

Untersuchungen zur Ernährung mit Hilfe der Analyse stabiler Isotope an neolithischen Menschen- und Tierknochen aus Kerpen, Landkreis Vulkaneifel

Wolf-Rüdiger Teegen
Michael P. Richards

Seit Ende der 1970er Jahre wird weltweit versucht, mit Hilfe der stabilen Kohlenstoff- (^{13}C) und Stickstoffisotope (^{15}N) der Ernährung prähistorischer und historischer Menschen auf die Spur zu kommen. Viele Elemente wie Kohlenstoff und Stickstoff bestehen aus einem Mix verschiedener Isotope. Diese enthalten die gleiche Zahl von Protonen, aber eine unterschiedliche Zahl von Neutronen. Chemisch verhalten sie sich ähnlich, in ihren physikalischen Eigenschaften bestehen leichte Unterschiede, zum Beispiel im Gewicht. Aufgrund ihrer Gewichtsunterschiede lassen sie sich mit dem empfindlichen Massenspektrometer nachweisen.

Zwischen Meeres- und Landtieren bestehen im Gehalt der stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotope deutliche Unterschiede. Auch zwischen Pflanzen bestehen Unterschiede, die auf verschiedenen Photosynthesewegen beruhen. In Europa leben überwiegend sogenannte C3-Pflanzen, nur Hirse ist die einzige antike C4-Pflanze. In der Neuen Welt ist der Mais die wichtigste C4-Pflanze. Diese weisen einen höheren Anteil des schwereren Kohlenstoffs (^{13}C) auf als C3-Pflanzen.

Pflanzen haben nur einen geringen Gehalt von schwerem Stickstoff (^{15}N). Werden Pflanzen von Wiederkäuern gefressen, so reichert sich in ihnen der schwerere Stickstoff an (sogenannter Trophie-Effekt). Fleischfresser wie Hunde oder Menschen haben dann wiederum höhere Stickstoffwerte. Man spricht dann von einem höheren Trophie-niveau beziehungsweise Trophiestufe. Auch Süßwasserfische und Süßwassermollusken besitzen höhere Werte von schwerem Stickstoff, da sie von Pflanzen, teilweise auch von anderen Wassertieren leben.

Die stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotope lassen sich sowohl an Knochen wie an Zähnen bestimmen. Die Probenvorbereitung entspricht dabei weitgehend der der Radiokarbondatierung. Der Anteil der natürlich vorkommenden stabilen Isotope ^{13}C und ^{15}N ist gering und beträgt am gesamten Kohlenstoff beziehungsweise Stickstoff nur 1,1 % beziehungsweise 0,366 %. Daher wird nicht mit ihrem tatsächlichen Gehalt, sondern dem Verhältnis zwischen $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ und $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, dem sogenannten $\delta^{13}\text{C}$ beziehungsweise $\delta^{15}\text{N}$ in Promille (‰), bezogen auf einen Standardwert, gearbeitet [Tab. 4-5].

Bislang liegen nur wenige Untersuchungen zur Ernährungsrekonstruktion mit Hilfe der stabilen Isotope ^{13}C und ^{15}N für das Neolithikum in Deutschland vor. Zu nennen sind Studien für das Rhein-Main-Gebiet (Dürrwächter u. a. 2006) und Bayern (Asam u. a. 2006). Entsprechende Analysen von Skelettmaterial der Michelsberger Kultur (zweite Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr.) waren bis jetzt ein Desiderat der Forschung.

Material und Methode

Das Skelettmaterial wurde nach den Richtlinien der European Association of Anthropologists morphognostisch im Hinblick auf Geschlecht und Lebensalter untersucht (Ferembach u. a. 1978). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt. Als Untersuchungsmaterial für die Analyse stabiler Isotope wurden die Knochenschäfte der Oberschenkelknochen verwendet. Zwar konnte eine mikroskopische Lebensaltersbestimmung nicht durchgeführt werden, doch zeigen makroskopische Befunde und Röntgenaufnahmen der Außenwandung der Knochenschäfte (*Compacta*), dass diese meist recht stark und der Durchmesser der Markröhre eher gering war. Dies deutet auf ein Vorherrschen jüngerer Individuen (unter 40 Jahren). Zur Analyse der stabilen Isotope der Tierknochen wurden Zähne und Langknochenfragmente verwendet, wobei allerdings nur die Knochenreste positive Ergebnisse lieferten.

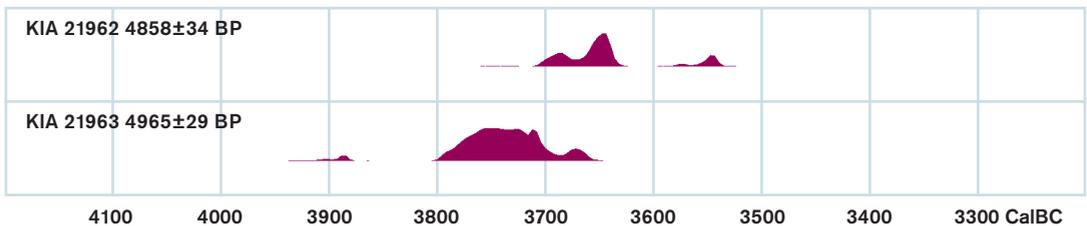
Tab. 1
Kerpen.
Geschlechts- und Altersverteilung der jungneolithischen Skelette.
FNr. 7a umfasst mehrere Individuen. Altersklassen:
20-39 Jahre (*adult*).
40-59 Jahre (*matur*).
60+ Jahre (*senil*).

Die Gehalte der Knochen- und Zahnproben an stabilen Kohlenstoff (^{13}C) und Stickstoffisotopen (^{15}N) wurden im „Department of Human Evolution“ am Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie in Leipzig untersucht. Die Proben wurden in einem modifizierten Verfahren nach Longin (1971) aufgeschlossen wie bei Richards/Hedges (1999) beschrieben; außerdem wurde in einem Zwischenschritt ultrafiltriert (Brown u. a. 1988).

FNr.	Geschlecht	Alter (in Jahren)	Skelettelement	Bemerkung
7a/7	unbestimmbar M=W	2-3 (4)	Augenhöhlendach rechts	
91	unbestimmbar M=W	(4) 5-7	Augenhöhlendach rechts	
7a/7	unbestimmbar M=W	7-8	Augenhöhlendach rechts	
7/37-38	Tendenz weiblich W>=M	(13) 14-19 (21)	Oberschenkelbein links	
61 und 59	eher weiblich W>M	erwachsen, eher älter	Oberschenkelbein links	beiliegender Zahn (21) 24-29 (39) (-> 2. Individuum?)
7/28-29	eher männlich M>W	(früh-) adult	Oberschenkelbein links	
7/34	eher weiblich W>M	(früh-) adult	Oberschenkelbein links	
7/24	Tendenz männlich M>=W	matur-senil (>45)	Oberkiefer links	

Der archäologische Hintergrund

Bei Ausgrabungen in Kerpen wurden unter einem hallstattzeitlichen Wall mäßig erhaltene und stark fragmentierte menschliche Knochenreste sowie wenige Tierknochen entdeckt (Nortmann/Teegen 2005). Die anthropologische Untersuchung ergab eine Mindestindividualzahl von acht Individuen: vier Erwachsene, ein Jugendlicher, drei Kinder [Tab. 1]. Proben zur Isotopenanalyse wurden von fünf Individuen entnommen. Bereits vorher war aufgrund der ^{14}C -Datierungen [Tab. 2] bekannt gewesen, dass genügend organische Substanz (Kollagen) erhalten sein musste.



Zur Anthropologie neolithischer Populationen aus dem Mittelgebirgsraum im Gebiet zwischen Rhein, Mosel und Maas ist bislang wenig bekannt. Liegen Untersuchungen vor, so beschränken sie sich meist auf Befunde aus den Flusstälern. Dies ist auch für die Michelsberger Kultur der Fall (vgl. Knußmann/Knußmann 1978; Nickel 1998 mit Nachweisen). In den letzten Jahrzehnten besser erforscht sind die belgischen Ardennen mit ihren zahlreichen Höhlenfundplätzen. Die routinemäßige Durchführung von ^{14}C -Analysen an meist beigabenlosen Bestattungen hat eine ganze Reihe von michelsbergzeitlichen Bestattungen ergeben (Toussaint/Becker 1992). Auch in unserem Fall, in dem sicher datierbare Beigaben fehlten, ergab erst die ^{14}C -Bestimmung eine Datierung in das Jungneolithikum (Nortmann/Teegen 2005; vgl. Tab. 2). Zusammen mit archäologischen Daten deuten die Befunde darauf hin, dass vermutlich von den Trägern der Michelsberger Kultur die Mittelgebirge zwischen Rhein und Maas erstmals großräumig erschlossen wurden.

In Kerpen wurden nur 31 Tierknochen (davon 13 bestimmbar) zwischen den menschlichen Skelettresten gefunden [Tab. 3]. Die nachgewiesenen Arten entsprechen denen anderer Michelsberger Fundkomplexe, bei denen das Rind überwiegt, gefolgt von Schwein und Schaf/Ziege (vgl. z. B. Arbogast 1998; Steppan 2003).

Proben zur Isotopenanalyse wurden von insgesamt sechs Tierknochen bzw. -zähnen entnommen, wobei allerdings nur bei drei von ihnen eine Bestimmung möglich war [Tab. 4].

Tab. 2

Kerpen.

Ergebnis der ^{14}C -Proben der untersuchten menschlichen Knochen. Kalibration mit Hilfe des OxCal-Programmes (Bronk Ramsey 2003).

Tierart	Anzahl der Knochen	Mindest-individuenzahl	Knochengewicht (in g)
Rind	6	1	181
Schaf	1	1	11
Schwein	3	2	29
Sus spec.	1	1	30
Hund	1	1	2
Vogel	1	1	ca. 2
nicht bestimmbar	18		>>2
Summe	31		>>257

Tab. 3
Kerpen.

Bestimmung der Tierknochen.

S-EVA	FNr.	Art	Element	$\delta^{13}\text{C}$ (in ‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (in ‰)	%C	%N	C:N
1449	7a	Schaff/Ziege?	Knochen	-22,91	6,08	43,00	15,44	3,25
1450	9	Rind	Knochen	-21,38	4,43	43,80	15,17	3,37
1451	52	nicht bestimmbar	Knochen					
1452	53	Schwein	Zahn					
1453	55	Rind	Zahn					
1454	60	Schaf	Knochen	-21,13	6,35	45,03	16,21	3,24
1455	7a/9	Mensch	Knochen	-21,02	10,94	44,11	16,24	3,17
1456	28	Mensch	Knochen	-20,76	11,25	31,11	11,07	3,28
1457	37-38	Mensch	Knochen	-21,01	11,13	43,81	16,26	3,14
1458	34	Mensch	Knochen	-21,01	11,05	39,54	14,36	3,22
1459	1	Mensch	Knochen	-20,78	11,17	42,48	15,56	3,19

Tab. 4 Ergebnisse

Kerpen.

Gehalt der stabilen Isotope ($\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$) der untersuchten Knochen.

%C prozentualer Kohlenstoffanteil.

%N prozentualer Stickstoffanteil.

C:N Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff.

Die gewonnenen Isotopendaten führen zu interessanten Ergebnissen [Tab. 4-5]. Zwischen den Wiederkäuern Rind und Schaf/Ziege zeigen sich beachtliche Unterschiede, die praktisch einer Trophiestufe entsprechen. Zu erwarten wären ähnliche Werte gewesen. Die deutlichen Unterschiede zwischen beiden Arten könnten auf verschiedene Weideareale deuten. Möglicherweise haben sich die kleinen Wiederkäuer auch von Abfällen ernährt, wie man dies heute beispielsweise im Mittelmeerraum und der Karibik beobachten kann (Frisch/Teegen 2006). Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

Die Werte der jugendlichen und erwachsenen Menschen aus Kerpen zeigen ein stark übereinstimmendes Isotopenverhältnis (Mittelwert $\delta^{13}\text{C}$: -20,92; $\delta^{15}\text{N}$: 11,11). Dies weist auf eine sehr einheitliche Ernährung, bei der C4-Pflanzen wie Hirse und eine marine Komponente ausgeschlossen werden können.



Tab. 5
Kerpen.
Ergebnis der Isotopenanalysen
der untersuchten Knochen.
(Werte aus Tab. 4).

Diskussion

Vergleicht man den ^{15}N -Gehalt der Menschen mit denen der Wiederkäuer aus Kerpen, so ist dieser um eine Trophie-Stufe zu hoch. Er kann nicht mit einer Proteinzufuhr auf der Basis von Schaf- und Rinderfleisch bzw. -milch erklärt werden. Möglicherweise weisen die Daten auf eine Tierart oder eine Artengruppe, die hier nicht berücksichtigt wurde. Süßwasserfische und -mollusken sind hier die wahrscheinlichsten Kandidaten. Dies kann aber nur durch entsprechende Analysen bestätigt werden. Wie oben dargestellt fanden sich keine Fischreste unter den Knochenfunden. Zur Abklärung müsste man daher rezente Fische und Muscheln aus dem Raum Kerpen untersuchen. Dieser hohe Anteil von Süßwassertieren ist für eine Population im Mittelgebirge unerwartet und sehr erstaunlich. Möglicherweise ist er auch ein Hinweis darauf, dass diese Menschen vornehmlich in Flussauen lebten und nur im Sommer in die Eifel gezogen sind, vielleicht im Rahmen einer saisonalen Weidewirtschaft.

Das untersuchte jugendliche, 14-19-jährige Individuum (FNr. 7/38-39) zeigt ein Isotopenmuster auf, wie es auch bei den Erwachsenen vorliegt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Jugendliche ernährungstechnisch bereits wie Erwachsene behandelt worden sein können. Dies ist nicht selbstverständlich, denn für die trichterbecherzeitliche beziehungsweise schnurkeramische Bevölkerung vom Hundedorf am Dümmer in Niedersachsen ergaben Isotopenuntersuchungen einen deutlich abweichenden Befund (Teegen/Richards in Vorb.). Weiterte Vergleiche gibt es unseres Wissens bislang nicht. Um derartige Fragen in Zukunft besser beurteilen zu können, ist die Angabe des Alters und nicht nur die Feststellung „Kind/Erwachsener“ in den einschlägigen Veröffentlichungen dringend notwendig.

Skelettregion	Rind	Schaf/ Ziege	Schwein	Hund	nicht bestimmbar
Schädel	1				
Oberkieferzähne	4		1		
Lendenwirbel				1	
Schulterblatt			1		
Oberarmbein	1				
Becken			1		
Mittelfußknochen		1			
Langknochenfragment					2
nicht bestimmbar					16
Summe	6	1	3	1	18

Tab. 6
Kerpen.

Haussäugetiere. Verteilung der Knochen auf das Skelett, nach Arten getrennt.

Die paläopathologische Untersuchung hat ergeben, dass im Gegensatz zu den Haustieren an den menschlichen Knochen trotz mäßigen Erhaltungszustand und starker Fragmentierung eine Reihe von Krankheiten festgestellt werden konnten: Blutung im Schädel (*epidurales Hämatom*), eine leichte Auflockerung des Schädeldaches (*porotische Hyperostose*), vielleicht ein Hinweis auf Blutarmut, Blutungen in der Augenhöhle, leichte Entzündungen der Nasennebenhöhlen, Zahnfehlstand, Zahnstein, Entzündungen des Zahnhalteapparates (*Parodontopathien*), Zahnverluste zu Lebzeiten, leichte Arthrose der Langknochen- und Wirbelgelenke. Spuren von scharfer oder stumpfer Gewalt wurden nicht beobachtet. Allerdings könnte das nachgewiesene epidurale Hämatom traumatischen Ursprungs sein. Es befindet sich im Organisationsstadium. Das zugrunde liegende Ereignis ist zumindest mehrere Wochen überlebt worden. Möglicherweise verstarb das mindestens 40-jährige Individuum an den Folgen.

Unspezifische Stressmarker sind in Form von horizontalen Rillen und Wülsten an den Zähnen (*transversale Schmelzhypoplasien*) und Wachstumsstillstandslinien an Langknochen (Harris-Linien) nachgewiesen. Sie können durch Krankheiten wie Mangelzustände im Jugendalter entstanden sein, ohne dass sich eine genauere Ursache belegen lässt.

Die Verteilung der Tierknochen auf Skelettregionen [Tab. 6] weist darauf hin, dass die Tiere vermutlich vor Ort oder in der Umgebung geschlachtet worden sein müssen. Denn alle Skelettregionen sind vertreten. Dies kann so interpretiert werden, dass Rind, Schaf/Ziege und Schwein vor Ort gehalten wurden, wobei der Hund vielleicht auch als Hütehund diente.

Ausblick

Ob Tiere und Menschen tatsächlich in der Eifel sesshaft waren oder sie nur saisonal besucht haben, kann mit Hilfe der stabilen Isotope von Strontium (vgl. Knipper 2005), Sauerstoff und Schwefel untersucht werden. Denn bislang wissen wir nicht sicher, ob die Mittelgebirge seit der Michelsberger Zeit dauerhaft oder nur temporär besiedelt waren. Die genannten Untersuchungsverfahren können Wanderungsbewegungen von Mensch und Tier aufdecken.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden fünf menschliche Knochen sowie drei Tierknochen aus der Eifel (Michelsberger Kultur, zweite Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr.) erfolgreich auf den Gehalt an den stabilen Isotopen ^{13}C und ^{15}N untersucht. Die Daten ergaben für die Menschen eine Ernährung, die zu einem wesentlichen Teil auf C3-Pflanzen (wahrscheinlich Getreide) basierte. Aufgrund der Stickstoffwerte ist insgesamt eine proteinreiche Ernährung anzunehmen, die auch dem Jugendlichen zugute kam. Der hohe ^{15}N -Gehalt der menschlichen Knochen könnte auf einen beachtlichen Anteil von Süßwasserfisch bzw. -mollusken weisen. Die Klärung dieser Frage bedarf allerdings noch weiterer Untersuchungen.

Im Gegensatz zu den Haustieren lagen die Analyseergebnisse der Menschen dicht zusammen. Dies trifft auch für das jugendliche, 14-19-jährige Individuum zu, das ein zu den Erwachsenen gleichartiges Muster zeigte. Dies weist darauf hin, dass die Erwachsenen und der Jugendliche eine sehr ähnliche Nahrung zu sich genommen haben.

Literatur

R.-M. Arbogast, Contribution de l'archéozoologie du site Michelsberg de Mairy (Ardenes) à l'étude de l'origine de la variabilité des faunes du Néolithique récent du nord de la France. In: J. Biel u. a. (Hrsg.), Die Michelsberger Kultur und ihre Randgebiete. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 43 (Stuttgart 1998) 135-142. – T. Asam/G. Grupe/J. Peters, Menschliche Subsistenzstrategien im Neolithikum: Eine Isotopenanalyse bayerischer Skelettfunde. Anthropologischer Anzeiger 64, 2006, 1-23. – C. Bourbou/M. P. Richards, The middle byzantine menu: Palaeodietary information from isotopic analysis of humans and fauna from Kastella, Crete. International journal of osteoarchaeology 17, 2007, 63-72. – Ch. Bronk Ramsay, OxCal Version 3.9 (Oxford 2003). – T. A. Brown/D. E. Nelson/J. S. Vogel/J. R. Southon, Improved collagen extraction by modified Longin method. Radiocarbon 30, 1988, 171-177. – Cl. Dürrwächter/O. E. Craig/M. J. Collins/J. Burger/K. W. Alt, Beyond the grave: variability in neolithic diets in southern Germany? Journal of archaeological science 33, 2006, 39-48. – D. Ferembach/I. Schwidetzky/M. Stloukal, Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. Homo 30, 1978, 1-32. – H.-J. Frisch/W.-R. Teegen, Osteologische Untersuchungen an rezenten Tierknochen aus der Küstensiedlung Caletones auf Kuba. Ein Beitrag zur Ethnoarchäologie. Leipziger online-Beiträge zur Ur- und Frühgeschichtlichen Archäologie 21, 2006, 1-20. – A. Katzenberg, Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography and life history. In: M. A. Katzenberg/S. R. Saunders (Hrsg.). The biological anthropology of the human skeleton (New York 2000) 305-327. – C. Knipper, Die Strontiumisotopenanalyse: eine naturwissenschaftliche Methode zur Erfassung von Mobilität in der Ur- und Frühgeschichte. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 51, 2004, 589-685. – R. Knußmann/R. Knußmann, Die Skelettreste der Rössener und Michelsberger Kulturepoche. In: I. Schwidetzky (Hrsg.), Anthropologie 2. Die Anfänge des Neolithikums vom Orient bis Nordeuropa. Fundamenta VIII b (Köln 1978) 164-217, Tab. 54-71. – R. Longin, New method of collagen extraction for radiocarbon dating. Nature 230, 1971, 241-242. – C. Nickel, Menschliche Skelettreste aus Michelsberger Fundzusammenhängen. Zur Interpretation einer Fundgattung. Berichte der Römisch-Germanischen Kommission 78, 1997 29-196. – H. Nortmann/W.-R. Teegen, Michelsbergzeitliche Skelettreste aus Kerpen, Kreis Daun (Rheinland-Pfalz). Archäologisches Korrespondenzblatt 35, 2005, 25-30. – M. P. Richards/R. E. M. Hedges, Stable isotope evidence for similarities in the types of marine foods used by late mesolithic humans at sites along the Atlantic coast of Europe. Journal of archaeological science 26, 1999, 717-722. – W.-R. Teegen/M. P. Richards, Reconstruction of human diet in two Neolithic sites from north and western Germany using stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analysis (in Vorb.). – K. Steppan, Taphonomie - Zoologie - Chronologie - Technologie - Ökonomie. Die Säugetierreste aus den jungsteinzeitlichen Grabenwerken in Bruchsal/Landkreis Karlsruhe. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 66 (Stuttgart 2003). – M. Toussaint/A. Becker, La sépulture Michelsberg du trou de la Heid à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique). Bulletin de la Société Royale Belge d'Etudes Géologiques et Archéologiques Les Chercheurs de la Wallonie 32, 1992, 7-30.