

# Ernährungsrekonstruktion dreier mittelalterlicher Bevölkerungen anhand der Analyse stabiler Isotope und Spurenelemente



Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Dokortitels der Naturwissenschaften

des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie  
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Dipl.-Biologin Annette Schäuble, Berlin

2005

**Tag der Disputation: 13. Dezember 2005**

**Erstgutachter: Prof. Dr. Carsten Niemitz**

**Zweitgutachter: Prof. Dr. Wulf Schiefenhövel**

„Der Beginn aller Wissenschaften ist das Erstaunen,  
dass die Dinge sind, wie sie sind.“

*Aristoteles*

**Für meine Mutter und  
meine Großeltern**

## Inhaltsverzeichnis

I Zusammensetzung der Knochen.....	I
I.I Aufbau des lamellären Knochens.....	II
I.II Spurenelemente im Knochen.....	IV
II Stabile Isotope.....	VI
III Kollagen.....	IX
IV Karbonat.....	XI
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel der Arbeit.....	1
1.2 Das Mittelalter.....	3
1.2.1 Das Leben im Mittelalter.....	3
1.2.2 Ernährung im Mittelalter.....	5
1.2.3 Das Abstillen der Kinder.....	7
1.1.3.1 Bestimmung des Abstillalters.....	7
1.3 Die Stadt Bernau, Landkreis Barnim.....	9
1.4 Das Dorf Rüdersdorf-Tasdorf, Landkreis Märkisch-Oderland.....	14
1.5 Die Insel Usedom.....	16
1.6 Kreisläufe in Ökosystemen.....	19
1.7 Ziele und Fragestellungen.....	21
2 Material.....	23
2.1 Anthropologische Untersuchungsmethoden.....	23
2.2 Die Skelettserie aus Bernau.....	25
2.3 Die mittelalterliche Skelettserie aus Tasdorf.....	26
2.4 Die Skelettserie aus Usedom.....	27
3 Methoden.....	28
3.1 Kollagen-Gelatine-Extraktion.....	28
3.2 Aminosäureanalyse.....	29
3.3 Karbonat-Extraktion.....	31
3.4 Aufbereitung für die Spurenelementmessungen.....	32
3.5 Histologie.....	33
3.6 Massenspektrometrie.....	35
3.7 Atomabsorptionsspektrometrie (AAS).....	38
3.8 Analyse der Bodenproben.....	40
3.9 Statistik.....	41
4 Ergebnisse.....	43
4.1 Qualitätskontrolle der Proben.....	43
4.1.1 Histologie.....	43
4.1.2 Aminosäureanalyse.....	46
4.2 Stabile Isotope im Kollagen.....	48
4.2.1 Das Abstillalter der Kinder.....	72

4.2.2 Exkurs: Doppel- und Mehrfachbestattungen in Bernau.....	78
4.3 Stabile Isotope im Karbonat.....	79
4.4 Ergebnisse der Texturpräparate der Bodenproben.....	86
4.5 Spurenelemente.....	91
4.5.1 Spurenelemente in den Bodenproben.....	104
4.5.2 Spurenelementgehalte in den einzelnen Proben.....	106
4.5.3 Schadstoffbelastung.....	120
4.5.4 Das Abstillen der Kinder.....	126
5 Diskussion.....	131
Diskussion Teil I.....	131
5.1 Der Boden und seine Auswirkung auf die Knochendekomposition.....	136
5.1.1 Problematik der Diagenese.....	138
5.1.2 Schwierigkeiten bei der Interpretation der Spurenelemente.....	141
5.2 Schwermetallbelastung.....	143
5.3 Histologie.....	148
5.4 Stabile Isotope im Knochenkollagen.....	148
5.4.1 $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Kollagen.....	148
5.4.2 $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen.....	150
5.5 Stabile Isotope im Knochenkarbonat.....	152
5.5.1 $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Karbonat.....	152
5.5.2 $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat.....	153
5.6 Kreisläufe in Ökosystemen.....	154
5.6.1 Der Kohlenstoffkreislauf.....	154
5.6.2 Der Stickstoffkreislauf.....	155
5.6.3 Der Wasserkreislauf.....	156
5.6.4 Stabile Isotope in Pflanzen.....	156
5.6.4.1 $\delta^{13}\text{C}$ -Werte in Pflanzen.....	156
5.6.4.2 $\delta^{15}\text{N}$ -Werte in Pflanzen.....	159
5.6.4.3 $\delta^{18}\text{O}$ -Werte in Pflanzen.....	161
5.7 Kindheit im Mittelalter.....	162
Diskussion Teil II.....	168
5.8 Ernährungs- und Lebensbedingungen im mittelalterlichen Bernau (13. bis 16. Jahrhundert).....	168
5.8.1 Belastung durch Schwermetalle und Schadstoffe.....	178
5.8.2 Das Abstillen der Kinder in Bernau.....	181
5.8.3 Mehrfachbestattungen in Bernau.....	189
5.8.4 Vergleich Mittelalter / Frühe Neuzeit: Bernau / Brandenburg.....	192
5.9 Ernährungs- und Lebensbedingungen im mittelalterlichen Tasdorf (13. bis 15. Jahrhundert).....	196
5.9.1 Schadstoffbelastung.....	203
5.9.2 Das Abstillen der Kinder in Tasdorf.....	204

5.9.3 Vergleich Mittelalter / Frühe Neuzeit: Tasdorf / Tasdorf.....	206
5.10 Ernährungs- und Lebensbedingungen im mittelalterlichen	
Usedom (12. bis 13. Jahrhundert).....	213
5.10.1 Reproduktionsstatus der Usedomer Frauen.....	227
5.10.2 Schadstoffbelastung.....	230
5.10.3 Das Abstillen der Kinder in Usedom.....	232
5.10.4 Vergleich Mittelalter / Frühe Neuzeit: Usedom / Anklam.....	234
5.11 Gesamtdiskussion.....	237
5.12 Ausblick.....	247
6 Zusammenfassung.....	248
7 Abstract.....	250
8 Literaturverzeichnis.....	252
9 Anhang.....	279
9.1 Statistik.....	279
9.2 Verwendete Chemikalien im Universitäts-Labor.....	285
9.3 Verwendete Abkürzungen und Symbole.....	285
9.4 Erläuterungen zu den Bodenproben.....	286
9.4.1 Aminosäuren.....	288
9.6 Untersuchte Skelette.....	290
9.7 Erhaltungszustand der Knochen.....	293
9.8 Kollagenausbeute.....	296
9.9 Ergebnisse der Qualitätskontrolle des Kollagens (Aminosäureanalyse).....	299
9.10 Mittelwert, Median und Standardabweichung der drei Skelettserien,	
unterteilt in Alter und Geschlecht.....	300
9.11 Rückschluss auf die Kohlenstoffisotope der konsumierten Pflanzen.....	303
9.12 Karbonatausbeute.....	304
9.13 Gewichtsprozent von N- und C mit C/N-Verhältnis im Kollagen.....	307
9.14 Gewichtsprozent von C- und O- Isotopen im Karbonat.....	310
9.15 Messungen der Spurenelemente.....	311
9.16. Ergebnisse Spurenelementemessung.....	312
9.16.1 Ca/P, Sr/Ca, Ba/Ca und Ba/Sr-Verhältnisse.....	315
9.16.2 Balkendiagramme.....	316
9.17 Korrelationsmatrizes der in den Proben analysierten Spurenelemente.....	318
9.18 Faktorenanalyse der Spurenelemente.....	321
9.19 Bohrkranz zu Extraktion von Knochenproben.....	326
9.20 Abbildungsverzeichnis.....	328
9.21 Tabellenverzeichnis.....	332
9.22 Verzeichnis der aus dieser Dissertation hervorgegangenen	
Veröffentlichungen.....	334
9.23 Danksagung.....	335
9.24 Curriculum vitae.....	338