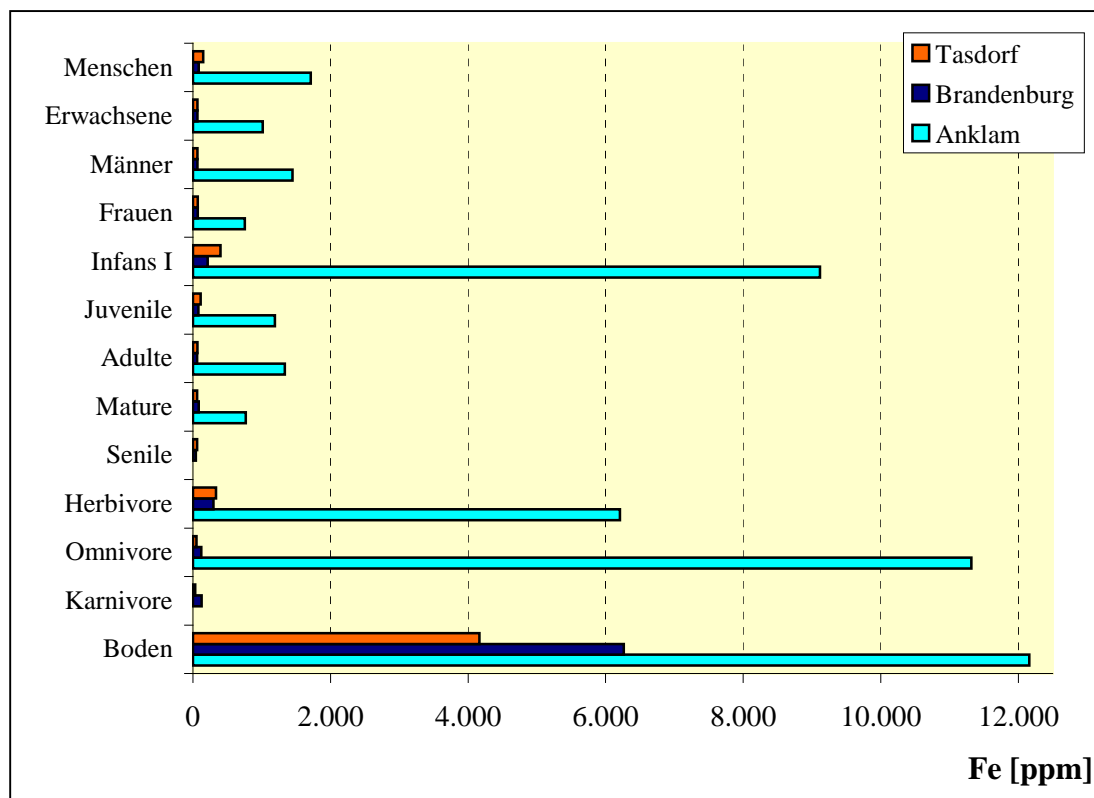


Abbildung 63: Eisenwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Die Darstellung der Eisenwerte in obiger Abbildung 63 verdeutlicht, dass sie höchsten Werte durchgehend für die Anklamer gemessen wurden. Die Tasdorfer Menschen haben einen Median von 147 ppm Eisen. Dieser liegt deutlich unter dem für den Tasdorfer Boden gemessenen (4.164 ppm). Daher wird für Tasdorf nur von einer geringen Kontamination mit Eisen ausgegangen. Gleiches gilt für Brandenburg. Die Eisenkonzentration der Brandenburger Menschen beträgt 85 ppm, für den Brandenburger Boden werden 6.262 ppm gemessen. Daher ist auch für Brandenburg die Eisenkontamination vernachlässigbar. Anders stellt sich die Situation für Anklam dar. Der Anklamer Boden enthält mit 12.159 ppm sehr viel Eisen. Das spiegelt sich auch in der Höhe der Eisenkonzentration der Anklamer Menschen wider: Sie beträgt 1.713 ppm. Die Menschen aus Tasdorf und Brandenburg unterscheiden sich jeweils höchst signifikant von denen aus Anklam (jeweils $p \leq 0,001$) und untereinander signifikant ($p \leq 0,05$). Der Trend der hohen Anklamer Werte setzt sich für alle Anklamer Untergruppen fort (bei den Senilen und Karnivoren fehlt der Balken für die Anklamer, da diese Untergruppen nicht untersucht wurden).

In Tasdorf ergibt sich für die Kinder mit 399 ppm ein höchst signifikant anderer Wert als für die Frauen (68 ppm) und die Männer (64 ppm) ($p \leq 0,001$). Die Infans I zeigen auch höhere Werte als die anderen Altersklassen. Eine Erklärung dafür kann wiederum sein, dass Kinder ihre Umgebung anders nutzen als Erwachsene. Allerdings kann auch hier wie beim Aluminium die Erklärung gelten, dass Kinderknochen leichter kontaminiert werden als die von Erwachsenen.

Entgegen dem Verlauf mit Schwermetallen nimmt die Eisenkonzentration mit steigendem Alter bei den Tasdorfern ab (Juvenile: 114 ppm, Adulte: 64 ppm, Mature: 59 ppm, Senile: 60 ppm).

Auch die Brandenburger ergeben sich höchst signifikanten Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen ($p \leq 0,001$) (Kinder: 213 ppm, Frauen: 71 ppm, Männer: 66 ppm). Die Altersklassen zeigen ebenfalls einen ähnlichen Verlauf wie die Tasdorfer: einen hohen Wert der Juvenilen (77 ppm), der zu den Adulten leicht auf 62 ppm abfällt. Dann allerdings steigt er bei den Maturen leicht auf 84 ppm an und sinkt bei den Senilen wieder ab (42 ppm).

Wie bei den anderen beiden Bevölkerungen unterscheiden sich die Kinder (9.115 ppm) höchst signifikant von den Männern (1.448 ppm) und Frauen (755 ppm) ($p \leq 0,001$). Im Gegensatz zu den anderen Serien ist jedoch auch der Unterschied

zwischen Frauen und Männern signifikant. Die Männer zeigen also doppelt so hohe Eisenkonzentrationen wie die Frauen. Die hohen Werte der Kinder können wahrscheinlich auf diagenetische Effekte im Boden zurückgeführt werden. Unklar ist jedoch wie ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen durch Diagenese zustande kommen kann.

Schaut man sich die Eisenkonzentrationen der erwachsenen Individuen innerhalb der Altersklassen an, erkennt sich keine eindeutige Tendenz: Die Juvenilen weisen mit 1.191 ppm einen hohen Eisenwert auf, der zu den Adulten hin noch etwas ansteigt (auf 1.334 ppm) und dann für die Maturen wieder niedriger ist (769 ppm).

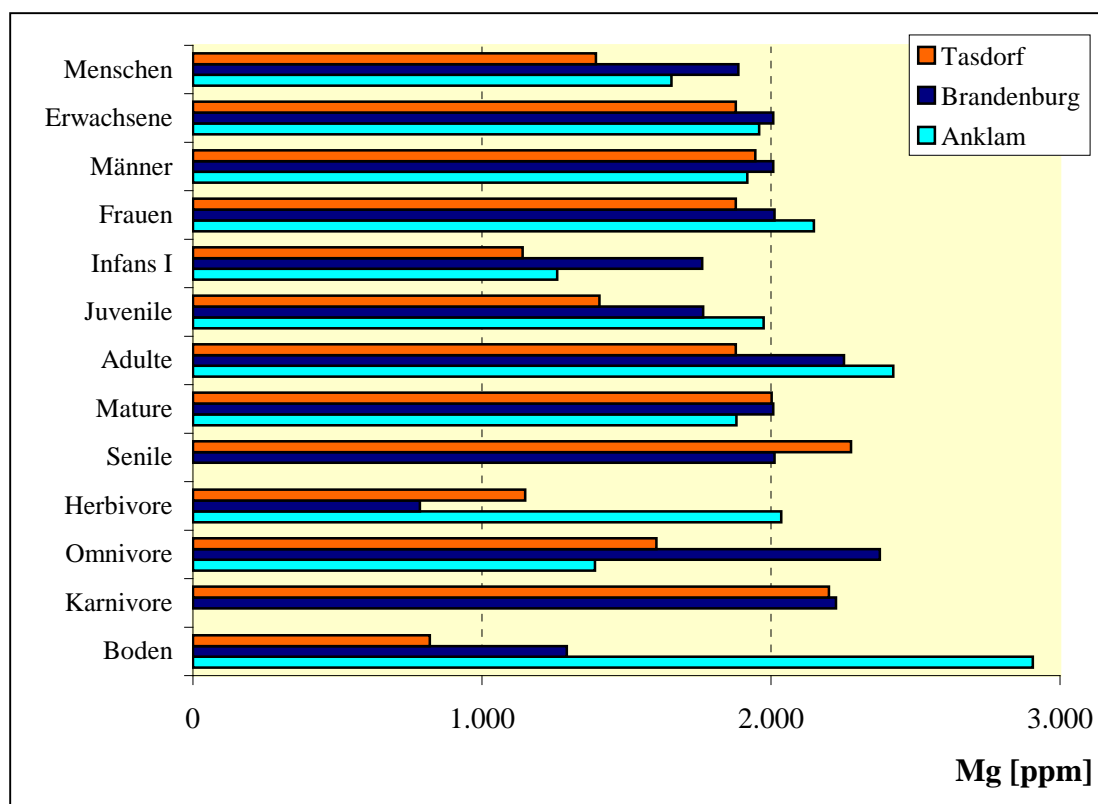


Abbildung 64: Magnesiumwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

In Abbildung 64 sind die Magnesiumwerte der drei Bevölkerungen für unterschiedliche Untergruppen dargestellt.

Der Boden Tasdorfs weist 819 ppm Mg auf. Dieser Wert ist deutlich niedriger als der für die menschlichen Skelette, die dort geborgen wurden (1.394 ppm). Unterschiede zwischen Männern (1.946 ppm Mg) und Frauen (1.878 ppm Mg) bestehen in nur geringem Maße. Einen deutlich geringeren Wert weisen mit 1.141 ppm die Kinder aus Tasdorf auf und unterscheiden sich signifikant von den Erwachsenen ($p \leq 0,05$).

Die Mg-Werte steigen von den juvenilen Individuen (1.406 ppm) bis zu den Senilen (2.277 ppm) stetig an.

Im Brandenburger Boden finden sich 1.294 ppm Mg. Bis auf die Herbivoren wird in allen Knochen mehr Magnesium nachgewiesen. Für alle menschlichen Individuen beträgt der Median 1.887 ppm. Frauen und Männern haben sehr ähnliche Werte (1.980 bzw. 2.008 ppm). Diese liegen etwas höher als die Mg-Werte der Brandenburger Kinder mit einem Median von 1.762 ppm. Die Altersklasse mit dem höchsten Mg-Level sind die Adulten mit 2.253 ppm. Wie bei den Tasdorfer Tieren zeigen die Brandenburger Herbivoren niedrigere Werte als die Omnivoren.

Der Anklamer Boden enthält deutlich mehr Magnesium (2.906 ppm) als die Böden der anderen beiden Orte. Der Median der Anklamer Menschen ist niedriger (1.656 ppm Mg). Anklamer Frauen haben einen geringfügig höheren Mg-Wert als die Männer (2.148 zu 1.918 ppm). Die Kinder (1.260 ppm) liegen hoch signifikant unter diesen Werten ($p \leq 0,001$). Innerhalb der Altersklassen lässt sich ein ähnlicher Verlauf wie bei den Brandenburgern beobachten. Von den juvenilen Individuen (1.975 ppm) steigt das Mg zu den adulten (2.423 ppm) an und sinkt dann wieder ab (1.880 ppm). Senile konnten in der Anklamer Skelettserie nicht nachgewiesen werden. In Anklam haben die Herbivoren höhere Magnesiumwerte als die Omnivoren.

Die Tasdorfer haben höchst signifikant niedrigere Mg-Signaturen als die Brandenburger ($p \leq 0,001$). Diese Signifikanz lässt sich auch für den Vergleich der Tasdorfer und Brandenburger Kinder errechnen ($p \leq 0,001$). Mit Werten von 1.762 ppm liegen die Brandenburger Kinder auch höchst signifikant über den Anklamer Kindern mit 1.260 ppm Mg ($p \leq 0,001$). Ebenso höchst signifikant unterscheiden sich auch die Tasdorfer und Anklamer Juvenilen ($p \leq 0,001$).

4.6.1 Rekonstruktion der Ernährung anhand von Barium, Strontium und Zink sowie die Schadstoffbelastung durch Blei

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den Ergebnissen für die Elemente aus der 2. Hauptgruppe des Periodensystems (Barium, Strontium und Blei), die anstelle von Kalzium in den Knochen eingebaut werden können. Die Auswertung dieser Ergebnisse ist in Zusammenhang mit denen der stabilen Isotope zu setzen.

Als erstes wird ein Überblick durch einen Vergleich der Werte aller drei

Bevölkerungen gegeben und für jede Bevölkerung im Anschluss die Zusammensetzung der Spurenelemente eingehender beleuchtet.

4.6.1.1 Die Spurenelementkonzentrationen der drei Bevölkerungen im Vergleich

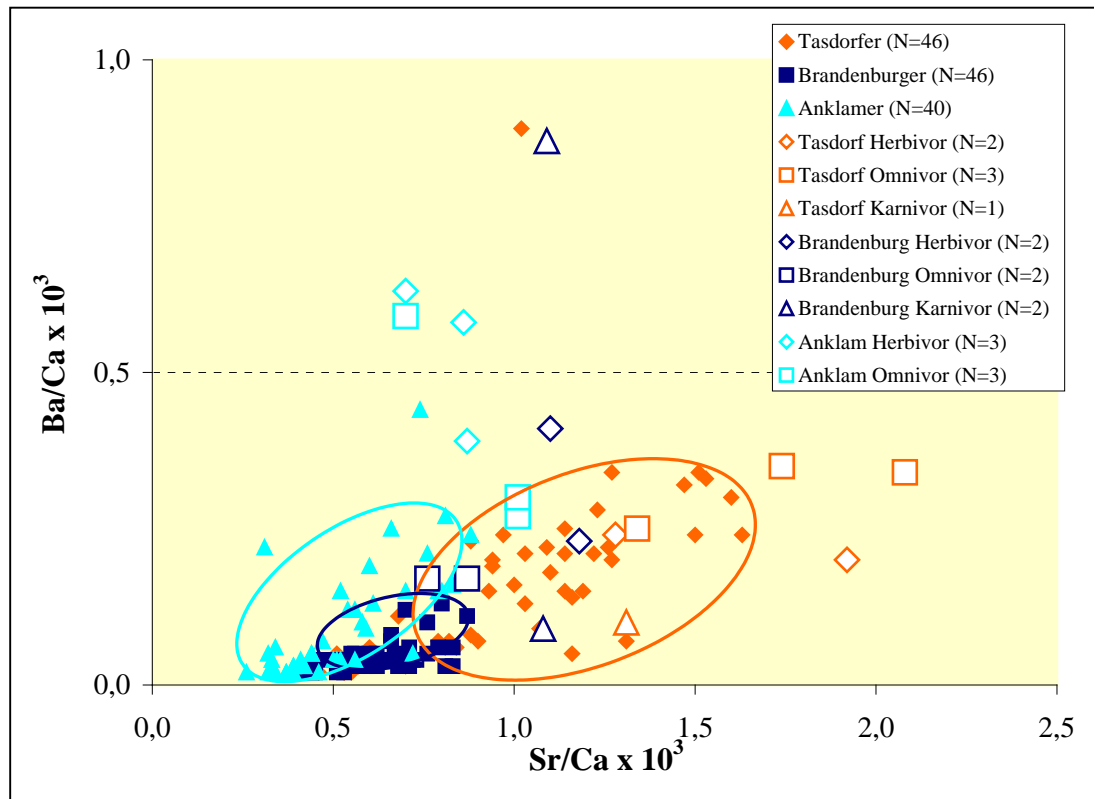


Abbildung 65: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der menschlichen Individuen aller drei Bevölkerungen sowie der Tiere (N=150). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Abbildung 65 stellt die Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten der drei Bevölkerungen und der Tiere im Vergleich dar. Auf die genaue Verteilung innerhalb der einzelnen Populationen wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

Es ist zu erkennen, dass die drei Bevölkerungen sich deutlich in ihren Barium- und Strontium-Werten unterscheiden. Die Tiere zeigen fast durchgehend höhere Ba- und Sr-Werte als die Menschen. Die Anklamer Herbivoren und Omnivoren weisen sehr hohe Bariumwerte und eher niedrigere Strontiumwerte auf. Die niedrigen Quotienten bei den Anklamer Tieren können durch hohe Kalziumwerte zustande kommen, die z. B. auch in Leguminosen enthalten sind. Das würde für ein Weiden auf Kleewiesen der Herbivoren sprechen bzw. das Füttern der Schweine mit Leguminosen wie Bohnen. Die Brandenburger Tiere zeigen eher niedrige Ba- und mittlere Sr-Gehalte. Als Ausnahme ist ein Brandenburger Karnivor zu deuten, der einen extrem hohen

Ba/Ca-Quotienten aufweist. Das spricht für eine rein herbivore Ernährung des Hundes (s. auch Kapitel 5 Diskussion, Seite 216). Die Tasdorfer Tiere unterscheiden sich deutlich von den anderen durch niedrige Ba/Ca-Werte und sehr hohe Sr/Ca-Gehalte. Dies kommt durch eine sehr pflanzen- und damit Ba- und Sr-reiche Ernährung, die zusätzlich arm an Kalzium gewesen sein kann. Die als karnivor geltende Katze zeigt fast die niedrigsten Tasdorfer Barium-Werte und liegt im Bereich der Menschen für die Sr/Ca-Gehalte. Allerdings zeigt sie zu hohe Werte für reine Karnivore.

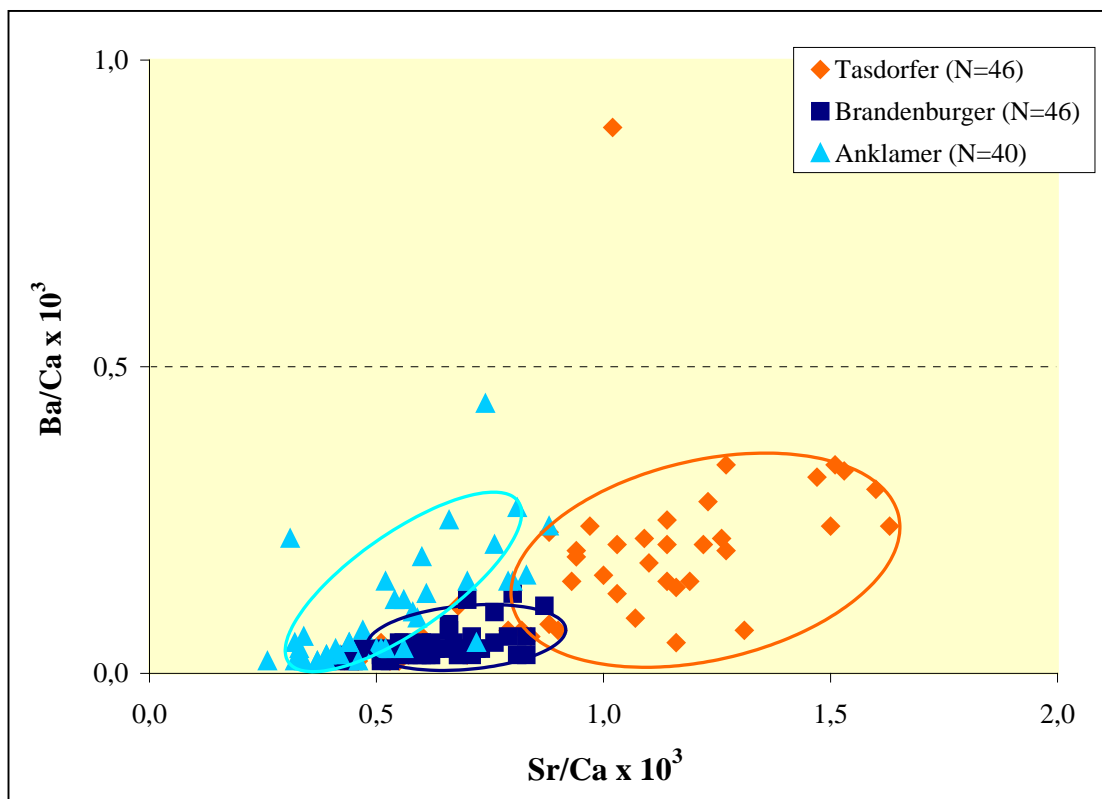


Abbildung 66: Barium- und Strontiumwerte der menschlichen Individuen *aller drei* Bevölkerungen (N=132). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Zur besseren Vergleichbarkeit untereinander sind in Abbildung 66 noch einmal alle menschlichen Individuen der drei Bevölkerungen dargestellt. Für die Tasdorfer ergeben sich mit Medianen von 0,15 für Ba/Ca und 1,02 für Sr/Ca Werte, die für einen hohen Anteil an pflanzlicher Nahrung sprechen. Brandenburg zeigt mit 0,04 den geringsten Ba/Ca-Quotienten; es konnte für Sr/Ca ein Median von 0,62 ermittelt werden. Für Anklam ergibt sich folgendes: 0,05 für Ba/Ca und 0,51 für Sr/Ca. Die Tasdorfer unterscheiden sich höchst signifikant für beide Quotienten von den Brandenburgern und von den Anklamern für Sr/Ca (jeweils $p \leq 0,001$) sowie hoch signifikant von den Anklamern für Ba/Ca ($p \leq 0,01$). Brandenburgern und Anklamer

sind signifikant unterschiedlich für den Ba/Ca-Quotienten (jeweils $p \leq 0,05$) und höchst signifikant unterschiedlich für Sr/Ca ($p \leq 0,001$).

Insgesamt kann aus diesen Daten geschlossen werden, dass die Anklamer den geringsten Anteil an pflanzlicher Nahrung verzehrten und die Tasdorfer den größten. Die nächsten beiden Abbildungen veranschaulichen die Zinkwerte der drei Bevölkerungen in Zusammenhang mit dem Sr/Ca-Quotienten der Nahrung (die beiden letzten Abbildungen stellten den Sr/Ca-Quotienten im Knochen dar). Ein hoher Sr/Ca_{Nahrung}-Quotient spricht wiederum für pflanzliche Nahrung während Zink in Tierprodukten enthalten sind und so den Anteil der Karnivorie einer Gruppe abbilden können.

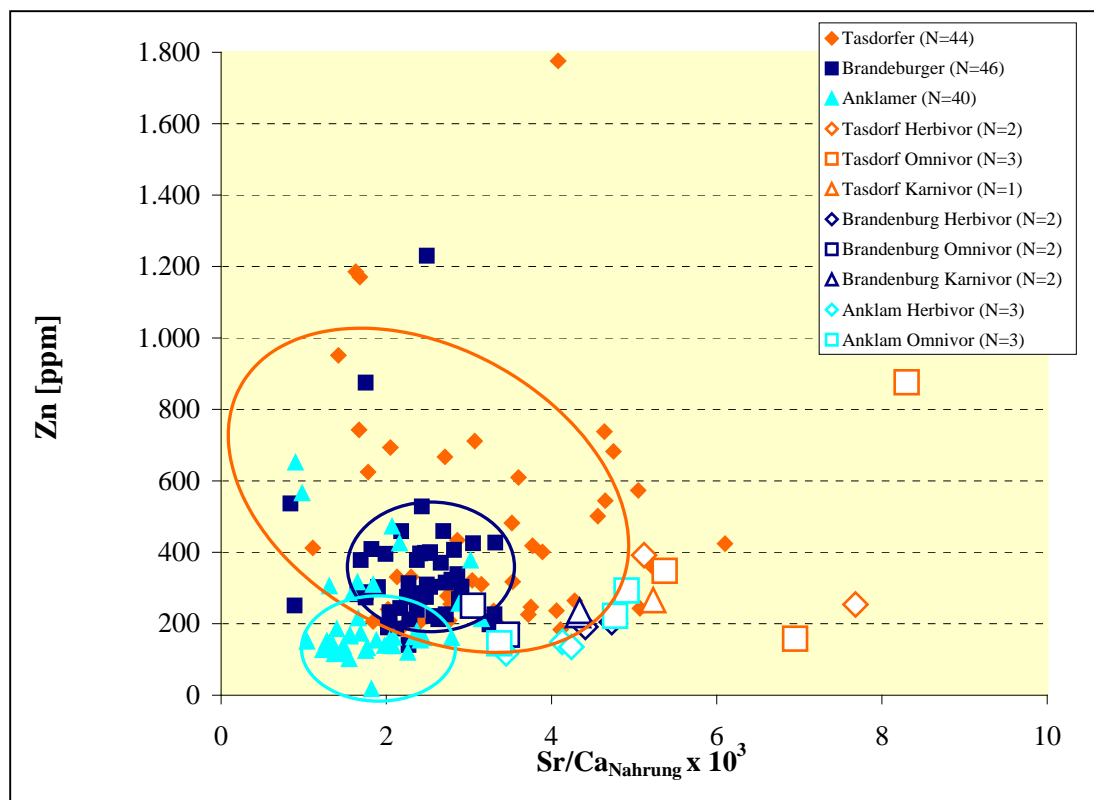


Abbildung 67: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der menschlichen Individuen aller drei Bevölkerungen sowie der Tiere (N=148). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Die Tiere aller drei Bevölkerungen zeigen mit einer Ausnahme (Tasdorfer Omnivor, Ente, vgl. Abbildung 73) Zn-Werte um 200 – 400 ppm. Die menschlichen Werte variieren zwischen 17 und 1776 ppm. Allerdings handelt es sich bei allen Werten über 800 ppm um Kinder, von denen die jüngeren noch gestillt wurden (vgl. dazu auch Kapitel 4.6.3 Das Abstillen der Kinder). Solche hohen Werte müssten auch von karnivoren Tieren erreicht werden. Die drei untersuchten karnivoren Tiere aus

Tasdorf und Brandenburg zeigen jedoch sehr viel niedrigere Werte, so dass für sie wiederum von einer Mischkost mit großen pflanzlichen Anteilen ausgegangen werden muss. Für die Tiere können keine signifikanten Unterschiede für die Zinkwerte ermittelt werden. Die höchsten Sr/Ca-Quotienten für die Nahrung können für die Tasdorfer Tiere nachgewiesen werden. Daher kann für sie von einer Ernährung mit großen pflanzlichen Anteilen ausgegangen werden. Brandenburger und Anklamer Tiere scheinen ähnliche Anteile an pflanzlicher Nahrung verzehrt zu haben.

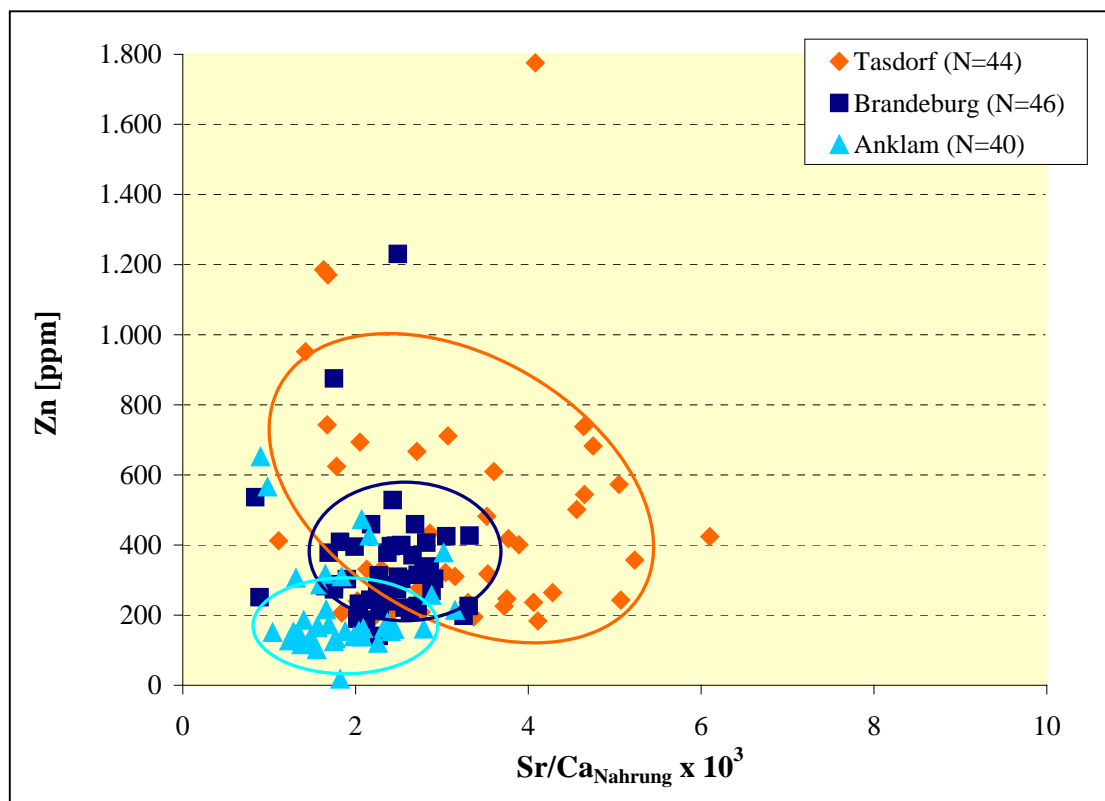


Abbildung 68: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der menschlichen Individuen aller drei Bevölkerungen (N=130). Die farbigen Ellipsen stellen die jeweiligen Hauptaufenthaltsräume der drei untersuchten Bevölkerungen dar.

Alle Werte über 800 ppm Zink gehören zu Kindern und auch die meisten über 600 ppm (vgl. hierzu die Abbildungen aufgeteilt nach Erwachsenen und Kindern für die einzelnen Bevölkerungen). Für alle Menschen der einzelnen Bevölkerungen lassen sich folgende signifikant unterschiedliche Durchschnittswerte ermitteln: Tasdorf 379 ppm Zn, Brandenburg 303 ppm Zn und Anklam 159 ppm Zink (jeweils mindestens $p \leq 0,05$). Anhand dieser Werte müsste für Tasdorf die fleischreichste und für Anklam eine Ernährung mit sehr kleinen Fleischanteilen angenommen werden. Betrachtet man nur die Erwachsenen der jeweiligen Orte ergeben sich folgenden Zn-Werte: 256 ppm für Tasdorf, 284 ppm für Brandenburg und 138 ppm

für Anklam. Der Unterschied zwischen Tasdorf und Anklam ist statistisch höchst signifikant ($p \leq 0,001$) und spricht für eine fleischreichere Ernährung Tasdorfs als Ankams. Dies widerspricht allerdings den bisher gewonnenen Ergebnissen aus dem Kollagen.

Ein hoher Sr/Ca Quotient in der Nahrung zeugt von einem hohen pflanzlichen Anteil in der Nahrung. Mit 3,1 weist Tasdorf den höchsten Sr/Ca_{Nahrung}-Wert auf, gefolgt von 2,4 in Brandenburg und 1,8 in Anklam. Der Unterschied zwischen Tasdorf und Anklam und Tasdorf und Brandenburg ist höchst signifikant (jeweils $p \leq 0,001$) und zwischen Brandenburg und Anklam hoch signifikant ($p \leq 0,01$). Äquivalent zu Zink, werden auch für Sr/Ca_{Nahrung} nur die Erwachsenen betrachtet: Für Tasdorf und Brandenburg verändert sich der Median kaum bzw. gar nicht (3,2 bzw. 2,4), Anklamer Erwachsene weisen einen höheren Median auf als alle Anklamer Individuen (2,1 zu 1,8). Die gefundenen Unterschiede bleiben zwischen allen drei Populationen höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Die Ergebnisse aus dem Sr/Ca-Quotienten der Nahrung deuten wiederum darauf hin, dass Tasdorfer die meiste und Anklamer die wenigste pflanzliche Nahrung verzehrten. Die hohen Zinkwerte der Tasdorfer müssen daher aus anderen Quellen herrühren.

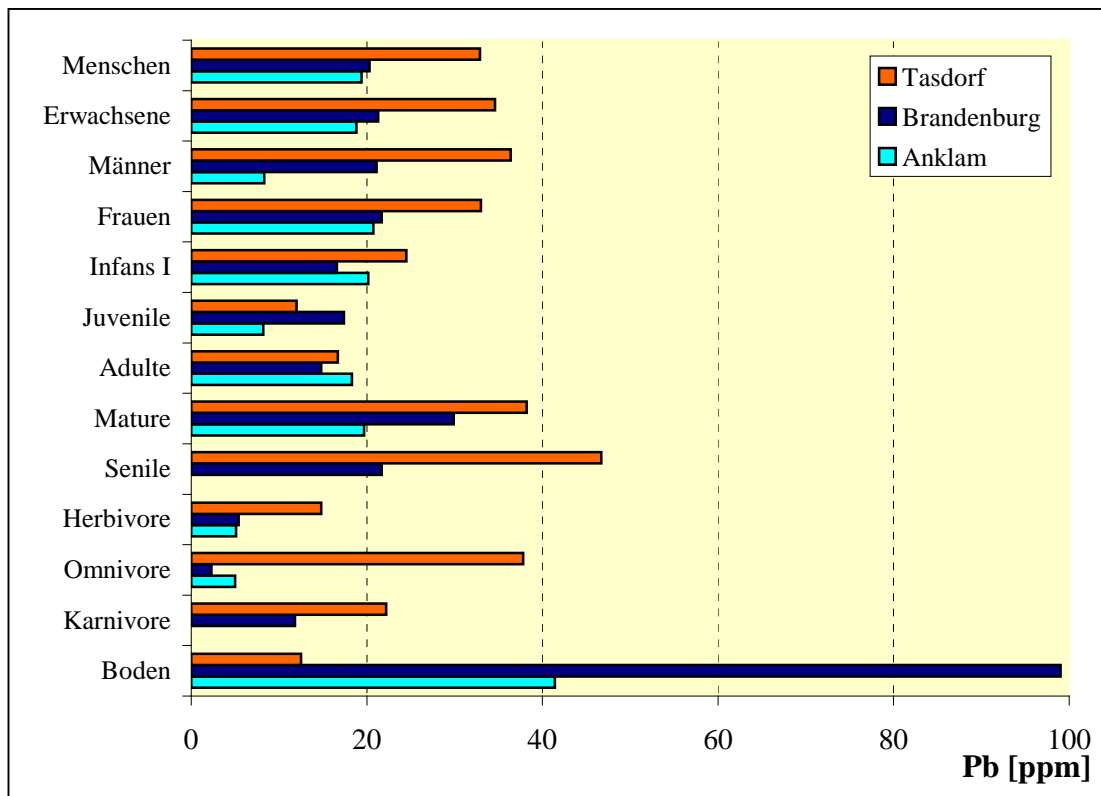


Abbildung 69: Bleiwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Im Tasdorfer Boden (18 ppm) liegt Blei in einer geringeren Konzentration vor als in den Menschen (33 ppm) und Tieren. Herbivore zeigen mit 15 ppm die geringste Bleikonzentration gefolgt von den Karnivoren (22 ppm) und den Karnivoren (38 ppm).

Männer zeigen eine etwas höhere Belastung mit Blei als Frauen (36 zum 33 ppm). Für die Kinder ergibt sich mit 25 ppm ein etwas geringerer Bleiwert, allerdings ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Die Juvenilen haben einen Median von 12 ppm Blei und damit den geringsten Wert der Tasdorfer. Mit steigendem Lebensalter steigt in Tasdorf auch die Bleibelastung (Adulte: 17 ppm, Mature: 38 ppm), so dass die Senilen mit 47 ppm den höchsten Wert aufweisen.

Mit 99 ppm zeigt der Brandenburger Boden einen relativ hohen Anteil an Blei, der aber unter dem Sollwert (183 ppm) liegt (pers. Mitteilung Halbach). Der Median aller Brandenburger Menschen liegt bei 33 ppm und liegt damit in dem Bereich, der für Menschen unschädlich ist (vgl. Diskussion Kapitel 5.5.1 Schadstoffbelastung).

Männer und Frauen aus Brandenburg unterscheiden sich kaum (21 zu 22 ppm Blei). Die Kinder haben mit 17 ppm geringere Werte. Im Gegensatz zu Tasdorf kann im

Verlauf des Lebensalters keine kontinuierliche Steigerung der Bleikonzentration in den Knochen nachgewiesen werden: Zwar steigt die Bleikonzentration von den Kinder zu den juvenilen Individuen leicht an, sinkt dann aber zu den Adulten (15 ppm) wieder ab. Zum maturaen Lebensalter verdoppelt sich der Wert (nicht signifikant: $p \leq 0,065$) und sinkt bei den senilen Individuen wiederum auf 22 ppm.

Im Anklamer Boden lassen sich 41 ppm Blei nachweisen. Die Pb-Werte aller Individuen liegen darunter. Für die Menschen beträgt der Median 19 ppm. Männer (8 ppm) zeigen deutlich geringere Pb-Werte als Frauen (21 ppm) und Kinder (20 ppm). Von den Juvenilen (8 ppm) steigt die Pb-Konzentration stetig zu den Maturaen (20 ppm) an; die senile Altergruppe konnte in Anklam nicht untersucht werden.

Ein Vergleich zwischen den drei Serien ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen Tasdorfern und Brandenburgern und Tasdorfern und Anklamern (jeweils $p \leq 0,05$). Für die erwachsenen männlichen Individuen lassen sich signifikante Unterschiede zwischen Tasdorfern und Anklamern und Brandenburger und Anklamern (jeweils $p \leq 0,05$) ermitteln. Die Tasdorfer Maturaen haben mit 38 ppm einen doppelt so hohen und signifikant unterschiedlichen Pb-Gehalt wie die Anklamer Maturaen (19 ppm) ($p \leq 0,05$).

4.6.1.2 Tasdorf

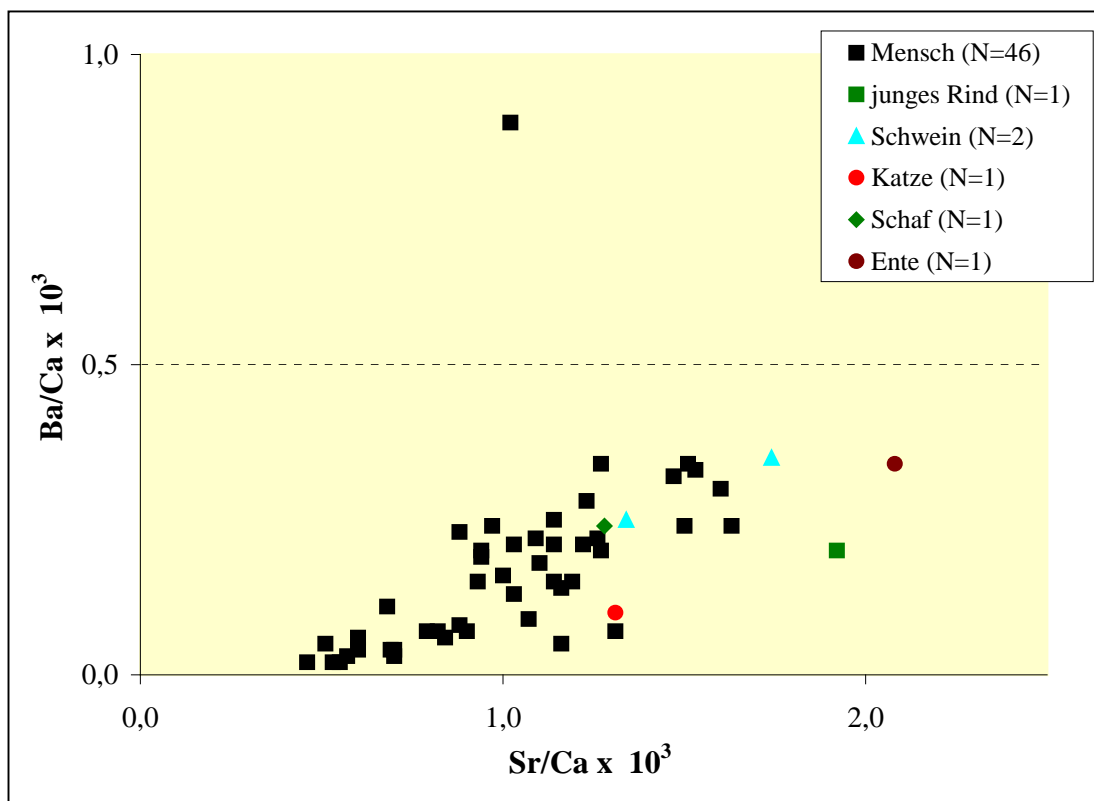


Abbildung 70: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der *Tasdorfer* Bevölkerung sowie der Tiere aus Tasdorf (N=52)

Abbildung 70 stellt die Barium/Kalzium- aufgetragen über die Strontium/Kalzium-Quotienten für die Tasdorfer Bevölkerung inklusive der Tiere auf. Beide Quotienten wurden wegen der Darstellbarkeit mal 1.000 genommen. Für die Menschen ergeben sich folgenden Mediane: Ba/Ca 0,15 und Sr/Ca 1,03. Für alle Tiere errechnet sich folgendes: Ba/Ca 0,25 und Sr/Ca 1,54. Für Barium ist der Unterschied zwischen Mensch und Tier signifikant ($p \leq 0,05$) und für Strontium höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Daher kann auf eine pflanzenärmere Kost (hohe Anteile von Barium und Strontium in Pflanzen) der Menschen als der Tiere als Gesamtheit geschlossen werden. Ferner kann auch davon ausgegangen werden, dass die Nahrung der Menschen reicher an Kalzium war wie es bei Milch- und Fleischprodukten der Fall ist, aber auch bei grünem Blattgemüse und Leguminosen. Diese Mischkost wurde für die Tasdorfer Ernährung auch durch die stabilen Isotope nachgewiesen (vgl. Abbildung 12, Seite 58).

Die als omnivor geltenden Schweine wurden eher herbivor ernährt; dies ist durch eine teilweise Schweinemast mit Eicheln und Bucheckern erklärbar. Barium- und

Strontiumwert der Katze liegen zwischen denen der Menschen und würden für die als karnivor eingestufte Katze eine omnivore Mischkost evtl. auch durch menschliche Abfälle aufzeigen. Die omnivore Ente hat mit einem Sr/Ca-Wert von über 2 den höchsten Quotienten der Tasdorfer Serie. Dies kann auf eine rein terrestrische pflanzliche Ernährung hindeuten, spricht jedoch auch für eine Ernährung mit Wasserpflanzen (z. B. Wasserlinsen). Allerdings muss bei diesen Schlussfolgerungen beachtet werden, dass die Ergebnisse der Spurenelementanalyse nur auf Gruppenniveau ihre Berechtigung haben und für sehr kleine Untergruppen nur Trends andeuten.

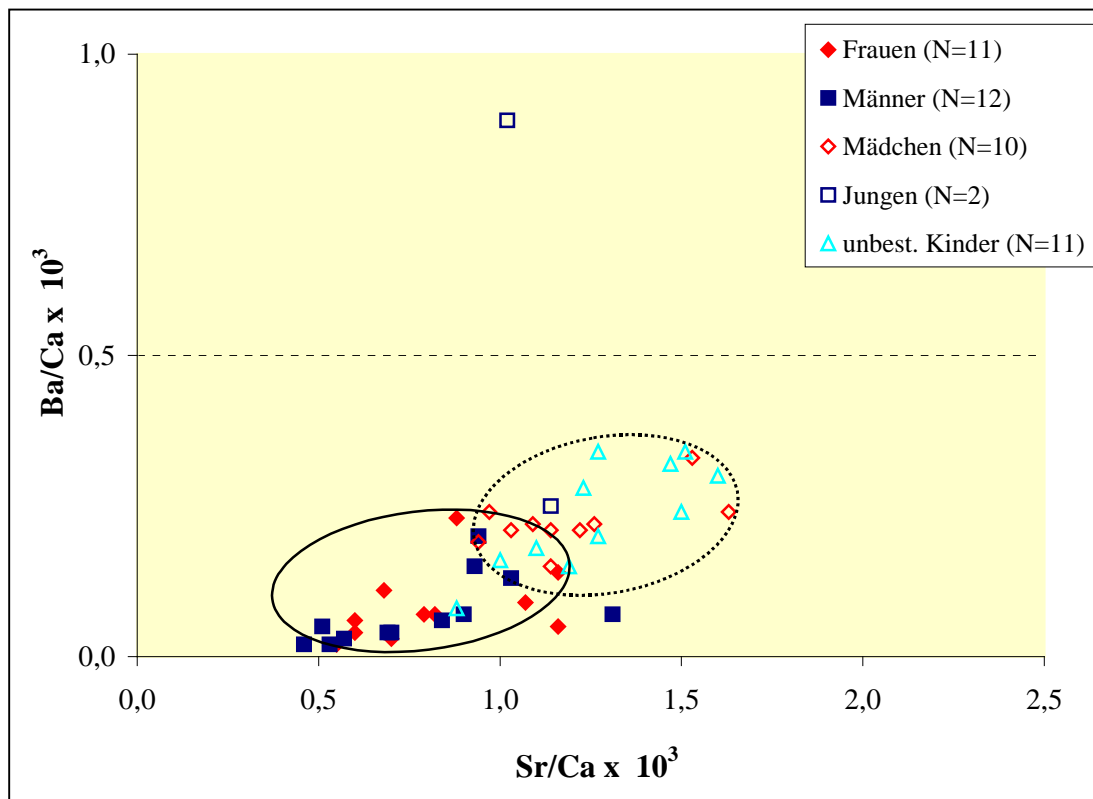


Abbildung 71: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der Tasdorfer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

In Abbildung 71 werden die Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten der Tasdorfer Bevölkerung für die Erwachsenen und Kinder aufgeteilt nach den Geschlechtern dargestellt. Die Untergruppen sind groß genug um sie statistisch vergleichen zu können (bis auf die zwei Jungen). Bei der Bewertung der folgenden Ergebnisse muss folgendes beachtet werden:

Strontium ist ein nicht-essentielles Spurenelement. Es hat eine große Affinität zum Hydroxylapatit und kann im Kristallgitter anstatt des Kalziums eingebaut werden.

Der erwachsene Mensch speichert ca. ein Viertel des Strontiums welches mit der Nahrung aufgenommen wird. Daher ist der Strontiumgehalt der aufgenommenen Nahrung viermal so hoch wie der im Knochen gemessene (s. Gleichung auf Seite 32). Dieser Zusammenhang hat jedoch nur für Individuen Gültigkeit, die mehr als zwei Jahre alt sind. Bei jüngeren Kindern unterscheidet sich der Sr-Stoffwechsel. Es wird ein größerer Anteil des Strontium der aufgenommenen Nahrung in den Knochen eingebaut, es gilt also ein anderer Diskriminierungsfaktor. Für 0-0,5-Jährige ist dieser 0,9, für 0,5-1-Jährige 0,5 und für 1-2-jährige Kinder 0,4. Daher kann bei unter 2-Jährigen ein im Vergleich zu Erwachsenen höherer Sr/Ca-Quotient nicht als Indiz für pflanzliche Nahrung gewertet werden, da durch die Umrechnung des Sr/Ca-Quotienten in der Nahrung durch den höheren Diskriminierungsfaktor der Wert niedriger ist (vgl. hier auch die Abbildungen zum Abstillalter, Seite 165ff).

Die Kinder zeigen deutlich höhere Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten als die Erwachsenen (Kinder: Ba/Ca: 0,22 und Sr/Ca: 1,19; Frauen: Ba/Ca: 0,07 und Sr/Ca: 0,79; Männer: Ba/Ca: 0,06 und Sr/Ca: 0,77). Sie unterscheiden sich für beide Quotienten höchst signifikant von den Frauen und Männern (jeweils $p \leq 0,001$). Frauen und Männer zeigen keine Unterschiede. Dies spricht für eine einheitliche Ernährung beider Geschlechter und widerspricht damit den Ergebnissen aus der Stickstoffisotopien im Kollagen, welches für Frauen und Männer einen signifikanten Unterschied bezüglich des Anteils des Proteins in der Nahrung ergab (vgl. hierzu Abbildung 13, Seite 60 und Abbildung 22, Seite 75).

In der folgenden Abbildung 72 sind die Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten der Erwachsenen Tasdorfs aufgetragen. Auf die Unterscheidung nach Geschlecht wurde verzichtet, da sonst die Untergruppe zu klein wäre. Auch bei der Aufteilung nur nach Altersklassen muss beachtet werden, dass statistische Tests zwischen den Altersklassen zwar möglich sind, die Ergebnisse jedoch trotz allem nur als Trends gewertet werden müssen, da die Gruppengröße für definitive Aussagen zu klein ist.

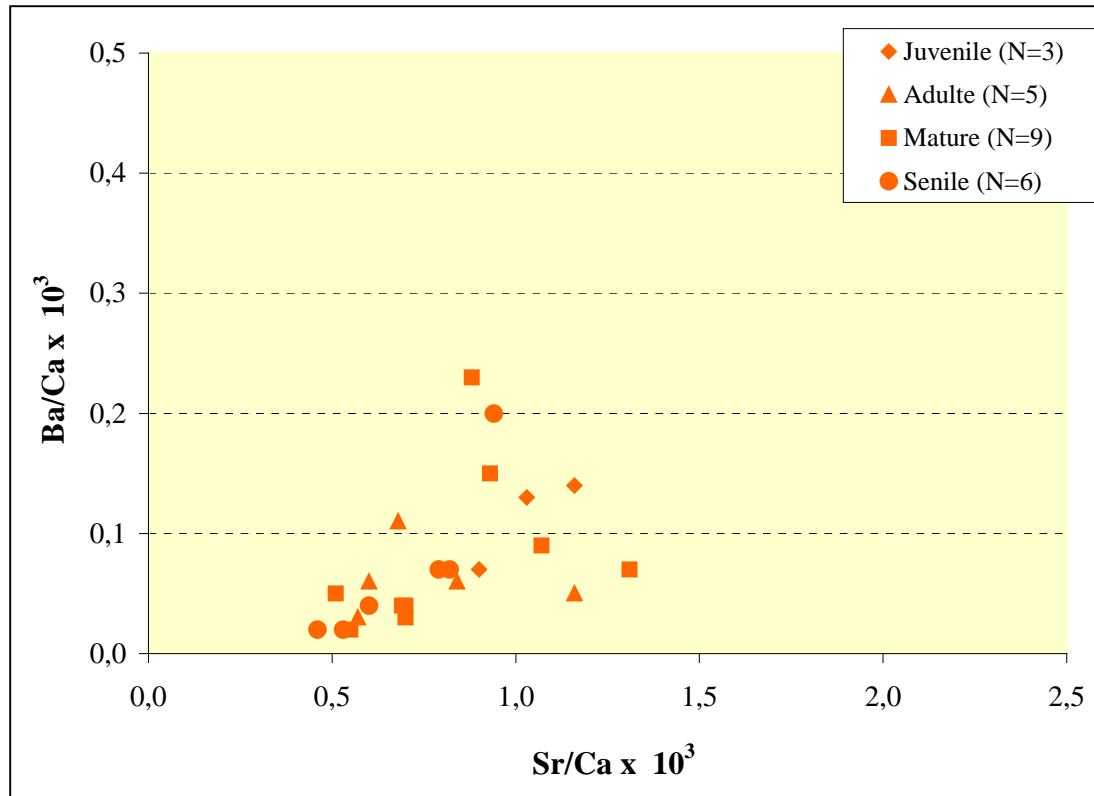


Abbildung 72: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der erwachsenen Tasdorfer Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=23)

Es wird deutlich, dass die Altersklassen sich durchmischt und ohne auffällige Clusterung darstellen. Zu beobachten ist jedoch, dass sowohl der Ba/Ca- als auch der Sr/Ca-Quotient von den Juvenilen zu den Senilen stetig abnimmt. So zeigen die Juvenilen mit 0,13 den höchsten Ba/Ca-Quotienten, der sich zur adulten Altersklasse auf 0,06 mehr als halbiert. Dieser Unterschied ist zwar deutlich, jedoch statistisch nicht signifikant ($p \leq 0,07$). Für die maturaen Individuen beträgt der Quotient 0,05 und bleibt für die Senilen auf diesem Level (0,06). Der Sr/Ca-Quotient zeigt die folgende Verteilung innerhalb der Altersklassen: Für die Juvenilen ergibt sich mit einem Median von 1,03 der höchste Wert gefolgt von den Adulten mit 0,68. Auf diesem Level bewegen sich auch die Werte der maturaen und senilen Individuen (Mature: 0,70, Senile: 0,69).

Die Datenlage lässt den Schluss zu, dass sich im Verlauf des Lebens die Ernährungsgrundlage verschiebt: Sie enthält in jungen Jahren größere Anteile an pflanzlicher Nahrung und weniger Milch- und Fleischprodukte sowie Leguminosen. Diese Anteile werden mit dem Alter geringer, es wird mehr Kalzium reiche Nahrung verzehrt. Die Verbesserung der Ernährungsgrundlage mit steigendem Alter konnte bereits bei den stabilen Isotopen beobachtet werden (siehe Abbildung 14, Seite 62).

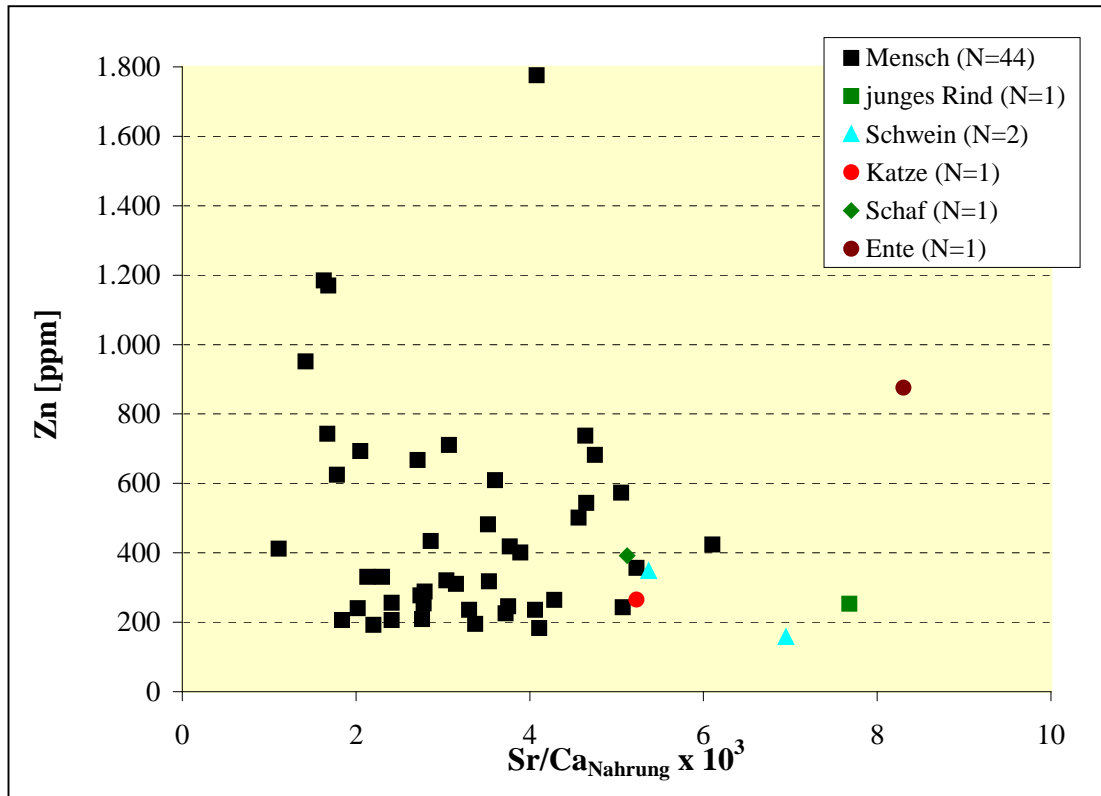


Abbildung 73: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der Tasdorfer Bevölkerung sowie der Tiere aus Tasdorf (N=52)

Erste Ergebnisse, die aus den Zn- bzw. Sr/Ca-Werten gewonnen werden können, wurden bereits in Abbildung 67 und Abbildung 68 besprochen. In Abbildung 73 soll noch einmal auf die Unterschiede zwischen den Tasdorfer Menschen und Tieren eingegangen werden. Der Zn-Wert der Menschen beträgt 379 ppm; für die Tiere wurden 307 ppm Zn gemessen. Der Sr/Ca-Quotient der Nahrung der Tiere (6,16) ist doppelt so hoch wie jener der Menschen (3,11). Dieser Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$). Die Katze als karnivor eingestuftes Tier weist mit 266 ppm Zn einen sehr niedrigen Wert auf, der unter dem Wert des Schafes und eines Schweins liegt. Mit 5,23 weist der Sr/Ca-Wert der Nahrung auf sehr hohe pflanzliche Anteile hin. Auffällig sind die Werte der Ente, die mit 8,30 Sr/Ca eindeutig herbivor ist. Allerdings kann dieser hohe Wert auch durch einen hohen Strontium-Wert verursacht sein, der auf Wasserpflanzen bzw. kleinere Wasserlebewesen hindeuten könnte. Gepaart ist der hohe Sr/Ca-Wert mit einem sehr hohen Zinkwert, der auf Ernährung mit Tierprodukten hindeutet. Für eine eindeutige Aussage reicht allerdings ein Individuum nicht aus und kann daher nur einen Trend angeben.

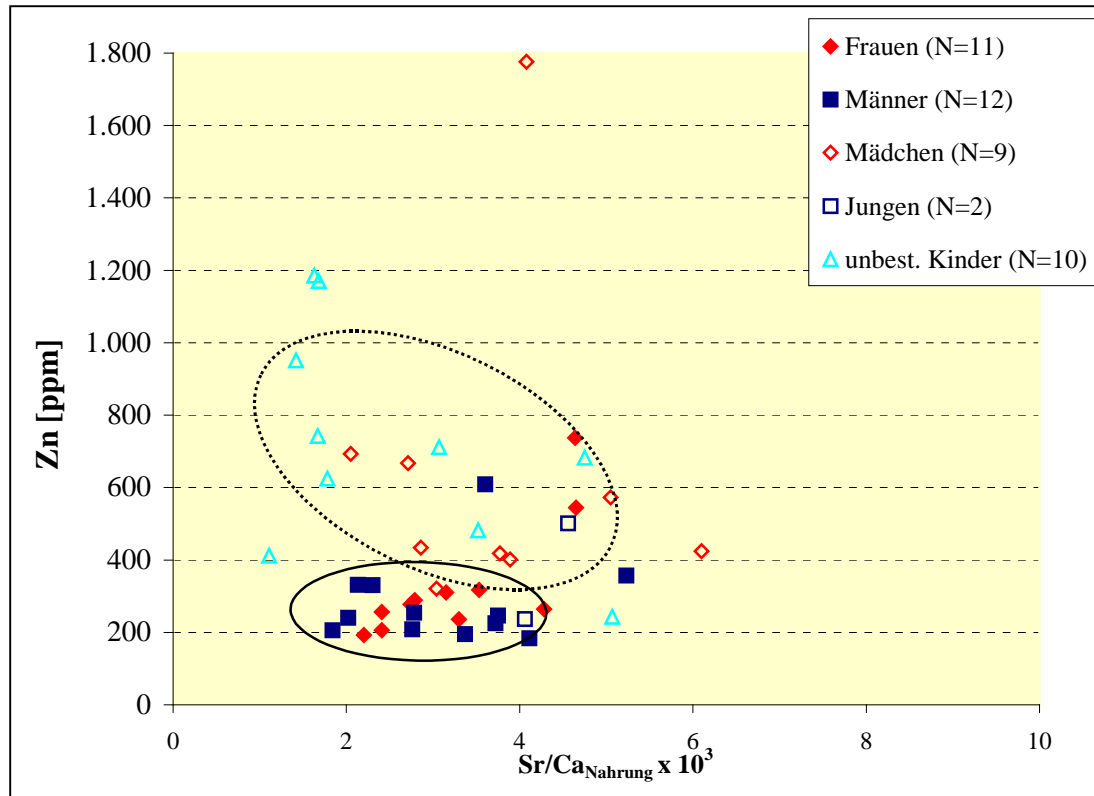


Abbildung 74: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der *Tasdorfer* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Die obige Abbildung 74 verdeutlicht, dass die Kinder (625 ppm Zn, 3,07 Sr/Ca_{Nahrung}) fast durchgehend höhere Zn-Werte und niedrigere Sr/Ca-Werte aufweisen als die Erwachsenen (Frauen: 278 ppm, 3,15 Sr/Ca_{Nahrung}; Männer: 244 ppm Zn, 3,08 Sr/Ca_{Nahrung}). Die Kinder unterscheiden sich jeweils höchst signifikant von Frauen und Männern für Zink ($p \leq 0,001$). Es kann kein signifikanter Unterschied für den Sr/Ca-Quotienten in der Nahrung festgestellt werden. Allerdings sind für die Kinder die einzelnen Altersstufen zu beachten und miteinander zu vergleichen (vgl. auch Abbildung 92). Männer und Frauen unterscheiden sich weder für Zink noch für den Strontium/Kalzium-Quotienten in der Nahrung signifikant. Der etwas höhere Quotient deutet auf eine leicht pflanzenreichere Ernährung der Frauen als der Männer hin (vgl. hier auch die Ergebnisse, die aus dem Kollagen gewonnen wurden, Kapitel 4.2.1 Tasdorf).

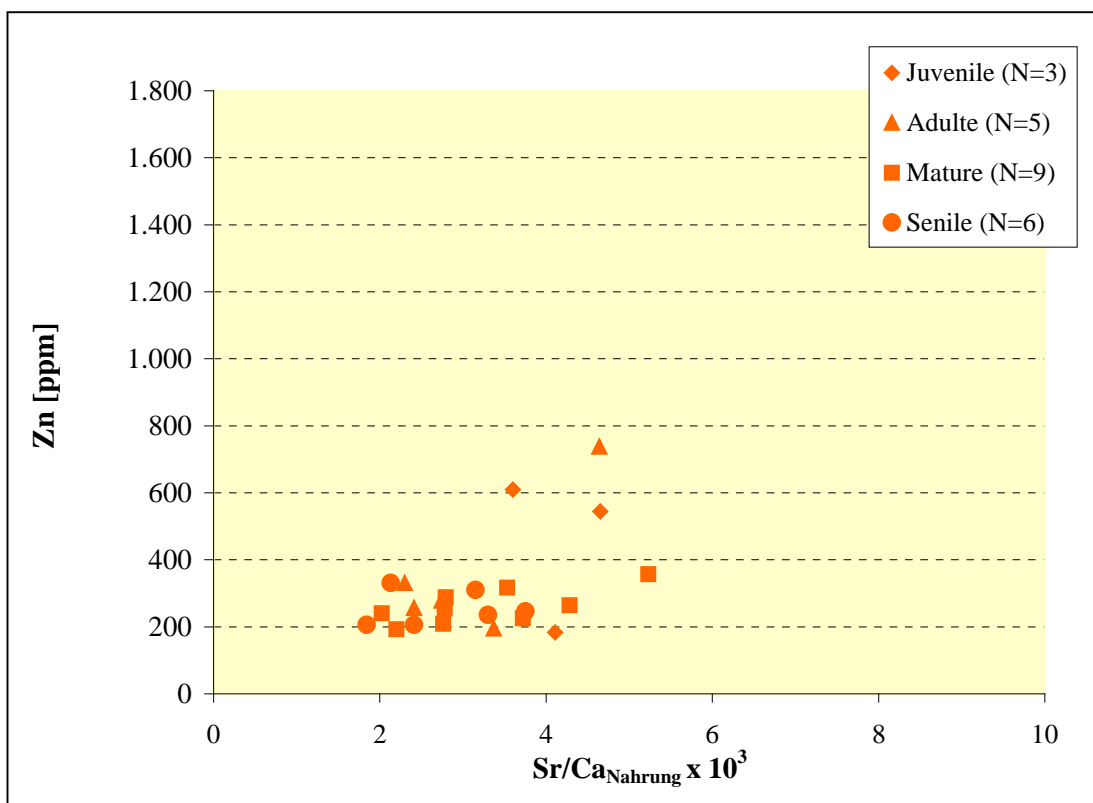


Abbildung 75: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der erwachsenen *Tasdorfer* Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=23)

Der Zn-Gehalt nimmt mit steigendem Alter ab (Juvenile: 544 ppm, Adulte: 278 ppm, Mature: 260 ppm und Senile: 241 ppm Zn), jedoch werden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Für die Juvenilen wird mit 4,11 der höchste Sr/Ca-Quotient in der Nahrung ermittelt, für die anderen drei Altersklassen mit 2,74 bis 2,79 ein deutlich unterschiedlicher. Für die Juvenilen werden gleichzeitig hohe Zn- und Sr/Ca-Werte ermittelt. Für die übrigen Altersklassen ergeben sich keine Unterschiede in der Ernährung. Dies widerspricht den durch die Kollagene gewonnenen Ergebnissen (vgl. Abbildung 14), die dafür sprechen, dass sich die älteren Individuen mehr von tierischem Protein ernährt haben könnten als die jüngeren.

4.6.1.3 Brandenburg

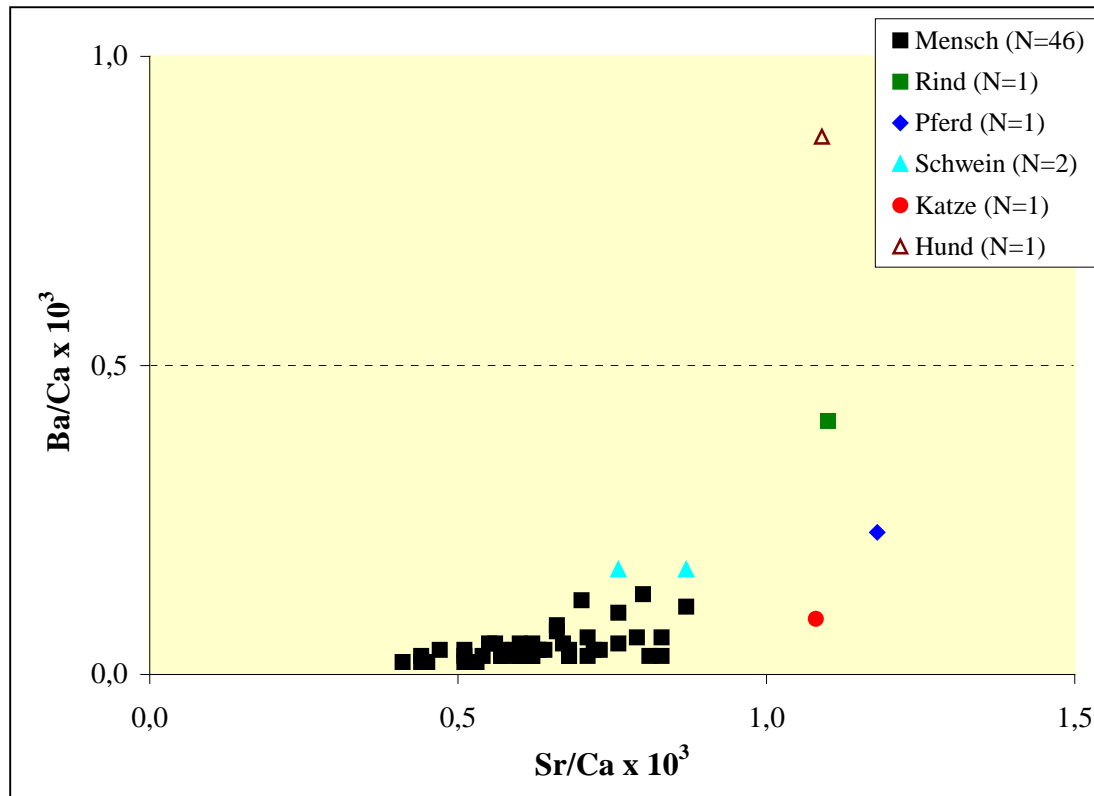


Abbildung 76: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der *Brandenburger* Bevölkerung sowie der Tiere aus Brandenburg (N=52)

Die Brandenburger Menschen zeigen deutlich unterschiedliche Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten im Vergleich zu den Tieren aus Brandenburg. Es ergeben sich Mediane von 0,04 (Ba/Ca) und 0,62 (Sr/Ca) für die Menschen, die höchst signifikant anders sind (jeweils $p \leq 0,001$) als die der Tiere (Ba/Ca: 0,20 und Sr/Ca: 1,09). Damit ernähren sich die menschlichen Individuen eindeutig weniger von pflanzlicher Nahrung als die Tiere. Die Katze (Ba/Ca: 0,09; Sr/Ca: 1,08) bewegt sich für das Barium im oberen Wertebereich der Menschen, für Strontium lassen sich deutlich höhere Werte als bei den Menschen ermitteln. Es kann für die Katze daher von einer Nahrung mit großen pflanzlichen Anteilen ausgegangen werden. Auch die Ernährung mit Fischresten, die reich an Strontium sind, ist möglich. Für die omnivoren Schweine ergibt sich ebenfalls ein sehr hoher Anteil an pflanzlicher Nahrung, die aber wegen der Strontiumwerte, die sich im oberen Wertebereich der Werte für die Menschen bewegen, teilweise Leguminosen enthalten haben kann (reich an Kalzium und daher geringere Sr/Ca-Quotienten als bei den Herbivoren). Deutlich von allen anderen unterscheidet sich der Hund (Ba/Ca: 0,87 und Sr/Ca: 1,09). Der Hund zeigt damit eindeutig herbivore Signale. Dies könnte einerseits daran liegen, dass der

Hund menschliche Küchenabfälle erhielt bzw. sich von Abfall ernährte oder aber herbivore Tiere verspeist hat und deren Knochen verdaute. Somit kann ein karnivores Tier die gleichen Spurenelementsignaturen wie ein herbivores zeigen. Die erste Erklärungsansatz erscheint jedoch wahrscheinlicher. Allerdings muss an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse der Spurenelemente volle Validität nur auf Gruppenebene haben.

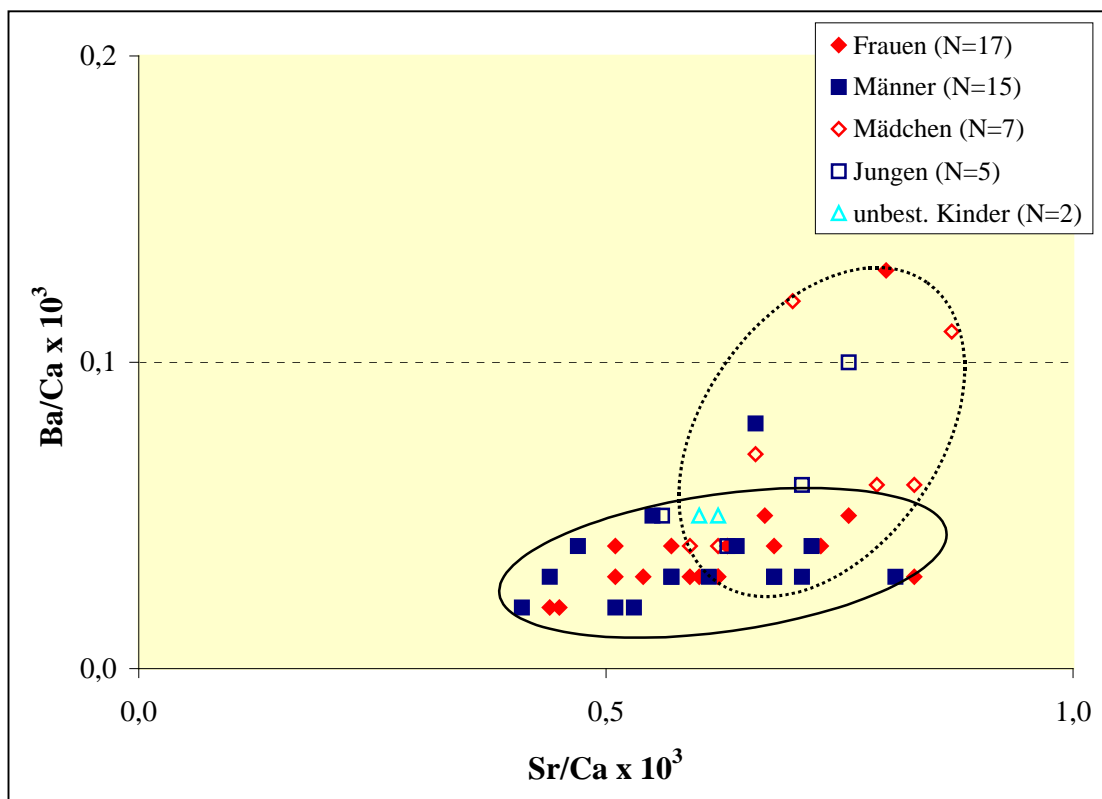


Abbildung 77: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Die Kinder haben höhere Ba/Ca- und Sr/Ca-Quotienten als die Frauen und Männer (Kinder: Ba/Ca: 0,06 und Sr/Ca: 0,67; Frauen: Ba/Ca: 0,03 und Sr/Ca: 0,62; Männer: Ba/Ca: 0,03 und Sr/Ca: 0,57). Damit unterscheiden sich die Kinder von den Frauen und Männern höchst signifikant für den Barium/Kalzium-Quotienten (jeweils $p \leq 0,001$) und von den Männern signifikant für Sr/Ca ($p \leq 0,05$). Männer und Frauen unterscheiden sich nicht in ihrer Ernährung. Für beide Geschlechter kann eine Mischkost angenommen werden, die aus Gemüse und Leguminosen sowie aus Fleisch- und Milchprodukten besteht. Ernährung durch marine Ressourcen, die sich durch hohe Strontiumwerte auszeichnet, kann als Hauptnahrungskomponente ausgeschlossen werden.

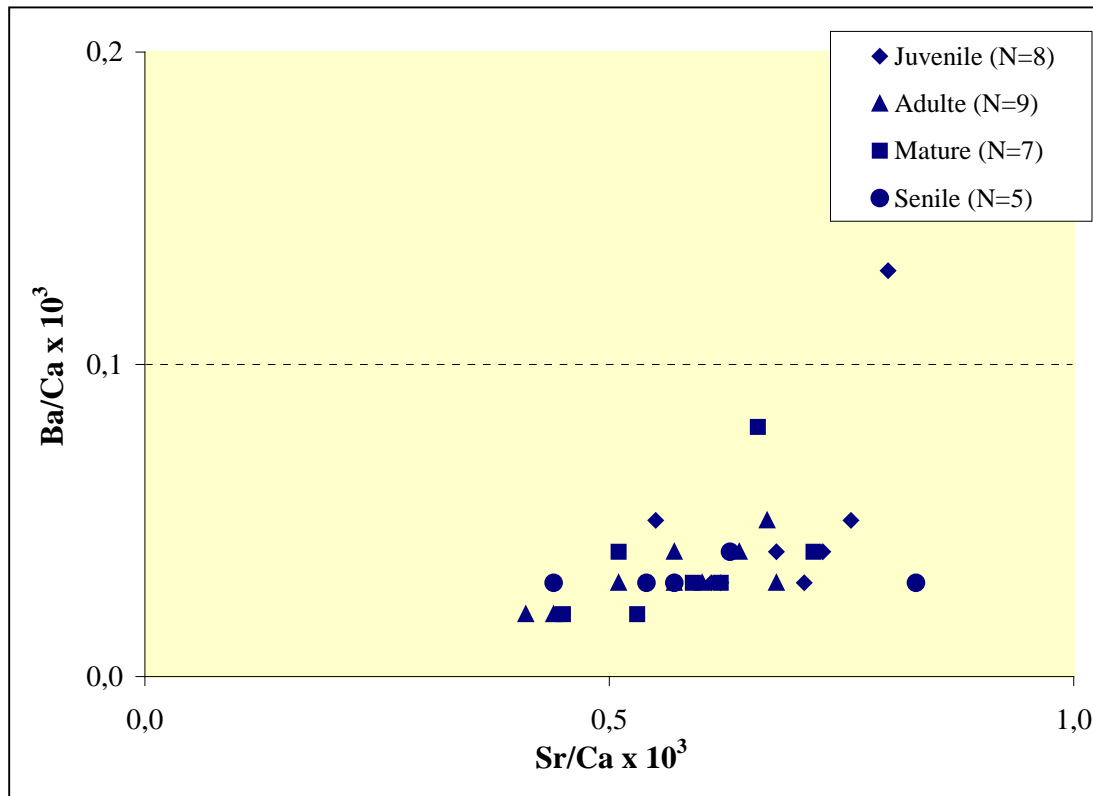


Abbildung 78: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der erwachsenen Brandenburger Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=29)

In der obigen Abbildung 78 sind 29 der 32 erwachsenen Brandenburger Individuen dargestellt. Die zwei adult/maturen Individuum und das eine mature/senile wurden für die graphische Darstellung nicht mit aufgenommen.

Wie schon bei den Tasdorfern kann für beide Quotienten der höchste Wert für die juvenilen Brandenburger ermittelt werden (Ba/Ca: 0,04; Sr/Ca: 0,70), der sich dann für die anderen drei Altersklassen auf einem niedrigeren Niveau einpendelt (Ba/Ca für Adulte, Mature und Senile: 0,03; Sr/Ca Adulte und Senile: 0,57 sowie Mature: 0,59). Auch hier ist mit höherem Lebensalter die Nahrungsgrundlage eine Mischkost, in der allerdings der pflanzliche Anteil etwas geringer sein könnte als in der Jugend. Die Unterschiede zwischen den Altersklassen sind allerdings weniger ausgeprägt als bei der ländlichen Tasdorfer Bevölkerung.

Vergleicht man die Werte für die Altersklassen zwischen der ländlichen Bevölkerung von Tasdorf und der Stadt Brandenburg ergeben sich deutlich und statistisch signifikante Unterschiede.

Für die juvenilen Tasdorfer lässt sich ein dreimal so hoher Median ermitteln wie für die juvenilen Brandenburger ($p \leq 0,05$). Ähnliche und ebenfalls signifikante

Unterschiede ergeben sich für den Sr/Ca-Quotienten ($p \leq 0,05$).

Die adulten Tasdorfer weisen mit 0,06 einen doppelt so hohen Ba/Ca-Wert auf wie die adulten Brandenburger ($p \leq 0,05$) und einen signifikant höheren Sr/Ca-Quotienten ($p \leq 0,05$). Die mature ländliche Bevölkerung weist ebenfalls sowohl für Ba/Ca als auch für Sr/Ca höhere Mediane auf als die städtischen Maturen aus Brandenburg. Allerdings ergibt sich nur für Strontium eine Signifikanz ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,06$ für Barium). Für die senilen Individuen ergeben sich keine Unterschiede.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Tasdorfer sich sehr viel stärker als die Brandenburger und zu größeren Anteilen von pflanzlicher Nahrung ernährten und diese einen großen Anteil der omnivoren Kost ausmachte.

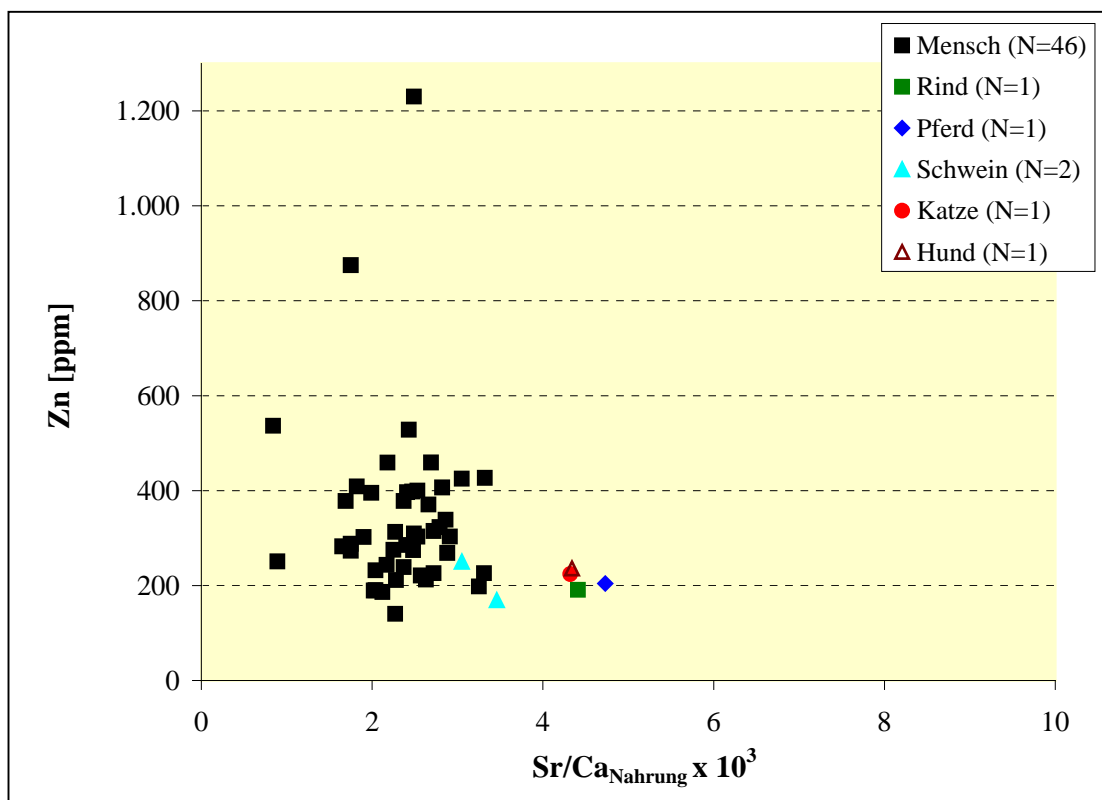


Abbildung 79: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der *Brandenburger* Bevölkerung sowie der Tiere aus Brandenburg (N=52)

Der durchschnittliche Zinkgehalt der Brandenburger Bevölkerung liegt bei 303 ppm. Die Tiere aus Brandenburg weisen mit 214 ppm Zn signifikant darunter ($p \leq 0,01$). Interessanterweise haben Hund und Katze den gleichen (niedrigen) Zink-Gehalt. Das lässt den Schluss zu, dass beide Tiere große Mengen an pflanzlicher Nahrung konsumierten. Dies war für den Hund mit den hohen Ba/Ca-Werten zu erwarten (vgl. Abbildung 76).

Der Sr/Ca-Wert der konsumierten Nahrung beträgt für alle Brandenburger 2,40 und

für die Tiere 4,33 und unterscheidet sich damit höchst signifikant voneinander ($p \leq 0,001$). Auch das deutet auf einen weitaus höheren Konsum von pflanzlicher Nahrung durch alle Tiere (also nicht nur der Herbivoren) als durch die Menschen. Interessanterweise liegen die beiden omnivoren Schweine dichter an den Menschen als die beiden Karnivoren (Hund und Katze), die dichter bei den Herbivoren liegen. Man muss für als karnivor eingestuft Tiere von großen Anteilen pflanzlicher Nahrung ausgehen. Der große Sr/Ca_{Nahrung} -Wert der Katze deutet auch auf Fischreste als Nahrungskomponente hin.

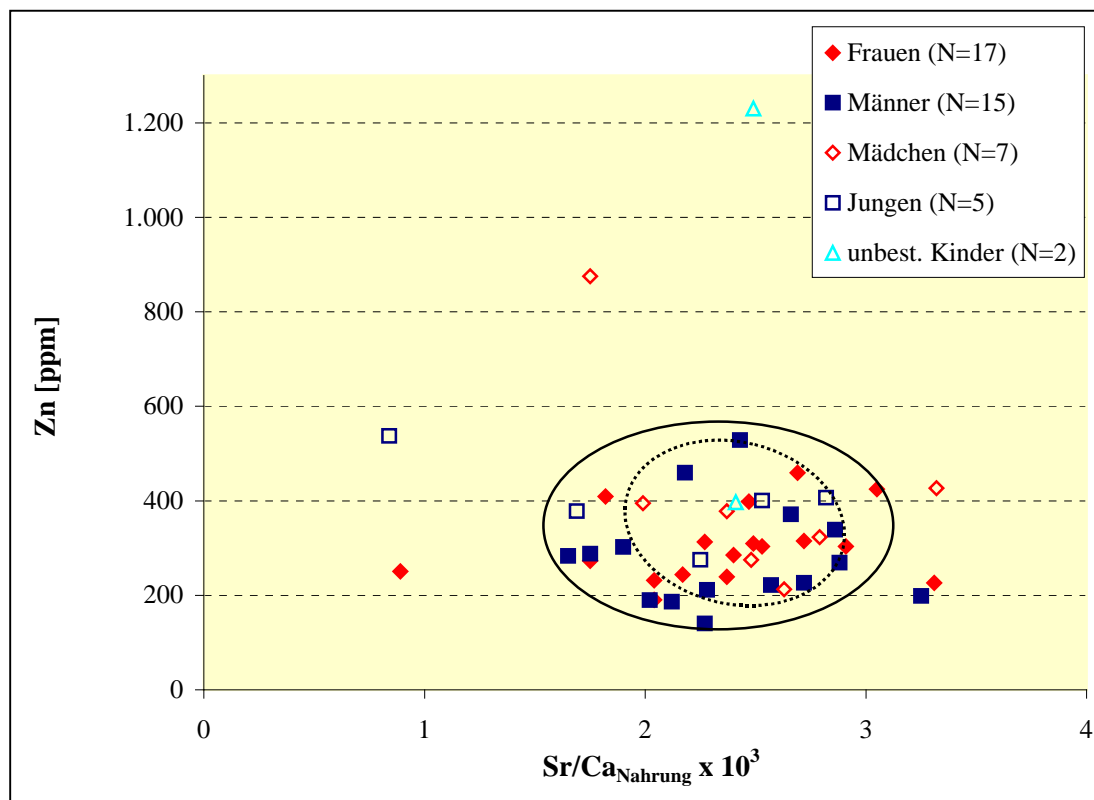


Abbildung 80: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=46). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

In obiger Abbildung werden die Zink-Gehalte und die Strontium/Kalzium-Werte der konsumierten Nahrung für die Brandenburger Erwachsenen und Kinder dargestellt. Auffällig ist eine Frau mit einem sehr niedrigen Sr/Ca -Quotienten, der auf eine Ernährung mit großen Fleischanteilen hinweist. Allerdings ist dieser Wert gekoppelt mit einem relativ niedrigen Zinkwert, der gegen die Annahme einer fleischlichen Nahrung spricht. Die drei höchsten Zinkwerte gehören zu drei Kindern, die alle unter 0-1 Jahr alt sind. Sie könnten gestillt worden sein (vgl. hierzu auch Abbildung 93). Dagegen sprechen allerdings die Ergebnisse aus der Analyse der stabilen Stickstoff-

und Kohlenstoffisotope aus dem Kollagen (s. Abbildung 48).

Der durchschnittliche Zinkgehalt der Frauen beträgt 303 ppm, der der Männer liegt mit 268 ppm darunter. Die Kinder weisen den höchsten 396 ppm Zn auf. Somit unterscheiden sich die Kinder signifikant von Männern und Frauen ($p \leq 0,001$ bzw. $p \leq 0,05$). Für die Jungen lässt sich ein höherer Zn-Gehalt ermitteln als für Mädchen (400 ppm zu 378 ppm). Allerdings ist dieser Unterschied sehr gering und statistisch nicht signifikant.

Für den Sr/Ca_{Nahrung} -Wert ergeben sich für alle drei Gruppen ähnliche Werte (Kinder: 2,39; Frauen: 2,47 und Männer 2,28) und deutet somit auf einen ähnlichen hohen Anteil an vegetabiler Nahrung für alle drei Gruppen hin. Die Jungen weisen mit 2,25 einen etwas niedrigeren Wert auf als die Mädchen (2,48). Auch dieser Unterschied ist nicht signifikant.

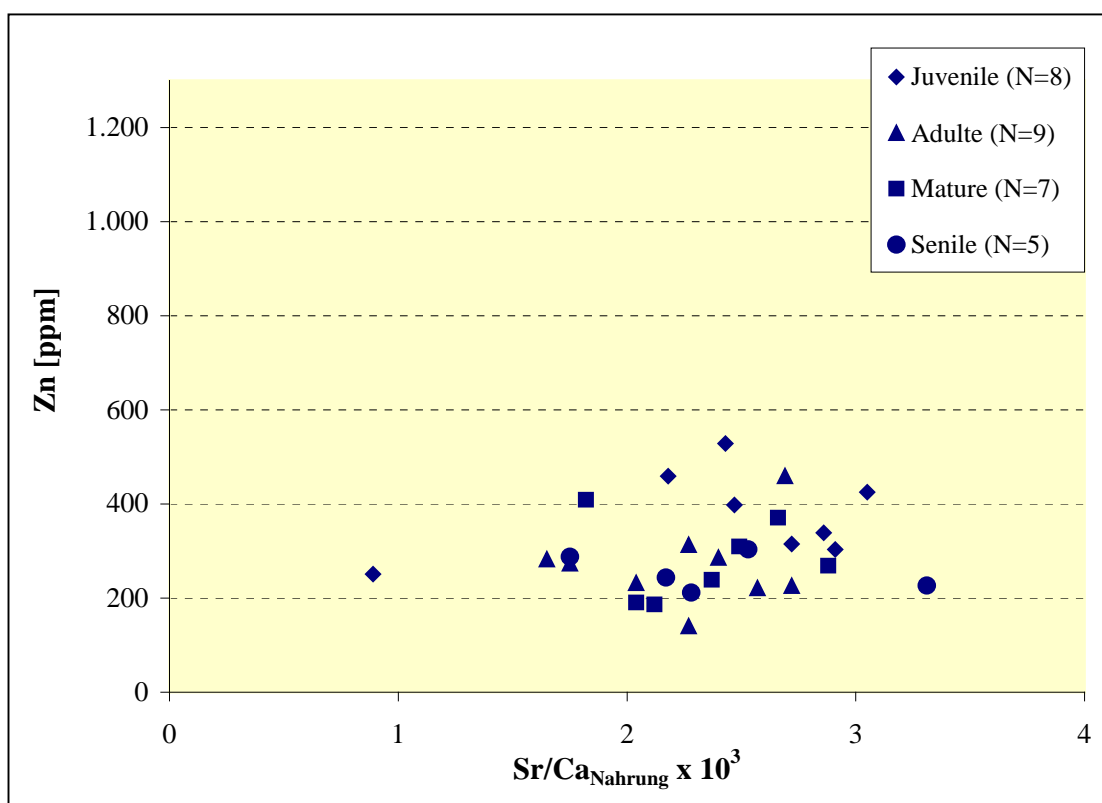


Abbildung 81: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der erwachsenen *Brandenburger* Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=29)

Ähnlich wie bei den Tasdorfern nimmt der durchschnittliche Zinkgehalt von den Juvenilen (368 ppm) zu den Maturen (239 ppm) allmählich ab und bleibt dann bei den senilen Individuen (244 ppm) auf diesem Niveau. Dies spricht für eine bessere Ernährungslage der jüngeren Altersgruppe. Die Ergebnisse aus den stabilen Isotopen belegen dies nicht (s. a. Abbildung 17 und Abbildung 28). Sie deuten auf eine

Ernährung mit mehr Fleisch- und Milchprodukten im höheren Alter. Auch die Sr/Ca_{Nahrung}-Werte, die für die Altersklassen ermittelt werden, belegen diesen Zusammenhang. Mit 2,61 haben die Juvenilen den höchsten Sr/Ca_{Nahrung}-Quotienten und damit den höchsten Anteil vegetabiler Nahrung. Der Wert sinkt zu den Adulten auf 2,27 ab und bleibt auch für die Maturen (2,37) und Senilen (2,28) auf etwa diesem Level. Allerdings kann keine Signifikanz festgestellt werden (juvenil-adult: $p \leq 0,068$).

4.6.1.4 Anklam

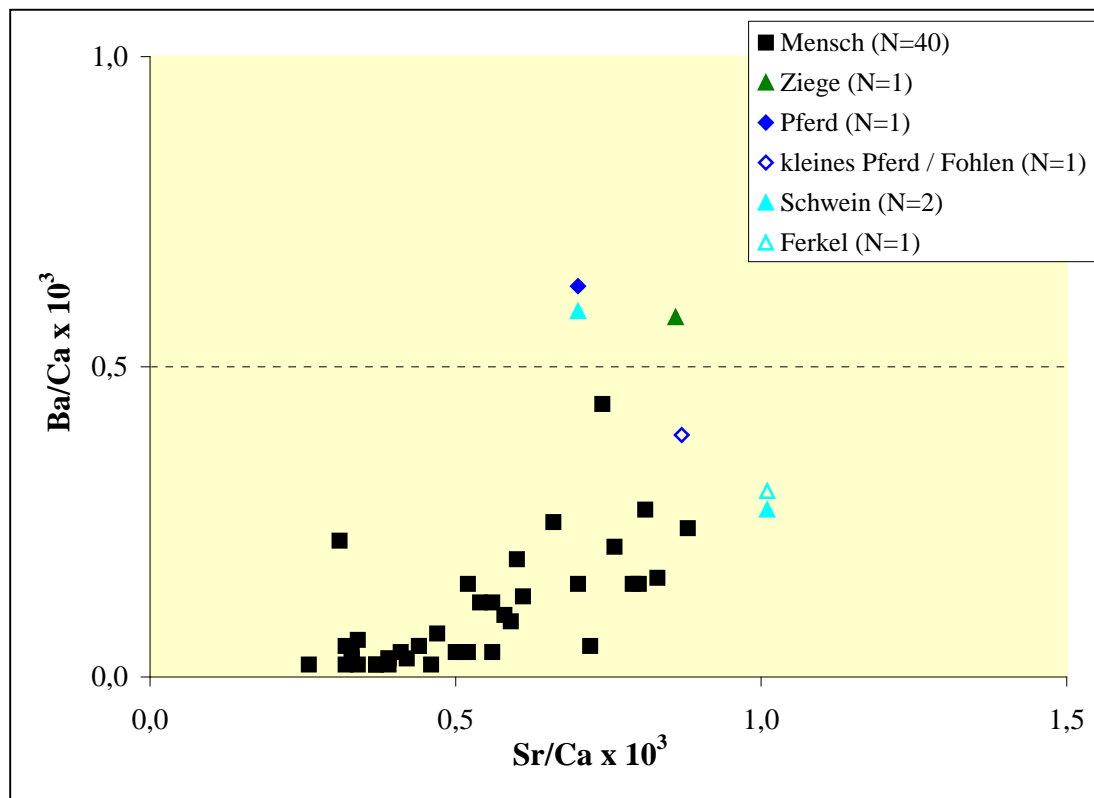


Abbildung 82: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der Anklamer Bevölkerung sowie der Tiere aus Anklam (N=46)

Die Anklamer Bevölkerung variiert relativ stark sowohl für den Ba/Ca- als auch für den Sr/Ca-Quotienten: Das Individuum A1625 (eine juvenile Frau) zeigt für beide Quotienten den geringsten Wert (Ba/Ca: 0,02, Sr/Ca: 0,26). Der höchste Sr/Ca-Quotient eines Menschen beträgt 0,88 und ist damit höher als der Quotient der drei Herbivoren (zwei Pferde und Ziege). Den höchsten Ba/Ca-Quotienten weist mit 0,74 ein 1-1,5Jähriges Kind auf. Interessant ist ein Individuum mit einem sehr niedrigen Sr/Ca-Quotienten (0,31) gepaart mit einem relativ hohen Ba/Ca-Quotienten (0,22). Es handelt sich hierbei um A 0172, einen adulten Mann. Wie man in Abbildung 19, Seite 70, Abbildung 20, Seite 71 und Abbildung 38, Seite 94 erkennen kann,

unterscheidet sich dieses Individuum auch in den Isotopensignaturen von den restlichen Anklamern.

Die Mediane der Menschen (Ba/Ca: 0,05; Sr/Ca: 0,51) unterscheiden sich signifikant von denen der Tiere (Ba/Ca: 0,49; Sr/Ca: 0,87) ($p \leq 0,05$). Den höchsten Ba/Ca-Quotienten überhaupt zeigt das Pferd. Es kann hier von einem großen Anteil an Getreide, wahrscheinlich Hafer, in der Nahrung ausgegangen werden. Deutlich unterschiedlich für den Ba/Ca-Quotienten verhalten sich die beiden Schweine aus Anklam. Für das Schwein mit einem Sr/Ca-Quotienten von 1,0 kann von einer rein vegetabilen Ernährung ausgegangen werden. Auch das Ferkel weist einen hohen Sr/Ca-Quotienten hat. Aus diesem Ergebnis muss geschlossen werden, dass es nicht mehr gesäugt wurde.

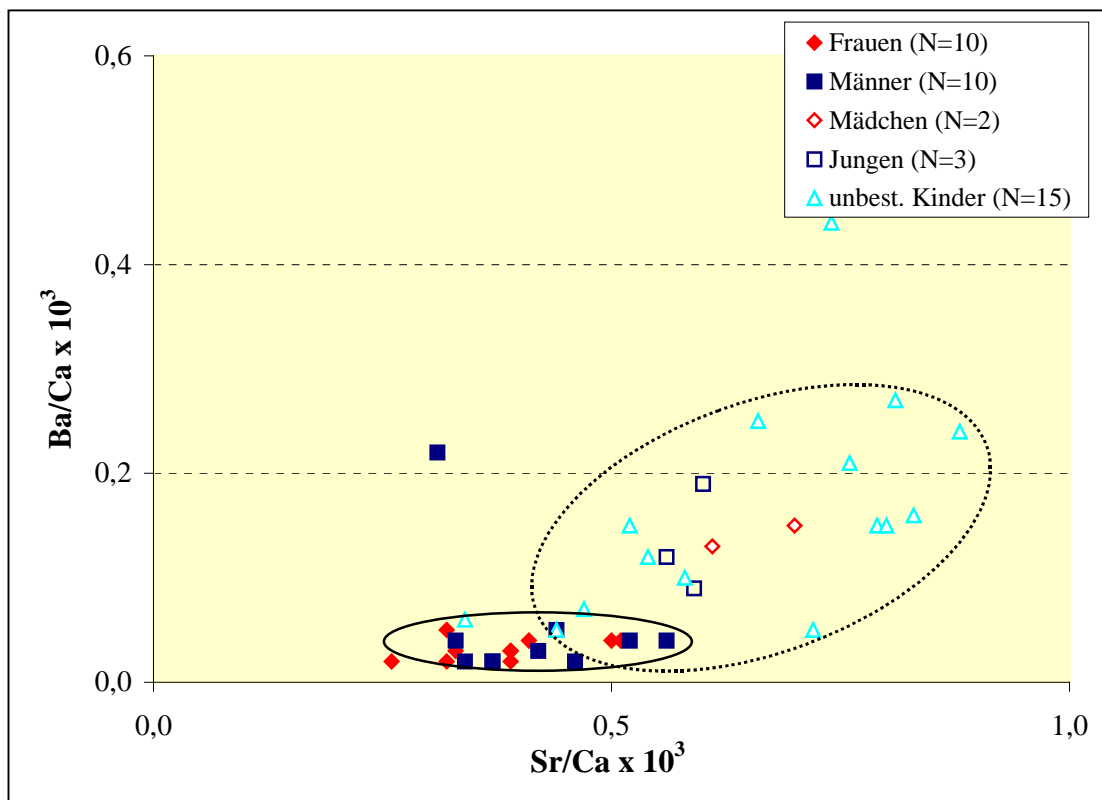


Abbildung 83: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=40). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

Die Kinder zeigen mit 0,64 einen höchst signifikant höheren Sr/Ca-Quotienten als die Frauen (0,39) und die Männer (0,40). Auch für den Ba/Ca-Quotienten unterscheiden sie sich höchst signifikant (0,15 für die Kinder, 0,03 Frauen und 0,04 Männer). Männer und Frauen ernährten sich demnach gleich. Mädchen und Jungen weisen für beide Quotienten sehr ähnliche Werte auf (Jungen: Ba/Ca: 0,12 und

Sr/Ca: 0,59; Mädchen: Ba/Ca: 0,14 und Sr/Ca: 0,66). Die etwas niedrigeren Werte der Jungen als die der Mädchen deuten auf eine pflanzenreichere Ernährung der Mädchen hin. Allerdings sind die Unterschiede nur gering und ferner muss für ein eindeutiges Ergebnis der Diskriminierungsfaktor für die unter 2-Jährigen mit beachtet werden (vgl. hierzu Abbildung 86, wo der Sr/Ca-Quotient der konsumierten Nahrung dargestellt wird, in welchem die Diskriminierungsfaktoren mit einberechnet sind sowie Abbildung 94, wo der Sr/Ca-Quotient der Nahrung für die Kinder der unterschiedlichen Altersstufen dargestellt ist).

Für manche Kinder konnte das Geschlecht nicht eindeutig bestimmt werden, jedoch mit einer Tendenz zu einem Geschlecht angegeben werden (vgl. Tabelle 8 im Anhang, Seite 291). Zählt man diese Individuen, deren Geschlecht als Tendenz angegeben wurde nicht zu den unbestimmten Kindern (wie in Abbildung 83), sondern zu dem jeweiligen Geschlecht, ergeben sich für Jungen (N=7) und Mädchen (N=4) folgende Werte: Ba/Ca: 0,15 bzw. 0,14; Sr/Ca: 0,60 bzw. 0,66). Die Quotienten ändern sich nicht wesentlich und aus der Datenlage muss geschlossen werden, dass Jungen und Mädchen gleich ernährt wurden.

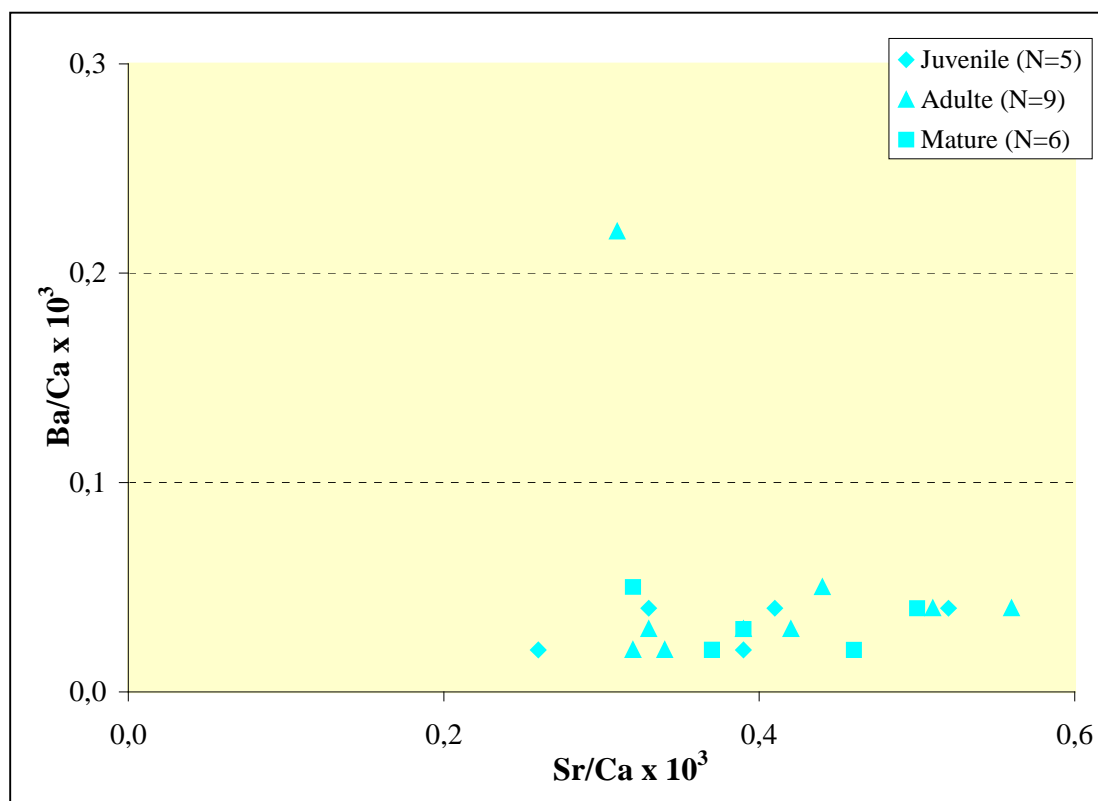


Abbildung 84: Barium/Kalzium- und Strontium/Kalzium-Quotienten der erwachsenen Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=20)

Bei der Darstellung der Quotienten für die unterschiedlichen Altersklassen wird noch deutlicher, dass der Ba/Ca-Quotient für alle sehr ähnlich ist. Nur ein Individuum weicht ab (siehe Abbildung 82). Für die juvenilen Individuen errechnet sich für Ba/Ca 0,04, für die Adulten 0,03 und die Maturen haben einen Ba/Ca-Quotienten von 0,3. Zwischen den Altersklassen gibt es keine signifikanten Unterschiede. Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Strontium/Kalzium-Quotienten: Die juvenilen und adulten Individuen haben den gleichen Wert 0,39, der sich zu den maturen nicht verändert (0,38).

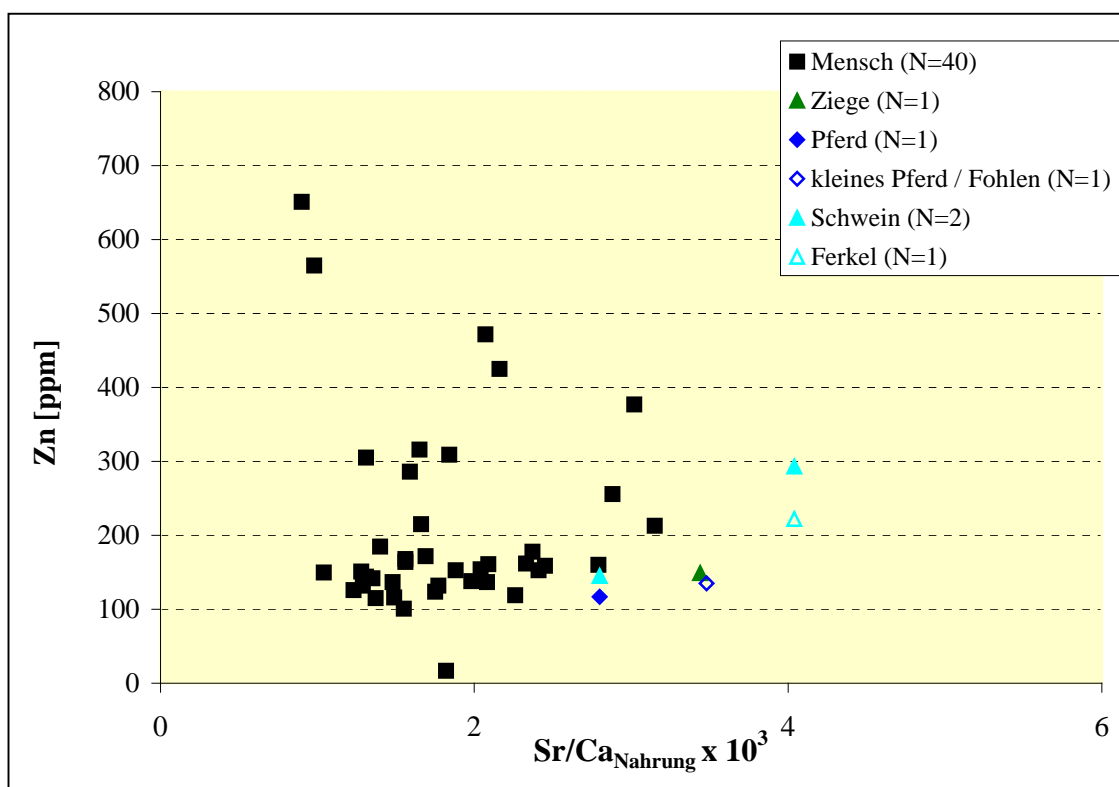


Abbildung 85: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der Anklamer Bevölkerung sowie der Tiere aus Anklam (N=46)

Abbildung 85 stellt dar, dass sich die Menschen und Tiere aus Anklam signifikant für ihre Sr/Ca_{Nahrung}-Werte unterscheiden: Mit 159 ppm Zn weisen die Menschen nur wenig höhere Werte als die Tiere (147 ppm) auf. Die hohen Werte, die für die Menschen beobachtet werden können, gehören fast alle zu den Kindern (vgl. die nächste Abbildung 86). Mit 1,72 werden für die Menschen höchst signifikant niedrigere Sr/Ca-Quotienten in der Nahrung ermittelt als für die Tiere mit 3,46 ($p \leq 0,001$). Menschen ernährten sich also weniger von vegetabiler Nahrung als die Herbivoren und Omnivoren Anklams. Betrachtet man das Ferkel und das kleine Pferd/Fohlen, so kann es anhand der Werte fast ausgeschlossen werden, dass diese

noch gesäugt wurden, da ihre Sr/Ca-Werte dann deutlich niedriger als die der erwachsenen Tiere sein müssten, gekoppelt mit einem etwas höheren Zinkwert.

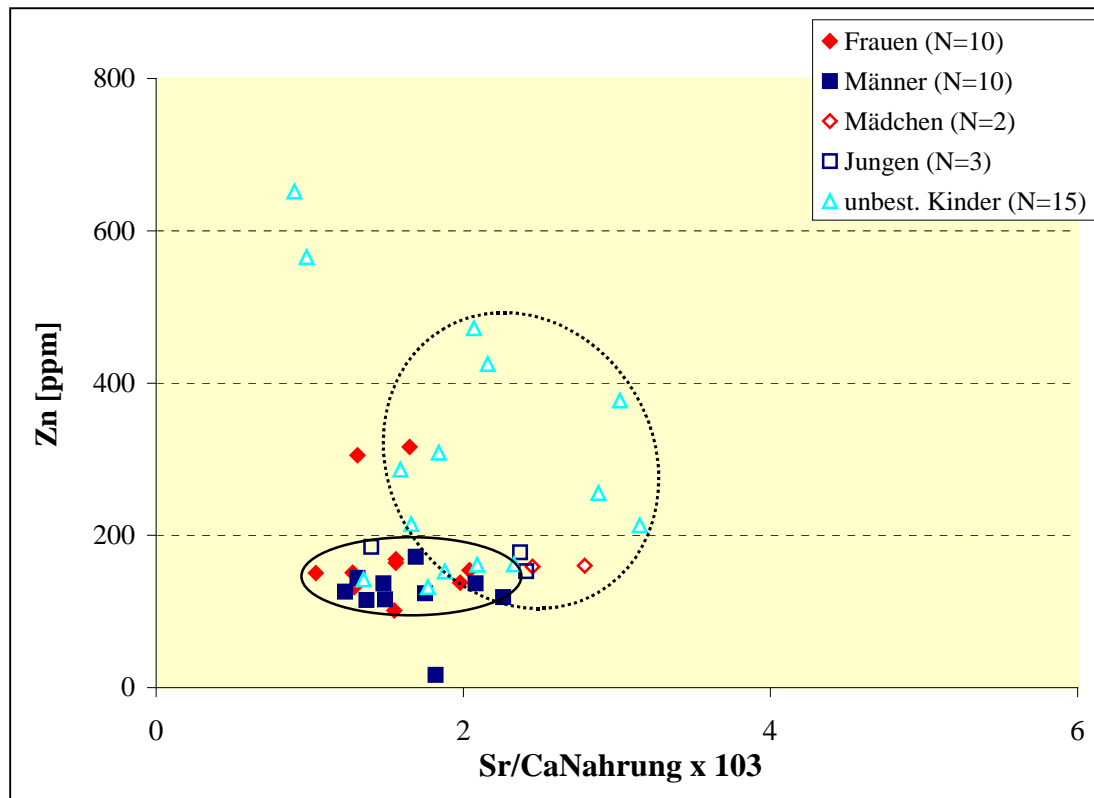


Abbildung 86: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in männliche und weibliche Erwachsene und Kinder sowie unbestimmte Kinder (N=40). Die Ellipsen stellen den Hauptaufenthaltsraum der Erwachsenen (durchgezogene Linie) bzw. der Kinder (gepunktete Linie) dar.

In Abbildung 86 gut zu erkennen ist, dass bis auf 2 Frauen alle Zinkgehalte über 200 ppm zu Kindern gehören. Einige davon sind auch mit geringen Sr/Ca-Quotienten gekoppelt, so dass für diese Kinder davon ausgegangen werden kann, dass sie noch gestillt wurden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen, die aus den stabilen Stickstoffisotopen gewonnen werden konnten (s. Abbildung 94). Es lässt sich ein Zn-Gehalt von 199 ppm ermitteln, der signifikant über dem der Frauen (153 ppm) und Männer (125 ppm) liegt (Frauen: $p \leq 0,05$; Männer: $p \leq 0,001$). Auch Frauen und Männer unterscheiden sich signifikant ($p \leq 0,05$). Aus den Daten für Zink muss geschlossen werden, dass Frauen etwas mehr bzw. häufiger Fleisch und Milch konsumierten als Männer. Dies sagen auch die Ergebnisse der stabilen Isotope aus (vgl. dazu Abbildung 22, Seite 75 und Abbildung 45, Seite 105). Für die Mädchen (159 ppm) ergeben sich etwas geringere Zn-Gehalte (178 ppm) als für die Jungen. Jungen könnten also etwas mehr Milch- und Fleischprodukte konsumiert haben. Allerdings handelt es sich nur um zwei bzw. drei Individuen.

Die Kinder (2,08) aus Anklam haben höhere Sr/Ca-Quotienten (Nahrung) als die Frauen (1,56) und Männer (1,59). Aus den Daten kann geschlossen werden, dass die Kinder mehr vegetabile Nahrung verzehrten als die Erwachsenen. Hier muss jedoch das Alter der betreffenden Kinder mit berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 94). Männer und Frauen hatten eine gleichwertige Ernährung.

Betrachtet man wie in Abbildung 83 die Kinder, deren Geschlecht mit Tendenz angegeben werden, nicht als unbestimmte Kinder, sondern als Jungen und Mädchen, ergeben sich deutliche Unterschiede für die Zinkgehalte: 160 ppm für Mädchen und 286 ppm für Jungen. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant, kann aber darauf hindeuten, dass Jungen mehr und häufiger Fleisch und Milch konsumiert haben könnten als Mädchen.

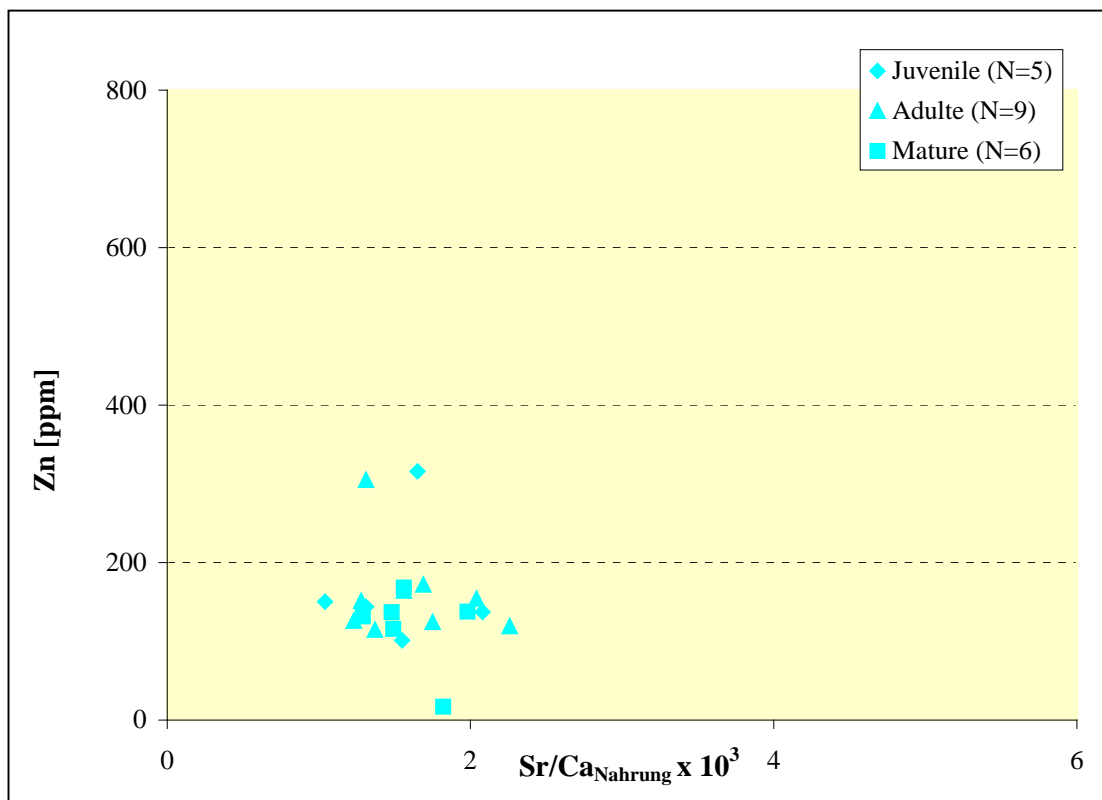


Abbildung 87: Zink- und Strontium/Kalzium_{Nahrung}-Werte der erwachsenen Anklamer Bevölkerung aufgeteilt in die Altersklassen (N=20)

Es können nur geringe Unterschiede für die Altersklassen ermittelt werden. Juvenile weisen 144 ppm Zn, Adulte 151 ppm Zn und Mature 135 ppm Zn auf. Ebenfalls werden sehr ähnliche Gehalte von Sr/Ca in der Nahrung ermittelt: Juvenile: 1,55, Adulte: 1,56 und Mature: 1,53. Ein ähnlicher Zusammenhang ergibt sich aus der Analyse des Kollagens (vgl. Abbildung 20, Seite 71). Allerdings deuten die Kollagen-Ergebnisse in Kombination mit denen aus dem Karbonat ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ko-Ka}}$) auf

eine Verbesserung der Ernährung von der Jugend bis zum Alter (vgl. Abbildung 41, Seite 99).

4.6.2 Weitere Spurenelemente (Arsen, Cadmium, Kupfer, Mangan)

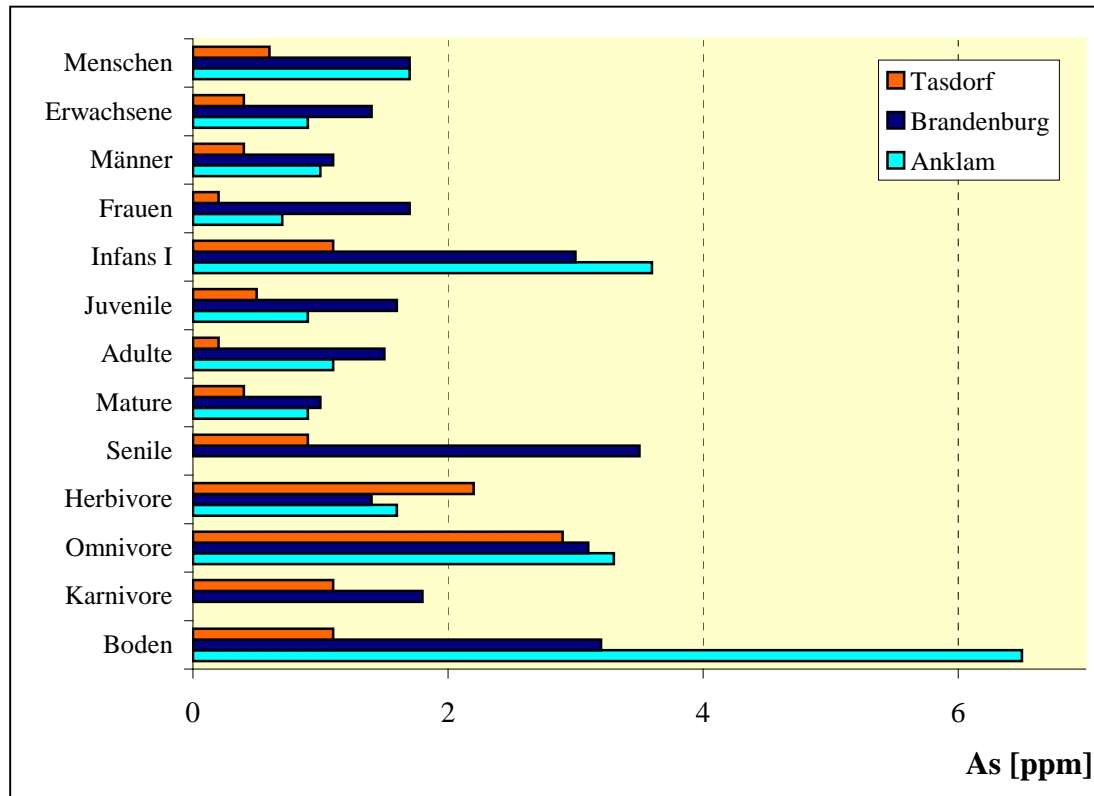


Abbildung 88: Arsenwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Obige Abbildung 88 stellt die Arsenwerte der drei Bevölkerungen dar. Im folgenden werden die drei Populationen im einzelnen und dann vergleichend beschrieben.

Der Tasdorfer Boden enthält 1,1 ppm As. Dieser Wert übertrifft den der Tasdorfer Menschen (0,6 ppm) fast um das Doppelte. Männer weisen doppelt so hohe As-Werte wie Frauen auf (0,4 zu 0,2 ppm). Allerdings ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Mit 1,1 ppm sind die As-Werte der Kinder dreimal so hoch wie die der Männer und mehr als fünfmal so hoch wie die der Frauen ($p \leq 0,05$ bzw. $p \leq 0,01$). Für die Juvenilen aus Tasdorf ergibt sich ein Median von 0,5 ppm As, die Adulten zeigen einen halb so hohen As-Gehalt von 0,2 ppm, der zu den Senilen bis auf den vierfachen As-Wert von 0,9 ppm ansteigt. Dieser Anstieg ist zwar deutlich, allerdings nicht statistisch signifikant. Die Herbivoren Tasdorfs haben einen As-Wert von 2,2 ppm gegenüber 2,9 ppm As bei den Omnivoren. Karnivore liegen mit 1,1 ppm unter den anderen Tieren.

Der Brandenburger Boden (3,2 ppm) enthält fast dreimal so viel Arsen wie der Tasdorfer Boden. Bis auf die Senilen liegen alle anderen Untergruppen unter diesem Wert. Für alle Brandenburger Menschen ergeben sich 1,7 ppm As. Männer liegen mit 1,1 ppm unter dem Wert der Frauen (1,7 ppm). Mit einem Median von 3,0 ppm As unterscheiden sich die Brandenburger der Altersklasse Infans I signifikant von den Männern ($p \leq 0,05$). Von den Infans I sinkt der As-Gehalt zu den Maturen (1,0 ppm). Der Unterschied zwischen beiden Altersklassen ist signifikant ($p \leq 0,05$). Mit 3,5 ppm haben die Senilen den höchsten As-Gehalt aller Brandenburger. Ähnlich wie bei den Tasdorfern weisen die Omnivoren in Brandenburg (3,1 ppm) einen höheren Wert auf als die Herbivoren (1,7 ppm). Die Karnivoren liegen zwischen Herbivoren und Omnivoren.

Im Boden, welcher der Anklamer Grabung entnommen wurde, fanden sich 6,5 ppm Arsen und damit annähernd sechsmal so hohe Werte wie im Tasdorfer und dreimal so hohe wie im Brandenburger Boden. Für alle Anklamer Menschen ergibt sich ein Median von 1,7 ppm. Der As-Gehalt der Erwachsenen (0,9 ppm) beträgt nur ein Viertel des für die Kinder gemessenen Arsens (3,6 ppm) und unterscheidet sich damit höchst signifikant von diesem ($p \leq 0,001$). Der Verlauf zwischen den Altersklassen weicht von dem der Tasdorfer und Brandenburger ab. Der As-Gehalt der juvenilen Individuen (0,9 ppm) ist signifikant geringer als der der Infans I. Er steigt zu den Adulten leicht auf 1,1 ppm an und sinkt dann wieder auf 0,9 ppm ab.

Die Brandenburger und Anklamer Menschen haben signifikant höhere As-Gehalte als die Menschen aus Tasdorf ($p \leq 0,01$). Diese Signifikanz spiegelt sich auch in den Infans I wider: Tasdorfer Kinder haben signifikant niedrigere Werte (jeweils $p \leq 0,05$) als Brandenburger und Anklamer Kinder. Die Tasdorfer Frauen haben neunmal niedrigere As-Gehalte als die Brandenburger Frauen ($p \leq 0,01$); die Anklamer Frauen 2,5mal niedrigere Werte ($p \leq 0,05$). Auch die Tasdorfer Männer zeigen signifikant niedrigere Arsengehalte als die Männer der anderen beiden Bevölkerungen (jeweils $p \leq 0,05$).

Innerhalb der Altersklassen ergeben sich folgende Signifikanzen: Brandenburger Juvenile liegen in den As-Werten deutlich über den Anklamer Juvenilen, adulte Tasdorfer unterscheiden sich von adulten Brandenburgern (jeweils $p \leq 0,05$). Für Brandenburger Senile ermittelt man einen höheren Wert als für Tasdorfer Senile ($p \leq 0,01$).

Insgesamt zeigen die Tasdorfer demnach im Vergleich der drei Populationen die niedrigsten As-Gehalte und die Brandenburger die höchsten.

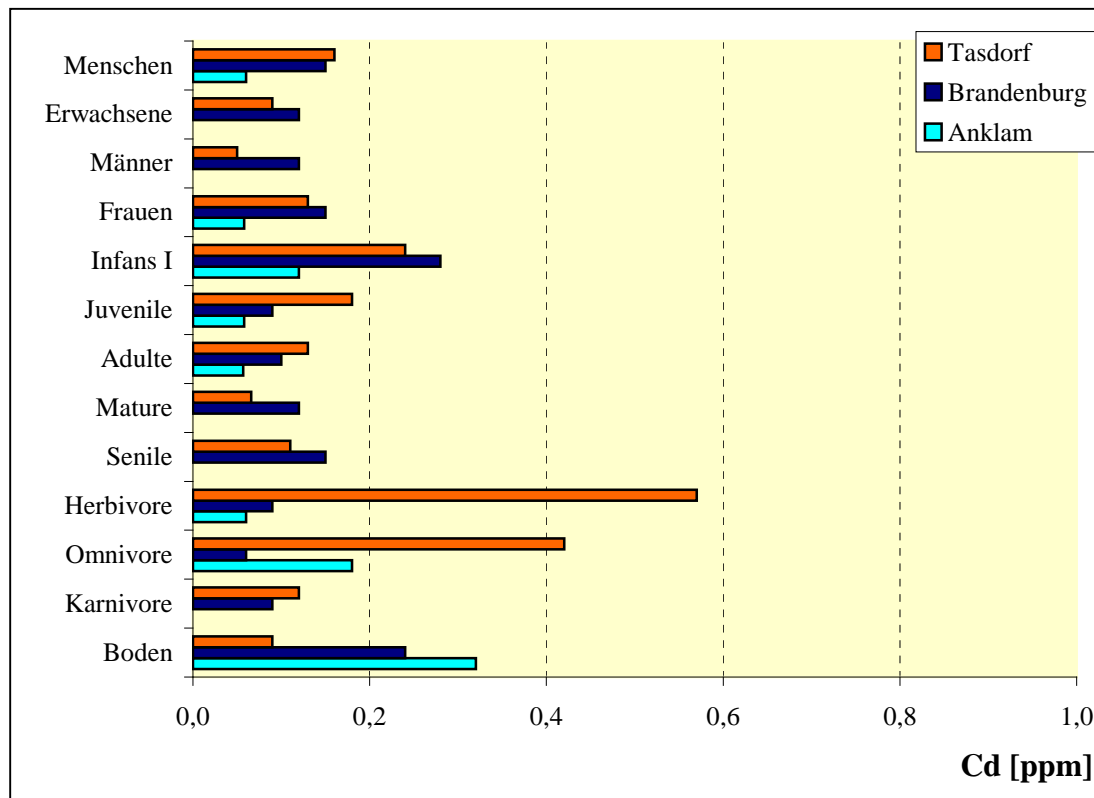


Abbildung 89: Cadmiumwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Abbildung 89 stellt die Ergebnisse für Cadmium graphisch dar. Für den Boden in Tasdorf wird ein Cd-Gehalt von 0,09 ppm ermittelt. Dieser Wert liegt unter dem für alle untersuchten Tasdorfer Individuen errechneten Median von 0,16 ppm. Frauen (0,13 ppm) weisen 2,5mal höhere Cd-Gehalte auf als Männer (0,05). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p \leq 0,05$). Die Tasdorfer Infans I liegen signifikant über diesen Werten (Kind-Frau: $p \leq 0,05$, Kind-Mann: $p \leq 0,001$). Der Cd-Gehalt sinkt von den Kindern zu den Maturen (0,07 ppm) stetig ab und steigt dann zu der senilen Altersgruppe leicht auf 0,11 ppm an.

Mit 0,57 ppm Cd unterscheiden sich die Tasdorfer Herbivoren signifikant von den Menschen ($p \leq 0,05$). Die Omnivoren (0,47 ppm) und Karnivoren (0,12 ppm) weisen geringere Cd-Gehalte als die Pflanzenfresser auf.

Für die Brandenburger Menschen und Tiere ergibt sich folgendes: Mit 0,15 ppm Cd ist der durchschnittliche Gehalt in den menschlichen Knochen niedriger als der im Boden gemessene (0,24 ppm). Wie bei den Tasdorfer Funden zeigen Erwachsene

signifikant niedrigere Werte als die Kinder (0,12 zu 0,28 ppm) ($p \leq 0,001$). Männer (0,12 ppm) und Frauen (0,15 ppm) unterscheiden sich nicht. Die Juvenilen enthalten sehr wenig Cd (Median: 0,09 ppm). Der Cd-Gehalt steigt mit steigendem Lebensalter an und beträgt bei den Senilen schließlich (0,15 ppm). Der Unterschied zwischen den Kindern und den Juvenilen ist höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Brandenburger Herbivore und Karnivore weisen gleich hohe Cd-Gehalte auf (jeweils 0,09 ppm), während die Omnivoren mit 0,06 ppm darunter liegen. Diese unterscheiden sich in ihrem Cd-Wert auch signifikant von den Brandenburger Menschen ($p \leq 0,01$).

Für Anklam wird der höchste Cd-Gehalt im Boden nachgewiesen: 0,32 ppm. Dieser liegt höher als der Median der Menschen (0,06 ppm Cd). Für Männer und Erwachsene beträgt der Median jeweils 0,00, da Cadmium in vielen Individuen gar nicht nachgewiesen werden konnte. Frauen zeigen mit 0,06 ppm Cd im Median einen höheren Wert als die Männer. Die Infans I aus Anklam weisen mit 0,12 ppm einen signifikant höheren Wert als die Frauen auf ($p \leq 0,01$). Die Juvenilen zeigen wie die Adulten niedrige Werte (jeweils 0,06 ppm). In den meisten maturen Individuen kann Cd nicht nachgewiesen werden, so dass der Median hier wiederum 0,00 beträgt. Im Gegensatz zu Tasdorf und Brandenburg weisen die Herbivoren in Anklam niedrigere Werte als die Omnivoren auf (0,06 zu 0,18 ppm Cd). Karnivore konnten in Anklam nicht untersucht werden. Die omnivoren Tiere (drei Schweine) enthalten signifikant höhere Cd-Gehalte als die Menschen ($p \leq 0,05$).

Der Vergleich zwischen dem Dorf und den beiden Städten ergibt folgendes: Die beiden brandenburgischen Bevölkerungen unterscheiden sich jeweils höchst signifikant von der aus Mecklenburg-Vorpommern (jeweils $p \leq 0,001$). Diese Signifikanz zeichnet sich so auch in den Infans I ab: Die Kinder aus Tasdorf und Brandenburg haben signifikant höhere Cd-Gehalte als die aus Anklam (jeweils $p \leq 0,01$). Dies gilt auch für die Männer der drei Orte (jeweils $p \leq 0,001$). Allerdings unterscheiden sich Tasdorfer und Brandenburger Männer ebenfalls signifikant in ihren Cadmiumgehalten ($p \leq 0,05$). Die Frauen aus Tasdorf und Brandenburg weisen signifikant höhere Cadmiumwerte als die aus Anklam auf (Tasdorf: $p \leq 0,001$ bzw. Brandenburg: $p \leq 0,001$). Eine ähnliche Verteilung wie bei den Frauen stellt sich auch für die Adulten der drei Bevölkerungen dar: Tasdorfer und Brandenburger unterscheiden sich signifikant von Anklamer Adulten ($p \leq 0,05$). Die Maturen aus Tasdorf und Brandenburg unterscheiden sich signifikant voneinander ($p \leq 0,05$) und

höchst signifikant von denen aus Anklam ($p \leq 0,001$), da in den meisten maturaen Anklamern kein Cadmium nachgewiesen werden konnte.

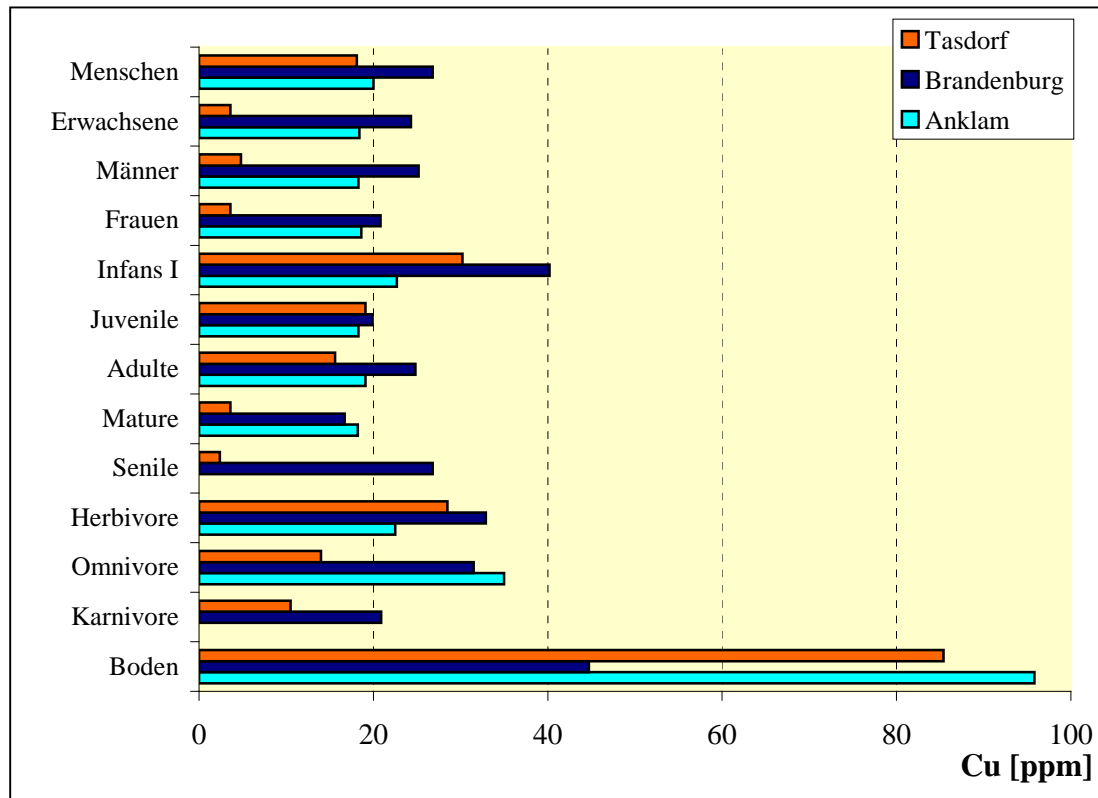


Abbildung 90: Kupferwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Abbildung 90 stellt die Cu-Gehalte für die drei untersuchten Serien graphisch dar. Dabei wird dokumentiert, dass die Tasdorfer die niedrigsten Cu-Gehalte aufweisen, die Brandenburger die höchsten. Die Böden aller drei Orte enthalten mehr Kupfer als die Skelette.

Die Kinder aus Tasdorf (30,2 ppm) haben signifikant höhere Cu-Signaturen als Männer (4,8 ppm) und Frauen (3,6 ppm). Die Cu-Gehalte sinken von Altersklasse zu Altersklasse. Der Unterschied zwischen Juvenilen (19,1 ppm) und Senilen (2,4 ppm) ist signifikant ($p \leq 0,05$). Die Cu-Gehalte der Herbivoren (28,5 ppm) sind höher als die der Omnivoren (14,0 ppm) und die wiederum höher als die der Karnivoren (10,5 ppm).

Für die Brandenburger ergibt sich ein durchschnittlicher Cu-Gehalt von 26,8 ppm. Die Cu-Werte der Erwachsenen (24,3 ppm) sind signifikant niedriger als die der Kinder (40,2 ppm) ($p \leq 0,01$). Innerhalb der Altersklassen in Brandenburg lassen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Die Anklamer weisen durchschnittlich 20,0 ppm Kupfer auf. Erwachsene Individuen haben einen Cu-Gehalt von 18,4 ppm, Kinder nur einen geringfügig höheren von 22,7 ppm.

Die Cu-Gehalte in den Böden sind deutlich höher als in den Skeletten: Im Boden aus Tasdorf befinden sich 85,4 ppm Cu, im Brandenburger Boden 44,7 ppm und in dem aus Anklam 95,8 ppm.

Die Brandenburger Menschen weisen signifikant mehr Kupfer auf als die Anklamer ($p \leq 0,05$). Eine Signifikanz lässt sich auch zwischen Brandenburger und Anklamer Kindern nachweisen ($p \leq 0,001$). Die Tasdorfer Frauen unterscheiden sich höchst signifikant von den Brandenburger Frauen ($p \leq 0,001$) und weisen signifikant niedrigere Werte als die Anklamerinnen auf ($p \leq 0,05$). Ebenso verhält es sich bei den Männern: Die Tasdorfer weisen höchst signifikant niedrigere Cu-Gehalte als die Brandenburger Männer ($p \leq 0,001$) und signifikant niedrigere Werte als die Anklamer auf ($p \leq 0,05$). Auch die Maturen zeigen die gleiche Verteilung: Die niedrigsten Werte ergeben sich für die Tasdorfer. Es besteht ein jeweils ein höchst signifikanter Unterschied zu Brandenburg und Anklam (jeweils $p \leq 0,001$). Die senilen Tasdorfer zeigen signifikant niedrigere Cu-Gehalte als die senilen Menschen aus Brandenburg ($p \leq 0,001$).

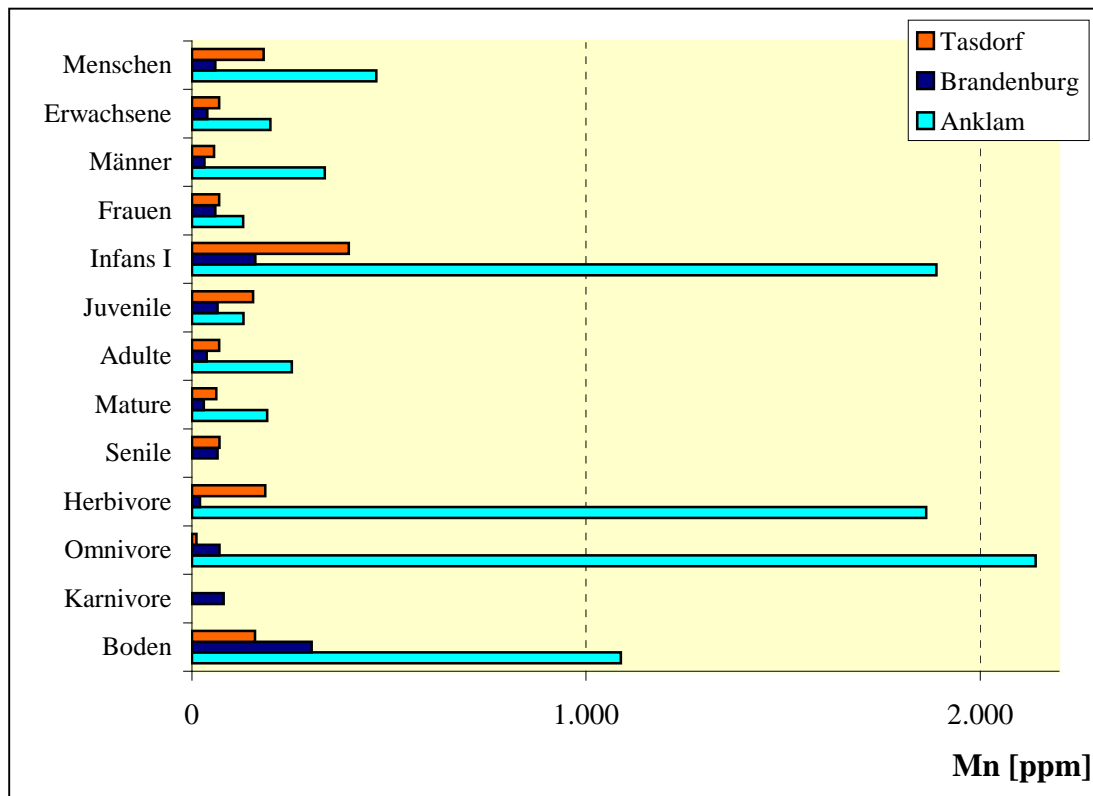


Abbildung 91: Manganwerte aller drei Bevölkerungen im Vergleich unterteilt nach Mensch und Tier, nach Geschlechtern sowie den unterschiedlichen Altersklassen (Anzahl der Aggregationen: s. Abbildung 62)

Das gemessene Mangan wird in Abbildung 91 dargestellt: In Tasdorfer Boden wurden 160 ppm Mn nachgewiesen, im Brandenburger 304 ppm und im Anklamer Boden mit 1.088 ppm ein deutlich höherer Wert. Auch für die unterschiedlichen Untergruppen lassen sich für Anklam durchgehend die höchsten Werte dokumentieren, während Brandenburg fast immer die niedrigsten Mn-Werte zeigt. So lassen sich für die Menschen aus Tasdorf (182 ppm) und Brandenburg (59 ppm), Tasdorf und Anklam (468 ppm) und auch zwischen Tasdorf und Brandenburg höchst signifikante Unterschiede feststellen ($p \leq 0,001$). In allen drei Bevölkerungen weisen die Kinder höhere Werte als die Männer und Frauen auf. In Tasdorf sind diese Unterschiede zwischen Infans I (398 ppm Mn) und männlichen (56 ppm Mn) und weiblichen (69 ppm Mn) Erwachsenen jeweils höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Auch für Anklam ergibt sich zwischen Infans I (1.889 ppm) und Frauen (130 ppm) und Männern (337 ppm Mn) ein höchst signifikanter Unterschied ($p \leq 0,001$). Der dreimal so hohe Wert der Männer gegenüber jenem der Frauen stellt ebenfalls eine Signifikanz dar ($p \leq 0,01$). Auch der Unterschied zwischen Brandenburger Kindern (161 ppm) und Brandenburgerinnen (59 ppm) ist signifikant ($p \leq 0,01$); zwischen Kindern und Männern (32 ppm Mn) sogar höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Die Frauen

aus Brandenburg haben doppelt so hohe Mn-Gehalte wie die Männer; hier lässt sich allerdings keine Signifikanz ermitteln ($p \leq 0,053$).

Für die Altersklassen lässt sich für Tasdorf eine kontinuierliche Abnahme von den Mn-Gehalten der Infans I zu den Maturen (62 ppm) feststellen. Der Wert der Senilen ist dann wieder etwas höher (70 ppm). Der Unterschied zwischen den Infans I zu den juvenilen Tasdorfern (155 ppm) ist signifikant ($p \leq 0,05$). Eine Signifikanz lässt sich auch bei dem Vergleich zu allen anderen Altersklassen ermitteln ($p \leq 0,001$).

Der gleiche Verlauf stellt sich auch für die Brandenburger dar: Die Mn-Gehalte sinken von den Infans I zu den Maturen (30 ppm) und steigen dann bei den Senilen leicht wieder an (auf 65 ppm). Schon der Abfall des Mn-Gehalts von 161 ppm (Kinder) auf 65 ppm (Juvenile) ist signifikant ($p \leq 0,05$); ebenso wie der Unterschied zwischen den Kindern und den Adulten und Maturen (jeweils $p \leq 0,001$). Für Anklam lässt sich kein eindeutiger Verlauf zwischen den Altersklassen feststellen.

In Tasdorfer Herbivoren ist 186 ppm Mangan nachweisbar, in den Omnivoren 11 ppm. Für die Tasdorfer Katze konnte kein Mangan nachgewiesen werden. Die Menschen aus Tasdorf haben signifikant höhere Mn-Gehalte als die Omnivoren aus dem gleichen Gebiet. Die Anklamer Tiere weisen mit Medianen von 1.863 ppm (Herbivore) und 2.141 ppm Omnivore sehr hohe Werte auf.

Ein Vergleich der Mn-Werte der drei Bevölkerungen ergibt folgende Ergebnisse: Die Anklamer Menschen weisen signifikant höhere Gehalte als die Tasdorfer und die Brandenburger ($p \leq 0,001$) auf. Tasdorfer und Brandenburger unterscheiden sich ebenfalls höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Dieselbe Verteilung spiegelt sich in den Infans I wider: Die Anklamer Kinder (1.889 ppm) haben annähernd fünfmal so hohe Mn-Gehalte wie die Tasdorfer Kinder (298 ppm) und sind damit höchst signifikant unterschiedlich von ihnen ($p \leq 0,001$); die Mn-Werte der Brandenburger Kinder (161 ppm) sind zehnmal geringer als die Anklamer Kinder ($p \leq 0,001$). Tasdorfer und Brandenburger Kinder unterscheiden sich ebenfalls signifikant ($p \leq 0,01$). Ebenfalls signifikant höher ist Mn auch für die Anklamer Frauen im Vergleich zu denen aus Brandenburg ($p \leq 0,05$). Auch die Anklamer Männer zeigen höchst signifikant unterschiedliche (höhere) Mn-Werte als die Männer aus Tasdorf und Brandenburg ($p \leq 0,001$). Gleiches gilt für die Adulten und Maturen der drei Orte (jeweils $p \leq 0,001$).

4.6.3 Das Abstillen der Kinder

Der Sr/Ca-Quotient der Nahrung errechnet sich aus dem des Knochen. Erwachsene speichern ein Viertel des mit der Nahrung angebotenen Strontiums im Knochen. Daher ist der Strontiumgehalt der Nahrung viermal höher als der im Knochen gemessene. Bei jüngeren Kindern unterscheidet sich der Strontiumstoffwechsel. Es wird mehr Strontium aus der aufgenommenen Nahrung in den Knochen eingebaut, daraus ergibt sich für Kinder ein anderer Diskriminierungsfaktor. Für 0-0,5-Jährige ist dieser 0,9, für 0,5-1-Jährige 0,5 und für 1-2-jährige Kinder 0,4 (siehe Kapitel 1.7 Spurenelemente, Seite 32). Ein hoher Sr/Ca-Quotient in der Nahrung spricht für eine größere Menge an vegetabiler Nahrung, die von den entsprechenden Individuen verzehrt wurde. Kinder, die gestillt werden, nehmen keine bzw. nur wenig pflanzliche Nahrung zu sich. Sie haben daher einen niedrigeren Sr/Ca-Quotient als Erwachsene. Da tierische Nahrung und dazu gehört (Mutter-) Milch Zink enthält, ist in gestillten Kinder die Zinkkonzentration hoch. Sobald der Prozess des Abstillens beginnt, steigen die Werte für den Sr/Ca-Quotienten an, da mehr pflanzliche Nahrung verzehrt wird und die Werte für Zink sinken, da weniger (Mutter-) Milch gefüttert wird.

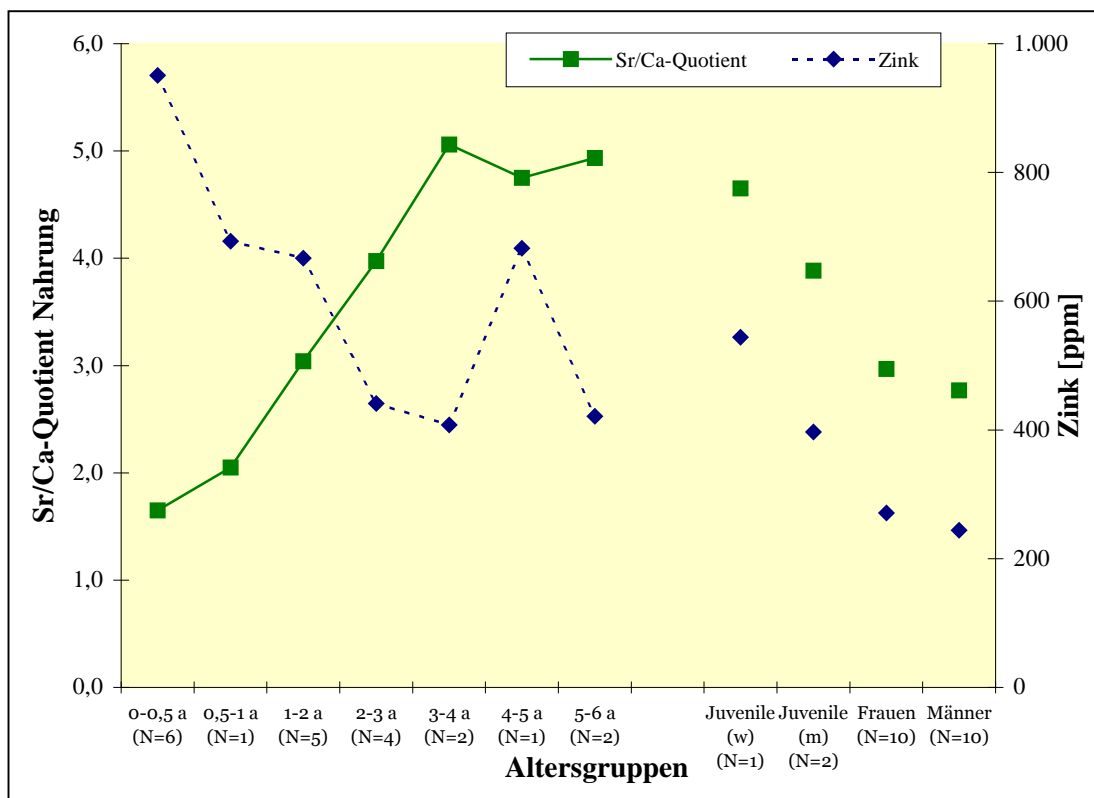


Abbildung 92: Darstellung des Strontium/Kalzium-Quotienten der Nahrung sowie der Zinkwerte der Tasdorfer Bevölkerung. Die Infans I werden in Halbjahresschritten (0-1 Jahr) bzw. in Jahresschritten (1-6 Jahre) dargestellt (a = Jahre). Zum Vergleich sind die Werte der Jugendlichen (N=3) sowie aller Erwachsenen (N=20) (aufgeteilt nach Geschlecht) dargestellt. Bei den 0-0,5-Jährigen sowie 3-4-Jährigen wurde jeweils ein Wert für Zink, der als Messfehler angesehen wird, nicht mit in die Berechnung des Median miteinbezogen (vgl. Tabelle 31, Seite 312 T_{Nz259} und T_{Nz330}). Die Verbindungslinien zwischen den Punkten sind lediglich zur optischen Orientierung gedacht und stellen keine Kurven dar.

Abbildung 92 zeigt die Veränderungen im Strontium/Kalzium-Quotienten der Nahrung und in der Zinkkonzentration der Tasdorfer während der unterschiedlichen Lebensalter der Infans I und im Vergleich dazu die Werte der Jugendlichen und Erwachsenen. Bei den neugeborenen bis halbjährigen Kindern (0-0,5 a) ist der Sr/Ca-Wert mit 1,7 deutlich unter dem der Frauen (3,0), die potentiell diese Kinder stillten. Dieser Unterschied ist statistisch höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Für das 0,5-1-jährige Kind ist der Sr/Ca-Quotient schon etwas höher; es kann jedoch kein statistischer Test erfolgen, da es sich um nur ein Individuum handelt. Mit 1-2 Jahren zeigen die Kinder (3,0) bereits den Wert der erwachsenen Frauen (3,0). Ausgehend von Sr/Ca-Quotienten war die Ernährung bereits in diesem Alter ähnlich der der Erwachsenen und Kinder könnten also bereits mit 2 Jahren vollständig abgestillt gewesen sein. Dies unterstützt die Ergebnisse der stabilen Isotope (vgl. Abbildung 47).

Der Sr/Ca-Quotient der Nahrung steigt bis zum Alter von 3-4 Jahren bis auf einen

Wert von 5,1 an und bleibt bis zum Alter von 6 Jahren auf diesem hohen Niveau.

Wird der Zinkgehalt in den unterschiedlichen Altersgruppen betrachtet, so zeigt die obige Abbildung 92 bei den gerade Neugeborenen bis halbjährigen Kindern einen Wert (951 ppm), der mehr als dreimal so hoch wie der erwachsenen Frauen ist (271 ppm). Auch dieser Unterschied ist statistisch höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Die Zinkkonzentration sinkt bis zum Alter von einem Jahr steil ab (693 ppm) und fällt dann weiter bis zum Alter von 4 Jahren (408 ppm). Sie steigt kurzzeitig steil an und sinkt dann wieder. Allerdings erreicht der Zinkgehalt in den Kindern nie den Wert der erwachsenen Frauen (271 ppm). Der starke Abfall im ersten halben Lebensjahr könnte ein erstes Abstillsignal sein bzw. auf Zufütterung vegetabiler Nahrung deuten. Der Umstand, dass die Zinkkonzentration nie die der Frauen erreicht, könnte auf eine Nahrung mit Kuhmilch oder anderer Tiermilch hinweisen, die allerdings nicht die Muttermilch komplett ersetzt, sondern zugefüttert wird.

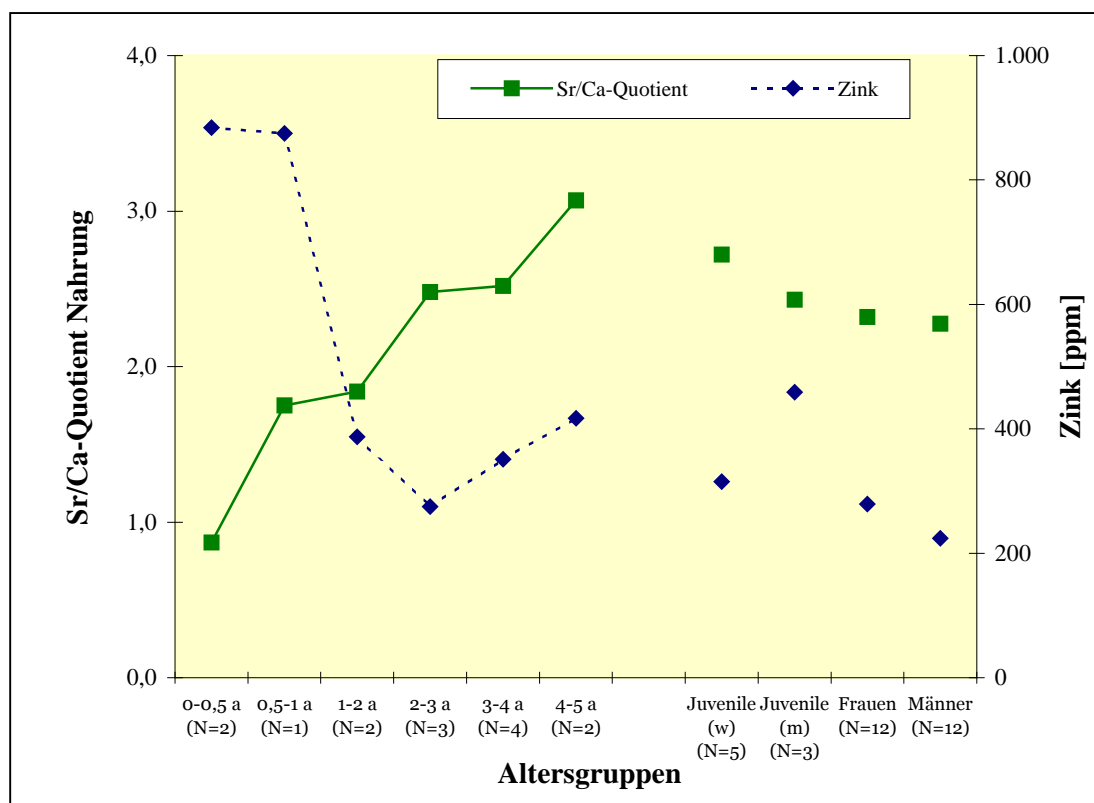


Abbildung 93: Darstellung des Strontium/Kalzium-Quotienten der Nahrung sowie der Zinkwerte der Brandenburger Bevölkerung. Die Infans I werden in Halbjahresschritten (0-1 Jahr) bzw. in Jahresschritten (1-5 Jahre) dargestellt (a = Jahre). Zum Vergleich sind die Werte der Jugendlichen (N=8) sowie aller Erwachsenen (N=24) (aufgeteilt nach Geschlecht) dargestellt. Die Verbindungslinien stellen keine Kurven dar, sondern dienen der optischen Orientierung.

Abbildung 93 stellt die Sr/Ca-Quotienten der Nahrung und die Zinkgehalte der Brandenburger Bevölkerung dar. Der Sr/Ca-Quotient der 0-0,5-Jährigen liegt bei 0,9

und steigt bis zum Ende des ersten Jahres sprunghaft auf 1,8 an. Daher kann schon in dieser Zeit von einer Zunahme der pflanzlichen Nahrung ausgegangen werden. Die Kinder wurden wahrscheinlich nicht mehr ausschließlich durch Muttermilch ernährt. Der Anstieg zur Altersgruppe der 1-2 Jahre alten Kinder ist sehr flach, gefolgt von einem weiteren Anstieg auf 2,5 für die 2-3-Jährigen. Dieser Wert übertrifft den der Frauen (2,3). Es kann also davon ausgegangen werden, dass der endgültige Abstillprozess mit 2-3 Jahren stattfand und die Kinder mit spätestens 3 Jahren die gleiche Kost wie die Erwachsenen zu sich nahmen. Der Sr/Ca-Quotient steigt bis zum Alter von 5 Jahren fortwährend an.

Für die Brandenburger Bevölkerung kann anhand der Ergebnisse der stabilen Isotope kein exakter Abstillzeitpunkt bestimmt werden (vgl. Abbildung 48). Daher muss das durch die Analyse der Spurenelemente ermittelte Abstillalter mit Vorsicht betrachtet werden, da sie nicht durch die validere Analyse der stabilen Isotope überprüft werden können. Die Werte für Zink in eine ähnliche Richtung wie der Sr/Ca-Quotient der Nahrung: Mit 0-0,5 Jahren zeigen die Kinder sehr hohe Zinkgehalte (Median 884 ppm). Diese sinken auch nur leicht bis die Kinder 1 Jahr alt sind auf 875 ppm, allerdings nur bestätigt durch 1 Individuum BRB 208/335 (vgl.

Tabelle 32, Seite 313). Dann sinkt der Zinkgehalt auf 387 ppm (1-2-Jährige) und 275 ppm (2-3-jährige Kinder). Der Wert für die Frauen beträgt 279 ppm. Der Abfall des Zinkgehalts auf das Niveau der Frauen deutet auf den Abstillprozess hin, der spätestens bei den Dreijährigen abgeschlossen war.

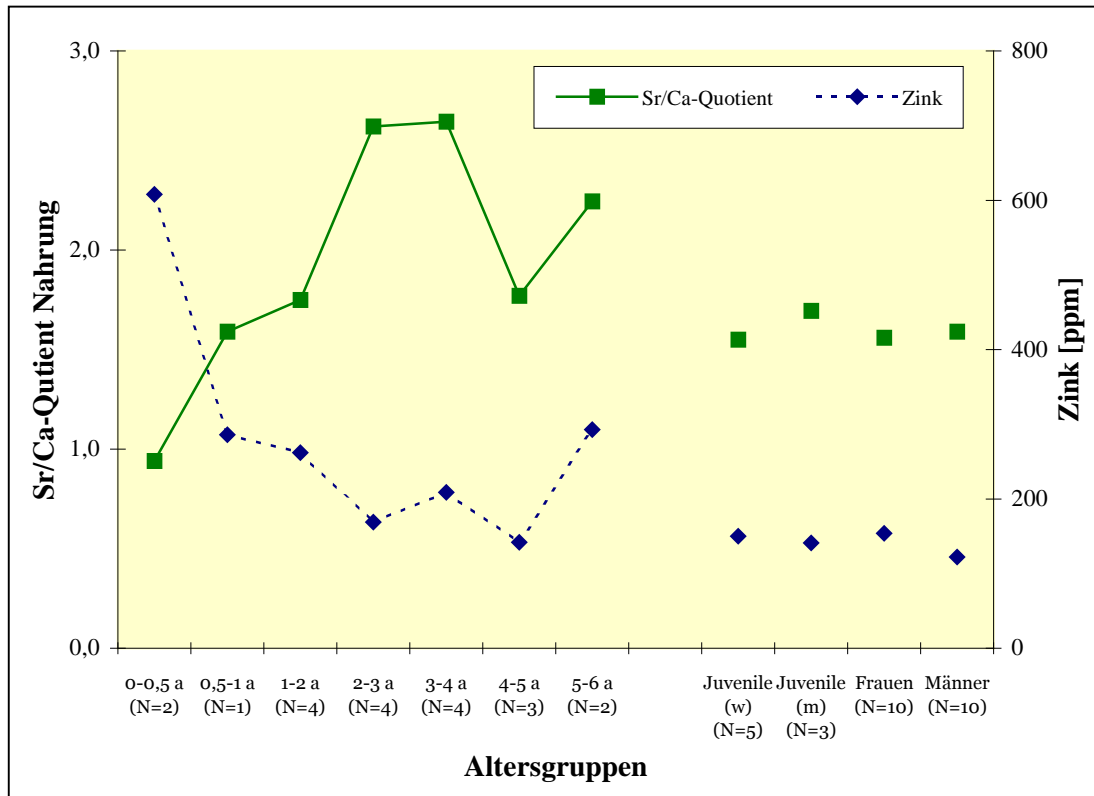


Abbildung 94: Darstellung des Strontium/Kalzium-Quotienten der Nahrung sowie der Zinkwerte der Anklamer Bevölkerung. Die Infans I werden in Halbjahresschritten (0-1 Jahr) bzw. in Jahresschritten (1-6 Jahre) dargestellt (a = Jahre). Zum Vergleich sind die Werte der Jugendlichen (N=8) sowie aller Erwachsenen (N=20) (aufgeteilt nach Geschlecht) dargestellt. Die Verbindungslinien stellen keine Kurven dar, sondern dienen der optischen Orientierung.

Auch in der Anklamer Bevölkerung sind die Verläufe des Sr/Ca-Quotienten sowie des Zinkgehalts ähnlich wie bei den beiden vorher beschriebenen Bevölkerungen. Die 0-0,5 Jahre alten Kinder zeigen mit 1,0 einen niedrigen Sr/Ca-Quotienten, der bis zum Alter von 1-2 Jahren (1,8) auf den Wert der Frauen angestiegen ist (1,6). Der Abstillprozess ist in Anklam also mit spätestens 2 Jahren abgeschlossen. Der Quotient steigt dann bis zum Alter von 3-4 Jahren noch weiter an und deutet somit auch eine Nahrung mit größerem pflanzlichen Anteil in dieser Gruppe verglichen mit den Frauen.

Der Zinkgehalt bei den 0-0,5-Jährigen ist hoch (608 ppm) und fällt bis zum Ende des ersten Lebensalters stark auf 286 ppm ab. Hier kann davon ausgegangen werden, dass schon ein Teil der Muttermilch durch vegetabile Nahrungsmittel ersetzt wird, was auch durch den Anstieg des Sr/Ca-Quotienten für diesen Zeitraum bestätigt wird. Die Zinkkonzentration sinkt auf 169 ppm bei den 2-3-Jährigen und liegt damit auf dem Niveau des Zinkgehalts der erwachsenen Frauen.

4.7 Histologie

Da nicht von jeder untersuchten Probe ein Dünnschliffpräparat angefertigt wurde, soll im folgenden jeweils für eine gut, eine mittel und eine schlecht erhaltene Knochenprobe exemplarisch die Histologie beschrieben werden.

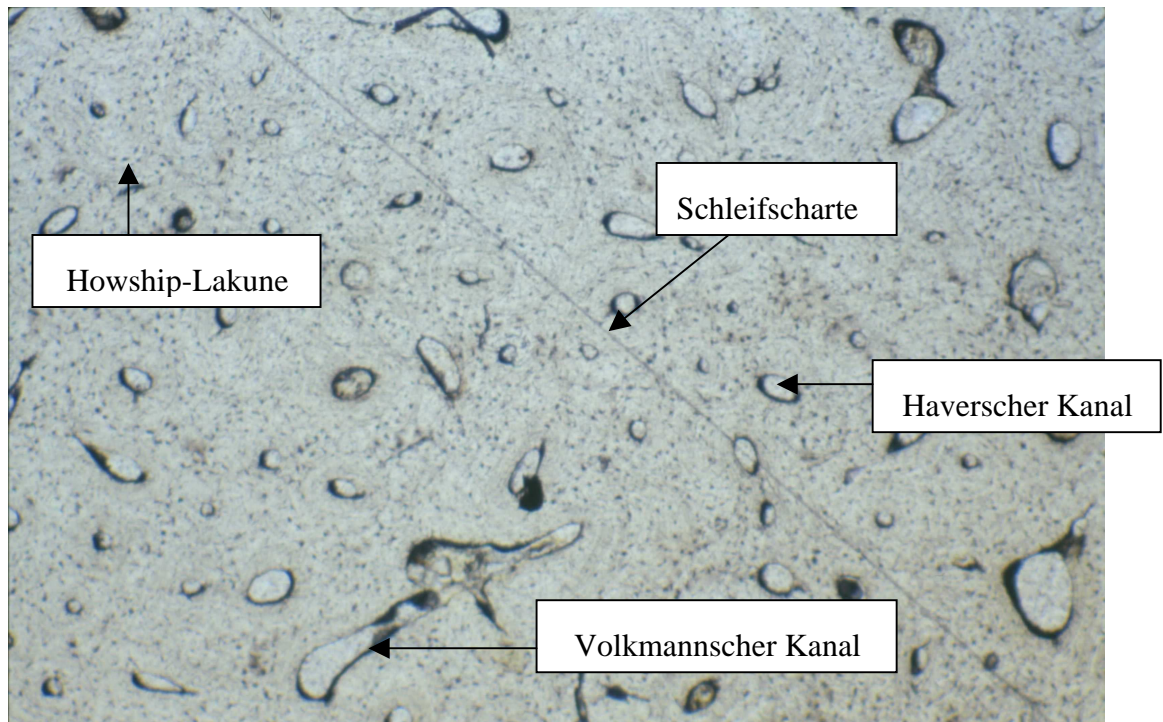


Abbildung 95: Lichtmikroskopische Aufnahme eines Knochendünnschliffs einer histologisch als „gut“ eingestuften Knochenprobe aus *Tasdorf* ($T_{Nz}270$). Schliffdicke $69\ \mu\text{m}$, Lupenvergrößerung, $0,02\ \text{s}$ Belichtungszeit.

Abbildung 95 zeigt ein als „gut“ kategorisiertes Dünnschliffpräparat. Gut zu erkennen sind die Haverschen Kanäle und Osteone, die von Lamellen umgeben sind. Die schwarzen auf den Lamellen liegenden Punkte sind Howship-Lakunen.

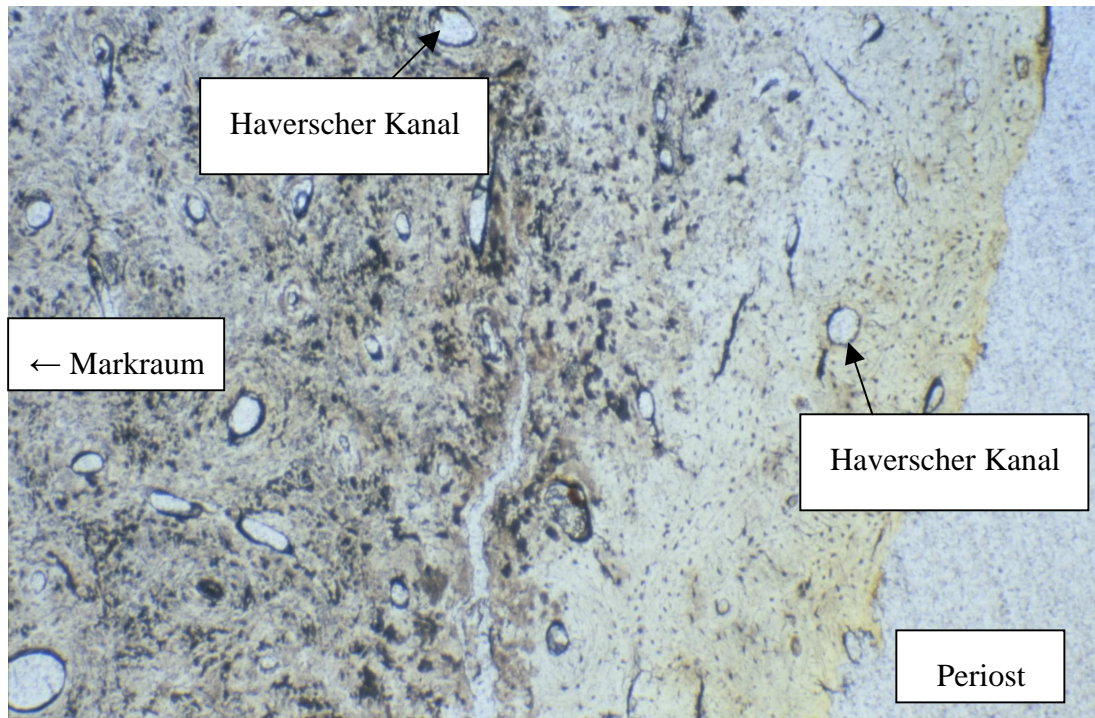


Abbildung 96: Lichtmikroskopische Aufnahme eines Knochendünnschliffs einer histologisch als „mittel“ eingestuften Knochenprobe aus *Tasdorf* (T_{Nz93}). Schliffdicke 67 μm Lupenvergrößerung, 0,02 s Belichtungszeit.

Der als „mittel“ erhalten eingestufte Knochendünnschliff in Abbildung 96 zeigt periostseitig einen schmalen Streifen gut erhaltener Knochenstruktur. Daran schließt sich ein Streifen veränderten Knochensubstanz an. Diese weist Haversche Kanäle auf, jedoch fehlen die Lamellen. Die dunklen Punkte könnten Hohlräume mikrobiellen Ursprungs sein.

Die folgende Abbildung 97 stellt eine als „schlecht“ eingeteilte Knochenprobe dar. Es sind kaum Haversche Systeme zu erkennen. Die erkennbaren Risse können erhaltungsbedingt sein oder von der Behandlung mit dem Kunstharz stammen. Kunstharze unterliegen beim Trocknen einer starken Schrumpfung und können so das Objekt verändern. Dafür spräche, dass die Risse lang und geradlinig sind.

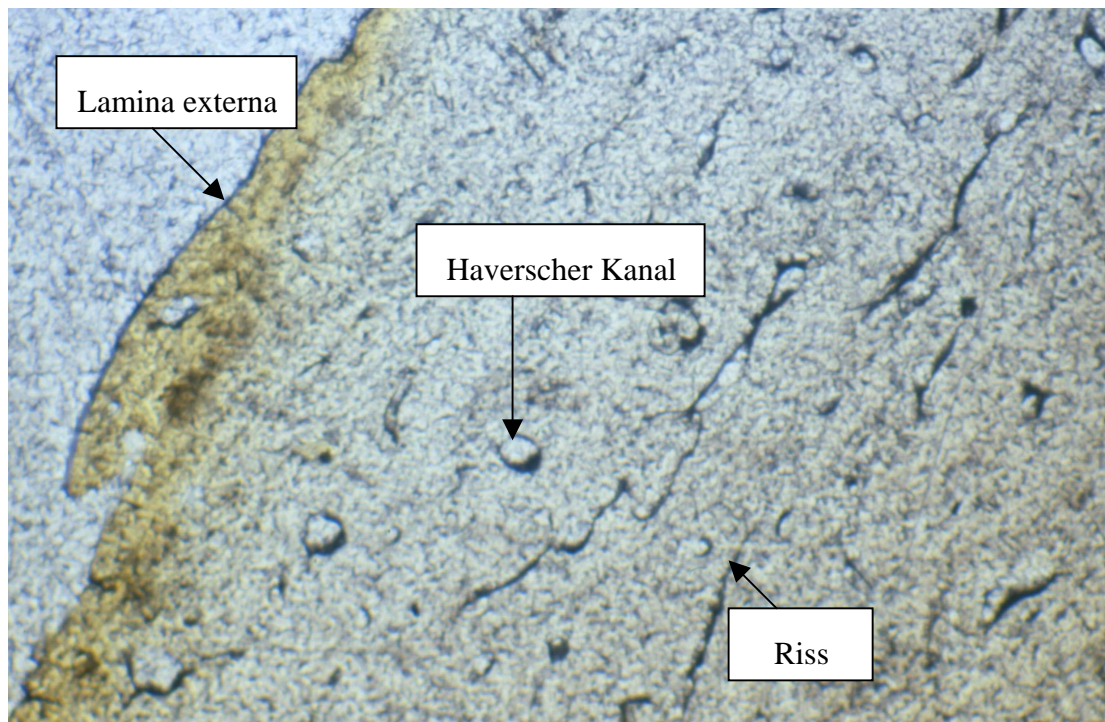


Abbildung 97: Lichtmikroskopische Aufnahme eines Knochendünnschliffs einer histologisch als „schlecht“ eingestuften Knochenprobe aus Brandenburg (BRB 982/726). Schliffdicke 92 µm Lupenvergrößerung, 0,02 s Belichtungszeit.