

## 5 Diskussion

### 5.1 Problematik der Diagenese

Kollagen ist ein „konservatives Protein“. Seine Struktur und die Zusammensetzung der Aminosäuren, aus denen es besteht, haben sich innerhalb der Vertebraten-evolution kaum verändert. Knochenkollagen kann Tausende von Jahren überdauern (Armstrong et al. 1983). Vor allem in kühleren Umgebungen ist es sehr resistent gegen die diagenetischen Veränderungen der Verhältnisse der stabilen Isotope (Ambrose 1993). Es repräsentiert die in vivo Konzentrationen der Isotope (Ambrose 1990, DeNiro & Weiner 1988b, DeNiro 1985).

Die am häufigsten auftretenden Kontaminationen sind Lipide beim Kollagen und adsorbierte Karbonate, die nicht ursprünglich Bestandteil des Knochenkarbonats sind (Piepenbrink 1986). Diese müssen durch entsprechende Aufbereitungsmethoden vor dem Messen der stabilen Isotope entfernt werden (vgl. Kapitel 3.1 Die Kollagen-Gelatine-Extraktion und Kapitel 3.3 Die Karbonatextraktion). Auch können Kohlenstoff, Stickstoff und Huminsäuren des umgebenden Sediments ebenso wie organisches Material in den Knochen eindringen (Piepenbrink 1986). Diese Fremdstoffe können durch die entsprechenden Schritte bei der Probenaufbereitung entfernt werden. Trotzdem muss vor der Untersuchung auf die Auswahl des Orts der Probenentnahme geachtet werden. So ist kompakter Knochen spongiösem vorzuziehen, da dieser mehr Oberfläche für chemische und physikalische Veränderungen des Knochens bietet (Ambrose 1993, Radosevich 1993, Lambert et al. 1985). Allerdings werden meist Rippen für die Rekonstruktion der Nahrung historischer Populationen verwendet, da sie sehr oft schon in fragmentiertem Zustand vorliegen und für die Analyse von z. B. Paläopathologien selten genutzt werden (Grupe 1988).

In der vorliegenden Arbeit wurden überwiegend Rippen für die Analyse der stabilen Isotope herangezogen. Kompakter Knochen aus dem Femur wurde für die Analyse der Spurenelemente genutzt. Kompakter Knochen ist meist weniger diagenetischen Veränderungen ausgesetzt. Da jedoch die Kollagensausbeute aus den Rippen sehr gut war (s. u.) und auch die C/N-Verhältnisse der untersuchten Proben innerhalb des erlaubten Rahmens lagen, wird nicht von einer starken diagenetischen Veränderung der Proben ausgegangen.

Das Erhitzen eines Knochens kann zum Kollagenverlust führen und zur Veränderung der Isotopensignaturen (DeNiro et al. 1985). Dieser Punkt muss vor allem bei der Untersuchung von Knochen jener Tiere beachtet werden, die potentiell vom Menschen verzehrt wurden. Deren Isotopenverhältnisse könnten durch das Erhitzen beim Braten und Kochen verändert worden sein. Eine Möglichkeit, solche Tierknochen zu identifizieren besteht darin, auf eventuell vorhandene Schnittmarken zu achten. Diese deuten auf eine Verarbeitung vor dem Verzehr des Tieres hin. Auf den untersuchten Knochen wurden Marker gefunden, die auf die Zubereitung des Fleischstücks und damit des Knochens schließen lassen. Ein Fehlen von Schnittmarken schließt jedoch nicht aus, dass das Knochen umgebende Fleisch Hitze ausgesetzt war. Für die untersuchten Knochen wird dennoch aufgrund fehlender Schnitte von unveränderten Isotopensignaturen ausgegangen.

Strukturelles und adsorbiertes Karbonat unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit gegenüber diagenetischen Veränderungen. Während adsorbiertes Karbonat durch die sehr große Oberfläche des Hydroxylapatits, an die es anhaftet, sehr anfällig gegenüber Kontaminationen ist und demnach sehr stark diagenetischen Einflüssen ausgesetzt, ist das strukturelle Karbonat sehr viel besser gegenüber diagenetischen Einflüssen geschützt, vor allem wenn noch Kollagen erhalten ist (Lee-Thorp 1989, Sillen 1989). Die größte Gefahr der Kontamination droht durch Kalziumkarbonat aus dem Boden und dem Grundwasser. In dieser Arbeit konnte bei allen Individuen, von denen das Karbonat untersucht wurde, auch ausreichend, d. h. mehr als 1 % Kollagen, extrahiert werden.

Die Güte der untersuchten Proben für die Spurenelementanalyse wurde anhand des Ca/P-Quotienten abgeschätzt, der ernährungsunabhängig ist. Aus der Stöchiometrie ergibt sich für das Massenverhältnis dieser beiden Hauptkomponenten des Knochenminerals ein Wert von 2,16. Dieser theoretische Wert wurde von Gawlik et al. (1982) an rezenten Knochen bestätigt. In ihrer Untersuchung ermittelten sie einen Wert von  $2,17 \pm 0,17$  mit einer Spannweite von 2,00 bis 2,36. Je nach Liegemilieu und Eintrag von Elementen kann sich das Massenverhältnis verändern. Für die drei Skelettserien aus Tasdorf, Brandenburg/Havel und Anklam wurden die Ca/P-Verhältnisse bestimmt. Sie liegen bei einigen Individuen der drei Serien nur knapp unter der geforderten Grenze von 2,1 (bei 2,01 - 2,04) und wurden daher nicht verworfen. Die Brandenburger Tierknochen weisen Werte von 1,8 - 2,0 auf. Auch

für diese Werte wird von einer ausreichenden Erhaltung des Knochens für die Analyse und Auswertung der Spurenelemente ausgegangen. Infolge des Eintrags von Kalziumkarbonat ist ein erhöhtes Massenverhältnis möglich (Sillen 1989). Leicht erhöhte Verhältnisse wurden jeweils bei einer Probe in jeder Serie ermittelt (Werte zwischen 2,35 und 2,45). Da diese allerdings nicht weit außerhalb der geforderten Kriterien liegen, wurden auch diese Proben als ausreichend aufgereinigt bzw. wenig diagenetisch verändert betrachtet.

Die Ergebnisse der Spurenelementanalyse müssen kritisch betrachtet werden (vgl. Fabig 2002). Dabei sind vor allem diagenetische Veränderungen durch die Bodenerlagerung zu beachten. Die Art und der Umfang postmortalen Veränderungen der Zusammensetzung von Spurenelementen sind abhängig von den chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Bedingungen des Liegemilieus, also des Bodens (z. B. Temperatur, pH-Wert und Bestandteile des Grundwassers (Grupe & Piepenbrink 1988). Es wird mittlerweile diskutiert, ob die gängigen und auch für diese Untersuchung verwendeten Aufreinigungsmethoden tatsächlich diagenetische Effekte rückgängig machen können (Burton & Price 2000, Nielsen-Marsh et al. 2000, Radosevich 1993, Sandford 1993, Wolfspurger 1993, Ezzo 1990).

Diagenetische Prozesse können demnach direkt am Hydroxylapatit des Knochens ansetzen. Dabei können Ionenaustausch- oder sekundäre Mineralisationsvorgänge ablaufen. Vor allem können Kalzium-Ionen durch andere zweiwertige Metallionen ersetzt werden. Problematisch ist dies, da Strontium, Barium, Zink und Magnesium, die in vivo Kalzium ebenfalls im Knochen ersetzen können, Aussagen über die Ernährung des Individuums zulassen. Es muss demnach unterschieden werden können, ob ein Ersatz des Kalziums in vivo oder postmortal erfolgte.

Für Strontium wird angenommen, dass es durch die Ähnlichkeit zu Kalzium sehr stabil im Hydroxylapatit gebunden ist und daher nur geringen postmortalen Veränderungen unterliegt (Schoeninger 1979). Ein wesentlicher Aspekt in der Erhaltung des Hydroxylapatits scheint der Erhaltungsgrad des Kollagens zu sein (Ambrose 1990, 1993), da die organische Matrix der anorganischen Komponente Schutz gibt. Das Kollagen der Proben aller drei untersuchten Skelettserien war gut erhalten. Es ergab sich für jede Probe eine Ausbeute von über 1 %, bei 72 % der Proben sogar über 5 %. Die Zusammensetzung der Aminosäuren ähnelt der in frischem Knochen und lässt auf nicht degradiertes Kollagen schließen. Daher entfällt

bei dieser Untersuchung ein kritischer Punkt im Hinblick auf die postmortale Veränderung der Zusammensetzung der Spurenelemente. Die Ergebnisse der Analyse von Strontium, Barium, Blei und Zink werden daher als valid angesehen und für die Ernährungsrekonstruktion der drei untersuchten Bevölkerungen herangezogen.

Die Kontamination der Knochen wurde ferner anhand der Spurenelemente Aluminium, Eisen und Mangan untersucht. Aluminium kommt in vivo nur in sehr geringen Mengen im Knochen vor - 5 - 100 ppm nach Price (1989b) - und wird daher als Anzeiger für Verunreinigungen im Knochen genutzt. In den Knochenproben aller drei Serien wurde Aluminium nachgewiesen. Daher ist davon auszugehen, dass die Proben eine geringe Kontamination erfahren haben. Für Tasdorf und Brandenburg zeigt Eisen nur eine geringe Verunreinigung an. Die Anklamer Proben sind etwas mehr mit Eisen belastet. Dieser Umstand ist für die weitere Diskussion mit in Betracht zu ziehen. Magnesium ist in vivo in hohen Konzentrationen im Knochenmineral vorhanden (Driessens 1980) und kann, da es in einer leicht löslichen Mineralkomponente gebunden ist, im Boden leicht aus dem Knochen herausgelöst werden (Reiche et al. 1999). Price (1989b) ermittelte für einen rezenten Knochen einen Magnesiumgehalt von  $4.600 \pm 300$  ppm. Die Werte für Tasdorf (1.394 ppm), Brandenburg (1.887 ppm) und Anklam (1.656 ppm) sind deutlich geringer, so dass anhand der ermittelten Ergebnisse von einer gewissen Veränderung der Magnesiumkonzentration während der Liegezeit auszugehen ist. Die Ergebnisse der Spurenelementanalyse müssen insgesamt mit Vorsicht betrachtet werden.

## **5.2 Grundlagen für die Interpretation der Isotopendaten**

Kollagen kann auch auf andere Weise als hier vorgestellt (vgl. Kapitel 3.1 Die Kollagen-Gelatine-Extraktion) extrahiert werden. Dazu wird mit geeigneten Chemikalien alles organische Material aus dem Knochen entfernt. Zurück bleibt der anorganische Apatit. Trotzdem kann in Proben nach dieser Behandlung Stickstoff mit der gleichen Isotopensignatur wie im Kollagen gemessen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Kristalle des Apatits diesen geschützt haben. Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Kohlenstoffisotopenwerte stark von den im Kollagen gemessenen abweichen (DeNiro & Weiner 1988a). Daher ist beim Vergleich mit Literaturwerten immer die Aufbereitungsmethode zu berücksichtigen.

Auch Karbonat kann durch verschiedene Aufreinigungsmethoden gewonnen werden. Viele dieser Methoden wurden in der Literatur diskutiert (vgl. z. B. Lee-Thorp & van der Merwe 1991, Lee-Thorp 1989, Sillen 1989, Sullivan & Krueger 1981). Hier sollten beim Vergleich der Ergebnisse mit denen anderer Untersuchungen sowohl die Probenaufbereitung als auch die Messmethoden mit betrachtet werden.

Beim Vergleich von Populationen aus verschiedenen Regionen und beim Vergleich von Bevölkerungen aus unterschiedlichen Zeitstellungen müssen die systematischen Variationen der Isotopensignaturen aufgrund von Klima, Habitat, Ernährung und Physiologie innerhalb eines Nahrungsnetzes mit betrachtet werden.

Die Umbauraten des Kollagens sind an den Metabolismus eines Organismus gekoppelt (Tieszen et al. 1983). Daher haben Kinder größere Umbauraten als Erwachsene (Klepinger 1984). Es wird angenommen, dass bei proteinreicher Ernährung die Umsatzraten des Kollagens höher sind. Nach Parkington (1991) können Populationen, die in einer Jahreszeit sehr große Mengen an Proteinen verzehren, die Isotopensignatur der proteinarmen Jahreszeit „ausradieren“. Allerdings funktioniert dieser Effekt auch umgekehrt. Wird Kohlenstoff proteinarmer Nahrung eingebaut, verschwinden die Signaturen der proteinreichen Jahreszeit. Dieser Effekt dürfte allerdings in Brandenburg und Vorpommern keine Rolle gespielt haben. Wohl mögen manche Menschen nach der Schlachtzeit etwas mehr Fleisch verzehrt haben als im übrigen Jahr, jedoch handelte sich es eher um Tage als Wochen oder Monate. In dieser Zeit wurden Blutwürste, Kochwürste und andere frische Produkte hergestellt, die innerhalb weniger Tage und Wochen verzehrt wurden. Pökelfleisch und Speck wurden im Salzfass konserviert und konnten so für das restliche Jahr den täglichen Bedarf decken (Kühnel 1986, Laurioux 1999). Insgesamt kann für die drei untersuchten Bevölkerungen davon ausgegangen werden, dass die Proteinzufuhr über das Jahr gleichmäßig verteilt erfolgte.

Große körperliche Aktivität stimuliert die Produktion von Milchsäure und Azidose und damit die Auflösung des Knochens (Ruben 1989). Wegen seiner höheren Löslichkeit ist der Effekt der Azidose auf das Karbonat größer als auf das Kollagen. Auch sehr große Anteile an Proteinen in der Nahrung können zu chronischer Azidose führen (Parkington 1991). Diese ist allerdings auch bei fisch- und damit proteinreicher Ernährung der Anklamer Bevölkerung nicht zu erwarten, da Seefisch oft auch sehr fetthaltig ist. Fett wirkt den Auswirkungen sehr proteinreicher Ernährung

entgegen (Speth & Spielman 1983).

Nach Katzenberg & Schwarcz (nicht publiziert, zitiert in Schwarcz 1991) sind die  $\delta$ -Werte der Isotope in allen Knochen gleich. Ferner erbrachte eine Untersuchung von Lovell et al. (1986), dass  $\delta^{13}\text{C}$  nicht von Alter und Geschlecht abhängig ist. Ebenso ergab sich auch für die untersuchten Knochen keine Korrelation zwischen den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten und dem Alter bzw. Geschlecht des Individuums.

### 5.2.1 $\delta^{15}\text{N}$ -Werte

Pflanzen nehmen fast den gesamten Stickstoff aus Ammonium und Nitrat aus dem Boden auf oder durch  $\text{N}_2$ -fixierende Bakterien (Shearer & Kohl 1986).  $\text{N}_2$ -fixierende Pflanzen und nicht- $\text{N}_2$ -fixierende Pflanzen überlappen in ihren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten, allerdings weisen nicht-fixierende Pflanzen signifikant höhere Werte auf (Heaton 1987). Heaton (1987) wies auch eine negative Korrelation zwischen  $\delta^{15}\text{N}$  der Pflanzen und der Regenmenge nach.

Die Analyse der stabilen Stickstoffisotope wird auch zur Untersuchung paläoklimatischer Zusammenhänge herangezogen. Eine stratigraphische Sequenz von Fundstellen mit bekannter Zeitstellung ist dazu notwendig. Man macht sich dabei zunutze, dass die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von Tieren bei höheren Temperaturen größer sind. So kann bei einer Spezies aus verschiedenen Fundschichten ein deutlich veränderter  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert darauf schließen lassen, ob es sich um einen eher trockenen oder feuchten Zeitabschnitt handelte (Fizet et al. 1995). Die Voraussetzung dafür ist natürlich, dass die unterschiedlichen Stickstoffisotopen nicht auf eine unterschiedliche Ernährung zurück gehen.

### 5.2.2 $\delta^{13}\text{C}$ -Werte

In Populationen, die sich sehr proteinreich ernähren (z. B. Bevölkerungen mit großen Anteilen an mariner Ernährung), können Kohlenhydrate unterrepräsentiert sein (Ambrose 1993). Dieses auch als „isotopic routing“ bekannte Phänomen kommt dadurch zustande, dass für den Aufbau des Kollagens nur bestimmte Nahrungsanteile genutzt werden und nicht die Gesamtheit der Nahrung. In diesem Fall würden nur die Proteine für den Aufbau des Kollagen dienen, die Kohlenstoffe aus den Kohlenhydraten jedoch nicht (Ambrose & Norr 1993, Schwarcz 1991). Allerdings werden Kohlenhydrate und Fette eher in das Karbonat des Knochens eingebaut (Ambrose

1993). Die Kombination der Ergebnisse aus dem Kollagen und Karbonat führt daher zu einer recht genauen Rekonstruktion der Nahrungsgrundlage (Lee-Thorp & van der Merwe 1988).

DeNiro & Epstein (1978) ermittelten eine Anreicherung der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Karbonat um 9,6 ‰ im Vergleich zu den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten der verzehrten Nahrung. Krueger & Sullivan (1984) fanden bei Herbivoren eine Anreicherung der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Karbonat um 12 ‰ und bei Karnivoren um 8 ‰. Das Nahrungsnetzmodell nach Lee-Thorp (Lee-Thorp et al. 1989) stellt ebenfalls eine Anreicherung um etwa 12 ‰ im Karbonat von Herbivoren im Vergleich zu deren Nahrung dar (vgl. auch Abbildung 9 in Kapitel 1.6 Stabile Isotope, Seite 27).

$\delta^{13}\text{C}$ , welches im Karbonat des Knochens nachgewiesen wird, ist meist um 3-10 ‰ positiver als der im Kollagen gemessene  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert (Krueger & Sullivan 1984, Lee-Thorp et al. 1989). Die Differenz zwischen den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten aus Karbonat und Kollagen ( $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ ) lässt weitere Rückschlüsse auf die Ernährungsgrundlagen der untersuchten Population zu, da die  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte mit der Trophiestufe variieren. Für Herbivore wurde ein Wert von ca. 7 ‰ ermittelt, für Karnivore 3-5 ‰ (Lee-Thorp et al. 1989). Diese Werte wurden allerdings für ein südafrikanisches Nahrungsnetz ermittelt und sind nicht ohne weiteres übertragbar. Aufgrund der unterschiedlichen Energiehaushalte der Konsumenten zeigen Herbivore jedoch immer höhere Werte als Karnivore. Herbivore beziehen ihre Energie vorwiegend aus den Kohlenhydraten, Karnivore aus den Fetten. Da Fette geringere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aufweisen als die Kohlenhydrate und Proteine (DeNiro & Epstein 1977) müssen auch die  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte geringer sein. Nach Krueger & Sullivan (1984) zeigen Menschen mit proteinreicher Ernährung (wie z. B. die Inuit) das karnivore Muster, während Menschen, die sich proteinarm ernähren, eher dem Herbivoren-Schema entsprechen.

Unterschiedliche Pflanzenteile derselben Pflanze können unterschiedliche  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aufweisen (Ambrose 1993). Dies sollte immer mit berücksichtigt werden, wenn die Werte innerhalb der Bevölkerung aber auch zwischen verschiedenen Populationen verglichen werden.

Zusammengefasst stellt die Analyse der stabilen Isotope eine valide Grundlage der Nahrungsrekonstruktion dar, sofern sowohl die physikalischen Vorgänge innerhalb

eines Nahrungsnetzes als auch physiologischen Abläufe in den Organismen in Betracht gezogen werden.

### 5.2.3 $\delta^{18}\text{O}$ -Werte

„Schweres“ Wasser ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) verdampft etwas schwerer als „leichtes“ Wasser und regnet dafür leichter aus Wolken ab. Aufgrund der unterschiedlichen mittleren Jahrestemperatur führt dieser Umstand zu einem Süd-Nord-Gefälle in der Verteilung des schweren Isotops. Im Norden enthält das Wasser also weniger  $^{18}\text{O}$  als im Süden. Gleichzeitig gibt es ein Gefälle in der Hauptwindrichtung, in der sich die Regenschichten bewegen. Für die Nordhalbkugel der Erde ist dies von West nach Ost. Auch die verschiedenen Verdunstungsraten bebauter und forst- oder landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie die Form der Landschaft (Berge, Täler, etc.) und die unterschiedliche Höhe über Normalnull beeinflussen die Anteile der Sauerstoffisotope untereinander. Nach der Angabe eines Rechners im Internet, der anhand der Längen- und Breitengrade sowie der Höhe über dem Meeresspiegel die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Niederschlages für jeden Ort der Welt errechnen kann ([http://www.es.ucsc.edu/~gbowen/OIPC\\_Main.html](http://www.es.ucsc.edu/~gbowen/OIPC_Main.html)), ergeben sich für die untersuchten Orte folgende Werte: Rüdersdorf (Tasdorf ist heute ein Ortsteil von Rüdersdorf.):  $-8,82 \delta^{18}\text{O}$ ; Brandenburg:  $-8,70 \delta^{18}\text{O}$ ; Anklam:  $-8,95 \delta^{18}\text{O}$ . Diese sind etwas niedriger als der Durchschnittswert von  $-8,0 \delta^{18}\text{O}$ , der für Deutschland ermittelt wird (vgl. Einleitung). Sie sind ebenfalls niedriger als die aus den Knochenproben für die drei Bevölkerungen ermittelten Werte: Tasdorf:  $-7,4 \delta^{18}\text{O}$ ; Brandenburg:  $-6,7 \delta^{18}\text{O}$ ; Anklam:  $-6,6 \delta^{18}\text{O}$ .

Die folgende Tabelle stellt einige durchschnittliche Temperaturen und Summe der Jahresniederschläge von 1702 – 1989 dar. Deutlich wird, dass die Temperaturen von der frühen Neuzeit bis heute allmählich steigen und die Niederschläge abnehmen.

**Tabelle 5: Jahresmitteltemperaturen (Berlin Tempelhof) und Jahressumme Niederschläge (Berlin-Dahlem) für ausgewählte Jahre von 1702 – 1989 (Quelle: www.wetterzentrale.de)**

	Jahresmitteltemperatur	Jahressumme Niederschlag
1702	6,8 °C	--
1802	9,0 °C	--
1852	9,9 °C	673 l/m <sup>2</sup>
1902	8,1 °C	638 l/m <sup>2</sup>
1952	9,0 °C	574 l/m <sup>2</sup>
1989	10,9 °C	452 l/m <sup>2</sup>

Die kleineren Niederschlagsmengen passen zu den ermittelten Daten. Die positiveren Werte der Knochenproben aus der frühen Neuzeit deuten auf häufigere Niederschläge hin. Die Kleine Eiszeit von 1550 – 1800 war geprägt von kühlen, niederschlagsreichen Sommern. Die Jahresmitteltemperaturen für die frühe Neuzeit sind niedriger als die heute ermittelten. Daher müssten die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der frühneuzeitlichen Individuen negativer sein als die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, die heute gemessen werden. Dies traf in der vorliegenden Untersuchung nicht zu. Für die frühe Neuzeit wurden weniger negative Werte ermittelt als heutzutage. Diesen Widerspruch stellte auch schon Hahnenkamp (2006) fest, die die Skelette des St. Hedwigs-Friedhof aus Berlin untersuchte, welcher von 1777 – 1834 belegt war. Sie ermittelte für die Berliner Individuen einen Median von  $-7,5\text{‰}$   $\delta^{18}\text{O}$ . Der aktuelle  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert von Berlin beträgt  $-8,77\text{‰}$ . Die Jahresmitteltemperatur von 1756 – 1834 beträgt  $9,1\text{ °C}$ , von 1956 - 1992  $9,4\text{ °C}$ . Auch hier hätten für die Knochenproben niedrigere, also negativere Werte gemessen werden müssen als  $-8,77\text{‰}$ . Allerdings scheinen nach Hahnenkamp viele der Berliner Individuen nicht aus Berlin zu stammen, da ihre ermittelten  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von  $-5,7\text{‰}$  bis  $-10,6\text{‰}$  reichen.

Abweichende Sauerstoffisotopien müssen nicht immer auf unterschiedliche Temperaturen oder eine andere Herkunftsregion hindeuten. So spielt auch die Physiologie der Arten eine große Rolle bei der Interpretation. Tagsüber ist die Verdunstungsrate in den Pflanzen höher als nachts. Es verdunstet eher das „leichte“ Wasser ( $\text{H}_2^{16}\text{O}$ ) und  $^{18}\text{O}$  bleibt in der Pflanze zurück. Tagaktive Herbivore, die diese

Pflanzen verzehren, sind daher ebenfalls an schwerem Sauerstoff angereichert (Sponheimer & Lee-Thorp 2001). Nachtaktive Herbivore weisen daher oft niedrigere  $^{18}\text{O}$ -Werte auf. Die Verdunstungsrate ist über Nacht niedriger, die Pflanzen enthalten im Verhältnis zum leichten Sauerstoff weniger  $^{18}\text{O}$  (Sponheimer & Lee-Thorp 1999b). Dieser Zusammenhang ist allerdings vor allem dann wichtig, wenn Tiere wenig trinken und viel Wasser über die Nahrung aufnehmen. Obligate Trinker nehmen einen Großteil des Wassers durch das Trinken auf und zeigen dann die Isotopensignatur des Grund- bzw. Umgebungswassers.

Physiologische Anpassungen wie z. B. an den Hitzestress durch Hecheln oder Schwitzen kann ebenfalls zu veränderten Sauerstoffisotopien führen. Urin und Schweiß besitzen die gleiche Sauerstoffisotopensignatur wie das Körperwasser (Schoeninger et al. 2000). Der Wasserdampf, der den Körper über Mund und Nase verlässt, ist mit  $^{18}\text{O}$  abgereichert und führt zu einer Erhöhung des  $^{18}\text{O}$ -Wertes im Körper. Hechelnde Tiere wie z. B. Hunde können somit höhere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aufweisen als schwitzende (Sponheimer & Lee-Thorp 1999b). In den vorliegenden Daten lässt sich dieser Zusammenhang an dem untersuchten Hund erkennen. Der Brandenburger Hund weist mit  $-4,9\text{‰}$   $\delta^{18}\text{O}$  einen der höchsten Sauerstoffwerte überhaupt auf und liegt deutlich über den Werten der anderen Brandenburger Tiere.

Die Interpretation der Sauerstoffisotope ist schwierig. Sponheimer und Lee-Thorp (1999b) ermittelten, dass Herbivore im gleichen Habitat um  $8\text{-}9\text{‰}$  unterschiedliche Werte zeigen können. Longinelli (1984) ermittelte intraspezifische Variationen von bis zu  $5\text{‰}$ .

### **5.3 Problematik der Interpretation der Spurenelementdaten**

Um von den Spurenelementen auf die Ernährung von Bevölkerungen schließen zu können, müssen die Spurenelementkonzentrationen denen in vivo entsprechen. Post-mortale, also diagentische Effekte bergen jedoch stets die Gefahr der Fehlinterpretation der Ergebnisse der Spurenelementanalyse (vgl. Fabig 2002). Zudem fehlt auch noch ausreichendes theoretisches Wissen zu physiologischen Abläufen, an denen Spurenelemente beteiligt sind.

Der Probenentnahmeort spielt eine große Rolle bei der Untersuchung der Spurenelemente. Spurenelementkonzentrationen zeigen innerhalb eines Individuums eine hohe Variabilität. Diese hängt mit den unterschiedlichen Umbauraten von kompakten

und spongiösem Knochen zusammen. Ferner sind kompakter und spongiöser Knochen unterschiedlich starken diagenetischen Prozessen ausgesetzt (Grupe 1988) (vgl. Kapitel 5.1 Problematik der Diagenese). Bei dem Vergleich mit Literaturdaten wird daher auch darauf geachtet, welche Knochen für die entsprechende Untersuchung genutzt wurden. Für diese Arbeit wurde zur Analyse der Spurenelemente kompakter Knochen aus den Femora verwandt. Da sogar innerhalb eines Knochens sehr unterschiedliche Elementkonzentrationen gemessen werden können (Brätter et al. 1977, Lausch 1977), sollte der Probenentnahmeort vorab definiert werden. In der vorliegenden Arbeit wurden daher alle Proben aus dem proximalen anterioren Drittel des Femurs entnommen. Für die langen Extremitätenknochen gilt allerdings, dass die Veränderungen der Zusammensetzung der Spurenelemente entlang der Diaphyse nur minimal sind. Kleinere Abweichungen im Probenentnahmeort verändern daher die Ergebnisse kaum. Ein Vergleich der Ergebnisse der Individuen und der drei Bevölkerungen ist demnach möglich.

In manchen Spurenelementuntersuchungen überstiegen die intraindividuellen Unterschiede die interindividuellen (vgl. z. B. Buikstra et al. 1989, Herrmann & Grupe 1988, Brätter et al. 1977). Die aus der Analyse der Spurenelemente gewonnenen Ergebnisse dürfen daher nur auf Gruppenebene ausgewertet werden, sie lassen nicht auf ein einzelnes Individuum schließen (Grupe 1992b). Eine Gruppengröße von 10 - 15 sollte nicht unterschritten werden (Schutkowski 1995). Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der Spurenelementanalyse zwar für Erwachsene und Kinder, Männer und Frauen sowie die unterschiedlichen Altersklassen getrennt dargestellt (jedoch für diese nicht nach Geschlecht getrennt), stellen jedoch bezüglich der Altersklassen nur Trends dar.

Die Strontiumkonzentration im Skelett hängt von lokalen geographischen Gegebenheiten ab. Dies bedingt eine Berücksichtigung von Serien unterschiedlicher geographischer Provenienz. Untersuchungen von Price (1989b) zeigen, dass der Strontiumgehalt bodengelagerter Knochen durch diagenetische Prozesse verändert werden kann. Da Strontium ein wichtiges Element zur Nahrungsrekonstruktion darstellt, müssen Einträge aus dem Boden besonders beachtet werden.

In dieser Untersuchung scheint dieser Zusammenhang nicht zu bestehen. In Tasdorf werden im Boden 18 ppm Sr gemessen, im Brandenburger Boden 128 ppm Sr und im Anklamer 97 ppm Sr. Die entsprechenden Mediane für Sr in allen menschlichen

Individuen sind für Tasdorf 379, für Brandenburg 246 und für Anklam 196. Die Strontiumkonzentration in den untersuchten Proben scheint also nicht mit der Konzentration des Strontiums im Boden zu korrelieren. Allerdings sind die in dieser Untersuchung ermittelten Strontiumgehalte gegenüber einem von Price (1989b) in einem rezenten Knochen gemessenen ( $120 \pm 49$ ) etwas erhöht. Für den hohen Tasdorfer Wert gibt es folgende Erklärungsmöglichkeit: Nördlich von Tasdorf befindet sich eine Kalkgrube. Kalkgestein ist reich an Strontium und Karbonate sind leicht löslich. So kann es durchaus sein, dass Strontium vermehrt ins Tasdorfer Grundwasser und Oberflächenwasser des umgebenden Gewässer gelangte. Dies könnte den höheren Strontiumwert der Tasdorfer Menschen erklären. Er unterscheidet sich höchst signifikant von den Brandenburgern und Anklamern ( $p \leq 0,001$ ). Jedoch unterscheiden sich auch diese beiden Populationen höchst signifikant voneinander ( $p \leq 0,001$ ). Ferner wurde im Tasdorfer Boden keine hohe Strontiumkonzentration gemessen, was eher darauf hinweist, dass die ermittelten Unterschiede auf eine Ernährung mit unterschiedlichen Anteilen an Vegetabilien zurückzuführen sind.

#### **5.4 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Tasdorf**

Die Isotopensignaturen für Stickstoff und Kohlenstoff variieren für Tasdorf sehr stark. Sie reichen für  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$  von  $-21,4\text{‰}$  bis  $-18,0\text{‰}$ . Die beiden niedrigsten Kohlenstoffwerte ( $-21,4\text{‰}$  und  $-20,9\text{‰}$ ) gehören zu zwei Frauen. Aufgrund dieser Werte könnte für diese beiden Individuen eine rein vegetabile Ernährung angenommen werden, allerdings zeigen genau diese beiden Frauen im Vergleich zu den anderen für  $\delta^{15}\text{N}$  relativ hohe Werte ( $12,8\text{‰}$  und  $11,7\text{‰}$ ). Es kann also bei ihnen eher vom Verzehr von Süßwasserfisch ausgegangen werden. Dieser ist gekennzeichnet durch niedrige Kohlenstoff- gepaart mit hohen Stickstoffisotopen.

Die Stickstoffwerte der untersuchten Tasdorfer variieren von  $9,4\text{‰}$  bis  $15,3\text{‰}$ . Die höheren Stickstoffwerte gehören alle zu kleinen Kindern, die wahrscheinlich noch gestillt wurden (vgl. Kapitel 5.4.2 Das Abstillen der Kinder in Tasdorf). Auch wenn es Unterschiede in der gemessenen Stickstoffkonzentration zwischen Frauen und Männern gibt und die Männer signifikant höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufweisen als Frauen (s. u.), kann diese große Variabilität nicht allein auf den Geschlechterunterschied zurückgeführt werden. Vielmehr ist die große Spannbreite der Werte sicherlich auf

die soziale Schichtung auf dem Land zurückzuführen. Gemeinhin werden die Landbewohner allgemein als „Bauern“ bezeichnet. In Wirklichkeit war die Landbevölkerung eine vielfach gegliederte Gesellschaft. In ihr stellten die eigentlichen Bauern, die einen Hof einschließlich der dafür nötigen Betriebsmittel besaßen, eine Minderheit dar. Diese Bauern erwirtschafteten Überschüsse, die sie auf dem Markt verkaufen bzw. von denen sie ihre Familie ernähren konnten. Im Dorf wohnten neben Bauern auch Handwerker, Händler, Hirten und Kossäten<sup>25</sup> (Beck 1992). Für die verschiedenen Stände ist auch eine unterschiedlich gute Ernährungslage anzunehmen. Wer über ausreichend Grund und Boden verfügte, konnte sich auf jeden Fall ernähren, wem aber nur seine Arbeitskraft zur Verfügung stand, war oft in Gefahr, an Hunger zu leiden (Beck 1992).

Der von Beck (1992) beschriebene Zusammenhang gilt jedoch nur, wenn wenig Arbeit zur Verfügung steht. In Tasdorf und Rüdersdorf konnten jedoch sehr viele Menschen Arbeit finden. Rüdersdorf, ein benachbartes Dorf Tasdorfs, zu dem Tasdorf heute gehört, weist Kalkvorkommen auf. Die Geschichte der Rüdersdorfer Kalkbrüche geht bis ins 13. Jahrhundert zurück. Bis zur Reformation war das Kalklager der Besitz der Zisterzienser (vgl. Einleitung Kapitel 1.3 Tasdorf), die aus dem Steinbruch Gewinn zogen, indem sie gegen Bezahlung den Anwohnern und umliegenden Städten gestatteten, Kalkstein zu brechen. Durch die Säkularisierung des klösterlichen Besitzes gingen um 1550 alle Eigentumsrechte der Zisterzienser zu Zinna auf den Landesherrn, Kurfürst Joachim II., über. Seit der Reformationszeit stellen diese Steinbrüche daher eine wichtige Einnahmequelle für den Fiskus dar (Hucke 1922). Aber nicht nur der Eigentümer verdiente am Kalk, auch die in der Umgebung wohnenden Menschen profitierten sicherlich vom Vorhandensein des Kalkbruchs. Gerade die nicht-landbesitzenden Schichten, die ihr Auskommen durch

---

<sup>25</sup> Kossäten, auch Kätner oder Kotsassen genannt waren Dorfbewohner, die einen Kotten bzw. eine Kate besaßen. Die Höfe der Kötter waren meist am Dorfrand angesiedelt oder von alten Höfen abgeteilt. Da der Ertrag häufig nicht für den Lebensunterhalt ausreichte, verrichteten sie meist zusätzlich handwerkliche Arbeiten oder arbeiteten im Tagesdienst auf Bauern- und Herrenhöfen. Ihr Landbesitz war meist klein und sie besaßen wenig Vieh. Im Regelfall war an diese Kate ein kleiner Kohlgarten angegliedert, der die Möglichkeit eines Nebenerwerbs bot.

Hilfstätigkeiten in der Landwirtschaft verdienen mussten, fanden sicherlich Anstellung im Kalkabbau. Diese Arbeit war auch nicht nur auf die Erntezeit begrenzt wie die hauptsächlichen Arbeiten im landwirtschaftlichen Bereich (Beck 1992), sondern wurde das ganze Jahr über benötigt. Dazu kommt, dass 1770 auf dem Grund und Boden des Rittergutes Tasdorf selbst Kalk gebrochen, dort gebrannt und nach Berlin verkauft wurde (Hucke 1922). Zwar erhielt gegen einen Vergleich von 500 Talern jährlich der Fiskus allein das Recht, auf der Tasdorfer Feldmark Kalk zu gewinnen, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass die Arbeit von Tasdorfern verrichtet wurde, die entsprechend entlohnt wurden. Durch diesen regelmäßigen Verdienst war die Ernährungslage der Arbeiter im Kalkabbau gesichert. Allerdings brachte der Dreißigjährige Krieg die Entwicklung des Kalkabbaus zum Stillstand. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts gab es in diesem Sektor einen erneuten Aufschwung und vor allem die Regierung Friedrich des Großen (1748 - 1786) förderte die Rüdersdorfer Kalkbrüche (Hucke 1922).

Die Untersuchung der Tasdorfer ergab große Unterschiede für die Ernährung von Männern und Frauen. Männer weisen deutlich höhere Stickstoffwerte auf als die Frauen (11,2 ‰ bzw. 10,5 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ) und scheinen sich daher deutlich proteinreicher ernährt zu haben als jene. Auch der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert, der ein Maß für die Menge des verzehrten tierischen Fetts ist, unterscheidet sich bei Tasdorfer Männern und Frauen. Für die Männer beträgt er 5,8, für die Frauen 6,4. Für reine Karnivore ermittelte Lee-Thorp (1989) in Südafrika Werte um 3. Höhere Werte ergeben sich für Herbivore. Die Verhältnisse sind sicherlich nicht direkt auf Europa übertragbar, allerdings weisen die ermittelten  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte auf eine fleischreichere Kost der männlichen Tasdorfer hin. Dies kann auf die unterschiedliche zu leistende Arbeit zurückgeführt werden. Feldarbeit war schwere körperliche Arbeit und daher wäre zu vermuten, dass die Männer größere Portionen und wahrscheinlich auch deutlich mehr Fleisch als die Frauen bekamen. Diese arbeiteten im Haus, kochten, versorgten die Tiere und kümmerten sich um den Garten. Möglicherweise war diese Arbeit insgesamt nicht weniger körperlich anstrengend, aber sicherlich nicht als „schwere Arbeit“ angesehen. Eine weitere Rolle kann auch gespielt haben, dass die Männer ihre Arbeit außerhalb des Hauses tätigten, also z. B. auf dem Feld oder im Kalkabbaugebiet. Gekochtes Gemüse ist keine leicht zu transportierende Nahrung, während ein Stück Fleisch, Speck oder Käse leicht zu tragen gewesen wäre und dann mit einem Stück

Brot verzehrt werden konnte. Die Frauen konnten sich im Hause jederzeit einen Getreidebrei zubereiten oder Gemüse mit Brot essen (pers. Mitteilung Keupp).

Die unterschiedliche Ernährung der Geschlechter belegt auch die Arbeit von Garz (2003). Sie untersuchte die Dauergebisse von 43 frühneuzeitlichen und 57 mittelalterlichen Tasdorfer Individuen und verglich die Ergebnisse miteinander. Zähne stellen eine weitere Informationsquelle zur Einschätzung des Gesundheitszustandes und der Ernährungsbedingungen der Menschen vergangener Epochen dar. In der frühen Neuzeit wiesen Frauen eine deutlich höhere Kariesfrequenz auf als die Männer (30 % zu ca. 18 %). Dies spricht für einen Konsum von kurzkettingen Kohlenhydraten, z. B. aus den stärkereichen Kartoffeln. Allerdings deutet die starke Abrasion bei beiden Geschlechtern auf einen großen Anteil harter und friktionsreicher Getreideerzeugnisse hin. Die höhere Kariesfrequenz der Frauen könnte daher auch auf längere Kauperioden oder häufigere Nahrungsaufnahme zurückzuführen sein. Denkbar ist, dass durch die Arbeit im Haus, Frauen ihre Mahlzeiten in mehreren kleineren Portionen über den Tag verteilt zu sich nahmen.

Die Ergebnisse der Spurenelemente zeigen die unterschiedliche Ernährung der Geschlechter nicht. So weisen Frauen und Männer in etwa gleich hohe Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>- als auch Zinkwerte auf (Frauen: 278 ppm, 3,15 Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>; Männer: 244 ppm Zn, 3,08 Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>). Da jedoch wegen der diagenetischen Einflüsse in den letzten Jahren verstärkt über die Validität der Analyse der Spurenelemente diskutiert wird (s. Kapitel 5.1 Problematik der Diagenese und vgl. v.a. Fabig 2002), wird den Ergebnissen aus der Analyse der stabilen Isotope mehr Gewicht zugestanden.

Für die Männer wird ein Anstieg der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von 10,4 ‰ auf 12,4 ‰ von der juvenilen zur maturen Altersklasse beobachtet. Möglicherweise lässt sich dieser Umstand auf die veränderte soziale Stellung im Laufe des Arbeitslebens z. B. vom Gesellen zum Meister bzw. vom Sohn auf einem Hof zum Hof- bzw. Hausvorstand zurückführen. Mit der höheren sozialen Stellung könnte der vermehrte Verzehr von wertvollen Fleischprodukten einhergehen. Dies kann allerdings für die Frauen nicht bestätigt werden. Bei ihnen kann kein Verlauf zu proteinreicherer Nahrung mit steigendem Alter beobachtet werden. Nur die senilen Frauen scheinen sehr proteinreiche Kost verzehrt zu haben. Auch der mit 5,2 niedrige  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der maturen Männer bestätigt ihre gefestigte Stellung in diesem Lebensabschnitt. Senile Männer waren offenbar schlechter mit Proteinen versorgt als die maturen. In diesem Lebens-

abschnitt wurde meist ein Hof aufgegeben und die alten Menschen zogen sich auf das Altenteil zurück. Handwerker übten ihren Beruf meist bis ins hohe Alter hinein aus (van Dülmen 1999). Mitglieder einer Zunft erhielten oft eine Pension (Waas 1996). Die gute Ernährung der senilen Frauen ist eventuell darauf zurückzuführen, dass sie eher Breikost zu sich nahmen, die auch mit Milch angerührt werden konnte. Dafür spricht, dass von den drei untersuchten senilen Tasdorfer Frauen, eine (Individuum T<sub>Nz</sub>181) über einen Greisenunterkiefer<sup>26</sup> verfügte. Individuum T<sub>Nz</sub>014, ebenfalls eine senile Frau, besaß nur noch vier Zähne; T<sub>Nz</sub>185 hatte nur noch zehn – fast ausschließlich kranke – Zähne. Ein seniler Tasdorfer Mann (T<sub>Nz</sub>073) wies nur noch 9 Zähne auf. Bei den anderen beiden über sechzigjährigen Männern aus Tasdorf fehlten die Schädel, so dass der Zahnstatus nicht untersucht werden konnte. Eventuell waren bei diesen zwei Individuen mehr Zähne vorhanden, so dass sie Nahrung leichter kauen und so andere Speisen als die Frauen zu sich nehmen konnten. Dieser Umstand könnte ausschlaggebend für die niedrigeren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der senilen Männer sein.

Der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Wert der männlichen Juvenilen (-18,8 ‰) lässt auf eine fleischreiche Kost der jungen Männer schließen, die vor dem Hintergrund der zu leistenden Arbeit in diesem Lebensalter erklärbar ist.

Insgesamt ergibt sich eine große Variabilität der Stickstoffisotopiewerte der Menschen. Dies kann auch für einen unterschiedlich großen Anteil von verzehrten Fleischmengen durch die Jahrhunderte sprechen, da der frühneuzeitliche Tasdorfer Friedhofsteil mindestens 250 Jahre belegt war. Den einzelnen Bestattungen ist keine genaue Jahreszahl zuzuordnen. Eine Abschätzung, ob die jeweiligen Individuen in Notjahren lebten, ist daher nicht möglich.

Die Werte der untersuchten Tasdorfer Tiere unterscheiden sich deutlich von denen der Menschen. Sie sollen im Folgenden diskutiert werden:

Das Rind in Tasdorf hat einen um 1,5 ‰ abgereicherten  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Wert im Vergleich zum Schaf (Tasdorfer Rind: -22,5 ‰, Tasdorfer Schaf: -21,1 ‰). Hier macht sich der so genannte Baldachin-Effekt bemerkbar. Der Baldachin-Effekt entsteht durch die

---

26 Der Greisenkiefer ist ein altersbedingter zahnloser Kieferkamm. Ursache ist meist ein entzündlicher Schwund des Knochens durch Parodontitis (Zahnbettentzündung).

photosynthetische Reassimilation von CO<sub>2</sub> welches durch verrottendes Substrat am Waldboden entsteht. Es bewirkt ein Absinken der Kohlenstoffisotopien in dicht bewaldeten Gebieten. Dabei ist der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Wert am Waldboden am niedrigsten und steigt in den höheren Schichten den Waldes wieder an, da dort „frisches“ CO<sub>2</sub> zur Verfügung steht. Eine Möglichkeit wie die unterschiedlichen  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte von Rind und Schaf zustande gekommen sind, wäre, dass Rinder häufiger auf Waldweiden gegrast haben als Schafe, die durch die eher große Anzahl der Tiere in einer Herde vom Schäfer auf offenere Flächen geführt worden sind. Ferner war seit dem Mittelalter in vielen Wäldern das Weiden der Schafe verboten, da das Abnagen der jungen Triebe befürchtet wurde (Waas 1996). Der Umfang der Schafhaltung war von regional unterschiedlich. Schafe spielten jedoch verglichen mit der Rinderhaltung eine untergeordnete Rolle. In der frühen Neuzeit besaßen die Gutsherren die Weidrechte vor den Bauern. Daher wurde der größte Teil der Schafe auf Gütern gehalten (Habicht 2004). Die Stallhaltung von Schafen erfolgte in der frühen Neuzeit üblicherweise nur im Winter. Im 18. Jahrhundert kam die ganzjährige Stallhaltung der Schafe auf. Insgesamt wurden die Schafe eher schlecht ernährt. Vor allem im Winter sind Kühe beim Füttern vor den Schafen bevorzugt worden. Letztere erhielten somit in der Regel nur Stroh. Es wurden meist im Herbst einige Tiere geschlachtet, da die Winterfütterung nicht für alle Schafe ausreichte. Allerdings konzentrierte sich die Nutzung der Schafe seit dem 18. Jahrhundert zunehmend auf die Wollproduktion, so dass im Herbst keine Tiere mehr geschlachtet wurden. Das Fleisch stand demnach den Menschen nicht mehr als Nahrung zur Verfügung. Die Bedeutung der Wollproduktion steigerte sich noch, als im 18. Jahrhundert Merinoschafe aus Flandern, England und Spanien importiert wurden. Andere Nutzungsformen wie die Gewinnung von Fleisch und Milch traten nun sehr in den Hintergrund (Abel 1962).

Trotzdem die Kühe den Schafen bei der Winterfütterung vorgezogen wurden, stellte auch für sie der Winter einen schwierigen Zeitraum dar. Im Mittelalter wurden Rinder im Winter mit gesammeltem Laub und Tannenzweigen und später mit Heu und Stroh gefüttert (Huber 1988). Oft reichte das vorhandene Heu und Stroh jedoch nicht aus, um alle Tiere zu versorgen. Viele Rinder wurden daher im Winter nicht ausreichend gefüttert. Dieser Nahrungsstress könnte zu dem sehr hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von 6,5 ‰ für das Tasdorfer Rind geführt haben. Bei Proteinmangel werden körper-

eigene Stickstoffverbindungen wiederverwertet. Dadurch wird im eigenen Körper – ähnlich wie bei der Bildung der Muttermilch – eine Trophiestufe erzeugt. Diese führt zu einer Erhöhung der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (Heaton 1999, Koch et al. 1994, Heaton et al. 1986a & 1986b). Zudem kann auch die Tätigkeit der Darmflora von Wiederkäuern zu einer Erhöhung der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte um bis zu eine Trophiestufe führen (Steinhour et al. 1982). In der vorliegenden Arbeit wurden jedoch für Tasdorf nur zwei wiederkäuende Herbivore untersucht, so dass ein Vergleich zu einem nicht-wiederkäuenden Pflanzenfresser nicht erfolgen kann.

Das junge Rind in Tasdorf zeigt in seinem  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert keinen Stilleffekt. Wäre es lange gesäugt worden, müsste der Wert niedriger als die ermittelten 9,5 ‰ sein und einen karnivoren Ernährungsanteil widerspiegeln. Auch der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von 6,5 ‰ ist typisch für ein wiederkäuendes herbivores Tier. Diese Isotopensignaturen sind erklärbar, denn in der frühen Neuzeit setzte sich in der Aufzucht von Jungtieren immer mehr das frühzeitige Absetzen vom Muttertier durch. Vor allem Kälber wurden rasch vom Muttertier entfernt und künstlich aufgezogen, um die Milch der Mutterkühe in vollem Umfang zu gewinnen (Habicht 2004).

Die Bauern der frühen Neuzeit bevorzugten bei der Geflügelhaltung Hühner und Gänse. Enten und Tauben spielten keine besondere Rolle. Es kann sich bei der Tasdorfer Ente (-20,8 ‰  $\delta^{13}\text{C}$  und 7,8 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ) auch um eine Wildente gehandelt haben. Enten sind omnivore Tiere mit einem weiten Nahrungsspektrum. So ernähren sie sich von Nahrung aus Seen und Teichen (z. B. Wasserpflanzen, Kaulquappen, Fischlaich) ebenso wie von Würmern, Insekten und Schnecken und terrestrischen Pflanzen. Auch der Strontium- (731 ppm) sowie der Zinkwert (876 ppm) dokumentieren die omnivore Ernährungsweise der Ente. Da kein „Hausgeflügel“ wie z. B. Hühner zur Verfügung stand, ist aufgrund der vorliegenden Werte nicht bestimmbar, ob es sich um eine Haus- oder eine Wildente handelte.

Die Geflügelhaltung war auch in den Städten verbreitet. Ab dem 19. Jahrhundert konnten durch die Einführung der verbesserten Dreifelderwirtschaft und Ertrag größerer Mengen Getreide eine höhere Anzahl von Tieren versorgt und vermarktet werden (vgl. Borchart 1906). Die Fütterung von Hühnern und Gänsen bestand bis zum Ende des 19. Jahrhunderts neben dem Weidegang überwiegend aus Getreideresten und Küchenabfällen.

Im 18. Jahrhundert legte ein Huhn etwa vier Jahre lang 60 Eier jährlich (Becher 1778). Hundert Jahre später wird die Eierleistung eines Huhnes bereits doppelt so hoch veranschlagt. Fries (1874) berichtet von etwa 120-140 Eiern jährlich, sofern das Huhn unter 5 Jahren alt war<sup>27</sup>. Allein anhand dieser Zahlen ist zu erkennen, dass Eier kein Massenprodukt waren. Ihr Verzehr wird nur den Menschen möglich gewesen sein, die Hühner hielten und einen Teil der Eier für den eigenen Verzehr abzweigen konnten bzw. Menschen, die sich aufgrund ihrer finanziellen Stellung Eier kaufen konnten.

In Tasdorf konnte nur ein karnivores Tier untersucht werden. Der Fraktionierungsfaktor für  $\delta^{13}\text{C}$  zwischen Tieren verschiedener Trophiestufen, also z. B. zwischen Herbivoren und Karnivoren beträgt ca. 1 ‰ (Schoeninger & DeNiro 1984, Schoeninger 1985, Lee-Thorp et al. 1989). Katzen gelten als karnivore Individuen. Der für die Tasdorfer Katze ermittelte Kohlenstoffwert von -19,9 ‰ ist der höchste  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert, der bei den Tasdorfer Tieren ermittelt wurde. Er ist um 1,2 ‰ höher als der des Schafes (-21,1 ‰  $\delta^{13}\text{C}$ ). Dennoch wird im Vergleich zu den Werten der Menschen eher von einer Omnivorie der Katze ausgegangen. Sie wird neben Nahrungsabfällen der Menschen, die eher proteinarm gewesen sein dürften, auch kleinere Nagetiere sowie deren vegetabilen Mageninhalt verzehrt haben, so dass sich für sie eine omnivore Isotopensignatur ergibt.

Insgesamt harmonisieren die gemessenen Werte der unterschiedlichen Tiergruppen miteinander und die Trophiestufeneffekte lassen sich aufzeigen. Jedoch reicht die Anzahl der untersuchten Tiere nicht aus, um ein ganzes Nahrungsnetz abzubilden. Die Anzahl und Zusammensetzung der untersuchten Tiere ist allerdings hinreichend, um die Nahrungskomponenten der untersuchten Menschen bestimmen zu können..

### 5.4.1 Schadstoffbelastung

Die Tasdorfer Menschen zeigen die niedrigsten Arsenwerte der drei Bevölkerungen (Tasdorfer: 0,6 ppm, Brandenburger: 1,7 ppm und Anklamer: 1,7 ppm). Ein möglicher Grund hierfür wäre, dass die ländliche Bevölkerung der frühen Neuzeit nicht so gut mit Medikamenten, die in der frühen Neuzeit oft auf Arsenbasis

---

<sup>27</sup> 2004 legte in Deutschland eine Henne durchschnittlich 291,1 Eier. (Röhrig & Brand 2005).

zubereitet wurden, versorgt war wie die wohlhabendere städtische Bevölkerung. Arsen diente in der frühen Neuzeit auch der chemischen Schädlingsbekämpfung. Ab dem Jahr 1740 wurde die Saatgutbeizung mit Arsen praktiziert. Sie wurde allerdings wegen der hohen Toxizität im 19. Jahrhundert wieder verboten (Gabathuler 1996). Aufgrund dieser Tatsache wäre eigentlich eine höhere Arsenbelastung der dörflichen Gemeinschaft zu erwarten gewesen, die sicherlich mehr mit Saatgut in Kontakt kam als die Bewohner der Stadt. Die Tasdorfer Männer weisen doppelt so hohe Arsenbelastungen wie die Frauen auf (0,4 ppm zu 0,2 ppm). Dies könnte aufgrund der Feldarbeit durch die Männer und deren gesteigerten Kontakt mit dem Saatgut zustande kommen. Die Kinder verzeichnen mit 1,1 ppm noch höhere Werte als die Männer. In Betracht zu ziehen ist, dass auch die Kinder mit den gebeizten Körnern in Kontakt kamen. Allerdings sind Kinderknochen sehr viel fragiler und poröser als die der Erwachsenen. Daher ist es wahrscheinlicher, dass die hohen Arsenwerte, die für die Kinder ermittelt wurden, durch diagenetische Effekte hervorgerufen wurden. Dafür spricht, dass die Kinder den gleichen Arsenwert aufweisen wie ihn der Tasdorfer Boden hat. Dieser liegt mit 1,1 ppm unter dem Wert, der heute in Böden gemessen wird und zwischen 0,1 – 48 ppm betragen kann, mit mittleren Werten von 3,6 – 8,8 ppm (Pais & Jones 1997).

Die Tasdorfer Frauen weisen mit 0,13 ppm 2,5-mal und signifikant höhere Cadmiumwerte auf als die Männer aus Tasdorf. Untersuchung an Zahnstein in rezenten Bevölkerungen ergab, dass Raucher gegenüber Nichtrauchern deutlich erhöhte Cadmiumwerte haben (Kremers & Sonnabend 1987). Cadmium ist nicht abhängig von homöostatischer Kontrolle. Die Exkretion erfolgt nur allmählich, so dass bei ständiger Exposition eine kumulative Wirkung eintritt. Mit der Nahrung werden nur 3 – 7 % des enthaltenen Cadmiums durch den Körper aufgenommen, die Absorption von inhaliertem Cadmium ist mit ca. 50 % allerdings wesentlich höher (Stoeppler & Piscator 1988). Alt et al. (2001) bringen hohe Cadmiumwerte neben den Rauchgewohnheiten mit dem offenen Herdfeuer und dem passiven Aufnehmen des Rauchs in Verbindung. Sie stellten eine Veränderung des Rauchverhaltens bzw. der Aufnahme von Rauch vom frühen zum späten Mittelalter fest. Auch in der vorliegenden Arbeit kann der höhere Wert der Frauen auf die passive Aufnahme des Rauchs von der offenen Herdstelle im Wohnhaus herrühren. Frauen halten sich durch die zu verrichtende Hausarbeit mehr und länger in der Nähe des offenen

Feuers auf. Bei einer Bestattung (T<sub>Nz</sub>220, ein maturaer Mann) wurde eine Tabaksdose geborgen, in welcher noch Reste von Tabak erhalten geblieben sind. Ferner fanden die Ausgräber unter dem linken Fuß des Mannes ein Tonpfeifenset. Das Individuum T<sub>Nz</sub> 220 weist mit 0,30 ppm einen hohen Cadmiumwert auf. Es ist davon auszugehen, dass dieser hohe Cadmiumgehalt durch das Rauchen zustande kommt.

Die Cadmiumabsorption kann durch Eisenmangel um ein Vielfaches erhöht sein (Flanagan et al. 1978). Daher können die hohen Cadmiumwerte der Frauen auch durch Eisenmangel beeinflusst sein, der sicherlich bei Frauen etwas höher ist als bei den Männern; ein Faktor dafür ist der Eisenverlust während der Menstruation. Da auch die Kinder sehr hohe Cadmiumgehalte zeigten (0,24 ppm), ist auch für sie ein Eisenmangel anzunehmen. Ca. 9 % der frühneuzeitlichen Tasdorfer Kinder litten an Anämie.<sup>28</sup> In rezenten Knochen werden nach Pais & Jones (1997) im Durchschnitt 1,8 ppm Cd gemessen. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass viele Lebensmittel wie z. B. Leber, Nieren, Pilze, Seefisch, Sellerie und Spinat aufgrund von anthropogenen Einflüssen sehr hohe Cadmiumwerte aufweisen. Die für die frühe Neuzeit gemessenen Werte sind niedriger als die für die heutige Bevölkerung. Trotzdem können die für Frauen erhaltenen Werte für die damalige Zeit als hoch angesehen werden.

Alt et al. (2001) untersuchten eine mögliche Korrelation zwischen dem Alter der untersuchten Individuen und der Cadmiumbelastung. Sie erkannten die hohe Schadstoffbelastung der höchsten Altersstufe (dort 51-60-Jährige), konnten jedoch keine systematische Zunahme der Cadmiumkonzentration mit zunehmendem Alter beobachten. Die Zunahme des Cd-Gehaltes in den Knochen der 41- bis 50-Jährigen zu dem Gehalt der 51- bis 60-Jährigen erfolgte sprunghaft und nicht kontinuierlich ansteigend. In der vorliegenden Untersuchung kann ebenfalls keine kontinuierliche Zunahme der Cadmiumwerte beobachtet werden. Der für die Maturaen gemessene Cadmiumwert ist deutlich niedriger als der der Altersklasse Infans I. Der Cadmiumgehalt der Senilen ist deutlich höher als bei den untersuchten maturaen Individuen. Diese plötzliche Steigerung des Cd-Wertes ähnelt den Ergebnissen von Alt et al. (2001) und deutet auf die Akkumulation des Elements in den Knochen mit

---

<sup>28</sup> Dieser von Junglaus ermittelte Wert stellt ein vorläufiges Ergebnis dar und stammt aus einer bisher noch nicht veröffentlichten Dissertation.

steigendem Alter.

Auffällig sind die sehr hohen Cadmiumgehalte in den Herbivoren- und Omnivorenknochen (0,57 bzw. 0,42 ppm). In Betracht zu ziehen, ist der häufige Bodenkontakt der Tiere beim Grasens und dadurch eine stetige Aufnahme des Cadmiums aus dem Boden. Dieser weist allerdings einen geringeren Wert auf als für die Tiere ermittelt wurde. Es ist daher auch hier von einer Akkumulation des Cadmium in den Knochen auszugehen.

Neben Arsen und Cadmium wurde auch der Eisengehalt in den Knochen untersucht. 60-70 % des im menschlichen Körper enthaltenen Eisens jedoch sind im Blut gebunden. In menschlichen Knochen werden 3 – 380 ppm Eisen gemessen (Pais & Jones 1997). Der für die untersuchten Tasdorfer Menschen ermittelte Wert (147 ppm) befindet sich innerhalb dieser Angaben. Der Tasdorfer Boden weist einen Wert von über 4.000 ppm auf. Daher wird nur von einer geringen Kontamination des Knochens mit Eisen ausgegangen.

Im Gegensatz zum Eisen wird der größte Teil des Bleis bei erwachsenen Individuen zu mehr als 95 % im Skelett gespeichert, bei Kindern sind es ca. 70 % (Nordberg et al. 1991). Es hat dort eine Halbwertszeit von etwa 10 Jahren. Nach Grupe (1991) werden bei rezenten Bevölkerungen Bleikonzentrationen zwischen 25 ppm und 75 ppm als unschädlich angesehen, wobei die Festlegung dieser Grenzwerte ausschließlich auf dem Fehlen von Vergiftungserscheinungen beruht. Eine chronische Bleivergiftung kann z. B. zur Störung der Biosynthese von Hämoglobin und demnach Anämie zur Folge haben. In geringen Konzentrationen überwindet es auch die Blut-Hirn-Schranke. Durch chronische Vergiftung entsteht bei den Betroffenen schwarzes Zahnfleisch und sie leiden an Darmkoliken sowie Nierenschäden und Muskelschwäche. Die ersten Symptome sind Kopfschmerzen, Müdigkeit und Abmagerung. Problematisch ist Blei bei Schwangeren, da Blei die Plazenta passiert und somit in den Blutkreislauf des Kindes gelangt und bei diesem zur Blutarmut führen kann.

Seit dem Mittelalter wurde Blei bei der Verglasung von Kirchenfenstern genutzt, seit der Erfindung des Schießpulvers im 14. und der Entdeckung der Buchdruckerkunst im 15. Jahrhundert wurde das Anwendungsgebiet für den Werkstoff Blei erweitert. Ferner wurde Wein bis zum 17. Jahrhundert sowohl in Bleigefäßen hergestellt als auch bis zum 19. Jahrhundert zum Süßen des Weins mit Blei versetzt.

Für die Tasdorfer Bevölkerung beträgt der durchschnittliche Bleigehalt 32,9 ppm. Da ab 1574 für Tasdorf ein Weinberg belegt ist (Enders 1980), kommt durchaus ein erhöhter Weinkonsum mit einem erhöhten Eintrag von Blei in den Körper in Betracht.

Es kann indes nicht davon ausgegangen werden, dass die oben beschriebenen Vergiftungserscheinungen auftraten. Der gemessene Wert liegt jedoch weit über dem so genannten physiologischen Nullpunkt (ca. 0,5 - 2 ppm), der von Drasch (1982) ermittelt wurde. Historische Bevölkerungen, bei denen der Bleigehalt nicht anthropogenen Einflüssen unterlag, weisen Werte um diesen Nullpunkt herum auf. Die Akkumulation des Bleis und seine Halbwertszeit von 10 Jahren im Skelett kann durch den Anstieg der Bleigehalte von den juvenilen (12,0 ppm) zu den senilen Individuen (46,7 ppm) nachgewiesen werden.

Zusammengefasst ist die Schadstoffbelastung der frühneuzeitlichen Tasdorfer Individuen als niedrig einzustufen.

### 5.4.2 Das Abstillen der Kinder in Tasdorf

Die Situation der nichterwachsenen Individuen einer Population kann als Indikator der Lebensumstände der Gesamtpopulation gewertet werden. So kann auch die Morbidität und Mortalität der Kinder den Zustand der gesamten Bevölkerung anzeigen (Mensforth et al. 1978). Bei Kindern machen sich Mangelzustände und Belastungen schneller bemerkbar, da sie im Wachstum befindlich sind. Sie reagieren auch stärker auf Nahrungs- und Nährstoffmangel als Erwachsene (Hühne-Osterloh 1989). Kinder benötigen größere Mengen an essentiellen Nährstoffen wie z. B. Vitamine und Spurenelemente (Brown & Pollitt 1996). Auf Mangelzustände durch unzureichende Ernährung und Stresssituationen wie z. B. Krankheiten kann der Kinderkörper mit Wachstumsverzögerungen reagieren. Gleichzeitig ist die Leistungsfähigkeit seines noch nicht voll entwickelten Immunsystems vermindert (Herrmann & Grupe 1986), was wiederum die Gefahr einer weiteren Erkrankung birgt.

Die Ergebnisse der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte deuten darauf hin, dass die Kinder im Alter von drei Jahren weitestgehend entwöhnt waren. Ein 3- bis 4-jähriges und ein 5- bis 6-jähriges Individuum zeigen jedoch auch sehr hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (12,9 ‰ und 11,8 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ). Hierbei könnte es sich um sehr lange gestillte Individuen handeln. Wahrscheinlicher

ist jedoch, dass sich die Kinder durch andere proteinreiche Kost wie z. B. Milchprodukte von Herbivoren und Fleisch ernährten, die ihren Müttern evtl. nicht zur Verfügung stand bzw. welche die Frauen ihren Kindern abtraten. Dessen ungeachtet darf nicht vergessen werden, dass die untersuchten Kinder nicht die Kinder der untersuchten Frauen gewesen sein mussten. Eventuell gehören die 3- bis 6-jährigen Kinder, für welche sich hohe Stickstoffwerte ermitteln ließen, zu höher gestellten Frauen, die zufallsbedingt nicht untersucht wurden und die ebenfalls hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufweisen. Jedoch haben nicht alle über Dreijährigen hohe Stickstoffisotopien. Das 4- bis 5-jährige Individuum sowie ein 5- bis 6-jähriges Kind zeigen deutlich geringere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte als die Frauen (9,9 ‰ und 9,5 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ). Eventuell verschlechterte sich die Ernährungslage eines älteren Kindes sobald ein jüngeres geboren bzw. gerade entwöhnt wurde und nun die proteinreiche Beikost des älteren Geschwisters erhielt. Bestätigt wird diese Annahme durch Majer (1871, in: Shorter 1986). Dieser beschrieb die Sterblichkeitsrate der Kinder des Dorfes Tafertshofen in Schwaben, die im frühen 19. Jahrhundert bei ca. 42 % lag. 1868 trat eine schwere Diphtherieepidemie auf, an der nahezu alle Kinder des Dorfes verstarben. Im darauf folgenden Jahr wurden in dem Dorf 22 Kinder geboren, von denen nur zwei im ersten Lebensjahr verstarben. Der Grund hierfür wird von Majer darin gesehen, dass die Eltern besonders auf die Gesundheit und Ernährung ihrer Neugeborenen achteten. Beim zweiten und schließlich dritten Kind war die Sterblichkeit allerdings wieder so hoch wie vorher. Auch heute ist in Entwicklungsländern eine erhöhte Mortalität des älteren Geschwisters nach einer Geburt festzustellen (Nentwig 1995).

Die Bestimmung des Abstillalters erfolgte auch anhand der Kohlenstoffisotope. Dazu wurden analog zu der Darstellung beim Stickstoff die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Kinder innerhalb der Einjahres-Altersklassen aufgetragen und mit dem Median der Frauen verglichen (s. Abbildung 51, Seite 113). Der Unterschied zwischen zwei Trophiestufen beträgt beim Kohlenstoff ca. 1 ‰ (Lee-Thorp et al. 1989, Schoeninger 1985, Schoeninger & DeNiro 1984); für gestillte Kinder werden demnach um ca. 1 ‰ höhere Werte als die der Frauen erwartet. Eine Anreicherung des  $^{13}\text{C}$  von 0,5 ‰ bis 1,4 ‰ im Kollagen von Kinderknochen wurde schon mehrfach durch andere Arbeiten bestätigt. (Richards et al. 2002, Katzenberg & Pfeiffer 1995, Katzenberg et al. 1993).

Die Ergebnisse, die anhand der Analyse der Stickstoffwerte gewonnen wurden,

werden auch durch die Kohlenstoffisotope bestätigt. Bis zum dritten Lebensjahr weisen die Tasdorfer Kinder sehr hohe Werte für das stabile Kohlenstoffisotop auf, die erst mit dem dritten bis vierten Lebensjahr sinken. Es kann auch anhand dieser Werte geschlossen werden, dass die Kinder bis zum dritten Lebensjahr gestillt wurden. Die Werte für Kohlenstoff sinken nie unter den Median der Tasdorfer Frauen. Allerdings haben sich die untersuchten Tasdorfer Frauen auch sehr proteinarm ernährt.

Auch anhand des  $\delta^{18}\text{O}$ -Werts ist der Zeitpunkt der endgültigen Entwöhnung zu bestimmen. Muttermilch im Vergleich zu dem von der Mutter konsumierten Trinkwasser mit  $^{18}\text{O}$  angereichert ist. Gestillte Kinder weisen im Vergleich zu ihren Müttern höhere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf (White et al. 1998). Sobald die  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert der Kinder jener der Frauen gleich ist, kann davon ausgegangen werden, dass das betreffende Individuum keine Muttermilch mehr zu sich nimmt (Bryant & Froelich 1996). Dieser Zusammenhang wurde bislang nur auf Zähne angewandt und in dieser Arbeit erstmals für die Sauerstoffisotopien von Knochen untersucht worden.

Die 0- bis 1-jährigen Kinder aus Tasdorf weisen Sauerstoffwerte auf, die jenen der Frauen sehr ähnlich sind. Da Neugeborene die Sauerstoffisotopien ihrer Mütter zeigen, kann davon ausgegangen werden, dass der Einbau der mit der Nahrung aufgenommenen Stoffe bei diesen Individuen noch nicht vollständig erfolgt war. Allerdings weisen auch die zweijährigen Kinder mit einer Ausnahme ähnliche Werte auf wie die 0- bis 1-Jährigen. Es kann kein Anstieg der Sauerstoffwerte beobachtet werden, der für das Füttern der 1- bis 2-Jährigen mit Muttermilch spräche. Erst bei den 3- bis 4-Jährigen können höhere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte als der durchschnittliche Wert der Frauen ermittelt werden. Anhand der Sauerstoffisotopien ist demnach nicht möglich, den genauen Abstillzeitpunkt zu bestimmen.

Da von den 23 untersuchten Kindern insgesamt nur bei zwölf das Geschlecht sicher bestimmt werden konnte, kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob ein Geschlecht bevorzugt bzw. länger gestillt wurde als das andere.

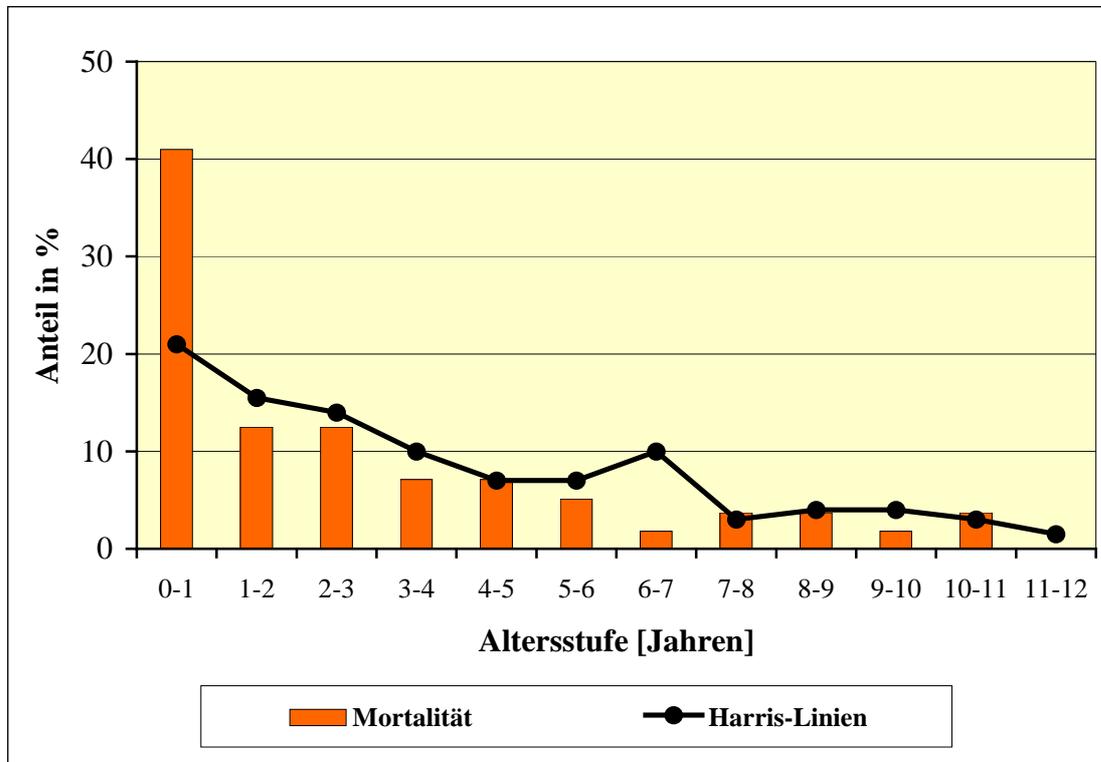
Neben dem genauen Abstillzeitpunkt wird anhand der Stickstoff- und Spurenelementdaten versucht, den Entwöhnungsprozess nachzuzeichnen. Die 1- bis 2-jährigen Kinder zeigen die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (von 13,3 ‰ bis 15,3 ‰). Diese sinken dann mit steigendem Alter der Kinder ab. Die Kinder wurden demnach bis zu

einem Alter von einem bis zwei Jahren ausschließlich gestillt. Das Absinken der Stickstoffwerte danach deutet auf vegetabilere Kost z. B. mit Getreidebreien hin. Die Breie sind weniger proteinreich als die Muttermilch, und dies führt zu geringen Stickstoffisotopensignaturen. Das Füttern mit Beikost kann auch anhand der Spurenelementdaten abgelesen werden. Kinder, die unter einem halben Jahr alt sind, weisen einen sehr geringen  $\text{Sr}/\text{Ca}_{\text{Nahrung}}$ -Quotienten von 1,65 auf. Dieser steigt dann leicht in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres an und dann stetig bis zum Alter von drei bis vier Jahren (auf 5,06). Diese Daten deuten darauf hin, dass Kinder schon vor dem ersten Lebensjahr teilweise Erwachsenenkost aßen und ab dem ersten Lebensjahr regelmäßig z. B. mit Breien gefüttert wurden. Zink ist in Nahrung tierischen Ursprungs enthalten (Ezzo 1994a), also auch in Muttermilch. Kinder, die jünger als ein halbes Jahr alt sind, weisen sehr hohe Zinkwerte (951 ppm) auf. Hier liegt also ein Indikator für Stillverhalten vor. Die deutliche Abnahme des Zinkgehalts bis zum Alter von einem Jahr auf 693 ppm deutet wiederum auf das Füttern mit vegetabiler Nahrung, also z. B. mit Getreide und Gemüse, hin. Ein weiterer Abfall der Zinkwerte auf 441 ppm bis zum Alter von drei Jahren zeichnet den Abstillprozess bis zur endgültigen Entwöhnung nach, in welchem der Anteil an Muttermilch immer kleiner und der an der gewöhnlichen Alltagskost immer größer wird.

Weitere Einblicke in die Lebenssituation und die Ernährungslage der Kinder können das Vorkommen von Harris-Liniengebilden. Diese sind quer verlaufende röntgendichte Ossifikationslinien, die in langen Röhrenknochen parallel zur Epiphysenfuge auftreten können (Park 1954). Es handelt sich um Areale, in denen die Spongiosa verdichtet ist und die stärker mineralisiert sind (Schultz 1982).

Harris-Linien sind ein Ausdruck vorausgegangener Störung des Wachstums in Langknochen. Sie sind Folge des kompensatorischen Wachstums nach Wachstumsstillständen, z. B. infolge von Krankheit oder Unterernährung. (Carli-Thiele 1996). Durch die Lagerung im Boden werden Harris-Linien nicht beeinflusst (Drenhaus 1991). Sie können jedoch im Verlauf der Entwicklung wieder vollständig resorbiert werden (Schultz 1982). Die für die Untersuchung von Harris-Linien am besten geeigneten Knochen sind Femora und Tibiae (Hunt & Hatch 1981), wobei Harris-Linien an Tibien besonders häufig zu finden sind (Schultz 1989). Die Schätzung des Individualalters, in welchem die Harris-Linien auftraten, ermöglichen die Aussage über kritische Entwicklungsphasen des Individuums. Das Fehlen von Harris-Linien

bedeutet jedoch im Umkehrschluss nicht, dass es solche kritischen Phasen nicht gab (Hühne-Osterloh 1989). Besonders im fortgeschrittenen Jugendalter können sie im Laufe der Jahre resorbiert worden sein.



**Abbildung 98: Sterbealtersverteilung und Harris-Linien der Tasdorfer Kinder (N=56) (Daten nach Jungklaus<sup>29</sup>). Von 24 auf Harris-Linien untersuchten Kinder wiesen 75 % Harris-Linien auf. Pro Kind waren es im Mittel 4,2 Linien. Die Verbindungslinie für die einzelnen Werte der Harrislinien stellt keine Verlaufskurve im eigentlichen Sinn dar, sondern dient lediglich der Orientierung.**

Aus Abbildung 98 kann geschlossen werden, dass die höchste Mortalität der Kinder im ersten Lebensjahr (41 %) auch mit dem höchsten Anteil in dieser Lebensphase gebildeter Harris-Linien (21 %) einhergeht. Die Mortalität sinkt bis auf einen Tiefpunkt im Alter von 6-7 Jahren (1,8 %) ab. Allerdings steigt sie bei 2- bis 3-Jährigen im Vergleich zu 1- bis 2-Jährigen leicht an und ebenfalls bei den 4- bis 5-Jährigen im Vergleich zu den 3- bis 4-Jährigen. 15,5 % der Harris-Linien sind im Alter von ein bis zwei Jahren entstanden und 14 % im Alter von zwei bis drei Jahren. 10 % der Harris-Linien entstanden als die Kinder drei bis vier Jahre alt waren, allerdings wurde diese kritische Entwicklungsphase oft überlebt, denn nur 7,1 % der Kinder sind in diesem Alter gestorben.

<sup>29</sup> Die hier vorgestellten Daten wurden freundlicherweise von Jungklaus zur Verfügung gestellt und stammen aus ihrer bisher noch nicht eingereichten Dissertation.

Die hohe Mortalität der 0- bis 1-Jährigen und der große Anteil an Harris-Linien, die bis zum ersten Jahr gebildet wurden, korrelieren für die 0- bis 1-Jährigen nicht mit den  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten der Kinder, anhand derer der Abstillzeitpunkt festgelegt wurde. So wurden vier Tasdorfer Kinder im Alter von 0-1 Jahr eindeutig gestillt. Ein Kind mit einem  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert von 10,4 ‰ liegt auf fast dem gleichen Niveau der Frauen und scheint nicht mehr gestillt worden zu sein. Eine andere mögliche Erklärung hierfür ist, dass der Einbau des schweren Stickstoffisotops noch nicht erfolgte und das Kind daher noch die Isotopensignatur seiner Mutter aufwies. Die hohe Sterblichkeit im ersten Lebensjahr scheint daher nicht auf eine falsche Ernährung durch zu frühes Abstillen zurückzugehen.

Die Tasdorfer Kinder waren mit spätestens drei Jahren endgültig entwöhnt. Ab diesem Zeitpunkt nehmen sie die gleiche Kost wie die Erwachsenen zu sich. Die etwas höhere Mortalität der 2- bis 3-Jährigen im Vergleich zu den 1- bis 2-Jährigen kann eventuell auf die Zeit des endgültigen Abstillens zurückgeführt werden, der für die Kinder einen Stressmoment darstellte. Auch bei den 4- bis 5-Jährigen steigt die Mortalität wieder leicht an. Für das eine Individuum dieser Altersgruppe wurde ein sehr niedriger  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert ermittelt, der darauf zurückgeführt wurde, dass größere Kinder weniger bzw. proteinärmere Nahrung erhalten, sobald ein jüngeres Geschwisterkind auf der Welt war. Dies könnte den leichten Anstieg der Mortalität begründen. Ein Gipfel in der Ausbildung von Harris-Linien ist das Alter von sechs bis sieben Jahren. Er korreliert jedoch nicht mit einer höheren Mortalität, was bedeutet, dass die Kinder diese schwierige Entwicklungsphase überstanden haben. Es ist anzunehmen, dass die vermehrte Ausbildung von Harris-Linien in dieser Altersgruppe damit zusammenhängt, dass die Kinder in diesem Alter anfangen zu arbeiten (Arnold 1986). In der Stadt wurden die Kinder in diesem Alter in die Lehre gegeben, auf dem Land halfen sie in den Arbeitsbereichen ihrer Eltern mit (Münch 1998). Da jedoch für diese Arbeit nur Kinder der Altersklasse Infans I untersucht wurden, liegen keine Ergebnisse darüber vor wie proteinreich die Ernährung in diesem Alter war.

Auch die Ergebnisse der Spurenelementanalyse zeigen, dass der Entwöhnungsprozess mit spätestens drei Jahren abgeschlossen war. Interessant ist, dass die 3- bis 6-Jährigen Tasdorfer Kinder eine vegetabilere Ernährung zeigen als die Erwachsenen, was den Anteil der in diesem Alter entstandenen Harris-Linien von 7,1

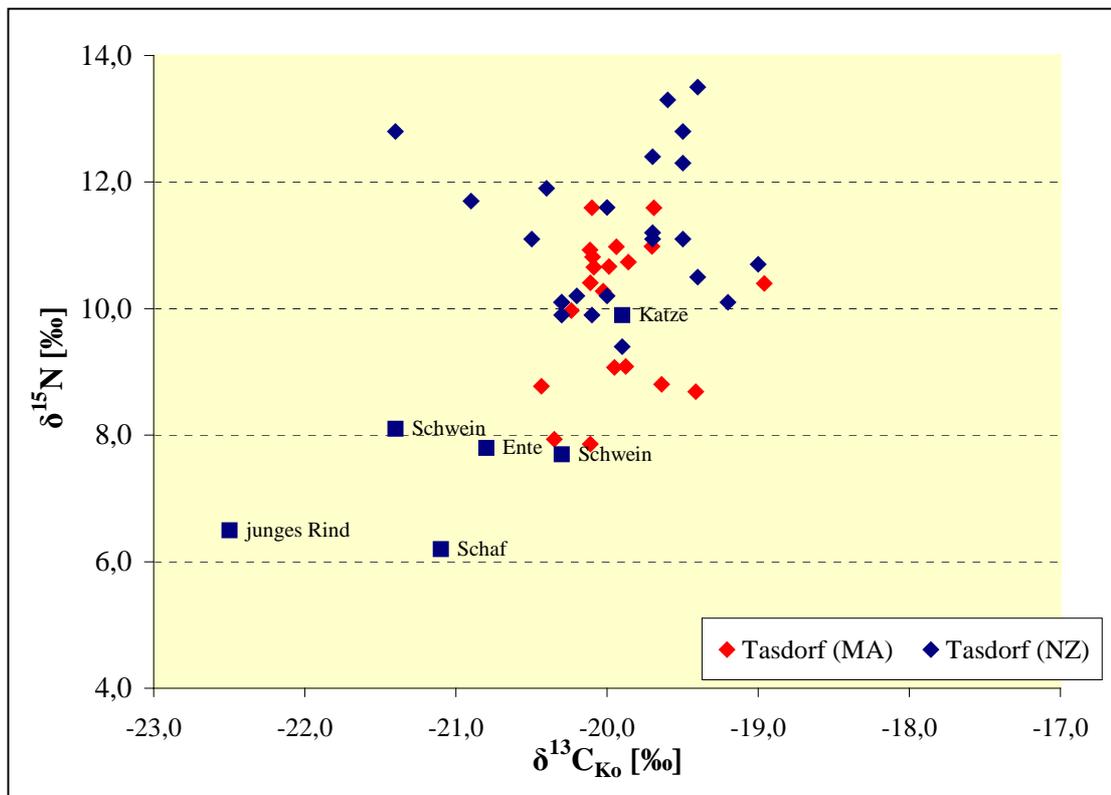
– 5,1 % erklären kann. Auch die Annahme, dass ältere Kinder „zurückstecken“ müssen, sobald jüngere Geschwisterkinder auf der Welt sind, wird durch diese Ergebnisse bestätigt.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen zum Abstillen geschlossen werden, dass den Kindern proteinreiche Nahrung zur Verfügung gestellt wurde, allerdings reichte diese proteinreiche Nahrung nicht aus, um alle Kinder damit zu versorgen.

Für das mittelalterliche Tasdorf ermittelte Schäuble (2005) mit einem Entwöhnungszeitpunkt um 2,5 Jahre ein vergleichbares Abstillalter wie es für die frühe Neuzeit bestimmt wurde (2-3 Jahre). Diese Ergebnisse überraschen etwas, da die Stillzeiten vom Mittelalter zur Neuzeit immer kürzer wurden. Allerdings wird in der frühen Neuzeit auf dem Land länger gestillt als in der Stadt (Winke 2005). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass sich neue Gewohnheiten und Modeerscheinungen in den Städten leichter durchsetzten als auf dem Land, wo Traditionen länger und stetiger befolgt wurden.

Interessant sind auch die unterschiedlichen Sterbealtersverteilungen der Kinder im Mittelalter und der frühen Neuzeit. So verstarben 25 % der mittelalterlichen Tasdorfer Kinder im Alter von zwei bis drei Jahren. In diesem Alter entstanden auch die meisten Harris-Linien. Das Sterbemaximum in diesem Alter kann auf das Abstillen zurückgeführt werden. Dahingegen könnte der Sterbegipfel von 40 % der im ersten Lebensjahr verstorbenen Kindern in der frühen Neuzeit mit anderen Gründen in Zusammenhang gebracht werden, z. B. mit der mangelnden Hygiene. Daraus folgte ein erhöhtes Infektionsrisiko der Kinder (Boenisch & Bräuer 1986). In der frühen Neuzeit wurden Kindern aller sozialen Schichten weniger oft gewaschen als heute und die Windeln wurden seltener gewechselt als es heute üblich ist (Hufton 1994). Da Kinder häufigen Hand-Mund-Kontakt ausüben, kann dieser Umstand zu Darmerkrankungen geführt haben, die die häufigste Todesursache frühneuzeitlicher Kinder waren (Vögele 2001).

### 5.4.3 Vergleich der Ernährungsbedingungen der frühneuzeitlichen mit der mittelalterlichen Bevölkerung Tasdorfs



**Abbildung 99:** Vergleich der stabilen Isotope der erwachsenen Menschen und Tiere (blaue Quadrate) des *frühneuzeitlichen Tasdorf* (Mitte 16. – Mitte 19. Jahrhundert) (blaue Rauten, N=23) mit den Werten für das *mittelalterliche Tasdorf* (Ende 13. Jahrhundert bis Mitte 16. Jahrhundert) (rote Rauten, N=20) (Schäuble (2005)). Für die Tasdorfer Serie konnten die Tierknochen nicht nach Mittelalter und frühe Neuzeit unterschieden werden. Sie gelten für beide Serien als Bezug.

Der Vergleich in Abbildung 99 zeigt, dass die Ernährung der frühneuzeitlichen Bevölkerung Tasdorfs proteinreicher war als die der mittelalterlichen. Dies belegt der um fast ein Promille höhere durchschnittliche  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert (Tasdorf Mittelalter: 10,4 ‰, Tasdorf frühe Neuzeit: 11,1 ‰). Die frühneuzeitlichen Tasdorfer streuen auch weiter für  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$  als die mittelalterlichen Individuen. Eventuell umfasste die Dorfbevölkerung der frühen Neuzeit mehr Menschen mit einer komplexeren sozialen Struktur als im Mittelalter; diese Unterschiede könnten sich in differenzierten Nahrungsressourcen niedergeschlagen haben. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die vier Individuen mit den abgereicherten  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werten, die gleichzeitig mit recht hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten einhergehen, mehr Süßwasserfisch als die übrigen untersuchten Tasdorfer verzehrt haben. Die Ergebnisse lassen zwar darauf schließen, dass im Mittelalter in Tasdorf kein Süßwasserfisch verzehrt wurde. Das ist allerdings sehr

unwahrscheinlich, denn die Hochblüte des Teichwesens war während des Spätmittelalters; eine Nachblüte konnte im 16. Jahrhundert festgestellt werden (Abel 1981). Im Dreißigjährigen Krieg wurden die Teiche oft von Soldaten leergefischt und Dämme zerstört. So ist erklärbar, dass der Verzehr an Süßwasserfischen seit dem Spätmittelalter gesunken ist (Abel 1981). Dies kann für Tasdorf nicht bestätigt werden. Jedoch beschränkte sich laut Abel (1981) der Rückgang des Fischverbrauchs auf die ärmeren Bevölkerungsschichten. Daher kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den vier Individuen um Höhergestellte handelte, die sich Fisch leisten konnten.

Tasdorf lag an wichtigen Verbindungsstraßen (vgl. Kapitel 1.3 Tasdorf), auf denen auch Waren transportiert wurden. So ist anzunehmen, dass auch wenn den Menschen kein eigener Teich zur Verfügung stand, Fisch dennoch auf dem Markt angeboten wurde. Jedoch war Fisch im Mittelalter - wie auch in der frühen Neuzeit – teuer und nur höhere soziale Schichten verfügten über ausreichende finanzielle Mittel, um ihn zu erwerben. Für die gleiche Geldeinheit konnte mehr Nährwert in Form von Getreide erworben werden als Fisch enthielt.

Seefische könnten einen Teil der Versorgungslücke geschlossen haben (Abel 1981). Allerdings implizieren die Ergebnisse weder für das Mittelalter noch für die frühe Neuzeit einen großen Anteil von Seefisch an der Nahrung. Er wird wohl für die Dorfbevölkerung durch die hohen Transportkosten zu kostspielig gewesen sein. Gemessen am Nährwert war Hering deutlich teurer als Roggen: Für das gleiche Geld konnte der Konsument 164 Kalorien Hering im Gegensatz zu 875 Kalorien Roggen kaufen (Abel 1981).

Der Dreißigjährige Krieg lockerte die Spannungen, die im Ernährungssektor im 16. Jahrhundert aufgetreten waren. Die Getreidepreise sanken, da sich die durch den Krieg entvölkerten Städte aus den stadtnahen Fluren versorgen konnten (Abel 1981). Im Verlauf der nächsten Jahrhunderte nahm die Bevölkerung in Städten und Dörfern wieder zu und mit der größer werdenden Anzahl zu versorgender Menschen stiegen auch wieder die Preise im Nahrungsmittelsektor (Abel 1981). In der frühen Neuzeit musste Vieh wegen seiner Zugkraft gehalten werden. Ferner benötigte man den Mist als Dünger für die Felder. Das Vieh war auch von Nutzen, wenn man es mit den Abfallprodukten des Getreideanbaus und der Küchen füttern konnte (Roeck 1987, Abel 1981), denn proteinreiche Nahrungsreste wurden zu jener Zeit sicherlich nicht

an die Tiere verfüttert, sondern bis zum Letzten von den Menschen selbst verzehrt. Daher ist auch für die Schweine eher eine herbivore als omnivore Kost zu beobachten. Die Schweine aus Tasdorf zeigen deutlich höhere Stickstoffisotopien als das herbivore Rind und Schaf. Wahrscheinlich ist für die Schweine der Konsum von Leguminosen. Diese weisen durch die stickstofffixierenden Bakterien niedrigere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (0-4 ‰) als andere Landpflanzen auf (van Klinken et al. 2000, Mays 2000). Konsumenten, die Leguminosen verzehren, unterscheiden sich von ihnen um eine Trophiestufe (3-4 ‰) und verzeichnen demnach Stickstoffwerte von 3-8 ‰. Für die beiden Schweine wurden Stickstoffwerte um 8 ‰ ermittelt. Eine Fütterung z. B. mit so genannten Saubohnen wie sie auch Florinus (1788) in einem Hausvaterbuch beschreibt, ist daher wahrscheinlich. Möglich wäre allerdings auch, dass die Abfallprodukte des Getreideanbaus, die wie schon erwähnt durch den Eintrag von Dung auf die Felder proteinreich sein können, höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufweisen als andere Pflanzen. Verfüttert man diese Abfälle an Schweine weisen sie ebenfalls höhere Werte auf als bei der reinen Fütterung von z. B. Eicheln und Bucheckern, die auf ungedüngten Waldflächen wachsen.

Die proteinreichere Ernährung des frühneuzeitlichen Tasdorfs im Vergleich zu der mittelalterlichen Bevölkerung wurde so nicht erwartet. Daher soll ein weiterer Vergleich der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$  diesen Umstand weiter beleuchten.

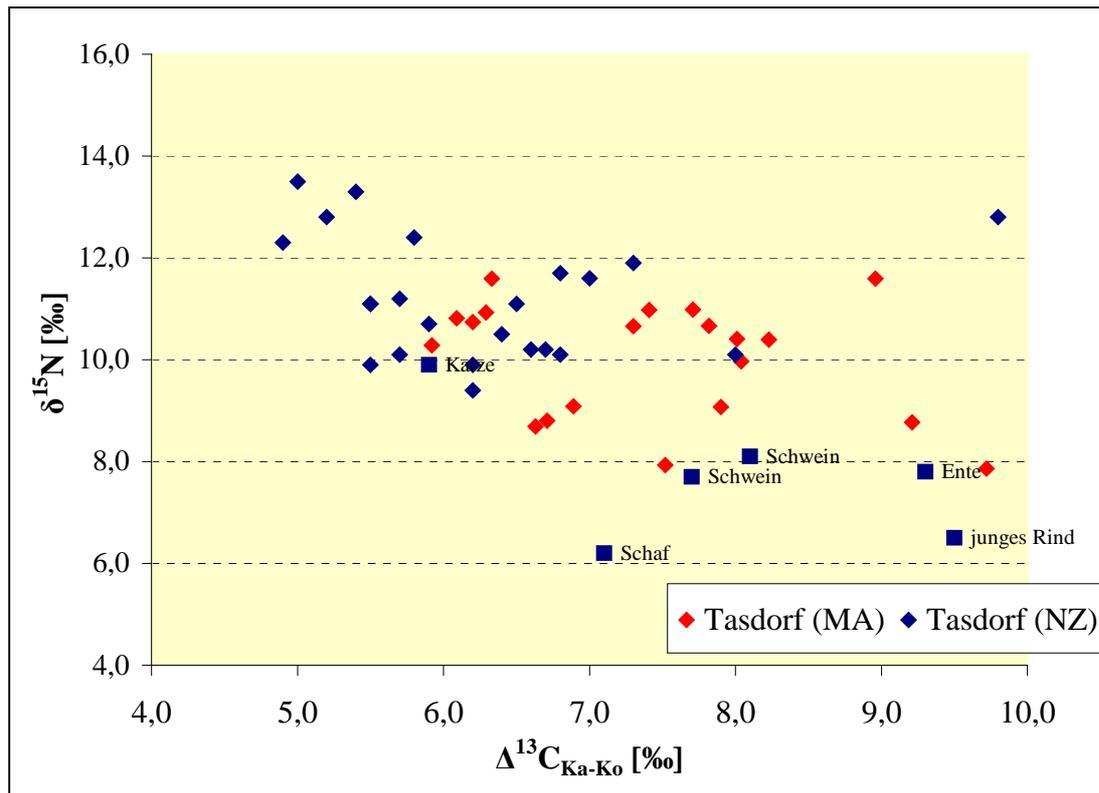


Abbildung 100: Vergleich der  $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$  der Menschen und der Tiere (blaue Quadrate) frühneuzeitlichen Tasdorf (Mitte 16. - Mitte 19. Jahrhundert) (blaue Rauten, N=23) mit den Werten für das mittelalterliche Tasdorf (Ende 13. Jahrhundert bis Mitte 16. Jahrhundert) (rote Rauten, N=20). Die Daten für das mittelalterliche Tasdorf stammen aus der Dissertation von Schäuble (2005). Für die Tasdorfer Serie konnten die Tierknochen nicht nach Mittelalter und früher Neuzeit unterschieden werden. Sie gelten für beide Serien als Bezug.

Lee-Thorp (1989) ermittelte, dass Karnivore in Afrika einen  $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Wert von ungefähr 3 ‰ aufwiesen, Herbivore von ca. 6 ‰. Diese Werte sind nicht ohne weiteres auf europäische Verhältnisse übertragbar, allerdings zeigen Individuen, die mehr und/oder häufiger tierisches Fett zu sich nehmen, geringere Werte. Es ist daher an Abbildung 100 zu erkennen, dass die Individuen aus dem Mittelalter deutlich höhere Werte aufweisen, also vegetabilere Kost verzehrt haben als die aus der frühen Neuzeit. Die proteinreichere Nahrung der frühneuzeitlichen Tasdorfer wird folglich wiederum bestätigt.

Bei dem Vergleich der Differenzen der Kohlenstoffisotope aus Kollagen und Karbonat muss beachtet werden, dass die Kohlenstoffisotope aus dem Karbonat von Schäuble (2005) mit einer etwas anderen Messmethode ermittelt wurden als in dieser Arbeit. Die Phosphorsäure ( $H_3PO_4$ ) wirkte am Isotopenlabor des Lehrstuhls Geologie der Universität Erlangen, wo Schäubles Proben gemessen wurden, nur 15 Minuten auf die Probe ein, während am GeoForschungsZentrum Potsdam, dem Messort für die Proben dieser Arbeit, die Einwirkzeit eine Stunde betrug. Die Tierknochen aus

Tasdorf konnten keiner genauen Zeitstellung zugeordnet werden und wurden daher für beide Arbeiten genutzt. Schäuble (2005) ermittelte für alle sechs Proben von Tieren für  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$  im Median 0,8 ‰ höhere Werte als sie in dieser Arbeit gemessen wurden. Dadurch ergeben sich auch größere  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte. Eventuell gehen demnach die größeren Differenzen zwischen den stabilen Kohlenstoffisotopen aus Karbonat und Kollagen in den mittelalterlichen Proben z. T. nicht auf größere Anteile pflanzlicher Nahrung zurück, sondern auf diesen methodischen Unterschied.

Das schwere Sauerstoffisotop kann Aufschluss über Klimaveränderungen geben. Im Wasser sind sowohl schwere als auch leichte Sauerstoffisotope enthalten. Aus Eisbohrkernen kann die Temperatur, die bei der Entstehung der einzelnen Eisschichten vorherrschte, bestimmt werden. Diese Methode basiert darauf, dass bei der Bildung der einzelnen Schichten, die Sauerstoffisotope im Eis sich je nach Temperatur in anderen Verhältnissen bilden. Dies bedeutet also, dass das Verhältnis der Sauerstoffisotope bei der Bildung streng temperaturabhängig ist. Entscheidend sind bei dieser Analyse die Sauerstoffisotope  $^{18}\text{O}$  und  $^{16}\text{O}$ . Aus dem Massenverhältnis dieser beiden Isotope kann die Temperatur nun sehr genau bestimmt werden, die bei der Entstehung vorherrschte. Es ist daher auch möglich, einen Temperaturunterschied eines definierten Ortes zu bestimmen, wenn die Sauerstoffisotopiewerte des Trinkwassers dieses Ortes aus verschiedenen Zeiten bekannt sind. Isotopisch schweres Wasser ( $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) verdunstet langsamer als isotopisch leichtes Wasser ( $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ ). Daher ist Wasser in der flüssigen Phase mit schweren Sauerstoffisotopen angereichert. Im Wasserdampf werden isotopisch schwere Moleküle immer zuerst kondensieren, so dass der verbleibende Wasserdampf isotopisch leichter wird (Ambrose 1993). Die Niederschläge am Äquator beinhalten das meiste  $^{18}\text{O}$ . Da sich der Wasserdampf vom Äquator wegbewegt und nach und nach das isotopisch schwere Wasser kondensiert, enthalten Niederschläge an den Polen die geringste Menge an  $^{18}\text{O}$  (Faure 1986).

Für Tasdorf bietet sich durch die Untersuchung der Menschen aus Mittelalter und früher Neuzeit die Möglichkeit, den Temperaturunterschied zu ermitteln. Die Isotopensignatur des Trinkwassers ist durch die Signaturen der Menschen bekannt, da deren  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte die Sauerstoffisotopenwerte des Trinkwassers widerspiegeln (Longinelli 1984). Der Median der mittelalterlichen Bevölkerung Tasdorfs beläuft sich auf -3,7 ‰  $\delta^{18}\text{O}$  (Schäuble 2005), für die frühneuzeitliche Bevölkerung Tasdorfs liegt er bei -7,4 ‰  $\delta^{18}\text{O}$ . Der Differenzwert zwischen beiden Bevölkerungen, also

auch zwischen dem Trinkwasser beider Zeitstellungen, ist 3,7. Daraus ergibt sich ein Temperaturunterschied von 3,7 °C, der darauf hindeutet, dass es im Mittelalter um 3,7 °C wärmer war als in der frühen Neuzeit. Dieser Wert erscheint sehr hoch, doch tritt während 1550 und 1850 in Europa die Kleine Eiszeit auf. Sie stellt eine natürliche Klimavariation dar, die durch kurzfristige Schwankungen geprägt ist (Glaser 2002). Der Kleinen Eiszeit ging eine Periode voraus, die als Mittelalterliches Klimaoptimum bezeichnet wird. Regional und zeitlich unterschiedlich lagen die Temperaturen zwischen 800/900 und 1200/1300 um ca. 1 bis 1,5 °C höher als heute (Soon & Baliunas 2003). Nach Glaser verschlechterte sich das Klima zwischen 1200 und 1400.

Während der kleinen Eiszeit wurden in Europa häufig sehr kalte, lang andauernde Winter und niederschlagsreiche, kühle Sommer beobachtet. Die Vegetationsperiode war dadurch reduziert. Eine Folge war eine geringere Produktion an Nahrungsmitteln, die sich in Hungersnöten niederschlug und die erstmals seit dem 9. Jahrhundert die europäischen Bevölkerungszahlen wieder schrumpfen ließen. Die kleine Eiszeit ist keineswegs einheitlich abgelaufen, sondern zeigt vor allem über den Landgebieten der Nordhalbkugel deutliche Schwankungen. So war das ganze 17. Jahrhundert wahrscheinlich die längste Periode anhaltend kalter Bedingungen während des Jahrtausends. Die Temperaturen waren im so genannten Späten Maunder-Minimum besonders niedrig (1675-1715). Darauf folgte ein milderer 18. und ein wieder kühleres 19. Jahrhundert (Jones et al. 2001).

Die Kleine Eiszeit wurde durch eine Reihe von indirekten Klimadaten nachgewiesen. So deuten sowohl die Wachstumsringe der Bäume (Dendrochronologie) als auch Pollenanalysen darauf hin., welche die Rekonstruktion der Vegetationsgrenzen der Vergangenheit erlauben.

Für die Interpretation dieses Ergebnisses muss in Betracht gezogen werden, dass die unterschiedlichen Messungen der Institute von Erlangen und Potsdam, die beim Sauerstoffisotop um 3-5 ‰ differierten, für die unterschiedlichen Werte verantwortlich sein könnten. Aus diesem Grund kann der Temperaturunterschied nicht eindeutig bestimmt werden.

Allerdings konnten auch Fricke et al. (1995) für eine frühneuzeitliche grönländische Bevölkerung nachweisen, dass die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte dort niedriger sind als im Mittelalter,

was auf eine Verringerung der Temperatur spricht, die mit der kleinen Eiszeit einhergeht.

Der Vergleich der Schadstoffbelastung der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bevölkerung Tasdorfs zeichnet folgendes Bild: Für das Arsen wird kein Unterschied ermittelt. Der Wert der mittelalterlichen Tasdorfer Bevölkerung von ca. 0,5 ppm (Schäuble 2005) ist nur unwesentlich niedriger als der für die frühe Neuzeit ermittelte (0,6 ppm). Für Cadmium kann ein leichter Anstieg von ca. 0,1 ppm bei den mittelalterlichen Tasdorfern auf 0,16 ppm in den frühneuzeitlichen Tasdorfern beobachtet werden. Es muss daher vom Mittelalter zur frühen Neuzeit mit veränderten Rauchgewohnheiten (aktiv oder passiv) ausgegangen werden. Alt et al. (2001) stellen eine Veränderung der Rauchgewohnheiten vom frühen (750 - 1100 n. Chr.) zum späten (1200 - 1500 n. Chr.) Mittelalter fest. Eventuell setzt sich dieser Trend fort. Allerdings ergeben die dort untersuchten Proben aus Esslingen sehr viel höhere Cadmiumgehalte (von 1,9 ppm bis zu 7,6 ppm). Ein weiterer Erklärungsansatz ist, dass die Cadmiumgehalte auch steigen können, wenn Menschen unter Eisenmangel leiden (Schümann 1996). Daher könnte vermutet werden, dass in der frühen Neuzeit in Tasdorf mehr Menschen anämisch waren als im Mittelalter. Zumindest für die Kinder kann dies nicht bestätigt werden. Nach vorläufigen Ergebnissen von Jungklaus (in Vorbereitung) litten ca. 20 % der mittelalterlichen Tasdorfer Kinder an Anämie aber nur ca. 10 % der frühneuzeitlichen. Die höheren Cadmiumgehalte der frühneuzeitlichen Erwachsenen und auch der Kinder könnten also anhand dieses Kriteriums nicht auf Eisenmangel zurückgeführt werden.

Erst seit dem Mittelalter weisen Menschen einen Bleigehalt von mehr als 10 ppm auf (Schutkowski 1994b). Für die mittelalterlichen Tasdorfer ermittelte Schäuble (2005) Bleigehalte von 5,5 ppm. Diese sind nahe dem „physiologischen Nullpunkt“. Die frühneuzeitlichen Tasdorfer haben mehr als sechsmal höhere Bleigehalte von 32,9 ppm. Dies indiziert, dass vom Mittelalter zur frühen Neuzeit hin die Menschen verstärkt mit Blei in Kontakt kamen. So war Blei oft in Geschirr enthalten, und die Erhöhung der Bleigehalte zeigt eventuell den Wandel von Holzgeschirr im Mittelalter zu bleihaltigem Geschirr in der frühen Neuzeit. Ferner kann davon ausgegangen werden, dass die frühneuzeitlichen Tasdorfer Wein konsumierten (vgl. Kapitel 5.4 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Tasdorf), der z. T. mit Blei gesüßt wurde.

## 5.5 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Brandenburg

In der Mark Brandenburg fand während der frühen Neuzeit eine strikte Besiedlungspolitik statt. Mit dieser hatte der Kurfürst Friedrich Wilhelm nach dem Dreißigjährigen Krieg begonnen und sein Urenkel, Friedrich II., setzte diese Bemühungen fort. Kamen im Jahre 1725 850 Personen auf die Quadratmeile in der Kurmark, so waren es 1786 durchschnittlich 1581 Menschen auf der gleichen Fläche; die Anzahl der Bewohner hat sich in dieser Zeit also fast verdoppelt. Besonders wichtig war dem König auch die Bebauung wüst gefallener Flächen. Er interessierte sich sehr für die Rationalisierung landwirtschaftlicher Methoden, um die Erträge der Viehwirtschaft zu erhöhen. Schon seit 1702 wurde den Bauern der Anbau von Klee als Futterkraut für die Stallfütterung empfohlen. Da diese der Empfehlung jedoch nicht nachkamen, wurde der Kleeanbau 1764 zur Pflicht. Seit 1770 wurden Kleesamen an die Landwirte der Mark umsonst ausgegeben (Schultze 1969).

Der Brandenburger Friedhof war von 1583 bis 1795 belegt. In diese Zeit fällt der Dreißigjährige Krieg, der aufgrund von Plünderungen und Zerstörung zu Hungersnöten führte. Nach dem Dreißigjährigen Krieg war das Land einwohnerarm, so dass nach den durch Abel (1981) beschriebenen „Stufen der Ernährung“ davon ausgegangen werden kann, dass eine intensive Landwirtschaft, für die Arbeitskräfte benötigt wurden, nur bedingt betrieben wurde und die Menschen viel Vieh hielten. Aufgrund dieses Umstands ließen sich die hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Brandenburger Menschen erklären (Median  $\delta^{15}\text{N}$  12,3 ‰), die auf omnivore Ernährung mit großen Anteilen an proteinhaltiger Nahrung hindeuten. Durch die Bevölkerungspolitik der Regenten, die durch Ansiedlung von neu Hinzugezogenen die Produktivität der Wirtschaft des Kurfürstentums steigern wollten, wohnten dort nach und nach genug Menschen, um wüst gefallene Felder und Äcker zu bebauen. Die Auswirkung war eine Verringerung der Fläche, auf der Viehhaltung betrieben werden konnte. Wahrscheinlich war dies der Grund, dass König Friedrich II. nach Wegen suchte, die Viehhaltung trotzdem auf einem hohen Niveau zu halten. Da das Vieh weniger lange weiden konnte, musste für eine Stallfütterung gesorgt werden. Die vorliegende Untersuchung lässt den Schluss zu, dass weiterhin Vieh gehalten werden konnte. Dies bestätigt die proteinreiche Ernährung der Brandenburger Menschen, die nur durch die Aufnahme tierischer Nahrungsmittel zustande kommen konnte.

Im folgenden sollen die Subsistenzgrundlagen der Brandenburger Tiere beschrieben

werden.

Der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert des Brandenburger Rindes (7,0 ‰) ist gegenüber dem Wert für das Pferd (5,6 ‰) erhöht. Es ist bekannt, dass sich die Equiden von allen grasenden Tieren die proteinärmste Nahrung suchen (Gwynne & Bell 1968, Janis 1976). Nach Guthrie (1982) können Bisons nicht mit einer solch proteinarmen Nahrung wie sie Pferde zu sich nehmen, überleben. Eventuell gilt ähnliches auch für Rinder. Die proteinarme Nahrung der Pferde kann durch den für Brandenburg ermittelten Wert bestätigt werden. Dahinter steht der Mechanismus, dass die Abgabe von Harnstoff die wichtigste Abgabequelle von Stickstoff ist. Der Urin weist einen um 2-4 ‰ geringeren  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert auf als die Nahrung der Tiere (Steele & Daniel 1978). Die Abgabe von Harnstoff führt zu einem Ansteigen des  $\delta^{15}\text{N}$ -Werts im Körper (Ambrose 1991). Allerdings sinkt die Abgabe von Harnstoff, wenn die Menge an aufgenommenem Protein niedrig ist (Schmidt-Nielsen 1958). Daher geben Pferdeartige weniger Harnstoff ab und haben daher geringere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte als Bovide.

Schwer arbeitende Pferde wurden manchmal auch gut versorgt: In dem Reglement einer bayerischen Reitertruppe von 1799 ist für die Ernährung und Pflege folgendes vorgesehen: täglich sechs Pfund Hafer auf drei Mahlzeiten verteilt sowie drei Pfund Stroh auf vier Mahlzeiten verteilt. Das Pferd sollte täglich zweimal geputzt werden sowie ausreichend Bewegung erhalten. Als medizinische Versorgung des Pferdes war vorgesehen, dass es zweimal im Jahr zur Ader gelassen wurde und 10-12 Tage lang Gallsuchtpulver gegen Atembeschwerden erhielt. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass die Bauern ihre Pferde ebenfalls so sehr „pflegen“ konnten (Huber 1988).

Der Brandenburger Hund weist auf eine omnivore Ernährung hin. Dies entspricht dem Fressverhalten der Hunde, die als Wildtier immer zuerst den Mageninhalt von Pflanzenfressern und dann das Muskelfleisch fressen. Nur ein Drittel der Nahrung von frei lebenden Hunden ist Fleisch (Arnu 2005). Ferner können Hunde Knochen fressen und verdauen und so teilweise die Spurenelementsignatur des Herbivoren annehmen. Auf den Konsum von großen Anteilen pflanzlicher Nahrung bzw. von Herbivorenknochen deutet auch der hohe Bariumwert (276 ppm) des Hundes hin.

Bis weit in die Neuzeit hinein war es üblich, Schweine auch in Städten zu halten und zu mästen. Wie schon erwähnt, bot die Nähe zu Bäckern, Molkereien oder

Brauereien eine gute Futtergrundlage, da die Schweine mit den entsprechenden Abfallprodukten versorgt werden konnten. Auch machten die Schweine einen erheblichen Teil der Fleischversorgung der städtischen Bevölkerung aus. Sie wurden in Kopen neben den Häusern, in Kellern oder aber freilaufend auf der Straße gehalten. Auf die damit einhergehende hygienische Belastung reagierten viele Städte mit Verordnungen, um die Tiere aus der Stadt zu verbannen. Daher verfügte z. B. die Stadt Bremen im Jahre 1640, dass jeder der Schweine halten wollte, dies außerhalb der Stadt an einem geeigneten Ort tun sollte (Habicht 2004).

Da man nicht unterscheiden kann, in welchem Zeitraum zwischen 1583 und 1795 die Menschen bestattet wurden, können die gewonnenen Ergebnisse der stabilen Isotope nur bedingt in direkten Bezug zu den politischen Entwicklungen bzw. den Neuerungen in der Landwirtschaft gestellt werden. Es wäre zu vermuten, dass die Individuen, deren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf eine rein herbivore Ernährung schließen lassen, in einer Zeit des Hungers, also während bzw. kurz nach dem Dreißigjährigen Krieg lebten. Eventuell handelte es sich allerdings auch um Menschen mit einem niedrigeren sozialen Stand, die in einer Zeit mit ausreichend vorhandener Nahrung lebten. Ebenso kann es sich bei den Individuen, die einen hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert aufweisen, um Menschen aus einer Zeit handeln, als in Brandenburg die Bevölkerung noch nicht so stark angestiegen war und noch viel Vieh gehalten wurde. Dies würde eine proteinreiche Ernährung durch Fleisch- und/oder Milchprodukte ermöglichen. Andererseits lassen die Ergebnisse auch auf Menschen schließen, die sich selbst in wirtschaftlich schlechten Zeiten Milchprodukte und Fleisch leisten konnten.

Die endgültige Beantwortung dieser Frage wäre nur möglich durch die Untersuchung von Individuen, deren Bestattungszeit bekannt ist, z. B. auf einem Friedhof mit einer kürzeren (und bekannteren) Belegungszeit.

Um das Jahr 1800 berechnete der Statistiker Leopold Krug für Preußen den Geldwert der Nahrungsmittelproduktion. 53 % der Ausgaben erfolgten für Getreide, 23 % für Gemüse und andere pflanzliche Nahrungsmittel und 24 % entfielen auf tierische Produkte (Abel 1981). Mit steigendem Einkommen erhöhen sich die Ausgaben sowohl für tierische Nahrungsmittel wie Fleisch, Butter, Milch und Eier als auch für Gemüse. Keine Zunahme erfolgte bei billigen Fetten und Kartoffeln. Die Steigerung der Ausgaben ist zum einen durch die größere Menge der gekauften Waren zu

erklären zum anderen durch die bessere Qualität der erworbenen Lebensmittel. So wird bei höherem Einkommen mehr Weißbrot statt Schwarzbrot gegessen, wobei der Preis des Brotes stärker als sein Nährwert steigt (Kißkalt 1912).

Frauen und Männer haben sich in Brandenburg etwa gleich proteinreich ernährt (Median  $\delta^{15}\text{N}$  der Männer: 12,6 ‰ sowie der Frauen: 12,4 ‰). Dies stellt einen Unterschied zur dörflichen Gemeinschaft Tasdorfs dar, in welcher die Frauen deutlich weniger Protein zu sich nahmen. Allerdings kann auch für die Brandenburger nicht unterschieden werden, ob Männer eventuell die „guten“ Teile eines Tieres, also qualitativ besseres Fleisch und Frauen Fleischreste oder sehnige und knorpelige Stücke verzehrten. Diese unterschiedliche Ernährung wäre anhand der stabilen Isotope nicht zu differenzieren. In Betracht zu ziehen ist durchaus, dass sich dörfliche und städtische Gemeinschaft in der Stellung der Frau schon am Beginn der Neuzeit unterschieden: In der Stadt herrschte eine größere geistige Flexibilität. Ferner änderte sich allmählich der Wirkungsbereich der Frau dahingehend, dass sie nicht nur das Haus versorgten, sondern durch neue Tätigkeitsgebiete der Frauen, z. B. im Textilgewerbe auch zum Haushaltseinkommen beitrugen. Schon seit Jahrhunderten arbeiteten Frauen in Berufen z. B. als Hebammen, Pflegerinnen und Wäscherinnen. Zunehmend waren sie auch als Lehrerinnen und Schreiberinnen tätig. Auch auf dem Land verdienten Frauen durch Weben dazu; ihre Hauptaufgabe blieb jedoch lange Zeit die Haus- und Gartenarbeit (Münch 1998).

Wie reich die Nahrung an Proteinen war, kann auch anhand der Zinkwerte abgelesen werden, welche die tierische Nahrungskomponente widerspiegeln (Ezzo 1994a). Innerhalb der Brandenburger Bevölkerung weisen die Kinder mit durchschnittlich 625 ppm deutlich höhere Zinkwerte auf als Frauen (278 ppm) und Männer (244 ppm). Aus diesen Ergebnissen kann auf eine fleischreichere Ernährung der Kinder als der Erwachsenen geschlossen werden. Allerdings widersprechen diese Ergebnisse den durch die Analyse der stabilen Kollagene gewonnenen, nach denen sich die Erwachsenen ungewöhnlicherweise deutlich proteinreicher als die Kinder ernährten (vgl. auch Kapitel 5.5.2 Das Abstillen der Kinder in Brandenburg). Jungen haben einen niedrigeren  $\text{Sr}/\text{Ca}_{\text{Nahrung}}$ -Wert als Mädchen, was für eine leicht bessere also weniger vegetabile Ernährung der Jungen sprechen könnte. Dieser Unterschied ist nicht signifikant, doch stellt das Ergebnis einen Trend dar, der durch die Analyse der stabilen Isotope auch bestätigt wurde. Der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert der Jungen beträgt 12,3 ‰,

der der Mädchen 12,1 %. Da jedoch für beide Geschlechter jeweils nur wenige Individuen untersucht werden konnten, die zudem noch verschiedenen Altersstufen zwischen Neugeborenen und Sechsjährigen angehören, stellt auch dieser Unterschied nur einen Hinweis dar, der anhand größerer Datenmengen weiter beleuchtet werden sollte.

Juvenile haben in Brandenburg mehr und/oder häufiger pflanzliche Nahrung verzehrt als senile Menschen. Dies lässt sich aus den Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>-Werten ableiten. Der Wert für die Juvenilen ist mit 2,61 deutlich, wenn auch nicht signifikant höher, als jener der Senilen (2,28). In der Stadt wurden Kinder in der Regel mit etwa zehn Jahren zu Meistern in die Lehre gegeben (Münch 1998, Katzschmann 1994). Für die Lehrzeit wurde dem Meister Lehrgeld bezahlt. Dafür nahm dieser den Lehrling in seine Familie auf und ernährte ihn. Im Mittelalter erhielten die Lehrknechte von ihren Meistern oft schlechte Kost und durften von ihnen geschlagen werden. Aufgrund dieser Züchtigungen verstarben viele Lehrlinge, so dass im 14. Jahrhundert eine Verordnung erlassen wurde, die ermöglichte, Meister zu bestrafen, die ihre Lehrknechte zu sehr züchtigten (Katzschmann 1994). Später gab es Vorschriften wie die Nahrung der Lehrlinge zusammengesetzt sein musste (Münch 1998). Sicher ist, dass sie nicht die gleiche Menge an Fleisch erhielten wie der Meister selbst. Große Anteile pflanzlicher Nahrung sind so erklärbar. Die Verhältnisse der Jugendlichen in Brandenburg waren demnach schlecht. Dies belegt auch die Sterbealtersverteilung des Pauli-Friedhofs; der Anteil der Juvenilen beträgt 14,7 %. Möglicherweise waren infolge der schlechteren Ernährung die Juvenilen anfällig für Infektionskrankheiten, die sich zudem in der Stadt schneller ausbreiten konnten als auf dem Land.

Für die dörflichen Juvenilen aus Tasdorf kann hingegen von sehr proteinreichen Nahrungsmitteln ausgegangen werden. Allerdings galt Feldarbeit als sehr schwere körperliche Arbeit, auf die alle mit ausreichender Ernährung – sofern sie vorhanden war – vorbereitet wurden. Mit 2,8 % war der Anteil der verstorbenen Juvenilen sehr gering und bestätigt deren gute Ernährung und Lebensverhältnisse.

Die senilen Stadtbewohner Brandenburgs ernährten sich den ermittelten Werten nach sehr proteinreich. Ihre Lebensumstände waren gut, denn die Zünfte sorgten im Krankheitsfall und im Alter für ihre Mitglieder und für die Hinterbliebenen nach ihrem Tode (Waas 1996). Ein allgemeines Pensionssystem bildetete sich erst allmählich im 18. Jahrhundert aus (Münch 1998). Auch konnten sich reiche Hand-

werker, die es sich finanziell leisten konnten, in Spitäler einkaufen, wo sie bis zu ihrem Lebensende versorgt wurden. Münch (1998) berichtet, dass in den Spitälern des 16. Jahrhunderts, die eine nach Ständen differenzierte Kost verabreichten, die reichsten Insassen viermal in der Woche Fleisch erhielten, während die armen Insassen dreimal wöchentlich in den Genuss von Fleisch kamen. Selbst in der Straßburger Pilgerherberge wurde zweimal in der Woche Fleisch geboten. Die Verhältnisse verschlechterten sich während der frühen Neuzeit allerdings, so zeigte der Speiseplan der Armenanstalten in Braunschweig wenig Abwechslung. Die zwei täglichen Mahlzeiten bestanden aus einer dicken Suppe, Linsen, Erbsen oder Kohl; dazu gab es Brot. Abends bekamen die Bewohner nur Brot und Dünnbier. Dies gilt allerdings für die meisten Spitäler Norddeutschlands in der frühen Neuzeit nicht. Im Wismarer Heiligengeisthospital z. B. stieg der Pro-Kopf-Verbrauch im Verlauf des 16. Jahrhunderts von etwa 75 kg Fleisch im Jahre 1535 auf etwas über 100 kg im Jahre 1584 (Krug-Richter 1996).

Fast jede größere Stadt verfügte über ein Heilig-Geist-Spital. Seit 1560 gab es in Brandenburg/Havel in den Gebäuden des früheren Pauli-Klosters ein Hospital aus dem später ein Armenhaus wurde. Eine Datierung wann das Armenhaus eröffnete, fehlt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Menschen, die in dem Spital verstarben, auf dem untersuchten Gräberfeld bestattet wurden, denn dieses befand sich direkt neben dem ehemaligen Pauli-Kloster und demnach unmittelbar neben dem Hospital. Für jene Menschen kann von einer insgesamt guten und proteinreichen Ernährung mit ausreichenden Fleischanteilen ausgegangen werden. Unberücksichtigt bleiben darf auch nicht, dass die älteren Menschen aufgrund ausgefallener Zähne nicht mehr richtig kauen konnten und sehr leicht konsumierbare Nahrung bevorzugt haben werden. Breie, die auf Milchbasis gekocht wurden, könnten Teil des Speiseplans gewesen sein und so zu hohen Stickstoffwerten führen.

Die guten Lebensumstände der über 60-Jährigen in Brandenburg dokumentiert sich auch an der hohen Sterblichkeitsrate von 8,2 %. Relativ viele Menschen wurden demnach über 60 Jahre alt. Eine vergleichbare Zahl ermittelte Hornig (2002) für die mittelalterliche Bevölkerung der Stadt Bernau (8,7 %), die nach Wernicke (1894) eine sehr wohlhabende Oberschicht aufwies, der neben Kaufleuten auch Handwerksmeister angehörten. Der prozentual hohe Anteil senilen Bürger könnte in beiden Städten durch den Wohlstand und die daraus folgende gute Ernährungslage der

älteren Menschen begründet sein.

Seefisch stand anscheinend häufig auf dem Speiseplan der Brandenburger Bevölkerung. Nimmt man die Berechnung nach Mays (1997) als Grundlage und setzt die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte, die ausschließlich auf einem terrestrischen Nahrungsnetz (-21,5 %) bzw. marinen Nahrungsnetz (-12,0 ‰) beruhen als Endpunkte, ergibt sich für die Stadt Brandenburg mit einem Median von -19,5 ‰  $\delta^{13}\text{C}$  ein Anteil von 21 % mariner Ernährung. Ein etwas niedrigerer Wert wurde für frühneuzeitliche Bestattungen aus der Tübinger Spitalkirche errechnet. Dort betrug der Anteil der marinen Nahrung ca. 17 % (Kennedy 1988). Dieser Befund deckt sich auch mit dem aus dem mittelalterlichen Bernau, wo Schäuble (2005) ebenfalls einen 17 %-igen Anteil an Seefisch errechnete. Es war davon auszugehen, dass Fisch im Mittelalter, also vor der Reformation, als es noch häufiger fleischlose Tage in der Woche gab, eventuell mehr verzehrt wurde als in der frühen Neuzeit. Dieser Umstand wird durch die ermittelten Daten nicht bestätigt. Allerdings ist zu beachten, dass an Fastentagen sicherlich auch Fische aus den umgebenden Teichen und Flüssen verzehrt wurden, die sich im Anteil der marinen Ernährung natürlich nicht niederschlagen.

Der mit 21 % für eine binnenländische Bevölkerung relativ hohe Anteil mariner Nahrungskomponenten, kann sich durch die verbesserten Transportwege der frühen Neuzeit ergeben, durch die Seefisch eventuell leichter zu beziehen war als im Mittelalter. Es sollte indes beachtet werden, dass Fisch in der frühen Neuzeit, gerade im Binnenland, oft ein teures Gut war und nur sozial besser gestellten Schichten regelmäßig zur Verfügung stand. Laut Joachim Müller, dem Stadtarchäologen von Brandenburg, war die Pfarrei, zu dem der St. Pauli-Friedhof in der Neustadt gehörte, eine der reichsten Brandenburgs. Es ist daher davon auszugehen, dass sich ein großer Teil der dort ansässigen Bevölkerung Fisch leisten konnte. Nicht auszuschließen ist der Verzehr von Süßwasserfisch. Dessen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte gleichen denen terrestrischer Pflanzen (Schwarcz 1991, Pate 1997) bzw. sind etwas negativer. Daher kann eine Mischkost aus allen drei Nahrungskomponenten (Seefisch, Süßwasserfisch und terrestrische Nahrung) nicht eindeutig von einer Mischkost aus Seefisch und terrestrischer Nahrung unterschieden werden.

Ein weiteres interessantes Ergebnis zeigte sich bei Kennedy (1988). Sie untersuchte frühneuzeitliche binnenländische französische Bevölkerungen aus Tours. Diese wiesen mit 30 % bzw. 32 % Anteil mariner Nahrung an der gesamten Ernährung

höhere Werte auf als Seeleute von der Mary Rose, einem 1545 im Hafen von Portsmouth gesunkenen Schiff mit 26 % und einer im frühen 17. Jahrhundert von Dänen oder Engländern betriebenen Walfangstation auf Grönland (Jensenvannet) mit ebenfalls 26 % mariner Kost. Kennedy führt dies auf die religiösen Gebräuche jener Zeit zurück. Frankreich war katholisch und die Menschen mussten demnach mehr Fastentage befolgen als etwa das protestantische England und Dänemark.

Um Fisch über weite Strecken transportieren zu können wurde er – genau wie Fleisch – durch das Einreiben mit Salz haltbar gemacht. Salz war für alle Schichten unentbehrlich und wurde mit hohen Steuern und Abgaben belegt. So entfielen z. B. im Jahre 1840 in Preußen 70 % des Salzpreises auf die Salzsteuer. Sobald die Salzpreise sanken, stieg der Verbrauch, der wiederum abflaute, sobald der Salzpreis wieder stieg. Dies ist ein Zeichen der Armut der Verbraucher, die das Salz nicht entbehren wollten und konnten, doch bei steigenden Salzpreisen gezwungen waren, den Salzverbrauch zugunsten anderer, noch wichtigerer Güter einzuschränken (Abel 1981). Ein Großteil des Salzverbrauchs wurde für das Konservieren von Fleisch genutzt. Da das Fleisch im Sommer meist nicht ausreichend gekühlt werden konnte, wurde es nach dem Schlachten im November / Dezember in Salz eingelegt, also gepökelt. Dem Fleisch wurde so Wasser entzogen, wodurch es für Monate haltbar blieb. Ein Teil des Salzvorrats wurde auch für die Versorgung der Tiere benötigt.

Neben dem täglich benötigten Salz gab es andere Gewürze bzw. Luxusgüter, die den Menschen der frühen Neuzeit erst allmählich in größeren Mengen zur Verfügung standen.

Für Zucker erfolgte im Spätmittelalter ein Preissturz. Es wurde nun leichter, Zucker zu erwerben. Zum Beispiel stieg die Produktion auf Madeira von 200 kg Zuckerrohr im Jahre 1455 auf 1,2 Mio. kg 1494. Daher ereignete sich auch ein Rückgang des Preises auf ein Zehntel des ursprünglichen Preises (zumindest in England). Trotzdem konnten sich die unteren Schichten in Deutschland Zucker nicht leisten (Abel 1981). Um 1800 wurde pro Person und Jahr eine Zuckermenge verbraucht, die heute von einer Person innerhalb einer Woche verzehrt wird (Münch 1998). Auch im relativ wohlhabenden Brandenburg / Havel wird nicht viel Zucker konsumiert worden sein. Jedoch würde sich nur der Verzehr von sehr großen Mengen in den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten niederschlagen. Diese müssten sehr viel höher sein, wenn  $\text{C}_4$ -Pflanzen verstärkt konsumiert worden wären. Honig war weiterhin das wichtigste Süßungsmittel, das

ein Großteil der Bevölkerung nutzte. Wie hoch der Anteil an der Ernährung gewesen sein mag, kann durch die gewonnenen Ergebnisse nicht abgeschätzt werden, da Honig ein Produkt aus C<sub>3</sub>-Pflanzen ist und von der restlichen vegetabilen Nahrung nicht unterschieden werden kann. Gleiches gilt für die Zuckerrübe, die in früheren Zeiten noch Runkelrübe genannt wurde. Sie hat für die untersuchte Zeitstellung in Brandenburg jedoch keine unmittelbare Bedeutung, denn erst 1782 begann in Kaulsdorf der Physiker und Chemiker François Charles Achard damit, die technischen Voraussetzungen für die Gewinnung von Zucker aus der Zuckerrübe zu schaffen. Im Jahre 1799 nahm auf seinem Gut Kunnern in Schlesien (heute Konary) die erste Rübenzuckerfabrik der Welt ihre Arbeit auf (Gahrig 2003).

Einschneidende Veränderungen in der Ernährung sowie im Konsum anderer Güter brachte auch die Ansiedlung vom Menschen aus anderen Gegenden mit sich. So ließen sich Hugenotten auch in Brandenburg/Havel nieder. Die Hinzugezogenen gaben neue Impulse für die Landwirtschaft. So förderten sie den Anbau von Obst und Gemüse und brachten die grünen Bohnen, Porree, Chicoree, Blumenkohl und den Spargel in die Mark. Ferner verhalfen sie dem Tabakanbau und seiner Verarbeitung zum Durchbruch (Gahrig 2003).

Brandenburg/Havel war seit 1656 Garnisonsstadt. Es waren auch so genannte „Lange Kerls“ bei der Bürgerschaft Brandenburgs untergebracht. Sie wurden aus verschiedenen Regionen des Reiches angeworben. Die Bürger Brandenburgs waren verpflichtet, den Soldaten Obdach, Feuer, Licht und Bett zur Verfügung zu stellen (Benthin 2003). Eventuell trug auch die Anwesenheit der Garnisonen also von Menschen aus den verschiedenen Regionen, neben den Zuwanderern aus Frankreich, zu der Diversität der Bevölkerung bei. Diese zeigt sich auch in den sehr variablen  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten der Brandenburger, die von -8,1 ‰ bis -5,7 ‰ reichen.

### 5.5.1 Schadstoffbelastung

Arsen findet Verwendung bei der Herstellung von Glas und Keramik. Es ist auch in Blei- und Kupferlegierungen enthalten. Mit 1,4 ppm liegt der Arsenwert der Brandenburger Erwachsenen auch deutlich über dem der Erwachsenen in Tasdorf (0,4 ppm). Allerdings weisen Frauen in Brandenburg im Median höhere Werte auf als die Männer, so dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass der insgesamt hohe Wert für die Erwachsenen durch die Glas- und Keramikherstellung zustande

kommt. In dieses Handwerk waren eher die Männer involviert waren. Arsen wurde im 16. Jahrhundert durch Paracelsus in die Heilkunde eingeführt und war in der frühen Neuzeit Bestandteil vieler Medikamente. Eventuell wurden diese in der Stadt häufiger als auf dem Land eingenommen, so dass in der Stadt Brandenburg höhere Arsenwerte als im ländlichen Tasdorf ermittelt wurden. Es war auch noch in der frühen Neuzeit üblich, Weinfässer mit Arsen zu säubern. Da sicherlich in der Stadt Brandenburg mehr Wein konsumiert wurde, kann der höhere Wert für die Stadt auch dadurch bedingt sein. Wie auch in Tasdorf wiesen die Brandenburger Kinder sehr viel höhere Werte als die Erwachsenen auf. Da nicht davon auszugehen ist, dass Kinder sehr viele arsenhaltige Medikamente verabreicht bekamen, ist in Betracht zu ziehen, dass die feineren und poröseren Kinderknochen auch mit Arsen aus dem Boden verunreinigt sein könnten. Der Arsengehalt, der im Brandenburger Boden gemessen wurde, war mit 3,2 ppm fast dreimal so hoch wie der im Tasdorfer Boden gemessene und reicht an heute im Mittel gemessene Werte heran (3,6 - 8,8 ppm). Er ist auch genauso hoch wie der in der Altersklasse Infans I gemessene As-Wert und verstärkt damit die Annahme, dass die Kinderknochen kontaminiert sein könnten.

Der Cadmiumgehalt der Brandenburger Menschen ist niedriger als der Wert, der im Brandenburger Boden gemessen wurde. Es kann daher nicht von einer Kontamination der Brandenburger Proben aus dem Boden ausgegangen werden. Die Erwachsenen zeigen sehr viel niedrigere Werte als die Kinder. Dies kann wie bei den Tasdorfern auf eine höhere Cadmiumabsorption bei Individuen hindeuten, die einen Eisenmangel aufwiesen. Fester (1996) ermittelte für die Brandenburger Kinder und Jugendlichen, dass etwa 34 % an den Folgen einer Blutarmut litten (vgl. auch Kapitel 5.5.2 Das Abstillen der Kinder in Brandenburg). Dieser hohe Prozentsatz an anämischen Kindern könnte die hohen Cadmiumwerte der Brandenburger Kinder bedingen, da Cadmium bei Eisenmangel verstärkt absorbiert wird (Flanagan et al. 1978). Die Frauen Brandenburgs weisen wie die Tasdorfer Frauen höhere Werte als die Männer auf. Allerdings sind die Unterschiede nicht so deutlich wie bei den Tasdorfern. Es kann also im Vergleich zu den untersuchten Brandenburger Männern nicht davon ausgegangen werden, dass die Brandenburgerinnen unter extremen Eisenmangel litten. Dieser Umstand wird auch durch die Ergebnisse aus den Kollagenuntersuchungen bestätigt, die auf eine sehr proteinreiche Ernährung der Brandenburger Frauen schließen lassen, die demnach auch beachtliche Anteile an

Fleisch enthalten haben könnte. Die fleischreiche Ernährung könnte den Eisenbedarf der Brandenburger Frauen gedeckt haben. Die Cadmiumabsorption wird deshalb anscheinend nicht erhöht gewesen sein. Eine mögliche Erklärung für den leicht höheren Median der Frauen im Vergleich zu dem der Männer ist die passive Aufnahme des Rauchs, der vom häuslichen Herd ausging.

Entgegen den Ergebnissen von Alt et al. (2001) steigt der Cadmiumgehalt in der Brandenburger Gesellschaft von den juvenilen zu den senilen Individuen kontinuierlich an (und nicht sprunghaft, wie Alt et al. (2001) es ermittelten). Die Senilen zeigen von allen Erwachsenen die höchsten Cadmiumgehalte. Man kann vermuten, dass eine Akkumulation des Elements im Körper erfolgte.

Für die untersuchten Brandenburger Individuen wurden durchschnittlich 20,3 ppm Blei ermittelt. Dieser Wert liegt unter der Spanne von 25 - 75 ppm Blei, die als unschädlich für den Menschen angesehen wird. Die Brandenburger weisen auch geringere Bleigehalte als die Tasdorfer auf. Es wäre zu erwarten gewesen, dass in der Stadt, wo ein häufigerer Kontakt mit dem Werkstoff Blei anzunehmen ist, die Werte höher sind.

### 5.5.2 Das Abstillen der Kinder in Brandenburg

Der  $\delta^{15}\text{N}$ -Median der untersuchten adulten Frauen macht deutlich, dass diese sich sehr proteinreich ernährten. Im Vergleich zu ihnen zeigen die Kinder aller Altersstufen niedrigere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte. Es muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass diese Frauen zwar potentiell die untersuchten Kinder gestillt haben könnten, dieser Tatsache aber nicht gesichert ist. So können die Kinder mit den insgesamt niedrigeren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten aus einer anderen Zeit stammen als die untersuchten adulten Frauen. Die Belegungszeit des Friedhofs betrug über 200 Jahre. Zufallsbedingt könnten Kinder ausgewählt worden sein, die z. B. eher ärmeren Handwerkerfamilien entstammten, in welchen den Frauen keine proteinreiche Ernährung zur Verfügung stand.

Beim Vergleich der Werte der Kinder mit denen aller Frauen, erkennt man, dass zwei im ersten Lebensjahr Verstorbene anscheinend nicht gestillt wurden; ihr  $\delta^{15}\text{N}$ -Niveau liegt unter dem der Frauen. Allerdings ist eines der Individuen noch kein halbes Jahr alt, so dass bei diesem Kind auch angenommen werden kann, dass die mit der Nahrung aufgenommenen Elemente noch nicht vollständig in den Knochen

eingebaut worden sind. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass die untersuchten Kinder nicht das Erwachsenenalter erlebten, sondern die Sterbepopulation darstellen. Gründe hierfür könnten natürlich auch Krankheiten oder physiologische Ursachen sein. Auch anhand der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte kann das Abstillalter nicht eindeutig festgelegt werden. Im Vergleich der Kohlenstoffwerte der Kinder mit dem Median der Frauen (-20,1 ‰) weisen alle Kinder höhere Werte auf. Da der Unterschied zu den Frauen jedoch keine ganze Trophiestufe (1 ‰) beträgt, ist davon auszugehen, dass schon vegetabile Nahrung hinzugefüttert wurde. Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte bestätigen dieses Ergebnis. Von den beiden 1- bis 2-jährigen Kindern weist eines ein deutlich höheres  $\delta^{18}\text{O}$ -Niveau auf als die Frauen. Dieses Kind wurde noch gestillt, ebenso wie ein 2- bis 3-jähriges. Für die beiden anderen 2- bis 3-Jährigen muss geschlossen werden, dass sie bereits vollständig entwöhnt waren.

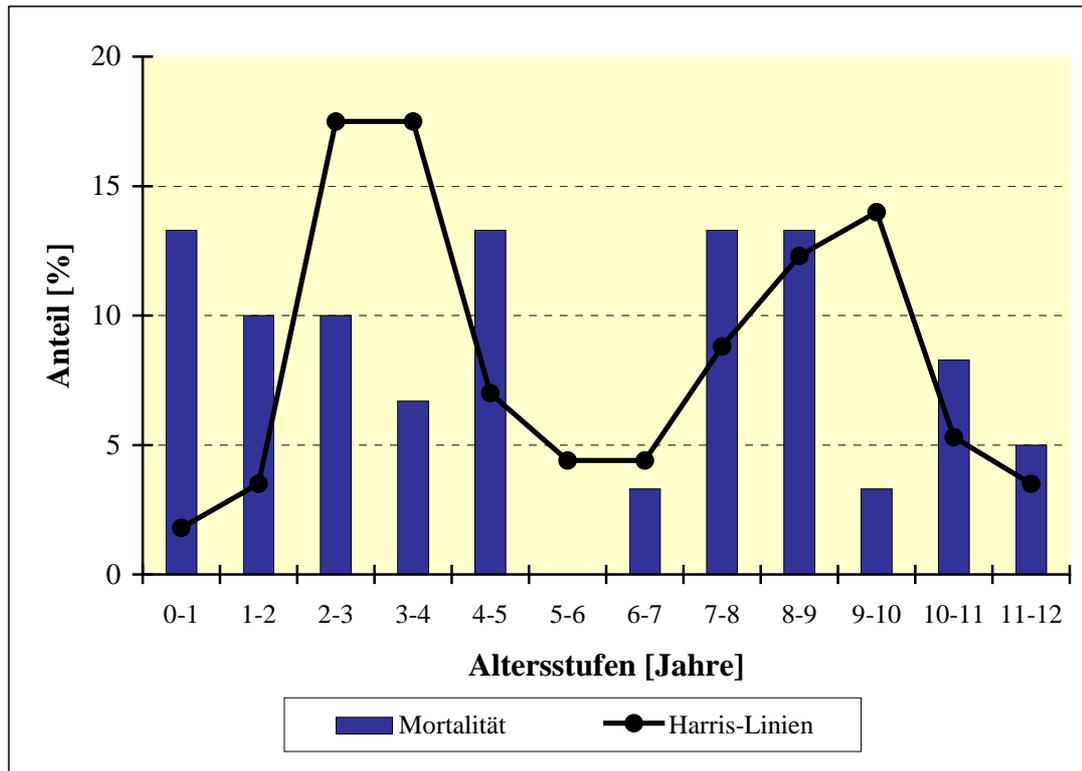
Trotzdem die verschiedenen Isotope auf unterschiedliche Abstillzeitpunkte hindeuten bzw. keinen genauen Zeitpunkt der vollständigen Entwöhnung erkennen lassen, wird deutlich, dass die Brandenburger Kinder nicht so lange gestillt wurden wie die Kinder aus dem dörflichen Tasdorf. Es gab viele Gründe, warum die Mütter ihre Kinder nicht stillten. So waren viele Frauen aufgrund ihrer physischen Lage - auch durch häufige Schwangerschaften - nicht fähig zu stillen. Für das ausgehende 19. Jahrhundert wurde ermittelt, dass 15-20 % der Frauen von vorneherein nicht stillen konnten und ein weiteres Drittel nicht genug Milch hatten, um ihre Kinder ausschließlich davon ernähren zu können (Bluhm 1912). Weitere physiologische Gründe für die Unfähigkeit zu stillen waren Bewegungsarmut und die sozialen und familiären Verhältnisse, die oft zu einer Überlastung der Frauen führten (Winke 2005). In der Stadt wurde auch weniger oft gestillt als auf dem Land. Dieser Zusammenhang wird durch die vorliegenden Daten bestätigt.

Städterinnen, die der Mittelschicht oder Oberschicht angehörten, heirateten im Vergleich zu Bäuerinnen vergleichsweise früh und bekamen meist mit 25 bis 28 Jahren das erste Kind (Imhof 1997). Insgesamt konnten sie dadurch während ihres Lebens mehr Kinder zur Welt bringen als die Frauen der Unterschicht. Jedoch vergrößerte sich dadurch die Gefahr, im Kindbett zu sterben. Es war bekannt, dass das Stillen die erneute Konzeption hinauszögerte (Wunder 1992). Kürzere Stillzeiten führten oft zu geringeren Geburtenabständen. Thapa et al. (1988) zeigten, dass verlängerte Stillzeiten die Geburtenrate signifikant herabsetzen und die Kinder

verbesserte Überlebenschancen haben, je größer die Geburtenabstände sind.

Es ist jedoch bekannt, dass die Kinder in der Stadt – trotz der oft kürzeren Stilldauer - meist insgesamt besseren Lebensumstände ausgesetzt waren als die auf dem Land (Wunder 1992). Einen Hinweis darauf gibt die Sterbealtersverteilung der Brandenburger Bestatteten vom St. Pauli-Friedhof. Nur 8,8 % der Bestattungen gehörten zur Altersklasse Infans I, weitere 8,2 % zur Altersklasse Infans II. Insgesamt 17 % gestorbener Kinder in der Stadt stehen mehr als 40 % (35,7 % Infans I und 5,0 % Infans II) im ländlichen Tasdorf gegenüber. Es ist jedoch zu bedenken, dass die fragilen Kinderknochen nicht immer die Zeit überstehen und manchmal komplett vergehen. Ferner wurden in beiden Fällen keine kompletten Friedhöfe ergraben, so dass die exakte Sterbealtersverteilung der damaligen Zeit nicht bekannt ist.

Die Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>-Quotienten und Zinkgehalte der Brandenburger Kinder können den Abstillprozess näher beleuchten. Neugeborene Kinder weisen einen sehr niedrigen Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>-Quotienten auf. Da schon in der Plazenta wie auch in der Brust gegen Strontium diskriminiert wird, nehmen Kinder erst mit pflanzlicher Nahrung Strontium zu sich. Der Sr/Ca-Quotient steigt von den 0- bis 0,5-jährigen zu den 0,5- bis 1-jährigen Kindern sprunghaft an. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Kinder in dieser Zeit viel Gemüse und Getreide zu sich nahmen. Sie wurden also bereits mit unter einem Jahr nicht mehr ausschließlich gestillt. Der Zinkgehalt der sehr jungen Kinder ist sehr hoch, sinkt aber ab dem Alter von sechs Monaten bis zu einem Jahr stark ab und dann bis zu einem Alter von zwei bis drei Jahren weiterhin stetig. Auch dieser Umstand spricht für das frühe Zufüttern.



**Abbildung 101: Sterbealtersverteilung und Harris-Linien der Brandenburger Kinder (N=30) (Daten nach Fester 1996). 63 % der Kinder zeigten Harris-Linien. Pro Kind waren es ca. 3,7 Linien. Die Verbindungslinie für die einzelnen Werte der Harrislinien stellt keine Verlaufskurve dar, sondern dient lediglich der Orientierung.**

Abbildung 101 veranschaulicht die Sterbealter von insgesamt 30 Individuen der Altersklassen Infans I und Infans II. Vier Kinder (13,3 %) starben im ersten Lebensjahr, im zweiten und dritten Lebensjahr verstarben jeweils drei Kinder (jeweils 10 %). Für historische Populationen wird gewöhnlich von einer Säuglingssterblichkeit von 20 – 25 % ausgegangen (Kammeier-Nebel 1986). Der niedrige Anteil der im ersten Lebensjahr verstorbenen Kinder deutet – trotz der kurzen Stilldauer – ebenfalls auf gute Lebensbedingungen der Neugeborenen in der Stadt hin.

Nur 1,8 % der bei allen Kindern festgestellten Harris-Linien sind im ersten Lebensjahr entstanden. Der Prozentsatz verdoppelt sich im zweiten Lebensjahr und steigt dann zum dritten Lebensjahr steil an, um auf diesem hohen Niveau zu verbleiben. Harris-Linien zeigen an, dass die Kinder in bzw. kurz vor deren Entstehung einer physiologischen oder ernährungsbedingten Belastung ausgesetzt waren. Es kann sich hierbei also einerseits um Nahrungsmangel handeln oder darauf hindeuten, dass die Kinder krank waren. Ernährungsbedingte Magen-Darm-Erkrankungen waren die Haupttodesursache unter den Säuglingen im 19. Jahrhundert. Sie machten in preußischen Städten im Jahr 1877 nahezu drei Viertel aller Sterbefälle im ersten

Lebensjahr aus (73 %), im Jahr 1905 waren es immerhin noch 57 % (Vögele 2001).

Anhand der stabilen Isotope konnte für die Brandenburger Kinder kein genaues Abstillalter festgestellt werden. Deshalb kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Kinder im Alter von zwei bis drei Jahren abgestillt wurden und die vermehrte Anzahl der gebildeten Harris-Linien dieser Altersklassen im Zusammenhang zum Abstillen steht. Viel eher ist anzunehmen, dass die Kinder zu dieser Zeit Krankheiten durchliefen. Auch kann der große Anteil an Harris-Linien, die im Alter von drei bis vier Jahren gebildet wurden gepaart mit den sehr niedrigen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten der 3- bis 4-jährigen Kinder darauf hindeuten, dass in diesem Alter die Kinder schlechter versorgt wurden als in den Lebensjahren zuvor. Auch hier könnte dies auf nachfolgende Geschwisterkinder zurückgeführt werden, die nun primär versorgt werden mussten.

Bei den Kindern der Altersklasse Infans II steigt der Anteil der entstandenen Harris-Linien von 3,3 % im 7. Lebensjahr auf 13,3 % im achten und neunten Lebensjahr an. Dieser Anstieg kann mit dem Eintritt in das Arbeitsleben in Verbindung gebracht werden. Kinder wurden im Alter von sieben bis zehn Jahren (van Dülmen 1999) als Gesellen in die Lehre gegeben. Manchmal wurde die Lehrzeit im eigenen Elternhaus absolviert, oft aber zog der Geselle in das Hauswesen eines Meisters. Geht die mit dem hohen Anteil der entstandenen Harris-Linien korrelierte höhere Mortalität auf diesen Umzug in eine neue Gemeinschaft einher? Das Kind hatte nicht nur die neue, eventuell ungewohnt schwere Arbeit zu überstehen, sondern wurde vielleicht im Hause des Meisters nicht so gut versorgt wie im Elternhaus (vgl. auch Kapitel 5.5 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Brandenburg, Seite 212).

Von den 55 durch Fester (1996) untersuchten Individuen der Altersklassen Infans I, Infans II und juvenil war bei 29 Individuen (53 %) mindestens eine Orbita so gut erhalten, dass eine Untersuchung der Augenhöhle erfolgen konnte. Von diesen 29 Individuen wiesen 15 Cribra orbitalia<sup>30</sup> in verschiedenen Erscheinungsformen auf. Es fanden sich keine Cribra orbitalia in der Altersstufe von 0-1 Jahr, bei 1- bis 2-jährigen Individuen vereinzelt und bei 2- bis 6-Jährigen gehäuft. Sechs von zehn

---

<sup>30</sup> Bei den Cribra orbitalia handelt es sich um eine Hypertrophie und Hyperplasie der Diploë des Orbitaldaches (Hengen 1971).

Individuen dieser Altersklasse wiesen Cribra orbitalia auf. Die Diploë des Schädels enthält blutbildendes Knochenmark (Wheater et al. 1987). Der Organismus reagiert auf Anämie mit Hyperplasie des blutbildenden roten Knochenmarks. Anämien können die Folge eines ernährungsbedingten Eisenmangels sein (Hengen 1971). Während der ersten Monate des Stillens nehmen manche Spurenelemente und andere Elemente in der Muttermilch ab. Kalzium, Magnesium, Stickstoff und Phosphor haben im Colostrum sehr hohe Konzentrationen, ihre Gehalte in der Muttermilch nehmen allerdings schnell ab und bleiben entweder auf dem gleichen Niveau bzw. sinken während der späteren Laktation langsam ab. Kupfer und Zink fallen nach den ersten drei Monaten beträchtlich ab, Eisen geht nur langsam herunter (WHO 1989). So ist zu erklären, dass bei den Kindern im ersten Lebensjahr keine Cribra orbitalia nachgewiesen werden konnten. Da allerdings schon bei den 1- bis 2-Jährigen vereinzelt und bei den 2- bis 6-Jährigen gehäuft Cribra orbitalia auftreten, ist davon auszugehen, dass schon sehr früh der Eisenbedarf nicht mehr vollständig gedeckt wurde. Da die Muttermilch ausreichend Eisen enthält, kann daraus geschlossen werden, dass die Kinder nicht lange gestillt wurden. Diese Herleitung stützt sich auf die durch die Kollagendaten hier ermittelten Ergebnisse.

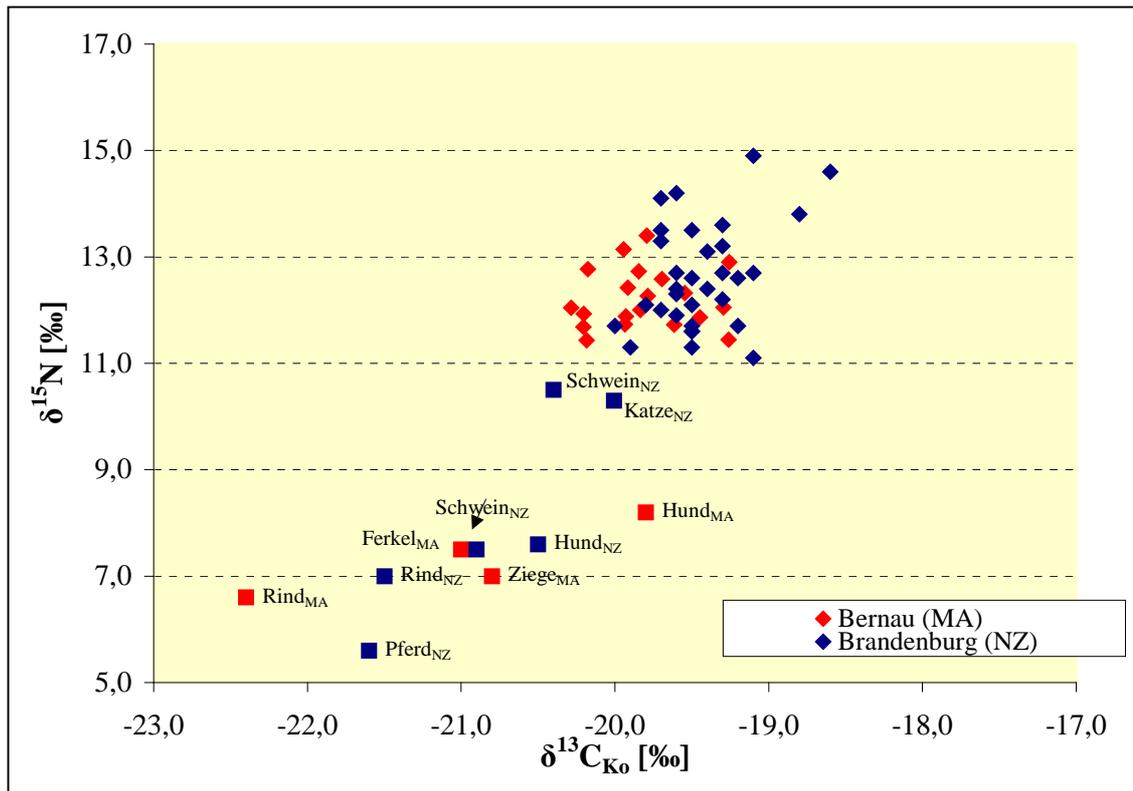
Untersuchungen zum Abstillalter anhand stabiler Isotope fehlen für die frühe Neuzeit Europas. Herring et al. (1998) führten solche Untersuchungen für die Kinder einer neuzeitlichen (1821 - 1874) Bevölkerung Kanadas durch. Sie zogen auch Kirchenakten hinzu. Die Untersuchung ergab einen endgültigen Zeitpunkt der Entwöhnung im Alter von 14 Monaten. Bereits mit ca. fünf Monaten wurde den Kindern dort Beikost gegeben. Auch für Europa zeigen sich kürzere Abstillzeiten für die Neuzeit als für das Mittelalter. Dies kann ebenso für die Brandenburger Bevölkerung belegt werden. In einer Untersuchung zum Abstillalter von Kindern aus dem mittelalterlichen Bernau, ermittelte Schäuble (2005), dass die Kinder mit 2-3 Jahren endgültig abgestillt waren. Schon während des Mittelalters schlugen die Autoren medizinischer Werke immer frühere Abstillzeitpunkte vor (Short 1992). In Brandenburg/Havel scheinen die Kinder bereits ab einem Alter von einem halben Jahr Beikost in Form von Getreide- oder Gemüsebreien erhalten zu haben. Dafür spricht der sehr starke Anstieg der Sr/Ca-Werte der Nahrung innerhalb der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres. Allerdings bestätigen die Daten der Analyse der stabilen Isotope nicht den ermittelten Abstillzeitpunkt im Alter von zwei bis drei

Jahren für die Brandenburger Kinder, der sich durch die Analyse der Spurenelemente aufzeigt. Alle Daten zusammengefasst muss von einem deutlich früheren Ende des Entwöhnungsprozesses im Vergleich zur zeitgleich lebenden ländlichen Bevölkerung ausgegangen werden. Ferner war das Abstillen auch früher als bei der im Mittelalter lebenden städtischen Bevölkerung vollzogen.

### 5.5.3 Vergleich der Ernährungsbedingungen der frühneuzeitlichen Bevölkerung Brandenburgs mit einer mittelalterlichen Population aus Bernau

In einem Bericht eines Schwaben von 1550 wird dargestellt, dass sich die reichsten Bauern in dieser Zeit viel schlechter ernährten als die Tagelöhner und Knechte im späten Mittelalter (Abel 1981). Er soll überprüft werden, ob diese Aussage auf die Brandenburger Verhältnisse übertragbar ist.

Zum Vergleich stehen die Daten einer mittelalterlichen städtischen Bevölkerung aus Bernau (Schäuble 2005) zur Verfügung. Bernau liegt ebenfalls in der Mark Brandenburg ca. 125 km nordöstlich von der Stadt Brandenburg/Havel entfernt. Die Bernauer Vergleichsserie stammt aus dem 13. bis 16. Jahrhundert. Der Vergleich erfolgt anhand einer Übersichtsgraphik, welche die erwachsenen Individuen beider Bevölkerungen zeigt. Die Ergebnisse der Kinder werden in einem weiteren Kapitel besprochen.



**Abbildung 102:** Vergleich der stabilen Isotope der erwachsenen Menschen und der Tiere des frühneuzeitlichen Brandenburg (1583 – 1795) (Menschen: blaue Rauten, N=23, Tiere: blaue Quadrate, N=6) mit den Werten für das mittelalterliche Bernau (13. Jahrhundert bis 1598) (Menschen: rote Rauten, N=20, Tiere: rote Quadrate, N=4). Die Daten für das mittelalterliche Bernau stammen aus der Dissertation von Schäuble (2005).

Abbildung 102 verdeutlicht, dass sich die Brandenburger Bevölkerung etwas proteinreicher ernährte als die Bernauer. Dies spiegelt sich in den etwas höheren  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten wider. Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Brandenburger sind angereicherter als die der Bernauer. Dies deutete Schäuble (2005) als eventuellen Konsum eines geringen Anteils an  $\text{C}_4$ -Pflanzen, z. B. der Rispenhirse, welche auch in einem Ratgeber für Hausväter (Florinus 1788) nicht nur für das Vieh, sondern auch für die Menschen als nützlich angeführt wird. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass auch die höheren  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Brandenburger auf einen größeren Anteil an tierischem Protein hindeuten als er von den Bernauern konsumiert wurde.

Sowohl die Werte der Brandenburger als auch die der Bernauer streuen sehr weit. Dies kann eventuell auf die jeweils lange Belegungszeit zurückgeführt werden. Der Bernauer Friedhof wurde vier Jahrhunderte lang genutzt. Also können die untersuchten Individuen auch aus dieser Zeit stammen, während der Friedhof in Brandenburg drei Jahrhunderte belegt war. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass die Frühe Neuzeit eine Zeit war, in der größere und weitreichende

Veränderungen erfolgten als es für das Mittelalter bekannt ist. Dies kann sich in den größeren Spannweiten der Werte äußern. Auch war Brandenburg eine Garnisonsstadt, in der eventuell auch Männer aus anderen Teilen des Kurfürstentums sowie aus dem ganzen Reich stationiert waren. Diese können sich vor ihrem Aufenthalt in Brandenburg anders ernährt haben als ihnen das in der Stadt möglich war (z. B. mehr Seefisch, was die hohen  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der von den anderen Brandenburgern abweichenden Individuen erklären könnte).

Das Mittelalter gilt als Zeitalter des Fleischkonsums. Für die beiden betrachteten städtischen Brandenburger Bevölkerungen findet dies keine Bestätigung. Es kann sein, dass sich die Bewohner der Mark Brandenburg im Mittelalter weniger proteinreich ernährten als die übrige Bevölkerung des Reiches. Andererseits ging es eventuell auch der frühneuzeitlichen Bevölkerung in Brandenburg besser als der im deutschen Gebiet. Dafür spricht, dass das Land dünn besiedelt war und Viehhaltung noch möglich war, als in anderen Regionen das Bevölkerungswachstum sie schon einschränkte. Allerdings wäre zu erwarten gewesen, dass die schweren Zeiten, die der Dreißigjährige Krieg bedeutete, stärker an den Isotopensignaturen abzulesen seien.

Vergleicht man die Werte für die Tiere in Abbildung 102 mit denen der Menschen, so ist zu erkennen, dass sowohl im Mittelalter als auch in der frühen Neuzeit, die Menschen um mehr als eine Trophiestufe angereicherte  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zeigen als die Tiere. Trotzdem kann bei beiden Bevölkerungen nicht davon ausgegangen werden, dass sie sich rein karnivor ernährten. Die hohen Werte sind eher auf einen Eintrag von Dung und die daraus folgende Erhöhung des schweren Stickstoffisotops im Boden (vgl. Mizutani et al. 1985) und eventuell darauf folgend in den dort wachsenden Pflanzen zurückzuführen. Viehhaltung ist die Voraussetzung, um ausreichend Dünger zu produzieren. Schon aus diesem Grund konnte zu keiner Zeit ganz auf sie verzichtet werden (Abel 1981). Allerdings kann der Unterschied von der einen zur anderen Trophiestufe auch bis zu 6 ‰ betragen (Ambrose 1993).

Interessant sind auch die unterschiedlichen  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte der Rinder aus dem Mittelalter und der frühen Neuzeit. Das mittelalterliche Rind aus Bernau zeigt einen abgereicherten Kohlenstoffwert, der auf Gras auf Waldweiden hinweisen könnte (vgl. Erklärung zum Baldachin-Effekt auf Seite 188). Eventuell weidete das Brandenburger Rind weniger im Wald und mehr auf offenen Flächen. Bis zum

12./13. Jahrhundert war es auch üblich, die Rinder im Winter mit Tannenzweigen und gesammeltem Laub zu füttern. Nachdem man mit der Sense größere Mengen an Heu herstellen konnte, wurde im Winter mit diesem gefüttert (Huber 1988). Die Belegungszeit des Bernauer Friedhofs beginnt im 13. Jahrhundert. Eventuell handelt es sich um ein Rind aus dieser Zeit, welches noch mit Futter aus dem Wald über den Winter gebracht wurde.

Der zugunsten der Feldwirtschaft betriebene Abbau von Waldflächen führte im 18. Jahrhundert zunächst zur Verringerung der Schweinebestände (von der Goltz 1963). Die Erweiterungen der Flächen für Feldwirtschaft verminderte die Futtergrundlage der Schweine, so dass die verbliebenden Weidetiere durch Haus oder Wirtschaftsabfälle zugefüttert werden mussten. Im Verlauf des 18. Jahrhundert setzte sich dann weitgehend die ganzjährige Stallhaltung durch. Eventuell deuten die beiden Schweine aus der frühen Neuzeit, die sich in ihren Stickstoffisotopen unterscheiden, auf diesen Wechsel in der Schweinehaltung hin. Der Wechsel in der Schweinehaltung mag auch darin begründet liegen, dass die mit dem Freigang der Schweine einhergehenden Schäden in Wäldern und landwirtschaftlichen Nutzflächen zunehmend missbilligt wurden. Im 18. Jahrhundert erließen viele Regionen Auflagen, dass Schweine am Wühlen gehindert werden sollten. Bei Missachtung drohten dem Tierbesitzer Strafen (Dannenberg 1990).

Um die aufgrund der Literaturangaben über die geringen durchschnittlich verzehrten Fleischmengen unerwartete proteinreichere Ernährung der städtischen Bevölkerung der frühen Neuzeit weiter zu beleuchten, soll auch hier der Vergleich der Differenzen der Kohlenstoffisotope aus Karbonat und Kollagen erfolgen, die anzeigen, ob tierisches Fett verzehrt wurde.

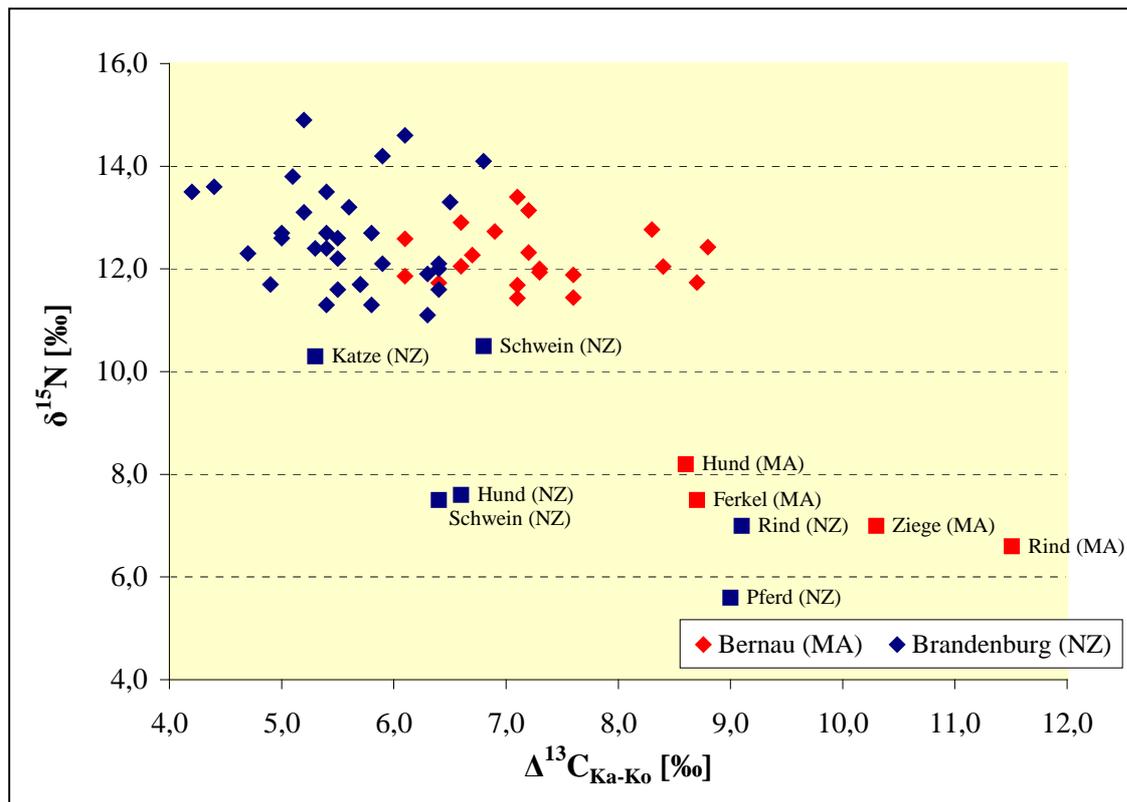


Abbildung 103: Vergleich der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$  der erwachsenen Menschen und der Tiere des frühneuzeitlichen Brandenburg (1583 – 1795) (Menschen: blaue Rauten, N=23, Tiere: blaue Quadrate, N=6) mit den Werten für das mittelalterliche Bernau (13. Jahrhundert bis 1598) (Menschen: rote Rauten, N=20, Tiere: rote Quadrate, N=4). Die Daten für das mittelalterliche Bernau stammen aus der Dissertation von Schäuble (2005).

Abbildung 103 zeigt deutlich, dass die frühneuzeitlichen Individuen sich mehr von tierischem Fett ernährten als die mittelalterlichen. Es kann allerdings im Gegensatz zu den Ergebnissen aus dem Kollagen kaum eine Überlappungszone festgestellt werden. Dies widerspricht in der Literatur gefundenen Werten, nach denen um 1400 n. Chr. vom Gesamteinkommen einer Handwerkerfamilie 22 % der Ausgaben für Lebensmittel für pflanzliche Nahrung, 56 % für tierische Produkte und 22 % für Getränke ausgegeben wurden. Dieses Verhältnis war in der frühen Neuzeit stark in Richtung der pflanzlichen Nahrung verschoben. Dafür wurden 77 % der Ausgaben für Lebensmittel verwendet, nur noch 20 % entfielen auf tierische Produkte und 3 % auf Getränke (Abel 1981). Die von Abel dargestellten Werte sind Mittelwerte, die sicherlich eher auf den süddeutschen Raum zutreffen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass jene Befunde für die Mark Brandenburg nicht zutreffen.

Betrachtet man die Schadstoffbelastung der frühneuzeitlichen Bevölkerung Brandenburgs an der Havel im Vergleich zu der Bevölkerung des mittelalterlichen Bernau, so ergibt sich folgendes Bild: Für Arsen wird nur ein geringer Unterschied

ermittelt. Der Wert der mittelalterlichen Bernauer Bevölkerung von ca. 1,6 ppm (Schäuble 2005) ist praktisch gleich dem für das frühneuzeitliche Brandenburg (1,7 ppm). Es wurde also sowohl im Mittelalter als auch in der frühen Neuzeit für die Städte der Mark Brandenburg eine höhere Belastung als für dörfliche Gemeinschaften in Tasdorf ermittelt (für die Tasdorfer Werte s. Kapitel 5.4.1 Schadstoffbelastung). Interessant ist, dass anscheinend schon im Mittelalter die Arsenbelastung so hoch war wie in der frühen Neuzeit. Es ist davon auszugehen, dass Medikamente auf Arsenbasis in Bernau auch schon im Mittelalter verbreitet waren.

Für Cadmium wird kein Unterschied zwischen den mittelalterlichen Bernauern (ca. 0,13 ppm Cd) und den frühneuzeitlichen Brandenburgern (0,15 ppm) ermittelt. Dieses Ergebnis lässt den Schluss zu, dass die Einführung des Tabakanbaus in Brandenburg durch die Hugenotten (vgl. Kapitel 5.5 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Brandenburg) in den Städten nicht unbedingt zu einem veränderten Rauchverhalten geführt hat. Zu beiden Zeitstellungen wurde Rauch aktiv durch das Rauchen als auch passiv durch Herdfeuer aufgenommen.

Erst seit dem Mittelalter weisen Menschen in Deutschland einen Bleigehalt von mehr als 10 ppm auf (1994a). Allerdings ermittelte Schäuble (2005) für die mittelalterlichen Bernauer Bleigehalte von über 30 ppm. Diese übertreffen sogar die der frühneuzeitlichen Brandenburger. Kinder nehmen bezogen auf ihr Körpergewicht ungleich mehr Blei auf. Der kindliche Magen-Darm-Trakt resorbiert fast 50 % des oral aufgenommenen Bleis (Ziegler et al. 1978), der des Erwachsenen dagegen nur ca. 10 %. Dieser Umstand kann jedoch für die unterschiedlichen Werte der beiden Bevölkerungen nicht als ausreichende Erklärung herangezogen werden, da bei beiden Populationen die Kinder geringere Werte als die Erwachsenen aufweisen. Es ist daher anzunehmen, dass die hohe Bleibelastung der städtischen Bevölkerungen durch die Verwendung des Bleis als Werkstoff bedingt ist. So diente Blei z. B. auch zur Abdeckung von Gebäuden.

## **5.6 Lebensbedingungen im frühneuzeitlichen Anklam**

In den Grünlandgebieten um Ost- und Nordsee konkurrierte die Ackerwirtschaft nicht mit der Viehhaltung (Abel 1981). Eventuell ergeben sich daraus die hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte, die in der Anklamer Bevölkerung ermittelt wurden (Median 12,0 ‰).

Vieh konnte nicht ohne Verlust gehalten werden, wenn man es mit Getreide fütterte. Deshalb gewährte Vieh nur in reinen Grünlandgebieten, nicht aber in der gewöhnlichen Ackerwirtschaft einen reichen Ertrag (Abel 1981). Eventuell war daher in Anklam mehr Viehhaltung möglich als in der Mark Brandenburg, und demnach ernährten sich die Menschen auch mehr von Fleischprodukten. Dort wo Acker- und Viehwirtschaft miteinander konkurrierten, erfolgte bald einen Rückgang des Fleischkonsums (Abel 1962).

In Anklam und Umgebung traten 1565 und 1605 zwei schwere Pestwellen auf (nach Stavenhagen (1773) handelte es sich bei der Epidemie von 1565 eher um die spanische Grippe). 1565 kamen 1.600 Menschen ums Lebens, knapp ein Drittel der damaligen Anklamer Bevölkerung. 1605 starben nochmals 1.400 Menschen. Es ist davon auszugehen, dass nach der Pest in Anklam – vergleichbar Brandenburg nach dem Dreißigjährigen Krieg – Einwohnermangel vorherrschte. Die Nahrungsressourcen für die übrige Bevölkerung müssen daher in der Folgezeit ausreichend gewesen sein, denn mit derselben Fläche waren nun weniger Menschen zu versorgen. Nach den Pestwellen fehlten zudem Menschen, das Land zu bestellen. Die Folge daraus ist eine vermehrte Tierhaltung, die weniger arbeitsintensiv ist als das Bestellen der Felder. Ein erhöhter Fleischkonsum ist so erklärbar.

Wie kommt es jedoch, dass es den Anklamern mitten im Dreißigjährigen Krieg und sogar im Belagerungsjahr so gut geht, dass sie sich proteinreich ernähren können?

Bei der Beantwortung dieser Frage muss berücksichtigt werden, dass der Umbau, also der vollständige Ersatz, des Kollagens einer der langsamsten aller Körpergewebe ist (Boutton et al. 1984, Tieszen et al. 1983). In der Literatur werden Umbauraten von zehn (Tauber 1981, van der Merwe & Vogel 1978) bis dreißig Jahren genannt (Lovell et al. 1986, Chisholm et al. 1983a, 1982). Frühestens nach zehn Jahren also ist ein kompletter Umbau des Kollagens erfolgt. Wie sah es aber 10-30 Jahre vor dem Belagerungsjahr in Anklam aus? Lange war es dem Herzog von Pommern durch eine strikte Neutralitätspolitik gelungen, fremde Truppen außerhalb der eigenen Grenzen zu halten. So war Vorpommern in den ersten Kriegsjahren vom Krieg unberührt. 1626 und 1627 marschierten Truppen trotz des Protests Herzog Bogislavs XIV durch Pommern. 1627/1628 wurde Pommern schließlich durch den Einmarsch kaiserlicher Truppen unter Walleinstein direkt in das Kriegsgeschehen mit hineingezogen. Diese Truppen sollten für sechs Monate in Pommern einquartiert

bleiben. Statt der vereinbarten acht Regimenter (ca. 8.000 Soldaten) kamen jedoch 24.000 Soldaten für mehrere Jahre ins Land. Die zu leistenden Abgaben und die Einquartierung des Heeres belasteten die Bevölkerung schwer (Werner 1996).

Die kaiserlichen Truppen verließen Anklam am 16. Juli 1630, da das schwedische Heer dem Ruf Stralsunds nach Hilfe Folge leistete. So wurde Anklam am 21. Juli 1630 von den Schweden besetzt. Die kaiserlichen Truppen kapitulierten ein Jahr später am 16. Juli 1631. Die Schweden hielten Vorpommern bis 1636 besetzt. Zwischen 1631 und dem erneuten Einmarsch der kaiserlichen Truppen 1637 herrschte Frieden in Vorpommern.

Für die Zeit bis 1627 und dann wieder zwischen 1631 und 1636 kann davon ausgegangen werden, dass die Anklamer und die Bauern aus der Umgebung keinen Hunger leiden mussten. Während der Belagerung waren auch die Soldaten zu versorgen, jedoch verfügte das Land zu Beginn wohl noch über die entsprechenden Kapazitäten. Während der fortdauernden Belagerungen war es um die Bevölkerung jedoch schlecht bestellt. So wies der Herzog in einem Schreiben an Kaiser Ferdinand II 1628 darauf hin, dass sich Pommern durch die Truppen in einem verwüsteten und ruinierten Zustand befand und bat um den Abzug der einquartierten Soldaten. Die Söldner brachten wahrscheinlich 1630 auch die Pest mit nach Pommern. Auch unter der pommerschen Zivilbevölkerung gab es Opfer; die genaue Zahl ist jedoch nicht bekannt (Werner 1996).

Das 16. und der Beginn des 17. Jahrhunderts waren die Blütezeit Anklams. Die Stadt betrieb Handel über die Ostsee. Dörfer aus der Umgebung, die direkt Anklam unterstellt waren, versorgten die Stadt mit Getreide und anderen Nahrungsmitteln (Stadtchronologie Anklams, Museum im Steintor). Auch der Fischfang war weit verbreitet; die Fischerei war eine von Anklams Haupteinnahmequellen. Kann demnach auch davon ausgegangen werden, dass die Anklamer viel Fisch verzehrten?

In marinen aquatischen Nahrungsnetzen wird Kohlenstoff vor allem aus gelöstem Bikarbonat aufgenommen ( $\text{HCO}_3$ ), welches einen  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von ca. 0 ‰ aufweist. Marine Nahrungsnetze, die auf  $\text{C}_3$ -Pflanzen beruhen, weisen Werte von ca. -19 ‰  $\delta^{13}\text{C}$  auf. Um Unterschiede zwischen terrestrischer und mariner Ernährung ausmachen zu können bzw. den Anteil der marinen Ernährung abschätzen zu können, benötigt man die Isotopenwerte der lokalen Ressourcen, die von den Menschen

genutzt und verzehrt wurden. Allerdings lagen aus der Anklamer Grabung am Pferdemarkt keine Fischknochen bzw. Gräten vor, die auf ihre Isotope hin untersucht wurden. Daher muss ein Vergleich zu rezenten Fischen aus der Ostsee erfolgen.

Dazu stehen Messdaten zur Verfügung, die die Mitarbeiter des Forschungsbereichs Fischqualität der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL 2004) Hamburg auf der 264. Forschungsreise des Fischereiforschungsschiffes Walther Herwig III erhoben haben. Es wurden ca. 80 Fischproben aus verschiedenen Seegebieten, davon 24 aus fünf Fanggebieten in der Ostsee, gesammelt. Gemessen wurden  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{15}\text{N}$  im Protein der Fische sowie  $\delta^{18}\text{O}$  im Gewebewasser. Für die Fische aus den fünf östlichen Fanggebieten ergibt sich mit  $-18,4\text{‰}$   $\delta^{13}\text{C}$  ein geringerer Mittelwert als für die aus den übrigen Fanggebieten ( $-17,3\text{‰}$   $\delta^{13}\text{C}$ ). Eine mögliche Erklärung ist, dass  $^{13}\text{C}$  abhängig vom Salzgehalt des Wassers ist und daher sollte Ostseefisch in der Tat leichtere, also negativere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aufweisen als z.B. Fisch aus der Nordsee. Eine Korrelation zwischen den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten und der Fischart ließ sich nicht erkennen.

Um diese rezenten Werte mit denen aus der frühen Neuzeit vergleichen zu können, muss der „fossil fuel-Effekt“ mit berücksichtigt werden. Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe hat sich die isotopische Zusammensetzung des Kohlendioxids verändert. Sie führte seit 1800 zu einer Abnahme der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des atmosphärischen  $\text{CO}_2$  um  $1,4\text{‰}$  (Friedli et al. 1986, van der Merwe 1989). Demnach müsste in der frühen Neuzeit der mittlere  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert der Fische etwa  $-18,7\text{‰}$  betragen haben. Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Erwachsenen in Anklam betragen  $-18,9\text{‰}$  (Männer) bzw.  $-18,7\text{‰}$  (Frauen). Konsumenten haben aber eine um  $5\text{‰}$  abgereicherte Kohlenstoffisotopensignatur. Damit würde sich ausgehend von dem berechneten Wert für frühneuzeitliche Fische ( $-18,7\text{‰}$ ) ein  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von  $-13,7\text{‰}$  für Menschen ergeben, die sich ausschließlich von diesem Fisch ernährt haben. Dieser Wert ist höher als der, der für die Anklamer tatsächlich ermittelt wurde. Für die Anklamer ist von einer Mischkost aus marinen und terrestrischen Nahrungsmitteln auszugehen. Daher werden die Werte für eine Ernährung, die ausschließlich auf marinen Komponenten beruht, nicht erreicht. Ferner ist zu beachten, dass von der BFEL Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (2004) zwar angegeben wurde, dass die Messung der Isotopenwerte aus dem

Protein erfolgte. Die Aufbereitungsmethode vor der Messung ist jedoch nicht bekannt. So können in den gemessenen Proben noch Fette enthalten gewesen sein. Fette weisen jedoch um 5 ‰ abgereicherte Kohlenstoffwerte auf (DeNiro & Epstein 1977). Die Fette können daher für die sehr niedrigen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte in den rezenten Ostsee-Fischen verantwortlich sein. Wird dieser Umstand noch mit in Betracht gezogen, kommt durchaus ein Verzehr der untersuchten Fischarten in Betracht. Untersucht wurden u. a. Hering, Makrele, Rotbarsch, Seehecht, Seelachs und Steinbutt. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte liegen zwischen 9,7 ‰ und 19,0 ‰. Es ließen sich weder zwischen dem Fanggebiet und den  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten noch zwischen Fischart und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte Korrelationen feststellen. Aufgrund der großen Schwankung kann anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte keine genauere Aussage darüber getroffen werden, zu welchem Anteil die Fische verzehrt wurden. Der mittlere  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert der Frauen (11,9 ‰) und Männer (11,6 ‰) deutet jedoch darauf hin, dass Fisch regelmäßig verzehrt wurde. Insgesamt kann daraus geschlossen werden, dass marine Nahrungsmittel einen gewissen Anteil der Ernährung bildeten und auch terrestrische Nahrung verzehrt wurde.

Anklam liegt an der Peene. Sie ist ein langsam strömender Fluss, in dem um Anklam herum Plötzen, Blei, Barsche und andere Süßwasserfische leben (Petermann 1971). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass auch die Peene als Fischlieferant diente und Süßwasserfisch verzehrt wurde. Süßwasserfisch weist hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf, gleicht allerdings in seinen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten terrestrischen Lebensmitteln (vgl. auch Abbildung 8, Seite 26). Daher kann es auch durch den Verzehr von Süßwasserfisch zu den für den ausschließlichen Verzehr von Seefisch zu niedrigen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten kommen.

1338 bestätigte König Waldemar III. von Dänemark den Anklamer Kaufleuten das Recht des freien Heringsfangs vor der Halbinsel Schonen. Der Heringsfang hatte große Bedeutung für die Hanse. Um 1400 sollen jährlich einige hunderttausend Tonnen in die hanseschen Städte gelangt sein, 70.000 Tonnen allein nach Lübeck (Abel 1981). Es ist anzunehmen, dass auch in der frühen Neuzeit Hering eine wichtige Einnahmequelle blieb und auch in Anklam selbst verzehrt wurde.

Anklam wurde in den 1530-iger Jahren protestantisch und erhielt 1535 eine neue Kirchenverfassung. Die strengen Fastenvorgaben, die den Verzicht von Fleisch an

den sogenannten „heiligen Tagen“ vorsahen, galten nun für die Bevölkerung nicht mehr. Allerdings ist es sicherlich üblich gewesen – wie auch heute noch in bestimmten Gebieten –, freitags Fisch zu verzehren. Ferner wird Fisch umso teurer, je weiter der Transportweg ist (Abel 1981). Deshalb wird Fisch in Anklam auf dem Markt angeboten worden und für die Bevölkerung bezahlbar gewesen sein.

Der Anteil der marinen Ernährung kann anhand von  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Endpunkten von Individuen mit einer sehr geringen terrestrischen Ernährung (unter 5 %) und einer ausschließlich marinen Nahrung (100 %) berechnet werden. Richards & Hedges (1999) verglichen die stabilen Isotope von mesolithischen menschlichen Individuen aus Schottland, Dänemark, Frankreich und Portugal miteinander. Sie setzen voraus, dass  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte um die -20 ‰ mit dazu gehörenden  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten von 4-10 ‰ eine Ernährung mit terrestrischen Proteinen anzeigen. Eine ausschließlich marine Ernährung ist gekennzeichnet durch  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte um -12 ‰ und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von 10-22 ‰. Inuit, die sich fast ausschließlich von marinem Fisch und marinen Säugern ernähren, weisen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von 17-20 ‰ auf (Schoeninger et al. 1983). Individuen mit einer Mischdiät aus marinen und terrestrischen Komponenten müssen demnach einen Wert zwischen beiden Kohlenstoffwerten einnehmen. Nimmt man die Berechnung nach Mays (1997) als Grundlage und setzt die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte, die ausschließlich auf einem terrestrischen Nahrungsnetz (-21,5 ‰) bzw. marinen Nahrungsnetz (-12,0 ‰) beruhen als Endpunkte, dann ergibt sich für Anklam mit einem Median von -18,8 ‰  $\delta^{13}\text{C}$  ein Anteil von 28 % mariner Ernährung.

Kennedy (1988) untersuchte einige Bestattungen von Red Bay, einer von Basken erbauten Walfangstation an der kanadischen Küste. Diese nutzen sie von ca. 1540 bis 1620. Der Walfang beschäftigte dort nach Kennedy zu jener Zeit bis zu 2.000 Männer. Die von Kennedy ermittelten  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte für diese Bevölkerung betragen -17,2 ‰  $\pm$  0,4. Kennedy nimmt an, dass sich die untersuchten Männer während des Walfangs von den in Labrador vorkommenden Fischen, Vögeln und Säugetieren ernährt haben. Die restliche Zeit, die die Männer in Spanien verbrachten, ernährten sich die Walfänger von landwirtschaftlichen Produkten. Schafe und Rinder waren die Grundlage der Landwirtschaft; es wurde Weizen, Gerste und Hirse angebaut. Ferner wurden Erbsen, Wicken und Rüben verzehrt. Da keine Stickstoffisotope gemessen wurden, konnte der Konsum der Leguminosen nicht nachgewiesen werden. Allerdings deutet der hohe  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Wert auf einen großen Anteil mariner Kost hin.

Diese wird durch Kennedy (1988) durch das Festlegen von Werten für die Endpunkte für das Kohlenstoffisotop der terrestrischen und marinen Pflanzen sowie dem bekannten Unterschied zwischen Konsument und der Pflanze als Primärproduzenten abgeschätzt. Für die Walfänger von Red Bay ergibt sich nach Kennedy (1988) ein Anteil an mariner Nahrung von ca. 54 %.

Anklam unterscheidet sich sowohl von Tasdorf als auch von Brandenburg signifikant durch höhere Werte für das stabile Kohlenstoffisotop. Da es sich bei den beiden anderen Bevölkerungen um binnenländische handelte, wo Fisch zwar erhältlich, jedoch deutlich teurer war als in einer Küstenstadt, bestärkt dieser Umstand die Annahme, dass in Anklam Fisch eine bedeutende Rolle spielte.

Marine Nahrungsmittel weisen erheblich höhere Sr-Werte auf als terrestrische Tiere, weswegen ein hoher Sr-Gehalt im Knochen sowohl in einem hohen Anteil an pflanzlicher Nahrung als auch in dem regelmäßigen Konsum von marinen Nahrungskomponenten begründet sein kann (Burton & Price 1990, Wolfspurger 1992). Der für die untersuchte Anklamer Bevölkerung ermittelte Sr/Ca-Wert (0,51) liegt jedoch unter dem Wert der Tasdorfer (1,02) und Brandenburger (0,62) Bevölkerungen. Dieser Umstand wird jedoch auf den höheren Konsum pflanzlicher Nahrung insbesondere der untersuchten Tasdorfer Menschen zurückgeführt und nicht auf einen geringen Konsum an Meeresfrüchten der Anklamer.

Für vier Individuen wurden deutlich niedrigere und für zwei Menschen etwas höhere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte ermittelt. Zwar können die schweren Sauerstoffisotope intraspezifisch bis zu 5 ‰ variieren (Longinelli 1984), doch handelt es sich bei allen sechs Menschen mit abweichenden Werten ausschließlich um Männer, ein juveniler Mann und fünf adulte. Da es auch keine physiologischen Gründe für diese Abweichungen gibt, muss davon ausgegangen werden, dass es sich um auswärtige Individuen handelt, also um Menschen, die nur kurz vor ihrem Tode in Anklam lebten. Wer könnten dieses „Auswärtigen“ gewesen sein?

Schwedische Truppen wollten 1637 die Besetzung Anklams durch die kaiserlichen Truppen verhindern und schlugen am 13. Juli ein Lager vor der Stadt auf. Vorher zerstörten sie die umgebenden Stadtdörfer und trieben das Vieh weg. Auch die gerade anstehende Ernte wurde durch die Truppen und deren Pferde zerstört. Eine Menge vertriebener und ausgeplündelter Menschen, Bauern aus der Umgebung und

ihre Familien, flüchtete in die Stadt und fanden dort Aufnahme (Hage 1926). Können diese Flüchtlinge die Menschen mit den abweichenden Sauerstoffisotopen darstellen? Dies ist nicht möglich, da sie aus der unmittelbaren Umgebung Anklams stammen. Ihr Trinkwasser wird sich von jedem der Anklamer kaum unterscheiden haben. Die große Abweichung für das schwere Sauerstoffisotop kann sich jedoch nur ergeben, wenn über einen langen Zeitraum anderes Trinkwasser konsumiert wurde.

Da es sich nur um männliche Individuen handelte, die zudem noch im „besten“ Alter waren, also juvenile und adulte Männer, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei Ihnen um Soldaten handelte. Es ist allerdings kaum möglich zuzuordnen, ob sie den schwedischen oder kaiserlichen Truppen angehörten. Der Kaiser beschäftigte eine hohe Anzahl an Söldnern. Zu Beginn des Krieges bestand die schwedische Armee im Gegensatz dazu zur Hälfte aus schwedischen Soldaten (Michas 1998b). Von den 81.800 Männern, die 1630/1631 in Vorpommern einmarschierten, waren 46.200 aus Schweden sowie 25.000 Schotten und Deutsche. Die übrigen 10.600 Mann waren neugeworbene Regimenter, also Söldner. Es können durchaus auch Finnen Teil der schwedischen Truppen gewesen sein (pers. Mitteilung Hogberg). Allerdings nahm der schwedische König auch immer mehr fremde Soldaten in sein Heer auf, so dass auch er zum Ende des Krieges ein Söldnerheer befehligte (Michas 1998b). Als nach dem Abschluss des Westfälischen Friedens 1648 die Truppen aufgelöst werden mussten, waren 100.000 Mann der schwedischen Truppen in Vorpommern, ein Großteil davon waren Deutsche.

Aufgrund dieser Durchmischung der Truppen kann - selbst wenn die Sauerstoffisotopenwerte bestimmten Ländern entsprechen - nicht eindeutig zugeordnet werden, zu welcher Armee das jeweilige Individuum gehörte.

Indes weisen drei der vier Individuen, die geringere Sauerstoffwerte haben als die restliche Bevölkerung, mit einem Median von  $-20,0\text{‰}$  auch deutlich niedrigere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auf. Für diese Individuen kann auf eine Ernährung mit größeren terrestrischen Anteilen als für die übrige Bevölkerung gefolgert werden. Vergleicht man diesen Wert mit einer schwedischen Bevölkerung aus dem 17. Jahrhundert aus Leksand, einem Ort im Inneren Schwedens, so kann für diese mit einem  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert von  $-20,69\text{‰} \pm 0,33$  (Lidén & Nelson 1994) eine marine Ernährung fast ausgeschlossen werden. Dieser Wert ähnelt sehr dem der auswärtigen Anklamer Individuen. Lidén & Nelson (1994) errechnen für die Leksander Bevölkerung einen

Anteil von 5 % mariner Kost an der gesamten Nahrung. Osloer Bewohner aus dem 17. Jahrhundert weisen mit  $-18,6\text{‰}$  (Johansen et al. 1986) höhere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte als die o. g. Schweden auf und gleichen mehr den Anklamern. Der höhere Anteil an Seefisch an der Ernährung kann durch die Küstenlage Oslos erklärt werden. Für eine mittelalterliche binnenländische norwegische Bevölkerung konnte auch kein nennenswerter Fischverzehr nachgewiesen werden ( $-20,6\text{‰} \pm 0,3 \delta^{13}\text{C}$ ) (Johansen et al. 1986). Natürlich kann aufgrund der geringen Datenlage weiterhin nicht auf die Herkunft der drei Männer geschlossen werden. Endgültige Auskunft hierüber könnte sicherlich eine Untersuchung der stabilen Strontiumisotope liefern, bei der durch einen Vergleich der gemessenen Werte mit relativ spezifischen Referenzwerten die Herkunft sehr gut eingeschätzt werden kann.

Nicht unterschätzt werden darf der Umstand, dass Krieg auch sehr viele Geschäftemacher und Kriegsgewinnler anzog. Der Friedhof wurde nur im Jahre 1638 genutzt. In diesem Jahr wütete die Pest in Anklam, so dass die Menschen, die auf dem Friedhof liegen auch daran verstorben sein können und nicht unbedingt an den Folgen der Besetzung und des Dreißigjährigen Krieges.

Dafür spricht die Sterbealtersverteilung. 52 % der auf dem Friedhof geborgenen Individuen waren bis zu einem Alter von 20 Jahren verstorben. Darunter sind 13 % juvenile Individuen. Dieser Anteil ist im Vergleich zu der frühneuzeitlichen Bevölkerung aus Tasdorf (3 % Juvenile) stark erhöht. Die Jugendlichen zeigen in der Regel das geringste Risiko zu versterben. Eine erhöhte Sterblichkeit der Kinder, Jugendlichen und jungen Erwachsenen deutet auf in regelmäßigen Abständen wiederkehrende Infektionskrankheiten und Seuchen hin, an denen vor allem die in der Zwischenzeit geborenen, nicht immunen Individuen verstarben (Herrmann et al. 1990). Die letzte Pest trat in Anklam im Jahre 1605 auf, 33 später die nächste, an der wohl ein Großteil der Menschen gestorben ist, die auf dem Anklamer Pferdemarkt bestattet wurden.

36 % der auf dem Anklamer Pferdemarkt Geborgenen verstarb zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr, 11 % zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr. Ungewöhnlich ist, dass keine senilen, also über sechzigjährigen Individuen vorgefunden wurden. Eventuell wurden methodenbedingt bei der Altersbestimmung durch die Pathologin die Menschen zu jung eingeschätzt.

Frauen und Männer in Anklam ernährten sich proteinreich. Sowohl für  $\delta^{15}\text{N}$  (11,9 ‰) als auch für den Zinkgehalt (303 ppm) verzeichnen Frauen etwas höhere Werte als Männer (11,6 ‰  $\delta^{15}\text{N}$  und 268 ppm Zn). Das deutet auf einen möglicherweise vermehrten Proteinkonsum durch tierische Nahrungsmittel der Frauen im Vergleich zu den Männern hin. Allerdings muss hierbei bedacht werden, dass von den 10 untersuchten Männern möglicherweise 5 mindestens aber 3 sehr wahrscheinlich nicht aus der Stadt stammen und so das Bild verfälschen können. Wenn jedoch die drei Individuen mit den eindeutig abweichenden  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten nicht mit in die Berechnung des  $\delta^{15}\text{N}$ -Medians einbezogen werden, ergibt sich weiterhin ein Median von 11,6 ‰. Die Frauen scheinen sich demnach tatsächlich proteinreicher ernährt zu haben als die Männer.

### 5.6.1 Die Schadstoffbelastung im frühneuzeitlichen Anklam

Der Anklamer Boden weist mit 6,5 ppm im Vergleich zu Tasdorf und Brandenburg sehr hohe Arsenwerte auf. Diese reichen an die mittleren Werte heran, die in rezenten Böden gemessen werden. Eine mögliche Erklärung für den sehr hohen Anklamer Wert ist, dass Anklam an der einen Seite von der Peene umgeben ist. Durch Verwitterung können die im Sediment enthaltenen Arsenverbindungen freigegeben werden. Über Auswaschung und Regen gelangt das Arsen dann in die Flüsse und findet sich daher in Ufernähe und im Schlick oft in erhöhten Konzentrationen. Allerdings müssen aufgrund des hohen Arsenniveaus im Boden die in den Knochen ermittelten As-Werte mit Vorsicht betrachtet werden. So weisen die Anklamer Kinder mit 3,6 ppm den höchsten As-Wert auf, der überhaupt in den Knochen gemessen wurde. Von einer Kontamination muss daher ausgegangen werden. Die bei den Erwachsenen ermittelten Werte sind deutlich niedriger als die des Bodens. Männer weisen einen etwas höheren Wert als die Frauen auf, was sich durch den Kontakt zu Arsen bei der Metallverarbeitung bzw. dem Herstellen von Keramik ergeben könnte. Arsen wird bei der Herstellung von Glas und Keramik verwendet und fällt als Nebenprodukt bei der Gewinnung von Kupfer, Blei und Gold an. In Anklam waren Goldschmiede und Kannengießer beschäftigt, die eventuell über ihren Beruf mit Arsen in Kontakt gekommen sein könnten.

Der Anklamer Boden zeigt ebenfalls den höchsten im Boden gemessenen Cadmiumwert (0,32 ppm) der drei untersuchten Orte. Alle drei Werte liegen innerhalb der

Grenzen, die auch für den Cd-Gehalt rezenter Böden angesetzt werden (0,01 – 1 ppm). Laut der Klärschlammverordnung Abf.KlärV (1997) gelten als tolerierbarer Maximalwert 1,5 ppm. Als besonders belastet werden Böden angesehen, die 20 ppm Cadmium enthalten (Kloke 1986). Auffällig ist der im Vergleich zu den beiden Bevölkerungen aus der Mark Brandenburg sehr niedrige Cadmiumgehalt der Anklamer Skelette (0,06 ppm). Bis auf die omnivoren Tiere weisen alle Anklamer Untergruppen niedrigere Werte als die beiden anderen Bevölkerungen auf. Die Anklamer Frauen zeigen höhere Werte als die Anklamer Männer, bei denen jedoch oft Cadmium nicht nachgewiesen werden konnte. Die Kinder aus Anklam unterscheiden sich deutlich von den anderen beiden Bevölkerungen. Bei ihnen ist daher von einer ausreichenden Versorgung mit Eisen auszugehen, da bei Eisenmangel – wie bereits erwähnt - der Cadmiumgehalt im Körper sehr ansteigen kann. Weil die Anklamer Kinder lange gestillt wurden (vgl. Kapitel 5.6.2 Das Abstillen der Kinder in Anklam) kann von einer ausreichenden Versorgung mit Eisen ausgegangen werden. Daher wird vermutet, dass infolge dessen bei ihnen der Cadmiumgehalt niedrig ist. Der Eisengehalt in den Knochen der Anklamer ist gegenüber den anderen beiden untersuchten Populationen erhöht und eine Kontamination mit diesem Element aus dem Grundwasser sehr wahrscheinlich. Für die Aussagekraft in Bezug auf das Cadmium hat jedoch der Eisenwert im kompakten Knochen keine Aussagekraft, da hierbei das im Hämoglobin gebundene Eisen betrachtet wird.

Anklamer Erwachsene weisen mit 18,8 ppm Blei einen niedrigeren Gehalt auf als die anderen beiden Bevölkerungen. Auffällig ist, dass im Gegensatz zu Tasdorf und Brandenburg, Anklamer Frauen sehr viel höhere Bleigehalte zeigen als die Männer (20,8 ppm zu 8,3 ppm). Dieser Umstand kann zufallsbedingt durch die geringe Stichprobengröße begründet sein.

#### 5.6.2 Das Abstillen der Kinder in Anklam

Anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte lässt sich für die untersuchten Anklamer Kinder feststellen, dass sie erst mit drei Jahren vollständig entwöhnt waren. Zwei 0- bis 1-jährige Kinder zeigen nur etwas höhere Werte als die Frauen. Dies sind Kinder, bei denen die Stickstoffisotope vermutlich noch nicht in den Knochen eingebaut waren. Die höchsten Werte, die mehr als 2 % über dem Median der adulten bzw. aller Frauen liegen, haben die 1- bis 2-Jährigen, die 2- bis 3-Jährigen weisen geringere Werte auf.

Deshalb ist es wahrscheinlich, dass die 1- bis 2-Jährigen noch ausschließlich gestillt wurden und erst dann mit dem Zufüttern von anderer Kost begonnen wurde. Nach Dieterich (2001) wurden in anderen Gebieten des Reiches oft Mädchen vernachlässigt und schlechter ernährt als die männlichen Geschwister. Mädchen und Jungen scheinen in der untersuchten Anklamer Bevölkerung nicht unterschiedlich lange gestillt worden zu sein. Indessen kann weder darüber eine endgültige Aussage getroffen werden noch ob Mädchen früher und mehr im Säuglingsalter verstarben als Jungen, da das Geschlecht der meisten Anklamer Kinder methodenbedingt nicht sicher bestimmt werden konnte.

Die älteren Kinder in Anklam (4- bis 6-Jährige) zeigen nicht den Abfall der Stickstoffisotopien unter die Werte der stillenden Frauen. Anzunehmen ist daher, dass auch wenn ein jüngeres Geschwisterkind auf die Welt kam, die Ressourcen trotzdem ausreichend vorhanden waren, um auch ältere Kinder zu versorgen. Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Daten bestätigen diese Ergebnisse. Es sind allerdings bei einem 2- bis 3-jährigen Mädchen sowie bei einem 3- bis 4-jährigen Jungen deutlich geringere Kohlenstoffwerte ermittelt worden, die auf vegetabilere Kost als die der Frauen hindeuten.

Die Ergebnisse aller drei untersuchten schweren Isotope sprechen für eine ausschließliche Ernährung durch Muttermilch bis zu einem Alter von ein bis zwei Jahren. Dies wird durch die Spurenelemente nicht bestätigt. Der Sr/Ca-Quotient der Nahrung beginnt bereits ab einem Alter von sechs Monaten zu steigen, ein Zeichen, dass die Kinder bereits mit pflanzlicher Nahrung, wie z. B. Getreide- oder Gemüsebreie gefüttert wurden. In diesem Zeitraum sinkt auch der Zinkwert stark, der bei einer ausschließlichen Ernährung mit Muttermilch auf einem hohen Niveau verbleiben müsste. Schon 1- bis 2-jährige Kinder weisen den Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>-Quotient der erwachsenen Frauen auf. Dabei muss allerdings mit berücksichtigt werden, dass der Sr/Ca<sub>Nahrung</sub>-Quotient der Anklamer Frauen bei 1,56 liegt. Im Vergleich zu dem durchschnittlichen Wert der Tasdorfer (2,97) und Brandenburger (2,32) Frauen ist jener sehr viel niedriger und deutet auf geringere Anteile pflanzlicher Nahrung der Anklamer Frauen hin. Gleichzeitig heißt dies, dass auch die Anklamer Kinder, die den Sr/Ca-Quotienten der Frauen erreichten, zwar Gemüse und Getreide zu sich nahmen, doch war dieser Anteil kleiner als bei den Kindern der beiden Bevölkerungen aus der Mark Brandenburg.

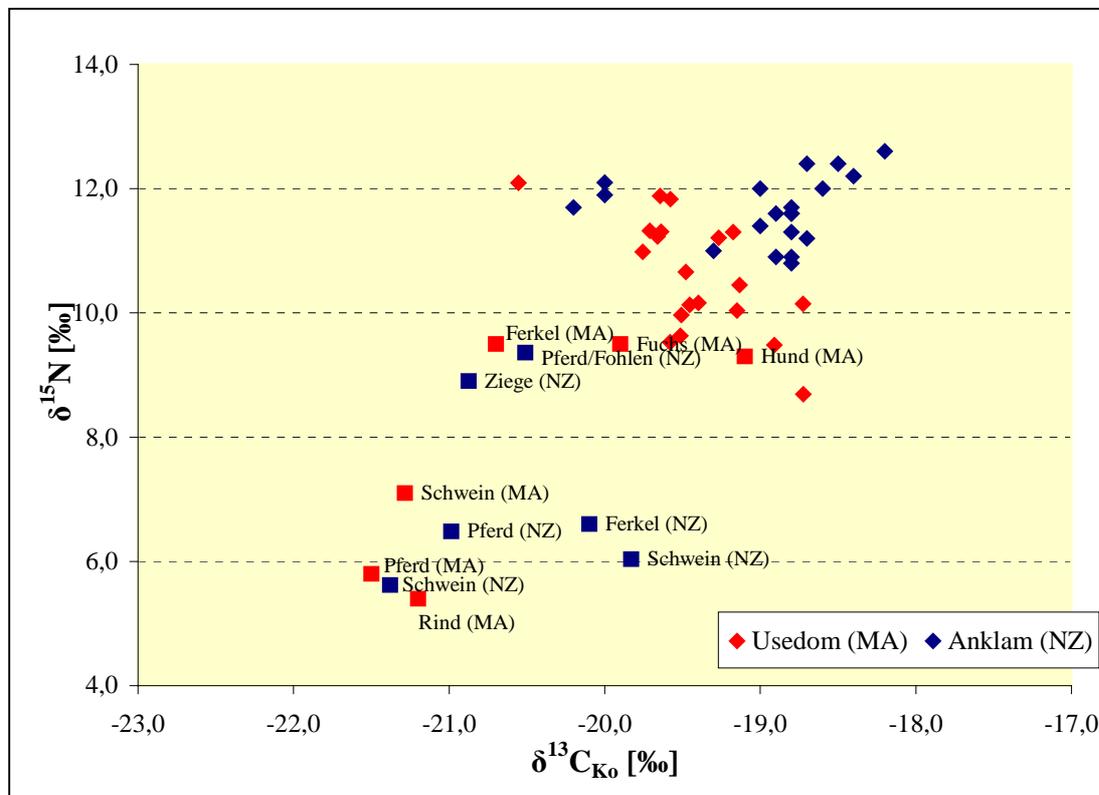
Auch im mittelalterlichen Usedom wurde bis zum dritten Lebensjahr gestillt (Schäuble 2005). Es ist daher keine Verringerung der Stilldauer in der frühen Neuzeit zu beobachten, wie sie von vielen Autoren beschrieben wird. Später, nämlich um 1850, empfahlen die meisten damaligen Autoritäten, dass die Kinder mit elf Monaten abgestillt sein sollten (Mohrbacher & Stock 2000). Eventuell hängt das längere Stillen in Anklam damit zusammen, dass die Stadt 1637 besetzt war und den Eltern keine anderen Ressourcen für die Kinder zur Verfügung standen. Dagegen spricht allerdings die gute und proteinreiche Ernährung der Eltern selbst sowie jene der älteren Geschwister. Diesen stand im Vergleich zu den 4- bis 6-jährigen Kindern aus Tasdorf und Brandenburg genauso proteinreiche Ernährung wie ihren Eltern zur Verfügung, während die 4- bis 6-Jährigen der beiden Bevölkerungen aus der Mark Brandenburg deutlich weniger Protein zu sich nahmen als die jeweiligen Frauen. Wäre 1638 in Anklam nicht genug Nahrung zur Ernährung der Kinder vorhanden gewesen, hätten vor allem die älteren Kinder der Altersklasse Infans I unter dem Nahrungsmangel leiden müssen. In diesem Fall wären niedrigere Stickstoff- und Kohlenstoffwerte ermittelt worden. Des Weiteren ist in Betracht zu ziehen, dass Mütter, die Hunger leiden, physisch nicht in der Lage wären zu stillen (Bluhm 1912) und demnach keine so lange Stilldauer für Anklam ermittelt worden wäre.

Trotz des langen Stillens liegt der Anteil gestorbener Kinder bis zum 12. Lebensjahr - ähnlich wie in Tasdorf - bei annähernd 40 % (20,1 % Infans I, 19,3 % Infans II). Dies sind auch noch für die frühe Neuzeit jedoch relativ übliche Zahlen (Arnold 1980, Hühne-Osterloh 1989). Neumann (1999) ermittelte für eine hoch- bis spätmittelalterliche Bevölkerung aus Treskow (Brandenburg) eine Kindersterblichkeit von 37,8 %.

### 5.6.3 Vergleich der Ernährungsbedingungen der frühneuzeitlichen Bevölkerung Anklangs mit einer mittelalterlichen Population aus Usedom

Die folgende Abbildung 104 veranschaulicht die stabilen Isotope aus dem Kollagen der mittelalterlichen Usedomer im Vergleich zu der frühneuzeitlichen Ankramer Serie. Die Daten der Usedomer Individuen wurden der Dissertation von Schäuble (2005) entnommen und der besseren Vergleichbarkeit wegen graphisch dargestellt. Deutlich wird, dass die Menschen in der frühen Neuzeit höhere Kohlenstoffisotopenwerte aufweisen als im Mittelalter. Die höheren  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_o}$ -Werte sind gekoppelt mit

etwas höheren Stickstoffwerten. Anhand der Kombination dieser Werte kann daraus geschlossen werden, dass sich die Anklamer teilweise von Seefisch ernährten. Der Anteil von Fisch an der Usedomer Ernährung wurde durch Schäuble (2005) rechnerisch auf 22 % ermittelt.



**Abbildung 104:** Vergleich der stabilen Isotope der erwachsenen Menschen und Tiere des *frühneuzeitlichen Anklam* (1638) (Menschen: blaue Rauten, N=20, Tiere: blaue Quadrate, N=6) mit den Werten für das *mittelalterliche Usedom* (12. bis 13. Jahrhundert) (Menschen: rote Rauten, N=20, Tiere: rote Quadrate, N=6). Die Daten für das mittelalterliche Usedom stammen aus der Dissertation von Schäuble (2005).

Berechnet man nach der Methode von Mays (1997) den Anteil der marinen Ernährung der Anklamer Bevölkerung, die für  $\delta^{13}\text{C}$  einen Median von -18,8 ‰ aufweist, so ergibt sich ein Anteil von ca. 28 ‰. Dieser Wert ist höher als der von Schäuble (2005) ermittelte. Auf den ersten Blick erstaunt der höhere Verbrauch von Fisch in der frühen Neuzeit, da die katholischen Fastentage nach der Reformation nicht mehr eingehalten wurden. Die Fastenzeit war für viele Menschen der Anlass, Fisch zu konsumieren. Jedoch kann auch Süßwasserfisch aus der Peene als Ersatz für Fleisch gedient haben.

Auch in der frühen Neuzeit war der Verzehr von Seefisch eventuell noch höher als errechnet. Sicherlich wurde auch von der untersuchten Anklamer Bevölkerung Süßwasserfisch aus der an Anklam vorbeifließenden Peene geangelt. Süßwasserfisch

weist ähnlich hohe Stickstoffwerte auf wie Seefisch, aber  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte, die eher terrestrischen Pflanzen ähneln (Pate 1997, Schwarcz 1991). Eventuell gleichen sich die Kohlenstoffwerte aus (niedrigere Werte bei Süßwasserfisch, höhere bei Seefisch), so dass aus den  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werten nicht der genaue Wert für den Konsum von Fisch aus Salzwasser errechnet werden kann.

Interessant ist, dass in beiden Populationen „Ausreißer“ beobachtet wurden. Bei den drei frühneuzeitlichen Individuen handelt es sich definitiv nicht um Messfehler, da diese auch von den übrigen Individuen abweichende Sauerstoffwerte aufweisen. Möglicherweise handelte es sich um Auswärtige.

Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Schweine unterscheiden sich nur wenig voneinander. Zu beiden Zeiten wurden Schweine eher herbivor z. B. durch die Eichelmast ernährt. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da sich die Stallhaltung der Tiere nur langsam durchsetzte und erst im 18. Jahrhundert nach und nach vollzogen wurde. Das frühneuzeitliche Pferd weist einen etwas höheren  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert auf als das aus dem Mittelalter. Eventuell liegt das an der Düngung der Felder, auf dem der Hafer für die Pferde wuchs. Da es sich aus jeder Zeitstellung um nur ein Tier handelt, könnte möglicherweise eine größere Untersuchung mit mehr Tierproben diesen Umstand näher erhellen.

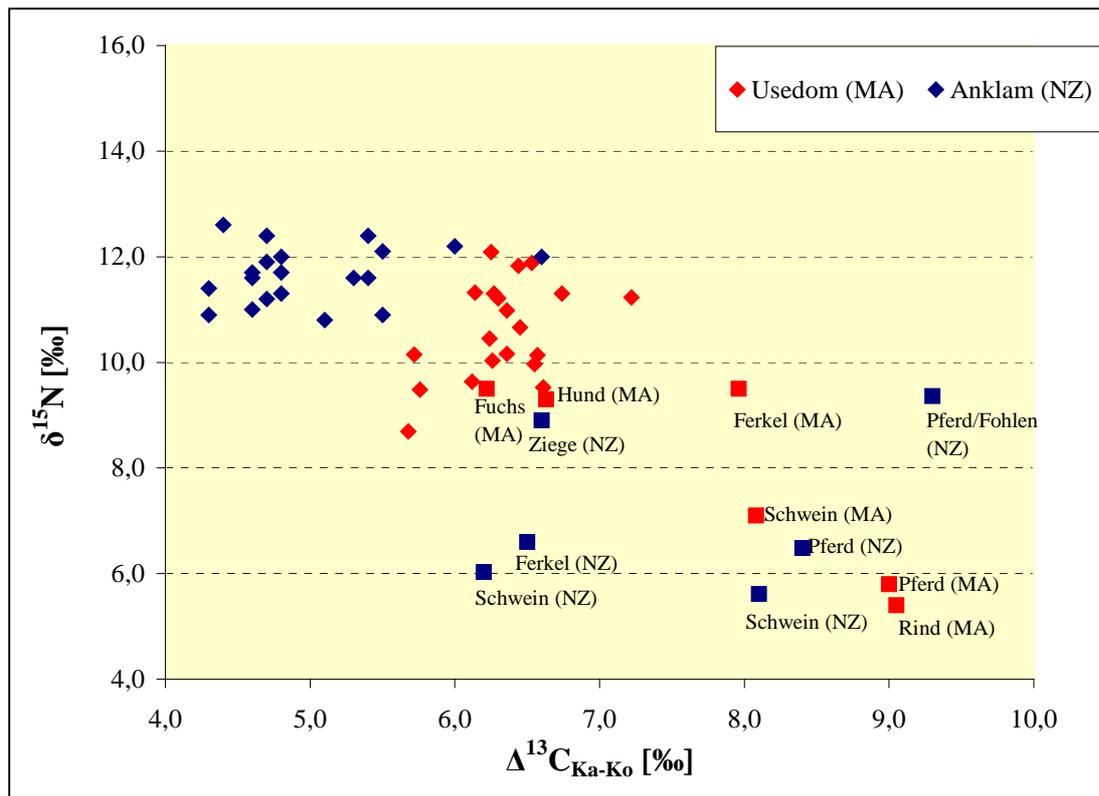


Abbildung 105: Vergleich der  $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werte der erwachsenen Menschen und Tiere des frühneuzeitlichen Anklam (1638) (Menschen: blaue Rauten, N=20, Tiere: blaue Quadrate, N=6) mit den Werten für das mittelalterliche Usedom (12. bis 13. Jahrhundert) (Menschen: rote Rauten, N=20, Tiere: rote Quadrate, N=6). Die Daten für das mittelalterliche Usedom stammen aus der Dissertation von Schäuble (2005).

Abbildung 105 verdeutlicht, dass die frühneuzeitlichen Individuen sich mehr von tierischem Fett ernährten als die mittelalterlichen. Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus dem Kollagen (vgl. Abbildung 104) zeigt sich nur eine sehr geringe Überlappungszone. Da der  $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Wert im Gegensatz zu den Daten aus dem Kollagen vor allem den Anteil des konsumierten tierischen Fetts reproduziert, wird klar, dass die Anklamer sehr viel fettreichere Nahrung verzehrten als die Usedomer. In Anbetracht dessen, dass Fisch oft sehr fettreich ist, überrascht dieses Ergebnis nicht.

Auch die Daten der frühneuzeitlich und mittelalterlich eingeordneten Tierknochen unterscheiden sich in ihren  $\Delta^{13}C_{Ka-Ko}$ -Werten. Vergleichsdaten karnivorer Tiere aus der frühen Neuzeit lagen nicht vor. Der mittelalterliche Fuchs und der Hund zeigen Werte, die im Bereich der Usedomer Menschen liegen und bestätigen die eher omnivore Ernährung dieser als karnivor eingeordneten Tiere. Auch moderne Füchse haben eine omnivore Ernährungsweise. Im Sommer und Herbst machen Beeren, Früchte und Gras einen großen Anteil ihrer Nahrung aus. Ihre  $\delta^{15}N$ -Werte sind im Vergleich zu Karnivoren wie z. B. Wölfen deutlich niedriger (Fizet et al. 1995).

Insgesamt lässt der Vergleich der mittelalterlichen Bevölkerung Usedom mit der des frühneuzeitlichen Anklams den Schluss einer proteinreicheren Ernährung im Mittelalter nicht zu. Ferner ist der Konsum von Seefisch bei den Anklamern ausgeprägter als bei den Usedomern.

## 5.7 Gesamtdiskussion

Eine der grundlegenden Fragen, die in dieser Dissertation bearbeitet werden sollten, war die Entwicklung der Ernährungssituation vom Mittelalter zur frühen Neuzeit. Wie schon eingangs beschrieben, gilt das Mittelalter als das Zeitalter des hohen Fleischkonsums, während die frühe Neuzeit und vor allem das 16. Jahrhundert als das Zeitalter des Getreides angesehen wurden (Abel 1981). Im ausgehenden Mittelalter nimmt die Bevölkerung ab, eventuell durch die Hungersnöte in den Jahren 1315/1317 bzw. die immer wieder auftretenden Pestwellen. Es herrschte eine hohe Nachfrage an Arbeitskräften. Die Löhne stiegen nominal und real. Da das Bestellen von Land im Mittelalter arbeitsintensiv war, wurde im Mittelalter, wo genügend Land vorhanden war, mehr Viehhaltung betrieben. Die Viehhaltung nahm im Verhältnis zum Ackerbau zu. Die Preise für Agrarprodukte fielen, am stärksten für Getreide. Daraus folgte die recht üppige Ernährung im späten Mittelalter und in der frühen nachmittelalterlichen Zeit (Wurm 1984). Für das späte Mittelalter wurde angenommen, dass ca. 650 g Fleisch pro Kopf und Tag verzehrt wurden (vgl. dazu die Werte für die frühe Neuzeit von ca. 40 g Fleisch pro Tag und heute von 162 g pro Tag ohne Knochen, Sehnen und Abschmittfette (BMVEL 2002)). Zudem spricht die hohe Anzahl von Fleischern in den Städten für einen hohen Fleischverbrauch im Mittelalter (Abel 1981). Wie sich der Fleischkonsum z. B. für Gesellen gestaltete, beschreibt eine Handwerkerordnung von 1492: Mittags und abends musste ein Mahl mit vier Gängen gereicht werden, an Fleischtagen sollte es Suppe, zwei Fleischgerichte und ein Gemüsegericht enthalten. An Freitagen oder anderen fleischlosen Tagen umfasste es Suppe, frischen oder gesalzenen Fisch und zwei Gemüsegerichte (Braudel 1973). Nach Braudel begann der Fleischkonsum zu Beginn des 16. Jahrhunderts zu sinken, und für das 18. Jahrhundert beschreibt er die Nahrung der meisten Menschen als fast ausschließlich pflanzlich. Dies kann für die vorliegenden Bevölkerungen nicht bestätigt werden. Diese stammen aus dem 16. bis zum 19. Jahrhundert und weisen eine sehr proteinreiche Ernährung auf.

In der frühen Neuzeit führte der Dreißigjährige Krieg (1618 - 1648) zu unglaublichen Bevölkerungsverlusten in der Mark Brandenburg: So wurde für die Kreise Beeskow und Havelland ein Bevölkerungsrückgang von 50 % errechnet, für die Prignitz, Ruppin und den Barnim sogar 60 %. Während des Krieges hungerte die Bevölkerung und in zahlreichen Berichten wurde der Verzehr von Haustieren wie z. B. Katzen erwähnt (Michas 1998a). Die Kriege in der frühen Neuzeit brachten daher insgesamt eine drastische Minderung des Fleischangebots mit sich. Die Rinder hungerten, da die vorhandenen Futterflächen für die Anzahl der Tiere nicht ausreichten. Futterflächen waren reduziert worden, da auf allen geeigneten Flächen Getreide angebaut wurde. Im Dreißigjährigen Krieg kam für viele Regionen, z. B. für Bayern, hinzu, dass plündernde Truppen die Rinderbestände fast vollständig vernichteten (Huber 1988). Sicherlich wurden auch in der Mark Brandenburg Viehbestände durch die Kriegshandlungen dezimiert. Trotzdem scheinen sich diese in den Jahrzehnten nach dem Krieg erholt zu haben, denn die durch diese Arbeit gewonnenen Daten lassen für die Mark Brandenburg den Schluss zu, dass - durch die geringe Anzahl der Einwohner - hier auch in der frühen Neuzeit Viehhaltung immer noch stark betrieben wurde.

Adam Smith (1723 - 1790) setzte zwei Stufen der Ernährung an. Wenn viel Land zur Verfügung steht, wird die Viehhaltung, die weite Flächen benötigt, bevorzugt und Fleisch ist die Hauptkomponente der Ernährung. Bei großem Bevölkerungswachstum steht weniger Fläche zur Verfügung, die Weidewirtschaft weicht dem flächenintensiven Getreideanbau (Abel 1981). Da Platz im übrigen Deutschland durch die starke Zunahme der Bevölkerung meist fehlte, wurde weniger Viehhaltung und mehr Ackerbau betrieben. Der Getreideanbau war dann auch gewinnbringender. Diese Entwicklung wurde auch in umgekehrter Richtung beobachtet. So z. B. in den Jahren 1634-1635 im belagerten Augsburg. Innerhalb weniger Monate gab es Tausende von Hungertoten in der Stadt. Der zuvor sehr hohe Brotpreis sank daraufhin stark ab, denn die kleinere Bevölkerung konnte nun leichter versorgt werden (Roeck 1987). Die Brotpreise hingen ferner vom Ausfall der Ernte, dem Ausmahlungsgrad des Korns, der Backausbeute des Bäckers und an einigen Orten auch von der Brotpreissteuer (der Brotsteuer) ab (Abel 1981). Zu keiner Zeit konnte ganz auf die Viehhaltung verzichtet werden, da der Mist des Viehs zum Düngen benötigt wurde (Huber 1988). Die dritte Stufe der Ernährung hat Adam Smith nicht mehr erlebt: Die Veredelungs-

wirtschaft. Das Getreide dient hier nicht mehr direkt der Ernährung, sondern wird mit anderen Früchten an das Vieh verfüttert. Der Fleischverbrauch nimmt zu, die Verzehr vegetabiler Nahrungsmittel geht zurück.

Bis zum 18. Jahrhundert gab es bei der Tierhaltung gegenüber dem Mittelalter keine Veränderungen. Dann begann die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Landwirtschaft durch die Ökonomen. Grundsätzlich war das gravierendste Problem der Tierhaltung bis zum 19. Jahrhundert der Futtermangel. Vor allem in den Wintermonaten war die Ernährung oft unzureichend. Es kam vor, dass ganze Herden verhungerten. Die einzelnen Tierarten waren in unterschiedlichem Ausmaß betroffen, ganz besonders litten die Rinder (vgl. Abel 1962). Um 1800 begann die schrittweise Umstellung von der Weidehaltung zur ganzjährigen Stallfütterung von Rindern, Schafen und Schweinen. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts stieg der Konsum von Schweinefleisch so an, dass die Schweine als bedeutendste Fleischquelle der Menschen anzusehen waren (Krzymowski 1961). Das Körpergewicht gemästeter Schweine der frühen Neuzeit wird mit etwa 100 bis 200 kg angegeben (Abel 1962). Heute können je nach Rasse Schweine zwischen 180 und 250 kg wiegen, wobei Eber gewichte von bis zu 350 kg erreichen können.

In der frühen Neuzeit gewann die Haltung von Pferden als Zug-, Reit-, und Ackertier im landwirtschaftlichen Bereich an Bedeutung und Umfang (Abel 1962). Sie wurden vor allem für den Transport – auch außerhalb des landwirtschaftlichen Zusammenhangs – genutzt (Henning 1978).

Bereits im 16. Jahrhundert begann die Intensivierung des Ackerbaus. Neben der Dreifelderwirtschaft wurde auch die Zwei- und Mehrfelderwirtschaft genutzt, um die Getreideerträge zu erhöhen. Die entscheidende Reform begann allerdings erst im 18. Jahrhundert mit dem Anbau von Feldfrüchten wie z. B. Klee, Rüben und Kartoffeln. Daraufhin war die Versorgung der Tiere auch im Winter gewährleistet (Schulze 1995). Mit den steigenden Erträgen konnte auch die Zahl der gehaltenen Tiere steigen.

In allen drei Bevölkerungen weisen die Tiere z. T. von den Menschen abweichende Sauerstoffisotopenwerte auf. Es darf nicht vergessen werden, dass Rinder nicht nur

in der Umgebung „gezüchtet“<sup>31</sup> und geschlachtet, sondern oft auch auf großen Viehmärkten erworben wurden. Daher kann nicht immer davon ausgegangen werden, dass die Tiere aus der Gegend stammten.

Die dörfliche Gemeinschaft von Tasdorf zeigt eine proteinärmere Ernährung (11,4 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ) als die beiden städtischen Bevölkerungen Brandenburgs (12,3 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ) und Anklams (12,0 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ ). Kupfer wird als Anzeiger für karnivore Ernährung bzw. für Nahrung animalischen Ursprungs genutzt. Allerdings sind in Tasdorf und Brandenburg die Kupferwerte bei den Herbivoren höher als bei den Omnivoren und diese höher als bei den Karnivoren. Von allen drei Bevölkerungen weisen die Tasdorfer mit einem Median von 18,1 ppm die niedrigsten Kupfergehalte auf. Die Brandenburger haben mit 26,8 ppm einen höheren Kupfergehalt. Dies bestätigt die aus den Kollagenen gewonnenen Daten, die für die Brandenburger einen höheren Fleischkonsum ergeben als für die Tasdorfer.

Insgesamt betrachtet waren die Lebensumstände in den Städten waren – sofern keine Epidemien auftraten – weitaus günstiger als auf dem Land.

Dennoch ist die Ernährungslage für die frühe Neuzeit, für die im Allgemeinen eine Verschlechterung der Nahrungssituation angenommen wird (Montanari 1993, Abel 1981), erstaunlich gut. Das eingangs beschriebene Szenario von der fleischreichen Ernährung im Mittelalter und der fast vegetarischen in der frühen Neuzeit kann anhand der für diese Arbeit gewonnenen Daten nicht bestätigt werden.

Vielmehr ergibt sich für alle drei untersuchten Bevölkerungen eine omnivore Ernährung. Der Vergleich der Individuen der drei untersuchten Populationen zeigt, dass die Menschen in Brandenburg/Havel die fleischreichste Kost zu sich genommen haben, also mehr Anteile an Fleisch verzehrt haben als die Tasdorfer. Ferner ist davon auszugehen, dass die Anklamer deutlich mehr Fisch konsumierten als die beiden binnenländischen Bevölkerungen. Fisch war im Mittelalter reichlich vorhanden. Es gab teure (frische) Fische wie z. B. Lachs, Hecht, Forelle und Barsch

---

<sup>31</sup> Es handelt sich nicht um eine Züchtung im engeren Sinne. Erst Ende des 18. Jahrhunderts begann man, für die Zucht die Tiere auszusuchen, welche über Eigenschaften verfügten, die auch die Nachkommen aufweisen sollten. Vorher überließ man es mehr dem Zufall, welche Tiere sich miteinander verpaarten (Huber 1988).

und etwas billigere wie z. B. Bachfische und eingelegte Fische. Der Preis für ein Pfund Karpfen entsprach etwa dem Preis von zwei Pfund Fleisch oder sechs Pfund Roggen. Damit ist der Fisch teuer, da man den Preis im Verhältnis zu seinem Nährwert setzen muss: Der Nährwert eines Pfunds Fisch ist sehr viel niedriger als der von sechs Pfund Roggen. 100 g Karpfen enthalten etwa 348 kJ, 100 g Fleisch 1.214 kJ und 100 g Brotgetreide (in Form von Brot oder Grützen) 1.047 kJ (Abel 1981) Für die gleiche Summe Geldes konnte ein siebenfaches an Proteinwerten in Fleisch oder ein 24facher Wert in Brotgetreide erworben werden. Fisch war demnach nicht nur ein Lebensmittel, sondern auch ein „Statussymbol“, da nur wohlhabende Menschen ihn regelmäßig verzehrten. Allerdings wird er in Anklam durch die Nähe zum Meer preisgünstiger gewesen sein, so dass er einem größeren Bevölkerungsanteil zur Verfügung stand. Die eingangs gestellte Frage, ob in Anklam Fisch einen großen Anteil der Ernährung ausmachte, kann bejaht werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit war die Lebenssituation der kleinen Kinder (Altersklasse Infans I). Im traditionellen Europa der frühen Neuzeit war die Kindersterblichkeit hoch. Sterblichkeitsraten von Kinder zwischen 20-50 % auf einer langjährigen Basis und nicht nur zu Zeiten von Epidemien waren üblich (Shorter 1986, Schultz 1982).

Viele Mütter stillten ihre Kinder nicht, sondern fütterten sie mit Breien aus Wasser bzw. Tiermilch und Mehl. Zum Teil wurde diesen Breien Zucker zugesetzt, um sie schmackhafter zu machen. Da die hygienischen Verhältnisse oft sehr schlecht waren und gerade das Wasser aus diesen Gründen von den Erwachsenen meist nicht getrunken wurde (sondern Bier oder Wein), erkrankten und starben viele Kinder an Darmentzündungen. Es wird angenommen, dass dies die häufigste Todesursache von Kleinkindern war (Shorter 1986). Auch das Wickeln, bei welchem das Kind für die ersten sechs Monate von Kopf bis Fuß in einen Leinenbandage eingebunden war, war eine Quelle von Krankheiten. So litten die meisten Kinder an Hautinfektionen, wenn die unteren Leinenbandagen zu selten gewechselt wurden. Da das Ein- und Auswickeln ein sehr zeitaufwendiges Verfahren war, traten Infektionen häufig auf.

Trotzdem die Kinder in Tasdorf anscheinend länger gestillt wurden und demnach auch höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufweisen, waren doch die Kinder der Stadt Brandenburg weniger Stressoren ausgesetzt. Ein kleinerer Anteil der Kinder weist Harris-Linien auf (in Tasdorf 75 %, in Brandenburg 63 %) und es werden durchschnittlich weniger

Harris-Linien pro Kind ausgebildet (4,2 Linien pro Kind im ländlichen Tasdorf; 3,7 Linien in Brandenburg). Kinder in der Stadt scheinen auch später begonnen haben zu arbeiten. Bei den Infans II, die auf dem Land groß wurden, entwickelten sich ca. 10 % der Harris-Linien im Alter von 6-7 Jahren. Es wird angenommen, dass die Kinder in diesem Alter begannen, Arbeiten auf dem Feld bzw. im Haus zu übernehmen. Der Peak bei der Erhöhung der Harris-Linien korreliert jedoch nicht mit einer höheren Sterblichkeit. In der Stadt steigt der Anzahl der Harris-Linien vom sechsten bis zum zehnten Lebensjahr stetig an. Dieser Umstand scheint auf einen späteren Eintritt ins Arbeitsleben in der Stadt hinzudeuten. Die Daten zu den Harris-Linien der Alterklasse der Infans II können nicht mit Daten aus der Analyse der stabilen Isotope unterlegt werden, da in der vorliegenden Arbeit die Infans II nicht untersucht wurden. Insgesamt deuten die gewonnenen Ergebnisse auf eine – für die frühe Neuzeit – gute Lebenssituation der Kinder hin. Die Morbidität und Mortalität der Kinder gelten als Indikatoren für den Gesundheitszustand der Bevölkerung (Mensforth et al. 1978). Der Vergleich der Kindersterblichkeit im mittelalterlichen zum frühneuzeitlichen Tasdorf ergibt schlechtere Lebensbedingungen der Kinder aus der frühen Neuzeit. Anhand des Abstillens konnte jedoch nachgewiesen werden, dass die Ernährung der frühneuzeitlichen Kinder der Altersklasse Infans I nicht hinter der im Mittelalter zurückstand. Die höhere Kindersterblichkeit könnte auf andere Gründe, z. B. mangelnde Hygiene und unreines Wasser sowie darauf folgenden Darmerkrankungen zurückzuführen. Das Abstillalter der Kinder wurde anhand der schweren Isotope des Stickstoffs, Kohlenstoffs und Sauerstoffs sowie anhand des Zinkwerts und Sr/Ca-Quotienten bestimmt. Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte sind nur bedingt zur Bestimmung des Abstillalters geeignet, da der Unterschied zwischen zwei Trophiestufen nur ca. 1 % beträgt (Schoeninger 1985, Schoeninger & DeNiro 1984). Bisher wurde die Bestimmung des Abstillalters anhand des Sauerstoffisotops nur an Zähnen durchgeführt. Am aussagekräftigsten erwies sich für die Beantwortung dieser Fragestellung das schwere Stickstoffisotop. Um Aussagen über den Prozess der Entwöhnung treffen zu können, wurde auch der Verlauf des Zinkgehaltes und des Sr/Ca-Quotienten durch die unterschiedlichen Altersstufen der Altersklasse Infans I beobachtet.

Die Schadstoffbelastung in den menschlichen Überresten ist in allen drei Bevölkerungen eher niedrig. Für fast alle Spurenelemente wurden im Boden höhere

Werte als in den Knochen ermittelt, so dass kein vollständiger Konzentrationsausgleich zwischen dem Boden und den Knochen erfolgte. Dennoch können Kontamination der Überreste sowie diagenetische Einflüsse darauf nicht vollständig ausgeschlossen werden. Auffällig z. B. ist, dass die Verteilung des Arsens im Boden aller drei Bevölkerungen sich in den gemessenen Arsenwerten der Kinderknochen widerspiegelt. Der Tasdorfer Boden weist von den drei Bodenproben den niedrigsten Arsenwert auf, der Anklamer den höchsten. Diese Abfolge findet sich auch in den Kindern wieder: Die Tasdorfer Kinder weisen von allen drei Populationen die niedrigsten Arsenwerte auf, die Anklamer die höchsten. Bis auf die Herbivoren, bei denen die Tasdorfer Tiere höhere Werte als die Brandenburger Pflanzenfresser aufweisen, gilt dies auch für die Tiere. Die Tasdorfer Omnivoren und Karnivoren zeigen die niedrigsten Arsenwerte, die Anklamer die höchsten (abgesehen von den Karnivoren, die in Anklam nicht untersucht werden konnten). Tierknochen sind oft sehr kompakt, hier ist eine Kontamination aus dem Boden durch die Liegezeit weniger wahrscheinlich als bei den Kindern. Eventuell erfolgte hier die Aufnahme und Akkumulation des Arsens über den Kontakt zum Boden beim Weiden bzw. der Nahrungsaufnahme, die vom Boden erfolgte.

Hohe Stickstoffwerte entstehen bei sehr proteinreicher Ernährung und auch wenn Menschen über lange Zeit keine Proteine aufnehmen. Um den Stickstoffkreislauf im Körper aufrecht erhalten zu können, wird dann körpereigener Stickstoff (aus Proteinen und Urin) verwendet. Bei jeder Wiederverwertung reichert sich im Körper  $^{15}\text{N}$  an. Dies führt zum Aufbau einer Trophiestufe im eigenen Körper und dementsprechend zu hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten (Sealy et al. 1987).

Handelt es sich bei der vorliegenden Untersuchung daher wirklich um Individuen, die gut versorgt waren und proteinreiche Nahrung verzehrten. Oder hungerten sie wie man es aus vielen Literaturquellen vermuten würde und weisen daher die hohe Stickstoffisotopensignatur auf?

Hahnenkamp (2006) untersuchte den St. Hedwigs-Friedhof aus Berlin, der von 1777-1834 belegt war. Hierbei handelt es sich um einen rein katholischen Friedhof. Sie ermittelte für  $\delta^{15}\text{N}$  einen Median von 12,6 ‰ und verglich diesen mit Werten rezenter Menschen mit einem Median von 6,9 ‰ bis 9,8 ‰.

Nach Hahnenkamp (2006) kann der von ihr ermittelte Wert möglicherweise dadurch

zustande kommen, dass die Menschen in der Neuzeit sich sehr proteinarm ernährten und körpereigenen Stickstoff wiederverwerteten. Sie deutet dies als sehr schlechte Nahrungssituation in Berlin im allgemeinen und für die damals minderprivilegierten Katholiken im Besonderen.

Tatsächlich wurden im November 1800 in Berlin Karten zum verbilligten Bezug von Kommisbrot ausgegeben. 30.000 – 40.000 Menschen, mehr als ein Fünftel der Zivilbevölkerung der Stadt, waren auf diese Zuweisung angewiesen (Abel 1981).

Muss jedoch wirklich davon ausgegangen werden, dass die Menschen in jener Zeit über lange Zeiträume hungerten? Wird der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert hinzugezogen, der Auskunft über den verzehrten Fettanteil gibt, zeigt sich ein anderes Bild. Lee-Thorp et al (1989) ermittelten für ein südafrikanische Nahrungsnetz ca. 7 ‰  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$  für Herbivore und ca. 3 ‰  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$  für Karnivore. Natürlich sind diese Zahlen auf europäische Verhältnisse nicht direkt übertragbar, indes weisen Herbivore immer eine größere Differenz der beiden Kohlenstoffwerte auf als Karnivore. Hahnenkamp (2006) ermittelte für die untersuchten Katholiken einen  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert von 5 ‰, der auf eine omnivore Ernährung hindeutet.

Für diese Arbeit wurden ähnliche  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert von 5 ‰ (Anklam) und 5,7 ‰ (Tasdorf und Brandenburg) im Median ermittelt und auf eine omnivore Ernährung geschlossen. Die ähnlich hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von 11,4 ‰ (Tasdorf), 12,3 ‰ (Brandenburg) und 12,0 ‰ (Anklam) lassen ebenfalls auf eine proteinreiche Nahrung schließen.

Die Tatsache, dass die Werte sowohl höher sind, als die von rezenten Menschen als auch die von prähistorischen Populationen (11,6 ‰ beim Neandertaler, s. Fizet et al. 1995) wird für die vorliegende Untersuchung auf den Eintrag natürlichen Düngers auf die Felder gedeutet, der zu einer Erhöhung des schweren Stickstoffs im Boden und einer Anreicherung in der darauf wachsenden Pflanzen haben kann (van Klinken et al. 2000).

Vor dem Abschluss dieses Diskussionspunktes sollen noch zwei weitere Arbeiten betrachtet werden. Nehlich (2006) untersuchte Hanauer Bestattungen aus dem Dreißigjährigen Krieg. 1636 war Hanau belagert und nach Wedgwood (1994) ernährten sich die Einwohner von Katzen, Ratten und Hunden. Für die damalige Hanauer Bevölkerung ist demnach von einer Krisensituation verbunden mit einer

Hungersnot auszugehen. Nehlich ermittelte  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von -19,4 ‰ bis -20,6 ‰, die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte bewegten sich zwischen 9,3 ‰ und 12,8 ‰. Die Werte deuten auf eine Lebensweise, die ausschließlich auf terrestrischen Nahrungskomponenten beruhte. Der Vergleich mit den parallel untersuchten Tierknochen zeigte eine omnivore Lebensweise der untersuchten Menschen, wobei die tierischen Nahrungskomponenten von Herbivoren stammen. Hunde und Katzen schieden aufgrund ihrer hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte als Nahrung aus. Nehlich (2006) konnte aufgrund der vorliegenden Daten nicht auf eine Hungersituation der Hanauer Individuen schließen. Es ist davon auszugehen, dass Nahrung während Kriegszeiten knapper gewesen ist. Solche kurzzeitigen Krisen werden sich allerdings nicht im Knochen nachweisen lassen bzw. schnell wieder ausgeglichen werden. Darauf deutet auch die Untersuchung von Mekota et al. (2004) hin. In dieser Studie wurden von drei Patienten, bei denen zum Zeitpunkt der Untersuchung seit mindestens sechs Monaten Anorexia nervosa diagnostiziert wurde und die einen Body Mass Index von unter 14 aufwiesen, jeweils eine Haar- und Nagelprobe entnommen und der  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert ermittelt. Mekota et al. (2004) fanden heraus, dass sich bei allen drei Patienten die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte gegensinnig zum BMI bewegten. Erhöhte sich dieser im Laufe des Klinikaufenthaltes und der Therapie, verringerte sich der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert. Von einer Hungersignatur sprechen Mekota et al. bei einer  $\delta^{15}\text{N}$ -Differenz vor und nach der Therapie von über einem 1 ‰. Ein Patient zeigte eine Differenz von 1,0 ‰, ein weiterer von 1,5 ‰.

Diese Untersuchung verdeutlicht zwei Sachverhalte. Selbst bei einem hungernden Menschen, der sich dann wieder normal ernährt, verändert sich der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert nicht um eine ganze Trophiestufe. Die hier ermittelten Werte von 11,4 ‰ bis 12,3 ‰ sind zu hoch um auf permanentes Hungern zu deuten. Ferner läuft dieser Prozess auch in umgekehrter Richtung und nach der Hungersperiode verringern sich die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte wieder innerhalb einiger Monate. Da für die Brandenburger und Mecklenburg-Vorpommerschen Bevölkerungen nicht von einer permanenten Hungersituation auszugehen ist, wäre es unwahrscheinlich, wenn die Stickstoffwerte ständig auf einem hohen Niveau verbleiben.

Für die untersuchten drei Bevölkerungen kann eine Krise, die den Zeitraum von mehreren Monaten, z. B. nach einem Ernteausfall, überschritt daher ausgeschlossen werden. Die für die frühe Neuzeit in der Literatur erwähnten drastischen

Verschlechterungen der Lebensumstände und hier vor allem der Ernährung, scheinen für Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern nicht zuzutreffen. Anzuregen ist daher, dass gerade für den Osten Deutschlands und insbesondere für die bisher nur wenig untersuchte frühe Neuzeit eine größere Datengrundlage geschaffen wird, um weiteren Einblick in die Ernährungslage der dortigen Bevölkerungen zu geben.

Insgesamt haben sich die genutzten Methoden zur Rekonstruktion der Subsistenzgrundlagen, namentlich die Analyse der stabilen Isotope, als zweckvoll und verwendbar erwiesen, um grundlegende Nahrungskomponenten von Bevölkerungen zu bestimmen. Weitere, bisher noch nicht mögliche Einblicke in deren Ernährung, geben ausführlichere Auskunft über die Lebens- und Umweltbedingungen.