Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie

Jahrgang / Volume 24

Heft / Fascicule 2

2018

Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA). Publiziert seit 1995.
Unterstützt von der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT).

Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
Edité par la Société Suisse d'Anthropologie (SSA). Publié depuis 1995.
Supporté par l'académie suisse des sciences naturelles (SCNAT).

Redaktion/Rédaction

Amelie Alterauge, Bern
Christina Papageorgopoulou, Komotini

Scientific Board

Kurt W. Alt, Krems
Carola Berszin, Konstanz
Jesper Boldsen, Odense
Thomas Böni, Zürich
David Bulbeck, Canberra
Joachim Burger, Mainz
Rethy Chhem, London, Ontario
Georges Descœudres, Zürich
Paolo Francalacci, Sassari
Birgit Großkopf, Göttingen
Gisela Grupe, München
Miriam Noël Haidle, Tübingen
Winfried Henke, Mainz
Estelle Herrscher, Marseille
Israel Hershkovitz, Tel Aviv
Bettina Jungklaus, Berlin
Ariane Kemkes, Scottsdale
Sandra Lösch, Bern
Christian Lanz, Solothurn
François Mariéthoz, Sion
Wolfgang Müller, London
Geneviève Perréard Lopreno, Genève
Sandra Pichler, Basel
Brigitte Röder, Basel
Hartmut Rothe, Göttingen
Bruce M. Rothschild, Youngstown
Carel van Schaik, Zürich
Susi Ulrich-Bochsler, Bern
Ursula Wittwer-Backofen, Freiburg i. Br.

Erscheinungsweise/Fréquence de parution:

Das Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheint in der Regel zweimal pro Jahr (Frühjahr, Herbst). Beide Hefte bilden zusammen einen Band.

Le Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie paraît deux fois par an (printemps et automne). Deux cahiers constituent un volume.

Bezugsort/Abonnement:

http://www.naturwissenschaften.ch/organisations/anthropologie/publications/bulletin

Umschlag/Couverture:

Manuelle Gesichtsrekonstruktion (Foto: Kati Kant). (p. 21)

Herstellung/Impression:
Books4you, Brno, CZ

Jahrgang/Volume 24, Heft/Fascicule 2, 2018
Erscheinungsdatum/Parution: Mai 2021

ISSN 1420-4835

Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Originalarbeit / Original article

Alicia Siliézar, Claudia Gerling, Corina Knipper, Sabine Reinhold, Natalija Ya. Berezina, Alexej A. Kalmykov, Andrej B. Belinskij, Svend Hansen, Sandra L. Pichler

Analysen stabiler Isotope zur Ernährungsrekonstruktion von bronzezeitlichen Individuen aus Kurgan 2, Ipatovo, Russland
[Dietary reconstruction of Bronze Age individuals from Kurgan 2, Ipatovo, Russia, by stable isotope analysis] **3**

Report

Sabine Landis

Erfahrungsbericht zur Weiterbildung in der forensischen Gesichtsrekonstruktion an der John Moores University in Liverpool **19**

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 24(2): 3–17 (2018)
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie 24(2): 3–17 (2018) ISSN 1420-4835

Analysen stabiler Isotope zur Ernährungsrekonstruktion von bronzezeitlichen Individuen aus Kurgan 2, Ipatovo, Russland

[Dietary reconstruction of Bronze Age individuals from Kurgan 2, Ipatovo, Russia, using stable isotope analysis]

Alicia Siliézar[1], Claudia Gerling[1], Corina Knipper[2], Sabine Reinhold[3], Natalija Ya. Berezina[4], Alexej A. Kalmykov[5], Andrej B. Belinskij[5], Svend Hansen[3], Sandra L. Pichler[1]

[1] *Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie, Spalenring 145, 4055 Basel, Schweiz*
[2] *Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, Mannheim, Deutschland*
[3] *Deutsches Archäologisches Institut, Eurasien Abteilung, Berlin, Deutschland*
[4] *Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Russia*
[5] *"Nasledie" Ltd., Stavropol Region, Russia*

E-mails: *alicia.siliezar@unibas.ch, claudia.gerling@unibas.ch, corina.knipper@ceza.de, sabine.reinhold@dainst.de, berezina.natalia@gmail.com, kalmykov_a_a@mail.ru, abelinski@gmail.com, svend.hansen@dainst.de, sandra.pichler@unibas.ch*

ORCID: Alicia Siliézar: 0000-0001-5564-1399; Claudia Gerling: 0000-0003-4619-7032; Corina Knipper: 0000-0002-4274-463; Sabine Reinhold: 0000-0002-8107-6300; Svend Hansen: 0000-0002-6714-4629; Sandra L. Pichler: 0000-0002-5557-1674

Zusammenfassung

Analysen stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope an Skelettmaterial ermöglichen die Rekonstruktion der Ernährung von Mensch und Tier in der Vergangenheit. Nahe der Stadt Ipatovo, Region Stavropol, Russland, wurde 1998/99 ein Grossgrabhügel (Kurgan) der „Grabhügelgruppe 3" ausgegraben. In Kurgan 2 wurden 195 Gräber erfasst, von denen 34 in die Bronzezeit, d.h. den Zeitraum vom späten 4. bis zum Ende des 2. Jt. v.Chr., datieren. In einer Bachelorarbeit an der Universität Basel wurde die Ernährungsweise der 36 bronzezeitlichen Individuen des Kurgans mit Hilfe von Isotopenanalysen untersucht. Die Ergebnisse zeigen für die Früh- und Spätbronzezeit die Tendenz zu einem Mischkonsum von C_3- und C_4-Pflanzen. Entweder wurden C_4-Pflanzen direkt konsumiert oder Produkte von Tieren verzehrt, die sich zumindest teilweise von C_4-Pflanzen ernährten. Dieser Einfluss ist für die Mittelbronzezeit nicht erkennbar. Die Stickstoffisotopenverhältnisse legen nahe, dass die Produkte terrestrischer Tiere einen Hauptbestandteil der Ernährung ausmachten, wobei ein zusätzlicher Konsum von Süsswasserfisch denkbar ist. Insgesamt gibt es weder zwischen den Geschlechtern noch zwischen Gräbern mit oder ohne aussergewöhnliche Ausstattung auffällige Unterschiede in der Ernährung.

Schlagwörter: Bronzezeit, Russland, Kaukasus, Ernährung, Stabile Isotope

Abstract

Analysis of stable carbon and nitrogen isotopes permits a dietary reconstruction of humans and animals in the past. A large burial mound (kurgan) of "burial mound group 3" was excavated near the town of Ipatovo, Stavropol region, Russia, in 1998/99. Of the 195 graves recorded in Kurgan 2, 34 date to the Bronze Age, i.e., to the time period from the late 4th to the end of the 2nd millennium BCE. A Bachelor thesis at the University of Basel investigated the diet of all 36 Bronze Age individuals using stable isotope analysis. The results show a trend towards a mixed diet of C_3 and C_4 plants for the early and the late Bronze Age. C_4 plants could have been consumed directly, or indirectly as a result of the consumption of the meat or products of animals that fed on C_4 plants. This influence cannot be observed for the middle Bronze Age. The nitrogen isotope ratios suggest that products of terrestrial animals were a major component of human diets, although the additional consumption of freshwater fish is also possible. Overall, we found no conspicuous differences either between the sexes or between burials with or without exceptional grave goods.

Keywords: Bronze Age, Russia, Caucasus, diet, stable isotope analysis

Einleitung

Grosse Grabhügel, als Kurgane bezeichnet, sind eine charakteristische archäologische Fundgattung in der eurasischen Steppe. Sie wurden häufig konsekutiv genutzt und weisen daher Bestattungsabfolgen über mehrere Epochen hinweg auf. Damit erlauben sie vergleichende chronologische Studien der jeweiligen Bestattungsgemeinschaften. Der in der nordkaukasischen Steppe, *ca*. 120 km nordwestlich von Stavropol bei Ipatovo (Russland), gelegene Kurgan 2 des Gräberfeldes 3 umfasste insgesamt 195 Gräber aus annähernd sechs Jahrtausenden, von denen die meisten zu einem Friedhof der Volksgruppe der Nogajer aus dem 18./19. Jh. n.Chr. gehörten. Nur 34 Gräber waren bronzezeitlich. Der Hügel war zudem Bestattungsplatz einer sehr reich ausgestatteten Frau, die in die Sarmatische Zeit datiert (frühes 3. Jh. v.Chr.; Belinskij und Härke 1999). In der vorliegenden Studie wurden im Rahmen des multinationalen «BioArcCaucasus» Forschungsprojekts alle 36 Individuen aus den 34 in die Bronzezeit datierenden Gräbern des Kurgans mit Hilfe der Analyse stabiler Isotope im Hinblick auf eine Rekonstruktion der Ernährungsweise der Bestatteten untersucht. Aufgrund der kontinuierlichen Nutzung des Grabhügels von der Früh- zur Spätbronzezeit durch Repräsentanten unterschiedlicher archäologischer Kulturen stellt sich die Frage, ob sich Unterschiede in der materiellen Kultur auch in der Ernährung von Frauen, Männern und Kindern widerspiegeln. Weiter wurden klimatische Einflüsse sowie ein möglicher Effekt der Nutzung von C4-Pflanzen untersucht.

Der archäologische Kontext: die Bronzezeit im Nordkaukasus und der Fundplatz

Die Bronzezeit nimmt im Nordkaukasus eine Zeitspanne vom 4. Jt. bis *ca.* 1200 v.Chr. ein und lässt sich in die Früh- (*ca.* 4000–2500 v.Chr.), Mittel- (*ca.* 2500–1400 v.Chr.) und Spätbronzezeit (*ca.* 1400–1200 v.Chr.) einteilen (Kohl und Trifonov 2014; Reinhold *et al.* 2017).

Die lokalen Gruppen der kaukasischen Bronzezeit können grob in solche der Vorgebirgszone und des Gebirges und solche im Steppenland nördlich der Bergkette unterteilt werden. Zu ihnen zählen äneolithische Gruppen, Gruppen der Jamnaja und Katakombengrab-Kulturen sowie die Lola-Kultur des post-katakombengrabzeitlichen Horizonts (Tab. 1). Jüngst wurde zudem eine Steppenvariante der Majkop-Kultur als eigenständige Einheit erkannt, deren Bevölkerung sich genetisch von der Majkop-Bevölkerung im Vorgebirge unterscheidet (Wang *et al.* 2019). Allerdings beschreibt der archäologische Kontext in der nordkaukasischen Steppe keineswegs eine einheitliche und lineare kulturelle Abfolge, sondern eher ein Geflecht verschiedener Kulturen, die sich untereinander lokal und zeitlich unterscheiden.

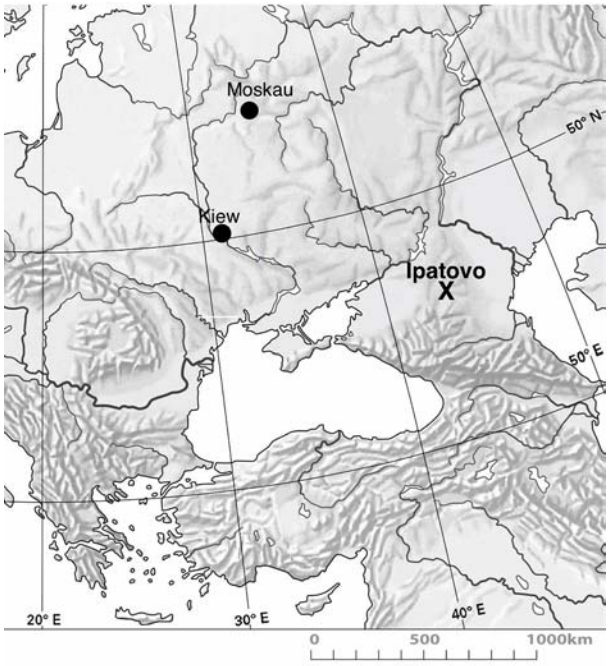

Abb. 1. Reliefkarte von Osteuropa und dem angrenzenden Vorderasien mit Markierung des Fundplatzes Ipatovo (Grundkarte: © Schweizer Weltatlas Europa046.pdf).

Unterschiede finden sich auch in der Wirtschaftsweise. Während im Vorgebirge seit dem 5. Jt. v.Chr. erste bäuerliche Siedlungen entstehen, in denen Ackerbau und Viehzucht mit einem hohen Anteil an Schweinen betrieben wird (Hambleton und Maltby 2016) und auch während der Majkop-Epoche im 4. Jt. v.Chr. viele Siedlungen bekannt sind, kennt man aus der Steppenzone bislang keine Siedlungsplätze und die Subsistenz der dort lebenden Gruppen basiert meist auf Pastoralismus und dem Sammeln von Wildpflanzen (Gerling 2015; Shishlina 2008; Shishlina *et al.* 2017). Bislang existieren erst wenige archäobotanische Untersuchungen (Motuzaite-Matuzeviciute 2012). In der kalmykischen Steppe konnte ein Team die Nutzung von Wildpflanzen nachweisen (Shishlina *et al.* 2008). Zu ihnen zählen auch Pflanzen wie Amaranth aus der C4-Gruppe, die sich isotopisch von den C3-Pflanzen unterscheiden lassen. Die Siedlungen verschwinden im frühen 3. Jt. v.Chr. auch im Vorgebirge und erst im frühen 2. Jt. v.Chr. lassen sich wieder feste Wohnplätze fassen. Nachweise von Siedlungen verbunden mit

Abb. 2. Kurgan 2 bei Ipatovo, Russland, vor der Ausgrabung. Die beiden Menschen rechts und links an der Hügelbasis vor der Baum- bzw. Buschreihe können als Grössenvergleich zur Höhe des Kurgans dienen (Photo: Alexej A. Kalmykov).

Ackerbau finden sich in den Steppen erst im späten 2. und im 1. Jt. v.Chr. (Motuzaite-Matuzeviciute 2012; Reinhold *et al.* 2017). Da kaum Siedlungsfunde bekannt sind, gründen die Rekonstruktionen zur Lebensweise fast ausschliesslich auf Grabfunden, überwiegend aus Kurganen (Shishlina 2008).

Der Kurgan 2 der Grabhügelgruppe 3, der sog. 'Grosse Grabhügel' von Ipatovo, ist einer der bedeutendsten Fundplätze der Bronzezeit in der Steppe nördlich des Kaukasus. Er liegt am Rand der Stadt Ipatovo, *ca.* 120 km nordwestlich von Stavropol, Russland (Abb. 1). Der Fundplatz befindet sich im Tal des Flusses Kalaus, der an den Hängen des Stavropoler Berglands entspringt und im Norden in den Fluss Manyč mündet. Er ist eine bedeutende Nord-Südverbindung am Ostrand des Stavropoler Berglandes (Meckelein 1998). Kurgan 2 war mit 7 m Höhe und über 100 m Durchmesser einer der grössten Grabhügel des Gebietes und wies elf verschiedene Bauphasen mit einer oder mehreren jeweils zugehörigen Bestattungen auf (Abb. 2). Diese bezeugen eine Nutzung in der Bronzezeit, in den Jahrhunderten vor der Zeitenwende und in der frühen Neuzeit. Er wurde 1998/1999 in eineinhalb Jahren im Rahmen einer Rettungsgrabung durch das Institut für Denkmalschutz und Rettungsgrabungen GUP Nasledie in Stavropol ausgegraben (Belinskij *et al.* 2000; Korenevskij *et al. 2007*) (Abb. 3).

Die bronzezeitlichen Schichten des Kurgans umfassen etwa die Mitte des 4. bis zum Beginn des 2. Jahrtausends v.Chr. (Tab. 1, Abb. 4). Die Bestattungen weisen Inventare aus unterschiedlichen archäologischen Kulturen mit Beziehungen in die eurasische Steppe und ins Kaukasusgebirge auf (Korenevskij *et al. 2007*). Die Gräber sind Körperbestattungen je nach Kultur in Gruben, Steinkisten oder Katakomben. Sie enthalten fast immer Grabbeigaben, oft Tierknochen und gelegentlich zwei- bzw. vierrädrige Wagen (Belinskij und Kalmykov 2004). Die frühbronzezeitliche Konstruktionsphase beginnt mit dem ersten Hügel und einem Grab, das in die zweite Hälfte des 4. Jahrtausends v.Chr. datiert (Tab. 1). Ihm folgen eine Doppelbestattung und die Hügellagen bzw. -schalen 2–3, sowie zwei weitere Gräber und Hügellage 4. Diese Gräber sind chronologisch und kulturell mit der späten Majkop-Novosvobodnaja Kultur verbunden (Korenevskij *et al.* 2007, p. 91–92). Das älteste Grab zeigt auch Elemente des lokalen Äneolithikums. Es folgen zwei Bestattungen der Jamnaja Kultur. Chronologisch fasst die folgende mittelbronzezeitliche Epoche mit den Hügellagen 5–10 neun Gräber der frühen Katakombengrab Kultur zusammen (Korenevskij *et al.* 2007, p. 92–95). In diese Phase datieren zwei der drei Wagengräber im Kurgan (Belinskij und Kalmykov 2004; Korenevskij *et al.* 2007). Auf diese erste mittelbronzezeitliche Phase

Abb. 3. Luftbild des Kurgans während der Ausgrabung. Gut zu erkennen sind die beeindruckende Höhe und Durchmesser des Hügels. Mehrere Profilstege dokumentieren den Aufbau und die Stratigraphie des Kurgans in seiner gesamten Ausdehnung (Photo: Alexej A. Kalmykov).

folgen zwei Bestattungen der späten Katakombengrab Kultur. Ein Grab aus dem letzten Drittel des 3. Jt. v.Chr. enthielt ebenfalls einen Wagen. Die 11. Hügellage wurde über diesen späten Katakombengrab-Gräbern angelegt. Die letzte bronzezeitliche Belegungsetappe bilden Gräber des post-katakombenzeitlichen Horizonts und der Spätbronzezeit. Sie sind in die oberen Hügellagen eingetieft und datieren in die letzten Jahrhunderte des 3. und die ersten des 2. Jt. v.Chr. Nach diesen Bestattungen wurden erst in der Eisenzeit wieder Gräber angelegt. 151 neuzeitliche Gräber von Nogajer-Nomaden bilden einen separaten Friedhof auf dem Kurgan (siehe Tab. 1; Korenevskij *et al.* 2007).

Stabile Isotopenanalysen an archäologischem Material

Mittels der Analyse stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope an menschlichen Knochen lassen sich Informationen über die Ernährung prähistorischer und historischer Gemeinschaften erlangen (u. a. Katzenberg 2008; Schwarcz und Schoeninger 2011; Ambrose 1986, 1993; DeNiro and Epstein 1978; 1980). Stabile Kohlenstoffisotope geben Hinweise auf die pflanzlichen Nahrungskomponenten (Schoeninger und Moore 1992; Schwarcz und Schoeninger 2011). C_3-Pflanzen (z.B. Weizen, Gerste) und C_4-Pflanzen (z.B. Hirse, Amaranth) unterscheiden sich in ihrem Photosynthesezyklus und weisen deutliche Unterschiede in der Isotopenzusammensetzung des Kohlenstoffs auf. Dank dieser kann unterschieden werden, ob ein Mensch vorwiegend C_3-Pflanzen mit $\delta^{13}C$-Werten zwischen -34 und -20 ‰, oder C_4-Pflanzen mit Werten zwischen -16 und -9 ‰, oder Nahrung beider Pflanzengruppen konsumiert hat (Schoeninger und Moore 1992; Schwarcz und Schoeninger 2011). Unterschiede zwischen pflanzlichen und tierischen Nahrungsquellen können vor allem durch die Analyse der Stickstoffisotopenverhältnisse im Knochen ermittelt werden (Schoeninger und Moore 1992). Der im Knochenkollagen enthaltene Stickstoff stammt aus dem Proteinanteil der Nahrung. Je höher die gemessenen $\delta^{15}N$-Werte ausfallen, desto höher ist die Trophiestufe des Konsumenten.

So kann durch den Trophiestufeneffekt, welcher die $\delta^{15}N$-Werte bei Säugetieren zwischen 3 und 6 ‰ pro Stufe erhöht, zwischen Herbivoren, Omnivoren und Karnivoren unterschieden werden. Voraussetzung dafür sind bekannte und einheitliche $\delta^{15}N$-Werte der Pflanzen

Tabelle 1. Hügelbauphasen, Kulturabfolge und Gräber im Grossgrabhügel von Ipatovo; fett markiert: Primärgräber.

	Kultur	**Gräber & Hügel**	**Datierung**
1	Steppen-Majkop (Äneolithikum?)	erster kleiner Hügel über Grab **187**	*ca.* 3350–3250 v.Chr.
2	Steppen-Majkop	**195**, Hügel auf 14 m Dm. und 1 m Höhe erweitert	*ca.* 3350–3250 v.Chr.
3	*dito*	kein Primärgrab, 182, 183, 185, Steinkreis, Hügel auf 20 m Dm. und 1,4 m Höhe erweitert, Anlage eines umlaufenden Grabens	letztes Drittel 4. Jt. v.Chr.
4	*dito*	**181**, darüber Hügel auf 24–25 m Dm. und 1,5 m Höhe erweitert	Beginn 3. Jt. v.Chr.
5	Frühe Katakombengrab-Kultur	**167**, darüber Hügel asymmetrisch auf 2 m erhöht, Hügelkuppe nun abgeflacht und mit heller Lehmschicht bedeckt	erstes Drittel 3. Jt. v.Chr.
6	*dito*	**164**, Ausbau der asymmetrischen Hügelschale und Abschluss mit heller Lehmschicht	erstes Drittel 3. Jt. v.Chr.
7	*dito*	**162, 163**, darüber Ausbau des Hügels mit flacher Kuppe auf 30×36 m Grundfläche und 2,5 m Höhe, Anlage eines weiteren umlaufenden Grabens, Nachbestattung 101	erstes Drittel 3. Jt. v.Chr.
8	*dito*	**186**, darüber Aufbau an der Südseite einer massiven, dunkelbraunen Erdschale aus Humus mit flacher Kuppe; der Hügel mass nun 36×38 m mit einer Höhe von 3,5 m; darin Nachbestattungen 165, 184	erstes Drittel 3. Jt. v.Chr.
9	*dito*	Verstärkung der vorigen Hügelschale mit verdichtetem Material zu einer Höhe von 3,5–3,7 m und einem Dm. von 44–46 m und Anlage von Kenotaphgrab 166	Mitte 3. Jt. v.Chr.
10	Späte Katakombengrab-Kultur (West Manyč Variante)	**168**, darüber Aufbau einer weiteren massiven Schicht von Norden aus, Schaffung einer sphärischen Hügelkuppe und Erhöhung des Bauwerks auf über 6,2 m bei 58×42 m Grundfläche, Nachbestattung 33	Mitte 3. Jt. v.Chr.
11	*dito*	**169, 32**, darüber nochmalige Erhöhung des Hügels auf die maximale Höhe von *ca.* 7 m, randlich Grab 122; Abschluss des Bauwerkes durch Anlage von 3 Gräben und grossen Gruben auf der Hügelkuppe	letztes Drittel 3. Jt. v.Chr.
nach 11	Lola-Kultur	Wiedernutzung mit Gräbern 13, 12, 30, 31	erstes Drittel 2. Jt. v.Chr.
	Spätbronzezeit	4, 5, 7–11, 34, 161	letztes Drittel 2. Jt. v.Chr.
	Eisenzeit	2, 3	1. Jt. v.Chr.
	Sarmatenzeit	Anlage des sehr reichen Frauengrabes 14 sowie einer leeren Grabkammer darunter	2./3. Jh. v.Chr.
	Nogajer	Reihengräberfeld mit 151 Gräbern in islamischem Grabritus ohne Beigaben im südwestlichen Sektor des Hügels	18./19. Jh. n. Chr.

Abb. 4. Schnitt durch den Kurgan während der Ausgrabung. Das Ostprofil dokumentiert die komplexe Stratigraphie. Der erste kleine Grabhügel auf dem gewachsenen Boden über Grab 187 wurde bei der Anlage nachfolgender Bestattungen viele Male vergrössert. Das Bild zeigt die unterschiedliche Farben der Hügelschichten, die symetrisch wie auch assymetrisch über dem Kernhügel gebaut wurden. Die Nutzung unterschiedlich gefärbter Erdsubstrate ist typisch für die Bronzezeit im Kaukasus (Photo: Alexej A. Kalmykov).

an der Basis der Nahrungskette (Schoeninger und DeNiro 1984; Schoeninger und Moore 1992; Hedges und Reynard 2007; Schwarcz und Schoeninger 2011). Aquatische Nahrungsquellen tragen aufgrund längerer Nahrungsketten ebenfalls zu erhöhten δ^{15}N-Werten im Knochenkollagen bei (Katzenberg 2008; Schwarcz und Schoeninger 2011).

Material und Methoden

In dieser Studie wurden insgesamt 36 Menschen- und vier Tierknochen aus der Früh-, Mittel- und Spätbronzezeit untersucht (Tab. 2). Für insgesammt 23 Individuen liegen 45 Radiokarbondaten vor, von denen jedoch 12 aufgrund fehlerhafter Messungen auszuschließen sind und weitere 9 Kallibrationsspannen von über 100 Jahren aufweisen (Korenevskij *et al.* 2007; Hollund *et al.* 2010; Korenevskij 2014). So sind tatsächlich lediglich 15 Gräber verlässlich datiert. Alle Daten wurden in OxCal 4.4 mit der Kalibrationskurve IntCal20 neu kalibiriert. Die chronologische Einteilung der Individuen in früh-, mittel- und spätbronzezeitliche Gruppen erfolgte in dieser Studie primär über die Stratigraphie und die archäologischen Befunde und Funde, erst sekundär über die ^{14}C-Datierungen, wobei die Individuen aus dem post-katakombenzeitlichen Horizont der Mittelbronzezeit zugeteilt wurden. Die untersuchte Gruppe umfasst 28 erwachsene Individuen, sieben Kinder (d.h. unter 14-jährige) und ein nicht näher altersbestimmtes Individuum. 15 Individuen wurden als männlich und 13 als weiblich bestimmt, für acht Skelette liegt keine Geschlechtszuweisung vor (Tab. 2; Alter und Geschlecht nach Korenevskij *et al.* 2007).

Die Proben wurden für stabile Kohlen- und Stickstoffisotopenanalysen gemäss der leicht modifizierten Methode nach Longin (1971) aufbereitet (vgl. auch Doppler *et al.* 2017; Milella *et al.* 2019). In den Labors der Integrativen Prähistorischen und Naturwissenschaftlichen Archäologie (IPNA) des Departements Umweltwissenschaften, Universität Basel, wurden Knochenstücke mittels diamantbeschichteter Trennscheibe abgetrennt und mit Hilfe eines Fräsaufsatzes gereinigt. 500–800 mg Probenmaterial wurden für zwei Wochen in 10 ml 0.5 N HCl demineralisiert, nach Neutralisierung für 24 Stunden in 10 ml 0.1 N NaOH gelaugt und nach erneuter Neutralisierung für 48 Stunden in leicht angesäuerter Lösung bei 70°C in Wasser gelöst. Nach dem Filtern (Ezee-Filter, Elkay, GB, 60–90 µm) wurden die Proben tiefgefroren und anschliessend gefriergetrocknet. Die Bestimmung der Isotopenzusammensetzung und der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte erfolgte in Duplikaten mittels eines Integra 2 EA-IRMS (Sercon Ltd., Crewe, GB) in der Biogeochemie des Departements Umweltwissenschaften, Universität Basel. Die Rohdaten wurden auf die internationalen Standards IAEA CH-6 und N-2 und den laborinternen Standard EDTA normiert. Der analytische Fehler (1σ) beträgt ±0.1 ‰ (V-PDB) für δ^{13}C und ±0.25 ‰ (AIR) für δ^{15}N.

Ergebnisse

Von den untersuchten 40 Proben lieferten 32 der 36 menschlichen und alle vier tierischen Proben (zwei Pferde, ein Rind, ein Schaf/Ziege) auswertbare Ergebnisse (vgl. Tab. 2; Abb. 5). Das atomare C:N-Verhältnis des Knochenkollagens aller Proben lag im Bereich zwischen 2.9 und 3.6, der für eine gute Kollagenerhaltung charakteristisch ist (Ambrose 1990; DeNiro 1985). Das C:N-Verhältnis der 32 Proben aus

menschlichen Knochen reicht von 3.1 bis 3.3. Das C : N-Verhältnis aller Proben aus tierischen Knochen liegt im Mittelwert bei 3.2 ± 0.1 (1σ, n = 4).

Tierische Proben

Unter den Tieren zeigt die Probe von Schaf/Ziege die höchsten Stickstoffisotopenwert ($\delta^{15}N$ = 8.5 ‰), gefolgt von einem der beiden Pferde ($\delta^{15}N$=7.7 ‰). Sie unterscheiden sich deutlich von den tieferen Werten des Rindes ($\delta^{15}N$ = 5.9 ‰) und des zweiten Pferdes ($\delta^{15}N$ = 5.5 ‰). Hinsichtlich der Kohlenstoffisotopenwerte liegen das Rind ($\delta^{13}C$ = -20.1 ‰) und das zweite Pferd ($\delta^{13}C$ = -21.0 ‰) ebenfalls tiefer als die Werte des ersten Pferdes ($\delta^{13}C$ = -18.9 ‰) und des Ovicapriden ($\delta^{13}C$ = -17.6 ‰; vgl. Tab. 2).

Menschliche Proben

Die $\delta^{13}C$-Werte der subadulten Individuen weisen einen Minimalwert von -19.1 und einen Maximalwert von -16.9 ‰ sowie einen Mittelwert von -18.0 ± 0.8 ‰ (1σ, n=7) auf. Die $\delta^{15}N$-Werte zeigen eine Spanne von 10.4 bis 14.1 ‰ und einen Mittelwert von 12.7 ± 1.6 ‰ (1σ, n=7). Die $\delta^{13}C$-Werte der erwachsenen Individuen liegen zwischen -19.8 und -16.0 ‰ mit einem Mittelwert von -18.1 ± 0.9 ‰ (1σ, n=25). Die $\delta^{15}N$-Werte der Erwachsenen liegen zwischen 10.4 ‰ und 15.7 ‰ mit einem Mittelwert von 13.1 ± 1.5 ‰ (1σ, n=25). Die $\delta^{13}C$-Werte liegen bei den erwachsenen männlichen Individuen zwischen -19.3 und -16.0 ‰ mit einem Mittelwert von -17.8 ± 0.9 ‰ (1σ, n=14), während die Werte der erwachsenen weiblichen Individuen zwischen -19.8 und -17.5 ‰ liegen und einen Mittelwert von

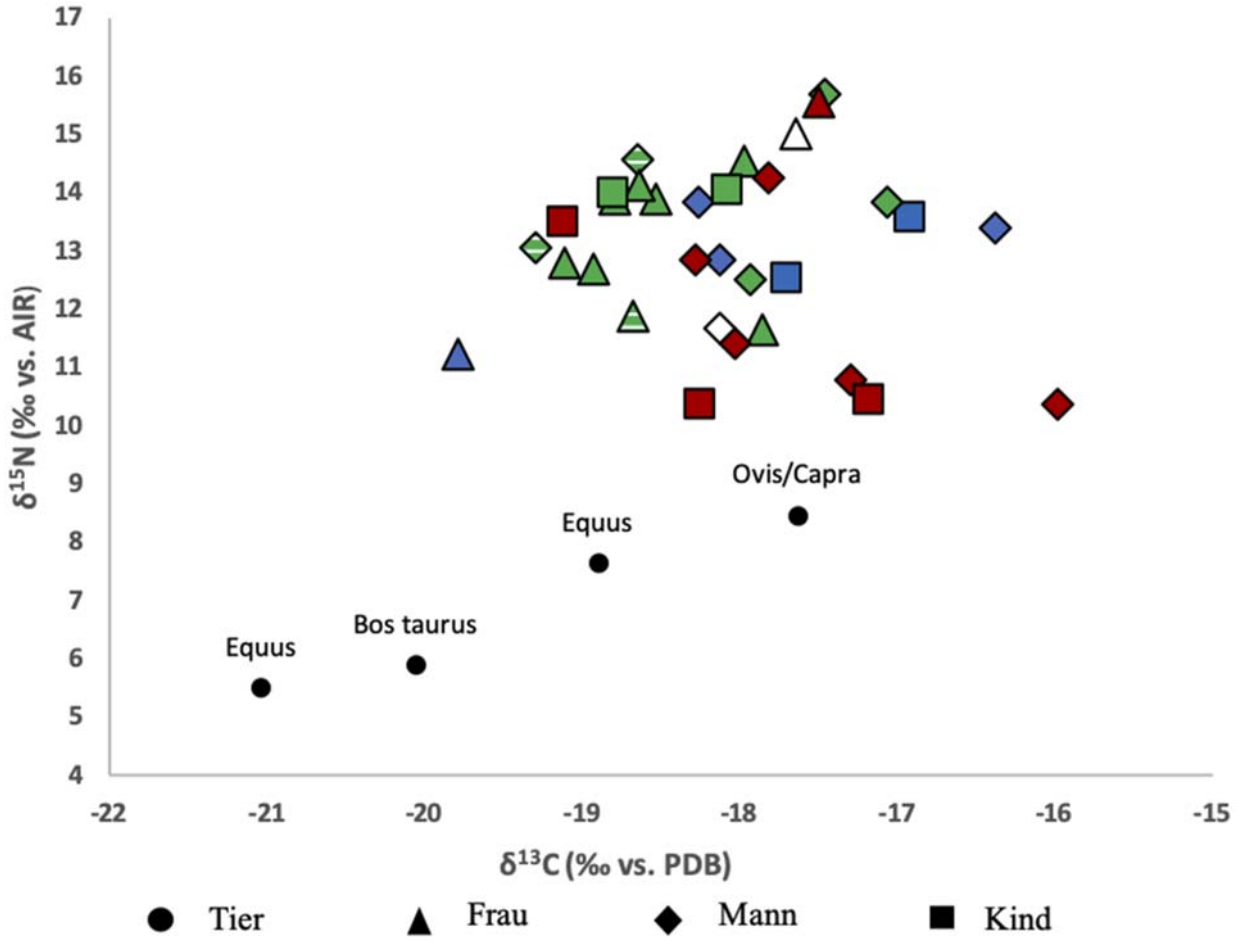

Abb. 5. Streudiagramm der Kohlenstoff ($\delta^{13}C$)- und Stickstoff ($\delta^{15}N$)-Isotopenverhältnisse von Menschen und Tieren aus den bronzezeitlichen Schichten von Kurgan 2 aus Ipatovo (RU). Blau – Frühbronzezeit, grün – Mittelbronzezeit, rot – Spätbronzezeit, ohne Farbe – keine Angaben zur Datierung vorhanden, gestreift – Wagengrab.

Grabnummer	Mensch/ Tier	Geschlecht	Alter in Jahren	^{14}C-Datierung cal. BC (2σ)	Archäologische Kulturzugehörigkeit	Beprobtes Skelettteil	% Kollagen	C:N Verhältnis	δ^{13}C (‰) vs. V-PDB	δ^{15}N (‰) vs. AIR
Frühbronzezeit										
187	Mensch	M	35–45	GIN-10297: 3617–3124 calBC; OXA-16187: 3711–3531 calBC	St-M	*Os longum*	5.0	3.2	-18.1	12.9
195 Ind. 1	Mensch	M	18–19	GIN-10298: 3641–2930 calBC	St-M	*Cranium*				
195 Ind. 2	Mensch	Indet.	11–12	GIN-10301: 3527–2584 calBC	St-M	*Ossa pedis*	9.3	3.2	-16.9	13.6
183	Mensch	Indet.	6–7	GIN-10307: 3629–2207 calBC	St-M	*Ossa pedis*	13.8	3.2	-17.7	12.6
185	Mensch	M	19–22	GIN-10302: 3515–2924 calBC	St-M	*Ossa pedis*	10.6	3.2	-16.4	13.4
182	Mensch	M	23–35	GIN-10952: 3335–2894 calBC	St-M	*Costa*	4.2	3.2	-18.3	13.9
181	Mensch	F	>55	GIN-10304: 3095–2410 calBC	St-M	*Os longum*	2.3	3.3	-19.8	11.2
33	Mensch	F	25–35	2459–1985	Jam	*Mandibula*				
Mittelbronzezeit										
101	Mensch	F	16–17	GIN-10145: 2874–2467 calBC	f_Kat	*Phalanx*	20.7	3.2	-18.5	13.9
162	Mensch	M	45–55	OxA-16138: 2889–2636 calBC	f_Kat	*Costa*	14.1	3.2	-17.5	15.7
163	Mensch	Indet.	<1	OxA-16139: 2867–2573 calBC	f_Kat	*Costa*	2.2	3.2	-18.1	14.1
164 Ind. 1	Mensch	F	>55	2550–1951	f_Kat	*Costa*	16.5	3.2	-18.8	13.9
164 Ind. 2	Mensch	F	25–35	OxA-16143: 2856–2492 calBC	f_Kat	*Os longum*				
164	*Ovis/Capra*			OxA-16144: 2896-2671 calBC	f_Kat	*Metapodium*	6.2	3.2	-17.6	8.5
164	*Equus*			2550–1951	f_Kat	*Metapodium*	12.7	3.2	-18.9	7.7
165	Mensch	F	45–55	2131–1668	f_Kat	*Costa*	16.2	3.2	-18.6	14.1
167	Mensch	F	45–55	GrA-12403: 2903–2493 calBC	f_Kat	*Ulna*	19.7	3.2	-18.0	14.5
168	Mensch	F	25–35	GIN-10231: 2858–2466 calBC; OxA-16143: 2619–2466 calBC; OxA-16144: 2578–2463 calBC	f_Kat	*Metatarsus*	15.5	3.2	-18.7	11.9
184 Ind. 1	Mensch	Indet.	4–5	GIN-10306: 2837–2464 calBC; OxA-16145: 2871–2580 calBC	f_Kat	*Radius*	18.9	3.2	-18.8	14.0
186	Mensch	M	45–55	OxA-16148: 2867–2576 calBC; OxA-16149: 2867–2576 calBC	s_Kat	*Fibula*	15.2	3.2	-18.6	14.6
32	Mensch	M	35–45	GIN-10147: 2339–2036 calBC; GrA-13660: 2461–2201 calBC	s_Kat	*Fibula*	2.4	3.3	-19.3	13.1
122	Mensch	M	25–35	GIN-10183: 2571–1770 calBC	s_Kat	*Costa*	6.7	3.2	-17.1	13.8
169	Mensch	F	45–55	GIN-10305: 3312–2037 calBC	s_Kat	*Radius/Ulna*	7.0	3.2	-19.1	12.8
Verfüllungsschicht	*Bos taurus*					*Metapodium*	7.6	3.2	-20.1	5.9
Verfüllungsschicht	*Equus*					*Metapodium*	18.5	3.2	-21.0	5.5
12	Mensch	F	>55		poKat	*Os longum*	12.2	3.2	-17.9	11.6
13	Mensch	M	45–56	GIN-11432: 1896–1641 calBC	Lola	*Cranium*				
30	Mensch	M	>55		poKat	*Os longum*	6.8	3.1	-17.9	12.5
31	Mensch	F	35–45		poKat	*Costa*	16.9	3.2	-18.9	12.7
Spätbronzezeit										
4	Mensch	Indet.	11–12		s_Bro	*Costa*	14.8	3.2	-17.2	15.0
5	Mensch	M	35–45	GIN-10164: 1194–804 calBC	s_Bro	*Costa*	6.9	3.2	-17.3	10.8
7	Mensch	M	35–45		s_Bro	*manus/pedis*	10.9	3.2	-16.0	10.4
8	Mensch	M	35–45	GIN-10165: 1434–898 calBC	s_Bro	*Os longum*	9.6	3.2	-17.8	14.3
9	Mensch	M	45–55	1406–1226	s_Bro	*Radius/Ulna*	10.3	3.2	-18.3	12.8
10	Mensch	F	>55		s_Bro	*Os longum*	20.9	3.2	-17.5	15.6
11	Mensch	Indet.	10–12		s_Bro	*Costa*	12.5	3.2	-18.3	10.4
34	Mensch	M	45–55		s_Bro	*Costa*	17.3	3.2	-18.0	11.4
161	Mensch	Indet.	3–4		s_Bro	*Costa*	14.2	3.2	-19.1	13.5
Keine Angaben zur Datierung vorhanden										
3	Mensch	F	45–55			*Costa*	10.7	3.2	-17.6	15.0
6	Mensch	M	35–45			*Costa*	15.8	3.3	-18.1	11.7

-18.5 ± 0.7 ‰ (1σ, n=11) aufzeigen. Bei den $\delta^{15}N$-Werten weisen die männlichen Individuen eine Spanne von 10.4 bis 15.7 ‰ mit einem Mittelwert von 12.9±1.5 ‰ (1σ, n=14) auf, während die weiblichen Individuen Minimal- und Maximalwerte von 11.2 ‰ und 15.6 ‰ und einen Mittelwert von 13.4±1.4 ‰ (1σ, n=11) haben (vgl. Tab. 2 und 3).

Frühbronzezeit

Bei den frühbronzezeitlichen Individuen (vgl. Tab. 2 und 3) liegen die $\delta^{13}C$-Minima und -Maxima bei -19.8 und -16.4 ‰, die $\delta^{15}N$-Minima und -Maxima bei 11.2 und 13.9 ‰. Die beiden frühbronzezeitlichen Kinder zeigen leicht höhere $\delta^{13}C$-Werte als die Mehrheit der erwachsenen Individuen dieser Zeitperiode. Die frühbronzezeitlichen Erwachsenen zeigen mit Ausnahme der Frau sehr ähnliche $\delta^{15}N$-Werte, welche sich untereinander höchstens um ± 1.1 ‰ unterscheiden. Die $\delta^{13}C$-Werte fallen bei drei der sechs Individuen (einem Kind und zwei Männern) sehr ähnlich um *ca.* -18 ‰ aus. Ein Mann zeigt mit -16.4 ‰ den höchsten $\delta^{13}C$-Wert aus dieser Phase. Die Frau zeigt dagegen deutlich niedrigere Werte ($\delta^{13}C$ = -19.8 ‰, $\delta^{15}N$ = 11.2 ‰). Zusammengefasst sind in der Gruppe der frühbronzezeitlichen Individuen keine grösseren Unterschiede bezüglich des Sterbealters festzustellen. Für eine Beurteilung möglicher Geschlechtsunterschiede ist die Anzahl der weiblichen Individuen zu klein.

Mittelbronzezeit

Auch die Werte der mittelbronzezeitlichen Individuen (vgl. Tab. 2 und 3) weisen keine grosse Streuung auf. Die $\delta^{13}C$-Werte der untersuchten Skelette dieser Epoche liegen zwischen -19.3 und -17.1 ‰, während die $\delta^{15}N$-Werte zwischen 11.6 und 15.7 ‰ liegen. Die beiden mittelbronzezeitlichen Kinder, ein 4–5-jähriges Kind und ein Säugling, zeigen fast identische $\delta^{15}N$-Werte mit 14.0 ‰ und 14.1 ‰. Bei den erwachsenen Individuen aus der Mittelbronzezeit weisen fünf (vier Frauen und ein Mann) sehr ähnliche Isotopenwerte zwischen -18.8 und -17.8 ‰ ($\delta^{13}C$) sowie 13.9 und 14.6 ‰ ($\delta^{15}N$) auf. Diese Individuen gehören der frühen Phase der Katakombengrab Kultur an, ebenso wie ein Mann, welcher den höchsten $\delta^{15}N$-Wert ($\delta^{13}C$=-17.5 ‰, $\delta^{15}N$= 15.7 ‰) der Gruppe aufweist. Die tiefsten $\delta^{15}N$-Werte der mittelbronzezeitlichen Individuen zeigen zwei Frauen (11.6 ‰ und 12.7 ‰), welche in den postkatakombischen Zeithorizont, d.h. in die Übergangsphase zwischen Mittel- und Spätbronzezeit, datieren. Bei den beiden Individuen mit den jeweils niedrigsten und höchsten $\delta^{13}C$-Werten dieser Gruppe handelt es sich um Männer der späten Katakombengrab Kultur.

Spätbronzezeit

Die spätbronzezeitlichen Individuen (vgl. Tab. 2 und 3) weisen eine grössere Streuung der Werte auf mit $\delta^{13}C$-Werten zwischen -19.1 und -16.0 ‰ sowie $\delta^{15}N$-Werten zwischen 10.4 und 15.6 ‰. Zwei 10 und 12 Jahre alte Kinder dieser Phase erbrachten ähnliche und vergleichsweise niedrige $\delta^{15}N$-Werte von 10.5 und 10.4 ‰. Ein 3–4 Jahre altes Kind zeigt einen deutlich höheren $\delta^{15}N$-Wert von 13.5 ‰. Die einzige spätbronzezeitliche Frau zeigt im Vergleich zu den spätbronzezeitlichen Männern und Kindern den höchsten $\delta^{15}N$-Wert mit 15.6 ‰. Das Individuum mit dem höchsten $\delta^{13}C$-(-16.0 ‰) und gleichzeitig niedrigsten $\delta^{15}N$-Wert (10.4 ‰) der Gruppe ist hingegen ein Mann. Die anderen männlichen Individuen aus dieser Phase weisen untereinander ähnliche $\delta^{13}C$-Werte, jedoch sehr unterschiedliche $\delta^{15}N$-Werte mit Unterschieden von bis zu 3.8 ‰ auf. Insgesamt lassen sich bei den bronzezeitlichen Individuen aus Kurgan 2 keine stark ausgeprägten Unterschiede bezüglich Zeitstellung, Geschlecht oder Alter feststellen. Variationen treten jedoch zum Teil innerhalb der einzelnen Phasen auf.

Diskussion

Die Anwendung stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotopenanalysen erlaubt die Rekonstruktion unterschiedlicher Ernährungsgewohnheiten. Eine solche Rekonstruktion kann durchgeführt werden, wenn die potentiellen Nahrungsquellen bekannt und isotopisch charakterisiert sind. Allerdings wird die Ernährungsrekonstruktion auf Basis stabiler Isotopenanalysen durch verschiedene Einflussfaktoren kompliziert. Beispielsweise führt in Pflanzen der Wasserstress, welcher bei einer unzureichenden Wasserversorgung der Wurzeln auftritt, zu erhöhten $\delta^{13}C$-Werten (Schwarcz

Tabelle 2 (links). Beprobte Menschen und Tiere aus Kurgan 2 bei Ipatovo, Russland, mit Angabe der demographischen Daten, Datierung und Resultate der Kohlenstoff- und Stickstoff-Isotopenanalysen; ^{14}C-Daten mit Labornummer kalibriert mit Intcal20, ohne Labornummer nicht derart kalibriert und daher weniger verlässlich; archäologische Kulturzugehörigkeit: St-M = Steppen-Majkop, Jam = Jamnaja, f_Kat = frühe Katakombengrab-Kultur, s_Kat = späte Katakombengrab-Kultur, poKat = postkatakombenzeitlichler Horizont, Lola = Lola-Kultur, s_Bro = Spätbronzezeit.

Tabelle 3. Beprobte Menschen und Tiere aus Kurgan 2 bei Ipatovo, Russland. Angaben unterteilt nach demographischen Gruppen und archäologischen Phasen, mit Angabe der Anzahl Proben, Mittelwert, Standardabweichung, Minimal- und Maximalwerten der Resultate der Kohlenstoff- und Stickstoff-Isotopenanalysen; Isotopenanalysen; $\delta^{13}C$ (‰) vs. V-PDB, $\delta^{15}N$ (‰) vs. AIR

Untersuchte Gruppe	Anzahl Proben (n)	Mittelwert		Standard-abweichung (1σ)		Minimalwert		Maximalwert	
		$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{15}N$ (‰)	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{15}N$ (‰)	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{15}N$ (‰)	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{15}N$ (‰)
Tiere	4	-19.4	6.9	1.5	1.4	-21.0	5.5	-17.6	8.5
Adulte Individuen	25	-18.1	13.1	0.9	1.5	-19.8	10.4	-16.0	15.7
Subadulte Individuen	7	-18.0	12.7	0.8	1.6	-19.1	10.4	-16.9	14.1
Männer	14	-17.8	12.9	0.9	1.5	-19.3	10.4	-16.0	15.7
Frauen	11	-18.5	13.4	0.7	1.4	-19.8	11.3	-17.5	15.6
Frühbronzezeit	6	-17.9	12.9	1.2	1.0	-19.8	11.2	-16.4	13.9
Mittelbronzezeit	15	-18.4	13.5	0.6	1.1	-19.3	11.6	-17.1	15.7
Spätbronzezeit	9	-17.7	12.7	0.9	2.0	-19.1	10.4	-16.0	15.6

und Schoeninger 2011). Trockenheit infolge geringer Niederschläge kann auch bei Herbivoren eine Erhöhung der $\delta^{15}N$-Werte verursachen (Schwarcz und Schoeninger 2011). Hohe $\delta^{15}N$-Werte können aber auch auf Protein- bzw. Nahrungsstress beruhen oder bei Kindern durch den Konsum von Muttermilch verursacht sein (Katzenberg 2008; Reynard und Tuross 2015). Der Konsum von Süsswasserfischen ist nicht immer eindeutig fassbar, da Fische, die in unterschiedlichen Süsswasser-Habitaten beheimatet sind, sehr unterschiedliche $\delta^{13}C$-Werte zeigen, ebenso wie variable $\delta^{15}N$-Werte in Folge unterschiedlicher Trophiestufen (Katzenberg 2008). Die im Folgenden vorgestellten Auswertungsansätze beruhen im Wesentlichen auf einem Vergleich mit den Ergebnissen anderer Studien aus dem Nordkaukasus und angrenzenden Regionen.

Die tierischen Proben zeigen in den Kohlenstoffisotopenverhältnissen, dass sich alle Tiere hauptsächlich von C_3-Pflanzen ernährten. Allein die Probe von Schaf/Ziege verweist durch einen höheren $\delta^{13}C$-Wert auf einen möglichen Konsum von C_3- und C_4-Pflanzen. Auch ist der $\delta^{15}N$-Wert des Ovicapriden im Vergleich zu den anderen Tieren erhöht, was möglicherweise auf saisonale Unterschiede bei der Nutzung von Weideflächen zurückgeht (Shishlina *et al.* 2017; Makarewicz 2014; Makarewicz 2018; Ventresca Miller *et al.* 2018; Hermes *et al.* 2019).

Hollund und KollegInnen (2010) untersuchten mehrere Ovicapriden vom Fundplatz Aygurskiy (Maikop Kultur) aus der Region um Ipatovo, die mit $\delta^{13}C$-Werten von -19.0 bis -15.1 ‰ auf einen Konsum von C_3 und/oder einer Mischung aus C_3- und C_4-Pflanzen hinweisen. Ebenfalls mit Ipatovo vergleichbar sind die $\delta^{15}N$-Werte dieser Tiere, die zwischen 7.8 ‰ und 12.1 ‰ liegen (Hollund *et al.* 2010). Ein Pferd aus Aygurskiy weist einen $\delta^{13}C$-Wert von -20.3 ‰ und einen $\delta^{15}N$-Wert von 6.9 ‰ auf (Hollund *et al.* 2010). Vergleichbare Daten liefern auch Schafe aus dem kalmückischen Baga-Burul (Katakombengrab Kultur), welche $\delta^{13}C$-Werte zwischen -19.4 und -16.6 ‰ und $\delta^{15}N$-Werte zwischen 7.4 und 10.7 ‰ aufweisen (Shishlina *et al.* 2009). Zwei Rinder und ein Pferd aus derselben Fundstelle weisen $\delta^{13}C$-Werte von -19.2 resp. -16.6 ‰ bei den Rindern und -20.6 ‰ beim Pferd, sowie $\delta^{15}N$-Werte von 9.2 resp. 9.9 ‰ bei den Rindern und 6.2 ‰ beim Pferd auf (Shishlina 2009; Shishlina *et al.* 2012b). Somit zeigen die Rinder aus Baga-Burul deutlich höhere Werte bei den Stickstoffisotopenverhältnissen als das Rind aus Ipatovo. Unsere Isotopendaten für die Tiere sind somit mit denen anderer Studien aus der Region vergleichbar, allein das Rind unterscheidet sich durch niedrigere Stickstoffisotopenwerte.

Terrestrische Tiere waren wahrscheinlich eine bedeutende Nahrungsquelle für die Menschen aus Ipatovo. Rechnet man einen Trophiestufenanstieg von 3–6 ‰ zwischen den von uns analysierten Herbivoren und den diese konsumierenden Menschen ein (Schoeninger und Moore 1992; Hedges und Reynard 2007; Schwarcz und Schoeninger 2011), kommt man auf 8.5 bis 14.5 ‰. Alle von uns gemessenen Menschen fallen in diesen Bereich. Die Kohlenstoffisotopenverhältnisse der Menschen sind gegenüber denjenigen der Tiere um *ca.* 1–2 ‰ erhöht, was ebenfalls für den Konsum von terrestrischen Tieren spricht (Schwarcz und Schoeninger 2011; Schoeninger und Moore 1992). Genauere Aussagen liessen sich treffen, wenn auch für die Pflanzen Analysewerte vorlägen, so dass sich die Anteile von pflanzlicher und tierischer Nahrung präziser abschätzen liessen.

Insgesamt weisen die Kohlenstoffisotopenverhältnisse einiger der frühbronzezeitlichen Individuen auf eine Ernährung hin, die weitgehend auf C3-Pflanzen und einem geringen Anteil von C4-Pflanzen an der Basis der Nahrungskette beruhte, da ab Werten >-18 ‰ von einem Beitrag von C4-Pflanzen in der Ernährung ausgegangen werden kann (Knipper *et al.* 2017; Lightfoot *et al.* 2015). Nur eine Frau zeigt vergleichsweise niedrige δ^{13}C-Werte, wie es für eine auf C3-Ressourcen basierte Ernährung charakteristisch ist (Schoeninger und Moore 1992; Schwarcz und Schoeninger 2011). Ein Mann und ein 11–12-jähriges Kind aus der Frühbronzezeit zeigen leicht erhöhte δ^{13}C-Werte. Diese könnten eventuell auf einen grösseren Anteil von C4-Pflanzen in ihrer Ernährung oder auf einen Konsum von Nahrungsmitteln marinen Ursprungs hindeuten (Schoeninger und DeNiro 1984). Die geographische Lage von Ipatovo in einer von der Küste weiter entfernten Steppenregion spricht allerdings bei allen Individuen eher gegen marine Nahrungskomponenten.

Die mittelbronzezeitlichen Individuen unterscheiden sich hinsichtlich der δ^{13}C-Werte leicht von denjenigen der Frühbronzezeit. Hier zeigen mehrere Individuen etwas niedrigere Werte, die aus einer weitgehend C3-basierten Ernährungsweise resultieren. Die gesamte Datenspanne überlappt jedoch deutlich mit derjenigen der Proben der vorausgehenden und der folgenden Phase der Bronzezeit. Für einige der untersuchten Individuen ist ein geringer Anteil von C4-Pflanzen wahrscheinlich, sei es durch direkten Verzehr oder sekundär durch Nahrungsmittel, die auf Tiere zurückgehen, deren Futter entsprechende Komponenten enthielt. Die Werte beider mittelbronzezeitlichen Kinder liegen im Bereich der Erwachsenen und zeigen keine Erhöhung der δ^{15}N-Werte und damit keine Hinweise auf den Konsum von Muttermilch (Reynard und Tuross 2015; Knipper *et al.* 2017). Auch der Vergleich zwischen Individuen aus Wagengräbern und solchen aus wagenlosen Gräbern ergibt keine Unterschiede. Damit finden wir keine Hinweise auf sozial bedingte Differenzen in der Ernährung der mittelbronzezeitlichen Menschen aus Kurgan 2.

Die neun spätbronzezeitlichen Individuen zeigen eine grosse Variabilität in den Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnissen. Es zeigt sich, wie bereits in der Frühbronzezeit, ein Mischkonsum von C3- und C4-Pflanzen. Zwei Männer, sowie ein Kind, fallen durch niedrige δ^{15}N-Werte (10.8 bis 10.4 ‰) und hohe δ^{13}C-Werte (-17.3 bis 16.0 ‰) auf.

Wie bereits diskutiert, können die teilweise erhöhten δ^{13}C-Werte in allen Phasen der Bronzezeit durch einen Einfluss von C4-Pflanzen in der Ernährung oder aber auch durch klimatisch bedingten Wasserstress in Pflanzen hervorgerufen worden sein (Schwarcz und Schoeninger 2011; Katzenberg 2008). Dem Einfluss von C4-Pflanzen könnte ein C4-Pflanzenanteil im tierischen Futter oder der direkte Konsum von C4-Pflanzen durch den Menschen zu Grunde liegen. Für den Konsum von C4-Pflanzen durch Tiere sprechen deren δ^{13}C-Werte, z.B. bei dem untersuchten Schaf/Ziege. Auch in den Studien von Hollund *et al.* (2010), Iacumin *et al.* (2004) und Shishlina *et al.* (2017) zeigten sich bei Tieren aus dem Nordkaukasus erhöhte δ^{13}C-Werte, die von den AutorInnen als saisonale Unterschiede in den Weideflächen der Herbivoren mit wechselnden Anteilen von C3- und C4-Pflanzen interpretiert wurden. Eine andere Möglichkeit wäre der direkte Konsum von C4-Pflanzen durch den Menschen, der oft mit dem Aufkommen von domestizierter Hirse in Verbindung gebracht wird (Trifonov *et al.* 2017). Angebaute domestizierte Pflanzen spielten in Ipatovo und im Nordkaukasus jedoch wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Rollen und waren mindestens bis in die Spätbronzezeit eher unbedeutend (Knipper *et al.* 2018; Kohl 2007; Motuzaite-Matuzeviciute 2012; Shishlina 2008; für den Südkaukasus siehe allerdings Herrscher *et al.* 2018). Der Anbau domestizierter Pflanzen für die saisonale Fütterung von Haustieren wurde bereits für die pastoralen Kulturen des 3. Jt. v.Chr. aus Innerasien postuliert (Hermes *et al.* 2019). Für einen Vergleich mit Ipatovo bedarf es jedoch weiterer tierischer Vergleichsproben sowie archäologischer Hinweise auf ackerbäuerliche Aktivitäten (Hollund *et al.* 2010; Sagona 2017; Shishlina *et al.* 2012b; Shishlina *et al.* 2018).

Auch zeigen die Resultate der Isotopenanalysen in allen drei bronzezeitlichen Phasen Unterschiede hinsichtlich der Stickstoffisotopenzusammensetzung, die möglicherweise mit klimatischen Veränderungen im Nordkaukasus im Verlauf der Bronzezeit in Verbindung stehen. So kann klimatisch bedingter Wasserstress eine mögliche Ursache für hohe Stickstoffisotopenwerte in Herbivoren darstellen (Heaton *et al.* 1986; Schwarcz und Schoeninger 2011). Dieser Effekt konnte zum Beispiel in einigen Regionen im Iran und Zentralasien beobachtet werden (Bocherens *et al.* 2000; Bocherens *et al.* 2006). Alexandrovskiy *et al.* (2001) haben anhand von Untersuchungen der Paläoböden des Kurgans 2 aus Ipatovo eine klimatische Abfolge rekonstruiert: So war nach ihren Erkenntnissen das Klima von 3500 bis 2600 v.Chr. (also während der Frühbronzezeit) trocken und wurde während der Zeit von 2600–2400 v.Chr. (also in der Frühphase der Mittelbronzezeit) noch trockener,

während von 2450 bis 2400 v.Chr. (ebenfalls noch in der Mittelbronzezeit) feuchtere Bedingungen herrschten. Dies stimmt mit den Beobachtungen in Shishlina *et al.* (2008; 2009) überein, die ebenfalls eine Verringerung der Niederschlagsmenge im Verlauf der Bronzezeit postulieren. Die trockener werdenden Klimabedingungen hätten ab *ca.* 2500 v.Chr. dazu beigetragen, dass Tiere und Pflanzen Stressreaktionen zeigen (Iacumin *et al.* 2004; Shishlina *et al.* 2012a, Shishlina *et al.* 2017). Aus Ipatovo liegen erhöhte Isotopenverhältnisse jedoch bereits aus der Frühbronzezeit im 4. Jt. v.Chr. vor, also einer als günstig rekonstruierten Klimaphase. Dies wird auch durch die Isotopenverhältnisse in den Tierknochen aus dem nahe gelegenen Fundort Aygurskiy bestätigt (Hollund *et al.* 2010).

Im Allgemeinen zeigen sich starke regionale Unterschiede im Nordkaukasus. Bei der mehrfach genannten Studie von Hollund *et al.* (2010), in der die Ernährung u.a. frühbronzezeitlicher Gemeinschaften der nordkaukasischen Steppe untersucht wurde, zeigte sich, dass Menschen aus Fundorten im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes tendenziell niedrigere Kohlenstoff- und Stickstoffisotopenwerteaufweisen, als solche aus den nördlichen Regionen, wo sich auch Ipatovo befindet. Individuen aus dem Vorgebirge in der Region um Kislovodosk, *ca.* 200 km südlich von Ipatovo, zeigten ebenfalls tiefere $\delta^{13}C$- und $\delta^{15}N$-Werte während der Bronzezeit, sowie einen deutlichen Anstieg der $\delta^{13}C$-Werte ab der Eisenzeit, welcher auf den Anbau und Konsum domestizierter C_4-Pflanzen weist. Fundstellen der kaspischen Steppe zeigen im Vergleich zu Ipatovo höhere $\delta^{15}N$-Werte, welche einen Konsum von Süsswasserfisch vermuten lassen. Dies zeigt, dass im Nordkaukasus zur selben Zeit verschiedene Ernährungsarten und Wirtschaftsstrategien praktiziert wurden.

Ohne zusätzliche Untersuchungen an aquatischen Ressourcen bleibt die Frage, ob die bronzezeitlichen Individuen aus Ipatovo Nahrung aus Süssgewässern konsumiert haben, anhand der Analysen stabiler Isotope ungeklärt. Die lokalen Gegebenheiten mit vielen Flüssen machen einen regelmässigen Konsum von Süsswasserfischen durchaus wahrscheinlich. Zwar wurden in Ipatovo keine direkten Nachweise für Fischerei und Fischkonsum gefunden, doch existieren entsprechende Funde aus anderen Fundplätzen (Hollund *et al.* 2010).

Die Resultate der Analysen stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope ermöglichen einen Einblick in das Leben der bronzezeitlichen Menschen aus Ipatovo und ergänzen das noch lückenhaft wissenschaftlich untersuchte Gebiet der nordkaukasischen Steppe um eine wichtige Fundstelle.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Resultate der Analysen stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope in Ipatovo zeigen, dass die Ernährung während der Bronzezeit hauptsächlich auf dem Konsum von terrestrischen Tierprodukten (Fleisch, Milchprodukte) und C_3-Pflanzen basierte. Dass bereits seit Beginn der Nutzung des Grabhügels eine sehr enge Interaktion mit Herdentieren existierte, zeigt die Tatsache, dass das Individuum aus dem Gründergrab 187 an einem ersten an den Menschen angepassten Stamm von *Salmonella enterica* erkrankt war, der als Krankheitserreger vom Tier auf den Menschen übergegangen ist (Key *et al.* 2020). Frauen und Männer unterscheiden sich nicht in ihrer Ernährungsweise. Die untersuchten Kinder zeigen kein typisches Stillsignal und dürften die gleiche Nahrung wie die Erwachsenen konsumiert haben. Auch können wir keine Statusunterschiede in der Ernährung fassen, und Menschen aus wagenlosen Gräbern haben sich offensichtlich sehr ähnlich ernährt wie diejenigen aus Wagengräbern. Diachron lassen sich bei den Kohlenstoffisotopenverhältnissen leichte Unterschiede erkennen. So ist in der Früh- und Spätbronzezeit ein (geringer) Einfluss von C_4-Pflanzen erkennbar, entweder in der Nahrung der Tiere, deren Fleisch von den Menschen gegessen wurde, oder in der Nahrung der Menschen selbst, während die mittelbronzezeitlichen Individuen mehrheitlich C_3-Pflanzen konsumierten. Um nähere Rückschlüsse auf die Nahrungsquellen der bronzezeitlichen Menschen aus dem Nordkaukasus zu erlangen, wären Analysen aus Siedlungsbefunden nötig, die aber für die meisten bronzezeitlichen Kulturen der Region fehlen. Diese könnten darüber hinaus auch detailliertere Informationen zu der Lebensweise der bronzezeitlichen Gruppen liefern.

Danksagung

Der Beitrag entstand im Rahmen des Projektes „Mobility, migration and demographic change in the Bronze Age of North Caucasia“, das vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung SNF, vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF und der Lomonossow Universität Moskau finanziert

wurde. Er basiert im Wesentlichen auf der von C.G. und S.L.P. betreuten Bachelorarbeit von A.S. in Prähistorischer und Naturwissenschaftlicher Archäologie an der Universität Basel. Das Probenmaterial wurde in der Integrativen Prähistorischen und Naturwissenschaftlichen Archäologie (IPNA) für die stabilen Isotopenanalysen aufbereitet und in der Biogeochemie der Universität Basel in Kollaboration mit Thomas Kuhn und Moritz Lehmann analysiert. Dank gilt auch den anderen Mitgliedern des Projekts (K.W. Alt, A. Buzhilova, W. Haak, J. Krause) und dem Grabungsteam.

Literatur

Alexandrovskiy AL, van der Plicht J, Belinskij AB *et al.* 2001. *Chronology of Soil Evolution and Climatic Changes in the Dry Steppe Zone of the Northern Caucasus, Russia, During the 3rd Millennium BC.* Radiocarbon 43: 629–635.

Ambrose SH 1986. *Stable carbon and nitrogen isotope analysis of human and animal diet in Africa.* Journal of Human Evolution 15: 707–731.

Ambrose SH 1990. *Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis.* Journal of Archeological Science 17: 431–451.

Ambrose SH 1993. *Isotopic analysis: Methodological and interpretive considerations*. In: Sandford M.K. (ed.) *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analyses in Anthropology.* Gordon and Breach Scientific. New York, 59–130.

Belinskij AB, Kalmykov AA 2004. *Neue Wagenfunde aus Gräbern der Katakombengrab-Kultur im Steppengebiet des zentralen Vorkaukasus.* In: Fansa M, Burmeister S (ed.) *Rad und Wagen - Der Ursprung einer Innovation: Wagen im Vorderen Orient und Europa.* Philipp Von Zabern. Mainz am Rhein, 201–220.

Belinskij AB, Kalmykov AA, Korenevskij SN *et al.* 2000. *The Ipatovo kurgan on the North Caucasian Steppe (Russia).* Antiquity 74: 773–774.

Belinskij AB, Härke H 1999. *The "Princess" of Ipatovo. Russian tomb may clarify Scythian-Sarmatian transition.* Archaeology 52: 20–21.

Bocherens H, Mashkour M, Billiou D 2000. *Palaeo-environmental and archaeological implications of isotopic analyses (^{13}C, ^{15}N) from Neolithic to present in Qazvin Plain (Iran).* Environmental Archaeology 5: 1–19.

Bocherens H, Mashkour M, Drucker DG *et al.* 2006. *Stable isotope evidence for palaeodiets in southern Turkmenistan during Historical period and Iron Age.* Journal of Archaeological Science 33:253–264.

Codron D, Clauss M, Codron J *et al.* 2017. *Within trophic level shifts in collagen–carbonate stable carbon isotope spacing are propagated by diet and digestive physiology in large mammal herbivores.* Ecology and Evolution 8: 3983–3995.

DeNiro MJ 1985. *Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction.* Nature 317: 806–809.

DeNiro MJ, Epstein S 1978. *Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals.* Geochimica et Cosmochimica Acta 42: 495–506.

DeNiro MJ, Epstein S 1980. *Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals.* Geochimica et Cosmochimica Acta 45: 341–351.

Doppler T, Gerling C, Heyd V *et al.* 2017. *Landscape opening and herding strategies: Carbon isotope analyses of herbivore bone collagen from the Neolithic and Bronze Age lakeshore site of Zurich-Mozartstrasse, Switzerland.* Quaternary International 436: 18–28.

Gerling C 2015. *Prehistoric mobility and diet in the West Eurasian Steppes 3500 to 300 BC: An Isotopic Approach.* Topoi: Berlin Studies of Ancient World 25. De Gruyter. Berlin.

Hambleton E, Maltby M 2016. *The Animal Bones from Excavations in Meshoko Cave in the Northern Caucasus. Excavations 2011–2015.* Department of Archaeology, Anthropology and Forensic Sciences, Bournemouth University, UK. http://eprints.bournemouth.ac.uk/24860/

Heaton JHE, Vogel JC, von la Chevallerie G *et al.* 1986. *Climatic influence on the isotopic composition of bone nitrogen.* Nature 322: 822–823.

Hedges REM, Reynard LM 2007. *Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology.* Journal of Archaeological Science 34: 1240–1251.

Hermes TR, Frachetti MD, Dupuy PN *et al.* 2019. *Early integration of pastoralism and millet cultivation in Bronze Age Eurasia.* Proceedings of the Royal Society B 286: 20191273.

Herrscher E, André G, Bodet C *et al.* 2018. *The origins of millet cultivation in the Caucasus: archaeological and archaeometric approaches.* Préhistoires Méditerranéennes 8: 1–27.

Higham T, Warren R, Belinskij AB *et al.* 2010. *Radiocarbon Dating, Stable Isotope Analysis, and Diet-Derived Offsets in ^{14}C Ages from the Klin-Yar Site, Russian North Caucasus.* Radiocarbon 52: 653–670.

Hollund HI, Higham T, Belinskij AB *et al.* 2010. *Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones.* Journal of Archaeological Science 37: 2971–2983.

Iacumin P, Nikolaev V, Genoni L *et al.* 2004. *Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes.* Geobios 37: 37–47.

Katzenberg MA 2008. *Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History.* In: Katzenberg MA, Saunders SR (ed.) *Biological Anthropology of the Human Skeleton.* Wiley, John & Sons, Incorporated. Hoboken, 411–441.

Key FM, Posth C, Esquivel-Gomez LR *et al.* 2020. *Emergence of human-adapted Salmonella enterica is linked to the Neolithization process.* Nature Ecology & Evolution 4: 324–333.

Knipper C, Pichler SL, Rissanen H *et al.* 2017. *What is on the menu in a Celtic town? Iron Age diet reconstructed at Basel-Gasfabrik, Switzerland.* Archeological Anthropological Science 9: 1307–1326.

Knipper C, Reinhold S, Gresky J *et al.* 2018. *Economic strategies at Bronze Age and Early Iron Age upland sites in the North Caucasus: Archaeological and stable isotope investigations.* In: Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. (ed.) *Isotopic Investigations of Pastoralism in Prehistory.* Themes in Contemporary Archeology, 4. Abingdon, 123–140.

Kohl PL 2007. *The Making of Bronze Age Eurasia.* In: *Cambridge World Archaeology.* Cambridge University Press. Cambridge.

Kohl, P.L., Trifonov, V. 2014. *The Prehistory of the Caucasus: Internal Developments and External Interactions.* In: Renfrew C., Bahn P. (eds.) *The Cambridge World Prehistory.* Cambridge, 1571–1595.

Korenevskij SN 2014. *Utochneniye kolonki radiouglerodnykh dat bol'shogo ipatovskogo kurgana i osobennostey simvoliki yego konstruktsii.* Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii 236, 42–48.

Korenevskij SN, Belinskij AB, Kalmykov AA 2007. *Bol'shoy Ipatovskiy kurgan na Stavropol'ye.* Moscow.

Lightfoot E, Šlaus M, Rajić Šikanjić P *et al.* 2015. *Metals and millets: Bronze and Iron Age diet in inland and coastal Croatia seen through stable isotope analysis.* Archeological Anthropological Science 7: 375–386.

Longin R 1971. *New method of collagen extraction for radiocarbon dating.* Nature 230: 241.

Makarewicz, CA 2018. *Stable isotopes in pastoralist archaeology as indicators of diet, mobility, and animal husbandry practices.* In: Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. (ed.) *Isotopic Investigations of Pastoralism in Prehistory.* Themes in Contemporary Archeology, 4. Abingdon, 141–158.

Meckelein W 1998. *Nordkaukasien, eine landeskundliche Untersuchung.* Die von Wolfgang Meckelein 1951 dem Geographischen Institut der Freien Universität Berlin vorgelegte Dissertation in Auszügen ausgewählt und annotiert von Jörg Stadelbauer. Stuttgart.

Milella M, Gerling C, Doppler T *et al.* 2019 *Different in death: Different in life? Diet and mobility correlates of irregular burials in a Roman necropolis from Bologna (Northern Italy, 1st–4th century CE).* Journal of Archaeological Science: Reports 27: 101926.

Motuzaite-Matuzeviciute G 2012. *The earliest appearance of domesticated plant species and their origins on the western fringes of the Eurasian Steppe.* Documenta Prehistorica 39: 1–21.

Reinhold S, Gresky J, Berezina N *et al.* 2017. *Contextualising Innovation: Cattle Owners and Wagon Drivers in the North Caucasus and Beyond.* In: Maran J, Stockhammer PhW (ed.) *Appropriating Innovations. Entangles Knowledge in Eurasia 5000–1500 BCE.* Oxbow Books. Oxford, 78–95.

Reynard LM, Tuross N 2015. *The known, the unknown and the unknowable: weaning times from archaeological bones using nitrogen isotope ratios.* Journal of Archaeological Science 53: 618–625.

Sagona A 2017. *The Archaeology of the Caucasus: From Earliest Settlements to the Iron Age.* In: *Cambridge World Archaeology.* Cambridge University Press. Cambridge.

Schoeninger MJ, Moore K 1992. *Bone Stable Isotope Studies in Archaeology.* Journal of World Prehistory 6: 247–296.

Schoeninger MJ, DeNiro MJ 1984. *Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals.* Geochimica et Cosmochimica Acta 48: 625–639.

Schwarcz HP, Schoeninger MJ 2011. *Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen as Tracers for Paleo-Diet Reconstruction.* In: Baskaran M (ed.) *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry.* Springer. Berlin, Heidelberg, 725–742.

Shishlina, NI. 2008. *Reconstruction of the Bronze Age of the Caspian steppes: life styles and lifeways of pastoral nomads.* British Archaeological Reports international series 1876. Archeopress. Oxford.

Shishlina NI, van der Plicht J, Hedges REM *et al.* 2007. *The Catacomb Cultures of the North-West Caspian Steppe: ^{14}C Chronology, Reservoir Effect, and Paleodiet.* Radiocarbon 49: 713–726.

Shishlina NI, Zazovskaya EP, van der Plicht, J *et al.* 2009. *Paleoecology, Subsistence, and ^{14}C Chronology of the Eurasian Caspian Steppe Bronze Age.* Radiocarbon 5: 481–499.

Shishlina NI, Sevastyanov V, Hedges REM 2012a. *Isotope ratio study of Bronze Age samples from the Eurasian Caspian Steppes.* In: Kaiser E, Burger J, Schier W (ed.) *Population Dynamics in Prehistory and Early History. New Approaches by Using Stable Isotopes and Genetics.* Topoi: Berlin Studies of Ancient World, 5. De Gruyter. Berlin, 177–197.

Shishlina NI, Zazovskaya E, van der Plicht J *et al.* 2012b. *Isotopes, Plants, and Reservoir Effects: Case Study from the Caspian Steppe Bronze Age.* Radiocarbon 54: 749–760.

Shishlina NI, Sevastyanov V, Kuznetsova O 2017. *Seasonal practices of prehistoric pastoralists from the south of the Russian plain based on the isotope data of modern and archaeological animal bones and plants.* Journal of Archaeological Science: Reports 21: 1247–1258.

Shishlina NI, Bobrov AA, Simakova AM *et al.* 2018. *Plant food subsistence in the human diet of the Bronze Age Caspian and Low Don steppe pastoralists:*

archaeobotanical, isotope and ^{14}C data. Vegetation History and Archaeobotany 27: 833–843.

Styring A, Fraser RA, Arbogast RM *et al.* 2015. *Refining human palaeodietary reconstruction using amino acid delta N-15 values of plants, animals and humans.* Journal of Archaeological Science 53: 504–515.

Trifonov VA, Shishlina NI, Lebedeva EY *et al.* 2017. *Directly dated broomcorn millet from the northwestern Caucasus: Tracing the Late Bronze Age route into the Russian steppe.* Journal of Archaeological Science: Reports 12: 288–294.

Ventresca Miller AR, Bragina TM, Abil YA *et al.* 2018. *Pasture usage by ancient pastoralists in the northern Kazakh steppe informed by carbon and nitrogen isoscapes of contemporary floral biomes*. Archaeological and Anthropological Sciences 11: 2151–2166.

Wang CC, Reinhold S, Kalmykov A *et al.* 2019. *Ancient human genome-wide data from a 3000-year interval in the Caucasus corresponds with eco-geographic regions*. Nature Communications 10: 590.

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 24(2): 19–25 (2018)
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie 24(2): 19–25 (2018) ISSN 1420-4835

Erfahrungsbericht zur Weiterbildung in der forensischen Gesichtsrekonstruktion an der John Moores University in Liverpool

Sabine Landis

Windisch, Schweiz
E-mail: sabinelandis@gmail.com

Die Idee oder der Wunsch, die Methode der forensischen Gesichtsrekonstruktion korrekt zu lernen, bestand schon länger. Auch wenn von Anfang an klar war, dass der Markt in der Schweiz dafür nur sehr klein ist.

Die Anfrage bei Caroline Wilkinson an der *John Moores University in Liverpool* geschah ohne grosse Erwartungen. Die Freude war daher sehr gross, als es hiess, dass eine Weiterbildung im Bereich forensische Gesichtsrekonstruktion im Face Lab möglich sei. Das Face Lab besteht aus einem interdisziplinären Forschungsteam unter der Leitung der Professorin Caroline Wilkinson am *Institute of Art and Technology*. Die Gruppe, bestehend aus Anthropologen und Kunstdozenten, konzentriert sich auf die Erstellung von 2D und 3D Rekonstruktionen, sowohl digital wie auch plastisch, für Museen, Ausstellungen, Rechtsmedizin und Forschung.

Die angebotene Weiterbildung ist kein fixer Studentenkurs, sondern eine individuelle Einführung in die Thematik durch das Team des Face Lab. Flexibel in Zeit und Ablauf erhält man neben der Ausbildung auch Einblick in die tägliche Arbeit des Teams, in laufende Forschungen und Aufträge und kann sogar Caroline Wilkinson persönlich bei der Rekonstruktion über die Schulter sehen.

Diese Flexibilität war perfekt, konnte ich dadurch das Datum meines Besuches frei wählen. Die ganze Ausbildung dauert drei Monate. Da es für mich nicht möglich war, ganze drei Monate bei der Arbeit zu fehlen, konnte die Weiterbildung in 2×6 Wochen aufgeteilt werden. Später wurde mir gesagt, dass diese Aufteilung so gut passt, dass sie auch anderen Interessenten vorgeschlagen wurde. Durch diese Aufteilung in zwei Besuche in Liverpool, wurde meine Ausbildung in einen manuellen und einen digitalen Part aufgeteilt.

Abb. 1. Rekonstruktion von Robert the Bruce erstellt durch das Face Lab <https://www.ljmu.ac.uk/research/centres-and-institutes/institute-of-art-and-technology/expertise/face-lab>.

Besuch 1: Einführung in die Grundlagen und Erlernen der manuellen Gesichtsrekonstruktion

Im Winter 2018 reiste ich für den ersten Teil der Weiterbildung nach Liverpool. Das Face Lab ist in einem der modernen Gebäude des Science Park untergebracht, direkt neben der *Liverpool School Of Art & Design*. Das Lab ist eigentlich ein Büro und besitzt hauptsächlich Computerarbeitsplätze; diese sind allerding zum Teil mit den Programmen und Elementen zur digitalen Rekonstruktion ausgerüstet. Es gab jedoch auch einen Arbeitsplatz zum Malen, Modellieren und Arbeiten an manuellen Rekonstruktionen. Während meines Aufenthaltes wurde da die Rekonstruktion von Robert the Bruce bemalt (Abb. 1). An der Wand hingen die Gesichtsabgüsse berühmter Schauspieler, und jeder Student wurde aufgefordert, die Gesichter zu identifizieren. Ich war nicht schlecht darin, die Prominenten zu erkennen aber mehr sage ich dazu nicht, das würde ja den Spass verderben. Und damit mache ich einen Abstecher zu einem wichtigen Punkt:

Die Gesichter, welche in der Weiterbildung zur Rekonstruktion verwendet werden, sind nicht von Verstorbenen, sondern von noch lebenden Personen, welche mittels CT Daten ihren Schädel zur Verfügung gestellt haben. Es stehen Abgüsse und digitale Daten davon zur Verfügung. Zum Schutz deren Persönlichkeitsrechte, und auch damit zukünftige Studenten vorgängig nie eine Rekonstruktion davon sehen, ist es untersagt, Bilder davon zu veröffentlichen. Mir wurde ganz offiziell nur die Abbildung 7, welche einer meiner eigenen Rekonstruktionen zeigt, zur Veröffentlichung gestattet. Ausser meiner Methodenübung (Abb. 2) wurden die anderen Fotos von Kati Kant, einer Mitstudentin, welche beim zweiten Besuch vor Ort war und einen eigenen Schädel für eine Rekonstruktion verwendete, zur Verfügung gestellt, oder stammen von der offiziellen Webseite des Face Lab. Bilder meiner eigenen Rekonstruktionen darf ich in einem Printmedium leider nicht zeigen.

Im ersten Teil der Ausbildung lernte ich zuerst das genaue „Lesen“ des Schädels. Die Ausbildung ist eher auf Kunststudenten abgestimmt und beinhaltet daher viele Informationen auch über Geschlechts- und Altersbestimmung am Schädel. Neu war hingegen die sehr genaue Identifikation der Herkunft, im englischen *Ancestry*. Unterteilt wird dabei nur in Caucasoid-, Africoid-, Mongoloid- und Australoid-Typen. Diese Grundidentifikationen sind vor allem wichtig, um die passenden Gewebedichtetabelle zu verwenden oder herkunftsspezifische Besonderheiten mit einzubeziehen.

Bei der eigentlichen Gesichtsanalyse geht es nun darum, jede Information, welche der Knochen zum Weichgewebe liefern kann, zu erkennen, zu verstehen und sie dementsprechend vorzubereiten. Dabei stehen einige Fragen, Vermessungen und genaue Betrachtungen im Vordergrund. Die Gruben beidseits der Os Maxillae geben Hinweise auf die Nasolabialfalte, das Kinn zeigt neben der Prominenz und der Rundung des Gesichtes auch Grübchen und Vertiefungen an. Die Zähne helfen die Lippendicke zu erkennen und der Processus Mastoideus gibt Auskunft zur Grösse und Ansatz der Ohren. Die meisten Berechnungen werden an der Nase und den Augen vorgenommen. An den Augenhöhlen lassen sich die Ausrichtung der Augenliederwinkel und die Tiefe der Augäpfel erkennen. Aber auch die Form der Augenbrauen und der Augenlieder lässt sich ableiten. Die Nase ist der wichtigste und prominenteste Bereich des Gesichtes. Aus den knöchernen Strukturen lassen sich viele Informationen zur Länge und Breite oder zur Nasenrücken- und Nasenflügelform ableiten und vor allem sehr viel berechnen.

Wurden alle Informationen erarbeitet, Nase, Mund und Ohren vorbereitet, und alle Messungen liegen vor, beginnt die Rekonstruktion mit der Platzierung der Pegs (engl. *tissue pegs*). Das sind kleine Stäbchen, die zur Definition der Gewebedicke verwendet werden. Die

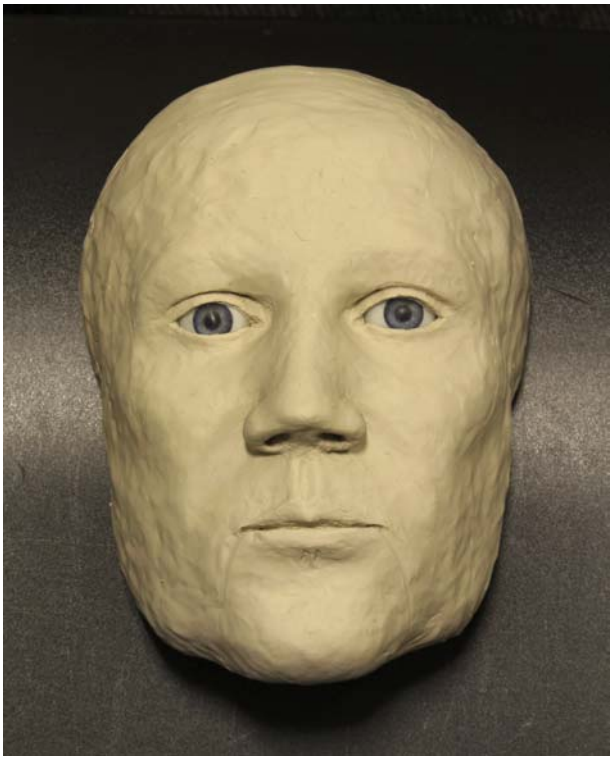

Abb. 2. Erste Übung zur manuellen Gesichtsrekonstruktion war das Modellieren des eigenen Gesichtes. Ob es dem Original entspricht, liegt im Auge des Betrachters. (Foto: Sabine Landis.)

Abb. 3. Szenenbild der manuellen Gesichtsrekonstruktion inkl. der Berechnungen zur Nase am Arbeitsplatz im Face Lab. (Foto: Kati Kant.)

Punkte, wo sie angesetzt werden, sind genau definiert. Die Schichtdicke beruht auf diversen Studien an lebenden und verstorbenen Personen (Tabellen in: Wilkinson 2004; Taylor 2000). Welche Tabelle man verwendet, hängt von Alter, Geschlecht und Herkunft des Individuums ab.

Als zweiter Schritt werden die Augen in die Augenhöhlen eingepasst. Bei der manuellen Rekonstruktion verwenden sie in Liverpool Glasaugen. Diese werden exakt nach den vorherigen Mess- und Anhaltspunkten in den Augenhöhlen mit Wachs befestigt.

Nun geht es an die Muskulatur. Als ich im Face Lab arbeitete, wurde ein Wachs zur Erstellung der Gesichtsrekonstruktion verwendet. Dieses wird mit Wärmflaschen aufgewärmt und ist dann bearbeitbar. Kühlt er ab, wird es hart und lässt sich so im Detail bearbeiten (schnitzen) oder wieder erwärmen. Ich habe sehr gerne mit diesem Wachs gearbeitet. Allerdings braucht es etwas Übung und möglichst warme Hände, sonst kühlt das Wachs zu schnell aus und die Bearbeitung wird erschwert.

Abb. 4. Manuelle Gesichtsrekonstruktion. (Foto: Kati Kant.)

Abb. 5. Mitstudentin Kati Kant bei der Anbringung der Haut- und Gewebeschicht. (Foto: Sabine Landis.)

Bei der sog. Manchester Methode, welche in Caroline Wilkinsons Buch *Forensic Facial Reconstruction* (Wilkinson 2004) genau beschrieben wird, werden zuerst die Gesichtsmuskeln auf dem Schädel angebracht. Es wird nicht jeder Muskel einzeln modelliert, es sind meist Muskelgruppen, die als ein Packet modelliert und auf dem Schädel entsprechend platziert werden (Abb. 3 & 4). Die Nasenmuskeln z.B. werden nicht vorgefertigt, sondern sind in der Nase integriert und auch die Stirnmuskulatur wird nicht vorher angesetzt, sondern mit der „Haut" rekonstruiert. Dennoch werden vor allem die Muskeln, welche zur Gesichtsformung am meisten beitragen, sehr genau gefertigt und korrekt am Knochen befestigt. Daher ist es gut, den Schädel bis zur letzten rauen Stelle analysiert zu haben, um die Muskelansatzstellen auch genau zu treffen. Sind alle Muskeln, die Augen und die Mundwinkel am richtigen Ort, werden die Nase, die Lippen und die Augenlieder angebracht. Gerade bei der Nase ist sehr wichtig, dass diese den Berechnungen und Analysen entsprechend geformt wird.

Fettkügelchen (alles immer aus dem gleichen Wachs von Hand gefertigt) polstern Wange und Kinn auf, bevor die Hautschicht darauf kommt und bis zu den Pegs die Gesichtsoberflächenstruktur definiert. Die Ohren und den Halsansatz setzt man zuletzt an. Zum Schluss sind Feinarbeiten angesagt. Augenlider, Lippenwinkel, Nasenflügel, alles muss den vorher berechneten Punkten entsprechen. Falten, Linie und Grübchen sollten nur spärlich und nur wenn am Schädel vorgängig als vorhanden bestimmt hinzugefügt werden (Abb. 5).

Zum Üben und weil ich so Spass daran hatte, durfte ich noch etwas weiter gehen und dem älteren Herrn, der meine erste Rekonstruktion war, noch einige dem Alter entsprechende Falten zeichnen, Augenbrauen ansetzen und auch etwas Augenringe erstellen. Meine erste Rekonstruktion war fertig. Dem echten Menschen war sie gar nicht so unähnlich, wie ich im Fotovergleich dann feststellte.

In den ersten sechs Wochen erstellte ich zwei manuelle Rekonstruktionen. Um meine Rekonstruktionen mit dem Original besser vergleichen zu können und auch um etwas Struktur digital anzufügen, wurden die Schädel mittels 3D-Scanner für eine Bildanalyse gescannt und digitalisiert.

Abb. 6. Digitale Gesichtsrekonstruktion mittels Geomagic Freeform Organic 3D Design Software. Erkennbar ist der Zeichnungsarm zur digitalen Bearbeitung. (https://www.ljmu.ac.uk/research/centres-and-institutes/institute-of-art-and-technology/expertise/face-lab)

Besuch 2: Einführung in Grafik- und Modellierprogramme und Erlernen der digitalen Gesichtsrekonstruktion

Im Herbst 2019 reiste ich ein weiteres Mal nach Liverpool. Dieses Mal stand die digitale Gesichtsrekonstruktion auf dem Plan. Anders als im Jahr davor war ich nicht mehr die einzige Studentin. Kati Kant, welche mir die Bilder zur Verfügung stellte, vollführte gerade die ganze dreimonatige Ausbildung am Stück.

Die digitale Rekonstruktion wird in Liverpool mit der Geomagic Freeform Organic 3D Design Software durchgeführt. Dieses Modellierprogramm besitzt einen Arm wie ein befestigter grosser Stift als Maus (Abb. 6). Mit diesem Stift arbeitet man am digitalen Objekt. Es ist etwas gewöhnungsbedürftig, da der Stift das Objekt und seine Konturen erkennt und daher haptisch reagiert. Wenn man also digital mit dem Cursor auf das Objekt trifft, spürt man das am Modellierstift, es gibt einen Widerstand. Mit diesem Stift wird alles ausgeführt. Pegs anbringen, Muskeln anpassen, Augen, Nasen und Haut erstellen und anpassen. Man kann Gewebe hinzufügen oder entfernen, aufblasen oder verkleinern. Im ersten Moment klingt das einfach. Es ist aber nicht so leicht, im dreidimensionalen Raum zu arbeiten; z.B. beim Anbringen der Pegs hat man das Gefühl, man ist von vorne gesehen genau am richtigen Punkt. Dreht man das Objekt, wird ersichtlich, dass man zwar am richtigen Punkt war, aber einige Ebenen zu weit entfernt.

Der Ablauf der Gesichtsrekonstruktion ist gleich wie bei der manuellen Rekonstruktion. Nach der Analyse des Schädels werden die Pegs angebracht, die Augen eingepasst, Muskeln, Nase, Mund und Augen rekonstruiert, so wie das Fett und das Hausgewebe aufgetragen. Zum Teil werden die einzelnen Elemente

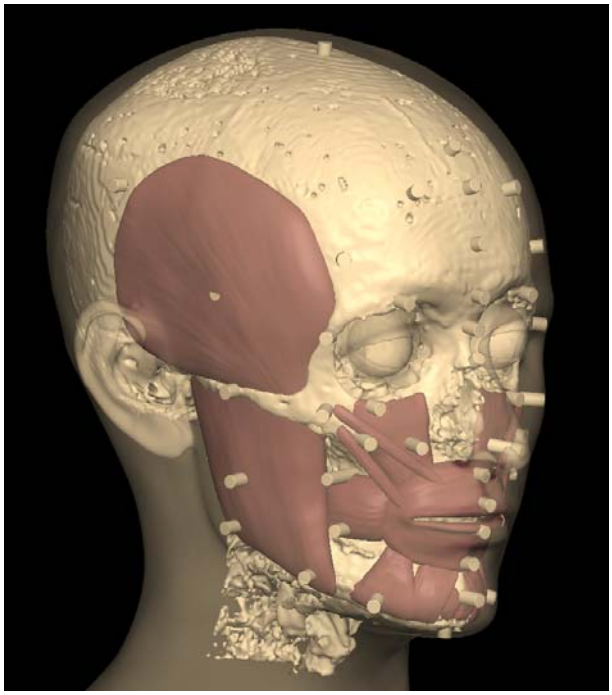

Abb. 7. Digitale Gesichtsrekonstruktion mit transparent gemachten äusseren Schichten. (Foto: Sabine Landis.)

wie beim Wachs aus frischen digitalen „Modellierstücken“ gebastelt. Zur Vereinfachung haben sie im Face Lab vorgefertigte Muskeln sowie Augen, Nasen, Mund und Ohren. Man wählt z.B. aus den bestehenden Nasen eine aus, die den zuvor erstellten Berechnungen am nächsten kommt und modelliert sie entsprechend um. Das ist einfacher als von Grund auf eine neue zu bauen.

Der grosse Vorteil der digitalen Rekonstruktion ist dabei, dass die einzelnen Elemente und Schichten transparent gemacht werden können (Abb. 7). Auch die berechneten Längen (z.B. bei der Nase) können eingeblendet werden. So sind alle Arbeiten überprüfbar, und ob alles so platziert wurde, wie es zuvor berechnet wurde.

Die Profis in Carolines Team machen alle Arbeiten mit dem Geomagic Freeform Programm. Für mich war es sehr gewöhnungsbedürftig und reagierte nicht immer so, wie ich mir das vorstellte. Für die Feinarbeiten und auch weil ich am Ende meiner zwei digitalen Rekonstruktionen noch Zeit hatte, wechselte ich auf das Grafik Programm ZBrush (Abb. 8). Dieses Programm ist eher ein Zeichnungsprogramm als ein Modellierprogramm. Bei diesem Programm arbeitet man entweder auf einem Pad oder direkt auf einem speziellen Bildschirm mittels Zeichnungsstift. Da die letzte Woche zu meiner freien Verfügung stand, tobte ich mich in

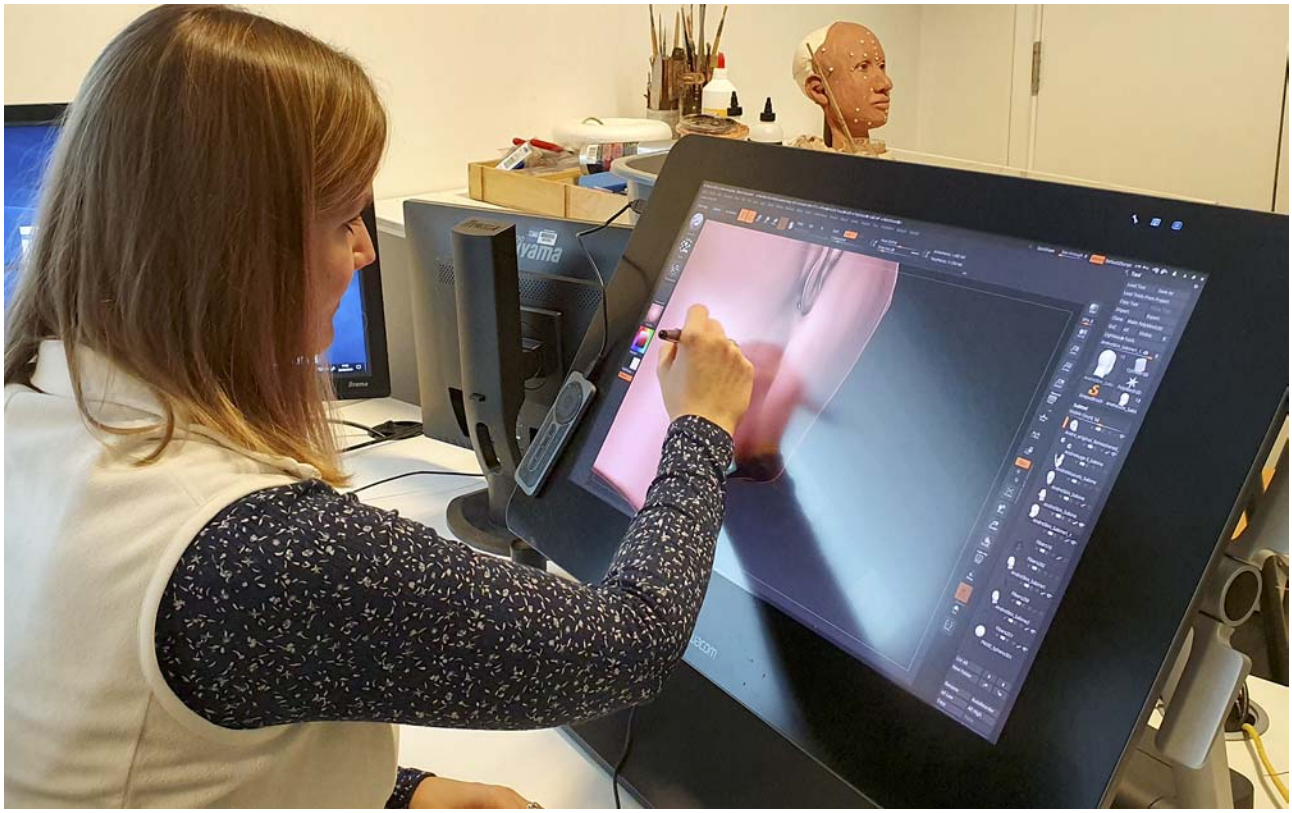

Abb. 8. Feinbearbeitung der Rekonstruktion mittels dem Programm ZBrush am Zeichnungsbildschirm. (Foto: Kati Kant.)

diesem Programm voll aus. Nicht nur, dass ich dadurch ein weiteres Programm lernen konnte, es waren auch viele Personen anwesend, die sich gut damit auskannten und ich von all deren Erfahrungen profitieren konnte.

Nach Vollendung der Gesichtsrekonstruktion folgten zwei weitere Bearbeitungsschritte. Zuerst wird das sogenannte Texturing durchgeführt. Der Modus ist nun im 2D, wofür ein Screenshot des rekonstruierten Gesichtes verwendet wird. Dann wird mithilfe von Fotos von echten Menschen (meist aus dem Internet entnommen) Textur, vor allem Hautporen, Haaransatz, Lippentextur und Augenlinien, über die Rekonstruktion gelegt; möglichst durchsichtig und genau an die Gesichtsform angepasst, um wirklich nur die Textur zu übernehmen. Das Gesicht soll so etwas realer wirken. Diese Arbeit wurde im Programm Adobe Photoshop durchgeführt. Zu guter Letzt wird das rekonstruierte Gesicht mit dem Original verglichen. Hierfür verwendet man die klassischen Methoden zur Bild-Identifikation wie Photosuperimposition oder die Vermessung der einzelnen Gesichtspunkte.

Fazit

Die Ausbildung in Liverpool war sehr spannend, und durch die sehr individuelle und persönliche Betreuung habe ich extrem viel lernen können. Ich lernte die Manchester Methode und die Schädelanalyse bis ins Detail kennen und neben der klassischen Methode durfte ich auch einige Grafik- und Modellierprogramme neu oder besser kennenlernen. Beide Methoden, manuell und digital, haben ihre Vorzüge. Während eine Überprüfung der Arbeit durch das Transparentmachen der verschiedenen Lagen digital einfacher ist, ist die manuelle Arbeit definitiv besser, um gezielt Veränderungen durchzuführen. Mir gefiel die manuelle Arbeit besser, da das Programm Geomagic Freeform nicht immer gemacht hat, was ich mir vorstellte. Von der Geschwindigkeit ist man bei beiden etwa gleich schnell, allerdings sind Nachfolgearbeiten wie das Texturing digital direkt möglich. Die manuelle Arbeit muss hierfür erst mittels 3D Scan digitalisiert werden. Alles in allem war es eine faszinierende Ausbildung, welche mir einen neuen Blick auf Gesichter gegeben hat und mich Schädel nun anders betrachten lässt.

Danksagung

Ich danke der SGA für ihren finanziellen Beitrag zu meiner Weiterbildung. Zudem danke ich der Abteilung Anthropologie des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Bern für die Unterstützung und die Zeit, die sie mir zur Verfügung stellten.

Mein grösster Dank geht an Caroline Wilkinson, die mir die Möglichkeit für diese Weiterbildung bot, und vor allem an ihr Team, welches mich exzellent und individuell betreute. Ich wurde vom ganzen Team herzlich aufgenommen und konnte viel von ihrem Wissen profitieren.

Literatur

Wilkinson C 2004. *Forensic facial reconstruction.* Cambridge University Press.

Taylor KT 2000. *Forensic art and illustration.* CRC Press.

Weitere Informationen

https://www.ljmu.ac.uk/research/centres-and-institutes/institute-of-art-and-technology/expertise/face-lab

RICHTLINIEN FÜR AUTOREN

Die vorliegenden Autoren-Richtlinien sind als spezifische Ergänzung / Anpassung an die gängigen „Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals“ (siehe http://www.icmje.org/) gedacht, welche als Grundlage für eine Manuskripteinreichung beim *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie* gelten.

Allgemeines

Artikel-Kategorien
Folgende Artikel-Kategorien können publiziert werden:

- **Originalarbeiten:** In der Regel max. 30 A4-Seiten (einschliesslich Tabellen, Abbildungen und Literaturverzeichnis).
- **Zusammenfassungen von Abschlussarbeiten / Vorträgen:** In der Regel max. 30 A4-Seiten (einschliesslich Tabellen, Abbildungen und Literaturverzeichnis).
- **Technical Notes:** In der Regel max. 15 A4-Seiten, methodisch ausgerichtet.
- **Buchbesprechungen:** Max. 2 A4-Seiten, nur Text, bibliographische Details.
- **Berichte:** Max. 5 A4-Seiten, nur Text.
- **Mitteilungen:** Max. 1 A4-Seite, Hinweise auf Veranstaltungen usw.
- **Reviews / Diskussionsforum:** Generell nur auf Einladung des Redaktionskomitees, ungefragte Einsendungen können jedoch evtl. berücksichtigt werden.

Sprache
Die Manuskripte können in deutscher, französischer, italienischer oder englischer Sprache abgefasst sein.

Manuskriptabfassung (Originalarbeiten)

Gestaltung

- Keine Worttrennungen. Keine Formatierungen (wie z.B. Tabulator, Textboxen, Blocksatz etc.), ausser lateinische Wörter resp. Speziesnamen *kursiv*.
- Keine Fussnoten, kein Inhaltsverzeichnis.

Aufbau

- **Titelseite:** Titel der Arbeit in Textsprache und in Englisch. Zusätzlich Kurztitel (max. 40 Zeichen) für Kopfzeile. Name und vollständige Anschrift des korrespondierenden Autors sowie Name, Institution und Ort weiterer Autoren. Angabe von allfälligen finanziellen Abhängigkeiten.
- **Zusammenfassung:** In der Textsprache und in Englisch mit jeweils max. 5 Schlüsselwörtern. Vollständige Sätze, Darstellung der wesentlichen Aspekte der Arbeit, max. 250 Wörter.
- **Text:** Überschrift 1: Fett markiert und zentriert.
  Überschrift 2: Fett markiert und links ausgerichtet.
  Überschrift 3: Normal markiert und links ausgerichtet.
- **Literaturverzeichnis.**
- **Abbildungsnachweis.**
- **Anschrift:** Name, Institution, Adresse, Land, Telefon, Fax, E-Mail. Korrespondierender Autor an erster Stelle, dann Autorenliste in alphabetischer Reihenfolge.
- **Liste der Tabellen- / Abbildungslegenden:** als Liste in untenstehender Art hinten anfügen:
  Abbildungslegenden: Abb. X: iii.
  Tabellenlegenden: Tab. X: iii.

Abbildungen und Tabellen

- Eingescannte Abbildungen: Scannen in Originalgrösse bei einer Minimalauflösung von 800 dpi im TIFF-Format (Schwarzweiss-Datei).
- Eingescannte Dias oder Negative müssen in einer Auflösung von 2400 dpi im TIFF-Format vorliegen.
- Digitalfotos müssen in höchstmöglicher Auflösung vorliegen.
- Abbildungen und Tabellen sind mit den fortlaufenden Abbildungs- bzw. Tabellennummern zu kennzeichnen und mit einer kurzen Legende zu versehen. Alle Abbildungen und Tabellen erscheinen als fortlaufend nummerierte Hinweise im Text, z.B. (Abb. 1) bzw. (Tab. 1).
- Die Redaktion geht davon aus, dass der Autor / die Autoren im Besitz der Abdruckrechte der Abbildungen für die vorgesehenen Zwecke sind.

Bibliographie
Persönliche Mitteilungen (Meier *persönl. Mitteilung*) oder eingereichte und nicht akzeptierte Arbeiten (Meier *submitted*) sollten im Text nicht zitiert werden. Der Autor / die Autoren sind für die Richtigkeit der Bibliographiezitate verantwortlich.

- **Zitierweise im Text:**
  Ein Autor: (Schultz 1992), (Schultz 1992; Maier 1978a, 1978b).
  Falls Seitenzahlen angegeben werden sollen:
  Eine Seite: (Schultz 1992, p 13; Maier 1978; p 245).
  Zwei Seiten: (Schultz 1992, p 13f.).
  Mehr als zwei Seiten: (Schultz 1992, p13ff.).
  Zwei Autoren: (Acsádi und Nemeskéri 1970).
  Drei und mehr Autoren: (Herrmann *et al.* 1990).
- **Zitierweise im zusammenhängenden Text:**
  Ein Autor: Schultz (1992, p 4), Schultz (1992, p 13f.) oder Schultz (1992, p 13ff.) weist auf...
  Zwei Autoren: Müller und Maier (1979) weisen...
  Drei und mehr Autoren: Herrmann *et al.* (1990, p 35) weisen...
- **Zitierweise im Literaturverzeichnis:**
  Das Literaturverzeichnis am Ende des Textes soll alphabetisch (und innerhalb des Autors chronologisch absteigend) geordnet sein. Arbeiten in press (Meier *in press*) sind mit vollständigen Angaben (inkl. Journal) im Literaturverzeichnis aufzuführen.

  Artikel in Zeitschriften:
  Die Namen der Zeitschriften sind auszuschreiben.
  Ein Autor: Bach H 1965. Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. Anthropologischer Anzeiger 29: 12-21.
  Mehr als drei Autoren: Maier A, Müller HP, Schmidt C *et al.* 2000….
  Falls mehrere Artikel vom gleichen Autor im selben Jahr erscheinen sind: mit a, b usw. bezeichnen (z.B. Meier 1999a, Meier 1999b).
  Falls Jahrgang und Druckjahr unterschiedlich sind: Müller H 1906 (1907). Xyz...

  Arbeiten in Büchern:
  Arnold K 1986. Die Einstellung zum Kind im Mittelalter. In: Herrmann B (ed.). Mensch und Umwelt im Mittelalter. Springer. Stuttgart, 53-64.

  Bücher:
  Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H, Schutkowski H 1990. Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

  Hinweise auf Internetseiten:
  Sind mit dem letzten Zugriffsdatum zu versehen: www.beispiel.de (14. 3. 2005).

Weitere Hinweise

- Kommende Veranstaltungen, auf welche im Bulletin hingewiesen werden sollen, bitte frühzeitig der Redaktion melden.
- Der korrespondierende Autor erhält ein elektronisches „Gut zum Druck“.
- Die Autoren erhalten eine pdf-Version.

Manuskripteinreichung

Form der Abgabe
Als MS Word-Datei via E-Mail oder als CD-ROM auf dem Postweg an Redaktionsadresse. Text sowie die einzelnen Abbildungen als jeweils separate Dateien (Abbildungen nicht im Text einfügen).

Redaktion

Amelie Alterauge Dr. Christina Papageorgopoulou

E-mail: bulletinsga@gmail.com

AUTHOR GUIDELINES

These guidelines are intended as specific supplement / adaptation to the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (see http://www.icmje.org/) which apply to manuscripts submitted to the *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie.*

General information

Article categories
Articles of the following categories can be published:

- **Original articles:** Generally no more than 30 A4-pages (including tables, illustrations and reference list).
- **Summaries of theses / presentations:** Generally no more than 30 A4-pages (including tables, illustrations and reference list).
- **Technical notes:** Max. 15 A4-pages, focused on methodological aspects.
- **Book reviews:** Max. 2 A4-pages, only text, bibliographical details.
- **Reports:** Max. 5 A4-pages, only text.
- **Communications:** Max. 1 A4-page, information on events etc.
- **Reviews / Discussion forum:** Generally only at the invitation of the editors; unasked contributions may be accepted under certain circumstances.

Language
The manuscripts can be written in German, French, Italian or English.

Composition of manuscripts (original articles)

Design

- No word divisions. No formatting (like tabulators, text boxes etc.) except Latin words respectively species names *italic*.
- No footnotes, no table of contents.

Structure

- **Title page:** Title in text language and in English. Give an additional short title (max. 40 characters). Complete name and address of corresponding author. Names, institutions, and places of further authors. Declaration of any financial dependencies.
- **Abstract:** In the language of the text and in English with max. 5 key words each. Complete sentences, summary of the work's essential aspects, max. 250 words.
- **Text:** Title 1: Bold, centered.
  Title 2: Bold, aligned left.
  Title 3: Normal, aligned left.
- **Reference list.**
- **Proof of illustrations.**
- **Address:** Name, institution, address, country, telephone, fax, e-mail. Corresponding author first, followed by other authors in alphabetical order.
- **List of table and illustration legends:** List of consecutively numbered legends at the end of the document in the following style:
  Illustration legends: Fig. X: iii.
  Table legends: Tab. X: iii.

Illustrations and tables

- Scanned images: Scan in original size with a minimal resolution of 800 dpi in TIFF-format (black-and-white file).
- Scanned slides or negatives must have a resolution of 2400 dpi in TIFF-format.
- Digital photos in the highest resolution possible (at least „fine" or „high").
- Figures and tables are to be marked with the consecutive figure / table number and a short legend. All figures and tables appear as consecutively numbered notes in the text, e.g. (Fig. 1) or (Tab. 1).
- The editors assume that the authors are in possession of the printing rights for all illustrations for the designated purpose.

Reference style

Personal communications (Meier *pers. comm.)* or submitted and not accepted work (Meier *submitted*) should not be quoted in the text. The authors are responsible for the accuracy of all references.

- **In the text:**
  One author: (Schultz 1992), (Schultz 1992; Meier 1978a, 1978b).
  When pages are mentioned:
  One page: (Schultz 1992, p 13; Meier 1978, p 245).
  Two pages: (Schultz 1992, p 13f.).
  More than two pages: (Schultz 1992, p 13ff.).
  Two authors: (Acsádi and Nemeskéri 1970).
  Three or more authors: (Herrmann *et al.* 1990).
- **In the running text:**
  One author: Schultz (1992, p 4) mentions…
  Two authors: Müller and Meier (1979) mention…
  Three or more authors: Herrmann *et al.* (1990, p 35ff.) mention…
- **In the reference list:**
  The reference list should be in alphabetical order (and within one author in descending chronological order). Work in press (Meier *in press*) is to be listed with complete specifications (including journal).

  Articles in journals:
  The journals' names must be spelled out.
  One author: Bach H 1965. Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. Anthropologischer Anzeiger 29: 12-21.
  More than three authors: Meier A, Müller HP, Schmidt C *et al.* 2000….
  In case several articles by the same author were published in one year, indicate this with a, b etc.: (Meier 1999a, Meier 1999b).
  When year and year of printing are different: Müller H 1906 (1907). Xyz….

  Contributions in books:
  Arnold K 1986. Die Einstellung zum Kind im Mittelalter. In: Herrmann B (ed.). Mensch und Umwelt im Mittelalter. Springer. Stuttgart, 53-64.

  Books:
  Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H, Schutkowski H 1990. Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

  Internet sites:
  Must be listed with the date of last access: www.example.de (14. 3. 2005).

Further information

- Future events that should be mentioned in the bulletin need to be communicated to the editors as early as possible.
- The corresponding author will receive an electronic proof for checking.
- The authors will receive a pdf-version.

Submission of manuscript

Form of submission

As MS Word file by e-mail or text document on CD-ROM by mail to the editorial address. Text and illustrations as separate files (figures should not be pasted into the text file).

Editors

Amelie Alterauge

Dr. Christina Papageorgopoulou

E-mail: bulletinsga@gmail.com