



**University of  
Zurich** UZH

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2023

---

**Leben und Sterben auf dem Abfallhaufen?: eine Strontium-Isotopen-Untersuchung  
zu den menschlichen Skelettresten der jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung von  
Zürich-Parkhaus Opéra**

Turck, Rouven ; Bleicher, Niels

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-254662>

Book Section

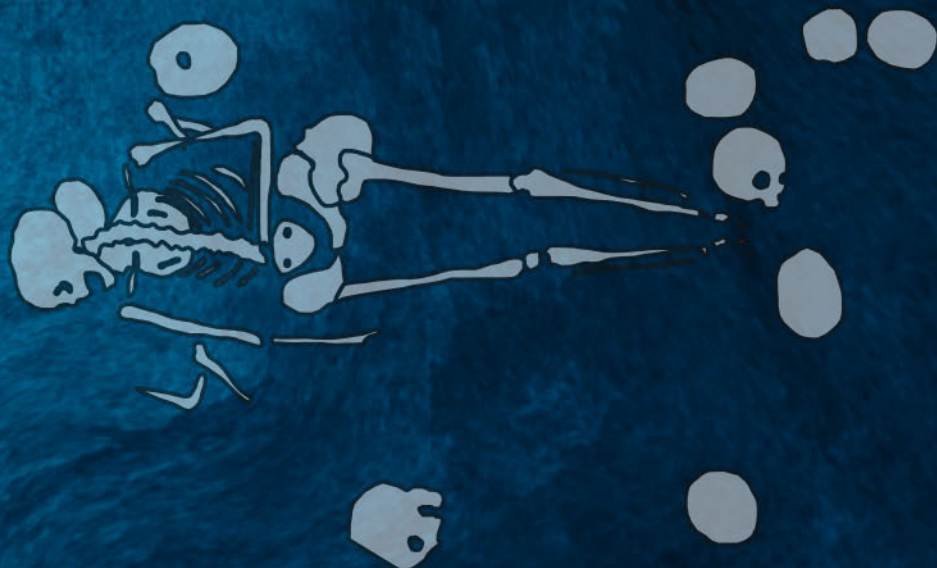
Published Version

Originally published at:

Turck, Rouven; Bleicher, Niels (2023). Leben und Sterben auf dem Abfallhaufen?: eine Strontium-Isotopen-Untersuchung zu den menschlichen Skelettresten der jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung von Zürich-Parkhaus Opéra. In: Balkowski, Nadia; Hofmann, Kerstin P; Hohle, Isabel A; Schülke, Almut. Mensch - Körper - Tod: der Umgang mit menschlichen Überresten im Neolithikum Mitteleuropas. Leiden: Sidestone Press, 243-265.

# MENSCH — KÖRPER — TOD

Der Umgang mit menschlichen  
Überresten im Neolithikum  
Mitteleuropas



Nadia **Balkowski**, Kerstin P. **Hofmann**,  
Isabel A. **Hohle** & Almut **Schülke** (Hrsg.)



This is a free offprint – as with all our publications the entire book is freely accessible on our website, and is available in print or as PDF e-book.

[www.sidestone.com](http://www.sidestone.com)

# **MENSCH – KÖRPER – TOD**

**Der Umgang mit menschlichen  
Überresten im Neolithikum  
Mitteleuropas**

Nadia **Balkowski**, Kerstin P. **Hofmann**,  
Isabel A. **Hohle** & Almut **Schülke** (Hrsg.)

© 2023 Das Copyright der Texte liegt bei dem/der jeweiligen  
Verfasser\*in

Veröffentlicht von Sidestone Press, Leiden  
[www.sidestone.com](http://www.sidestone.com)

Druck: Sidestone Press Academics  
Dies Buch ist peer-reviewed. Für weitere Informationen siehe  
[www.sidestone.com](http://www.sidestone.com)

Layout & Umschlaggestaltung: Sidestone Press  
Grafik Umschlag: Ausschnitt des Plans des Galeriegrabs  
Altendorf, Lkr. Kassel (Grafik: Clara Drummer)

ISBN 978-94-6427-054-9 (Softcover)  
ISBN 978-94-6427-055-6 (Hardcover)  
ISBN 978-94-6427-056-3 (PDF)

unterstützt durch die Arbeitsgemeinschaft Theorien in der  
Archäologie e. V. und die Römisch-Germanische Kommission  
des Deutschen Archäologischen Instituts



DEUTSCHES  
ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT  
RÖMISCH-GERMANISCHE KOMMISSION

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>7</b>
<b>Mensch – Körper – Tod: Ansätze zur archäologischen Erforschung des Umgangs mit Tod und Toten</b> <i>Kerstin P. Hofmann und Almut Schülke</i>	<b>13</b>
<b>Wider den ewigen Menschen: Plädoyer für eine Gräberarchäologie jenseits von Historismus und Naturgeschichte</b> <i>Ulrich Veit</i>	<b>41</b>
<b>Das „Itinerarium des menschlichen Körpers“: Eine interdisziplinäre Spurensuche</b> <i>Alexander Gramsch und Birgit Grosskopf</i>	<b>91</b>
<b>Gewalt gegen Lebende – Gewalt an Toten: Zu Kontexten und Interpretationsmöglichkeiten menschlicher Überreste in der Linearbandkeramik</b> <i>Heidi Peter-Röcher</i>	<b>119</b>
<b>Totenbehandlung und Bestattungspraxis in der bandkeramischen Siedlung von Schletz (NÖ): Reflexionen zur Skelettrepräsentation und Taphonomie von Graben-, Gruben- und Gräberfunden</b> <i>Franz Pieler und Maria Teschler-Nicola</i>	<b>137</b>
<b>Kopfloze Skelette und aufgebahrte Leichen: Die Toten der bandkeramischen Siedlung von Vráble / Südwestslowakei im Vergleich mit gleichzeitigen Kollektiven</b> <i>Nils Müller-Scheeßel, Zuzana Hukel'ová, Ivan Cheben, Johannes Müller und Martin Furholt</i>	<b>177</b>
<b>Vielfalt in Leben und Tod: Linienbandkeramische Bestattungskollektive in Südbayern</b> <i>Joachim Pechtl</i>	<b>203</b>
<b>Gedanken zu den sog. Silobestattungen der Münchshöfener und Michelsberger Kultur – auch ein Postulat an das Grabungswesen</b> <i>Martin Nadler</i>	<b>229</b>

<b>Leben und Sterben auf dem Abfallhaufen? Eine Strontium-Isotopen-Untersuchung zu den menschlichen Skelettresten der jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung von Zürich-Parkhaus Opéra</b> <i>Rouven Turck und Niels Bleicher</i>	<b>243</b>
<b>Grabhandlungen oder Handlungen am Grab? Die Bedeutung schnurkeramischer Scherben und unterschiedlicher Bestattungskonzepte am Beispiel des Galeriegrabes Altendorf, Lkr. Kassel</b> <i>Clara Drummer</i>	<b>267</b>
<b>Der Umgang mit menschlichen Überresten im Neolithikum Mitteleuropas: Ein zusammenfassender Überblick zu den Beiträgen des Sammelbandes</b> <i>Nadia Balkowski und Isabel A. Hohle</i>	<b>289</b>
<b>Kurzbiographien der Autorinnen und Autoren</b>	<b>303</b>

# Leben und Sterben auf dem Abfallhaufen?

Eine Strontium-Isotopen-Untersuchung  
zu den menschlichen Skelettresten der  
jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung von  
Zürich-Parkhaus Opéra

Rouven Turck und Niels Bleicher

## Zusammenfassung

Seeuferarchäologie ist Siedlungsarchäologie. Entlang der Ufer der Schweizer Seen gibt es bislang keine neolithischen Bestattungen. Dies ist seit langem bekannt. Dass es dennoch immer wieder einzelne, schwer zu interpretierende menschliche Knochenfunde aus Pfahlbausiedlungen gab, ist niemals umfassend kommentiert worden. Mit der Ausgrabung von Zürich-Parkhaus Opéra hat sich dieses Bild geändert, als auf Abfallhaufen deponierte menschliche Knochen systematisch dokumentiert wurden.

Eine Möglichkeit zur Rekonstruktion der Lebensverhältnisse der Individuen aus den Seeuferbefunden liefern Isotopenstudien. Die Daten können einerseits im Kontext von Mobilität neolithischer Individuen interpretiert werden. Andererseits liegt es im Rahmen der Strontium-Isotopendaten (im Folgenden  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) der Individuen nahe, die kleinräumige lokale Geologie als Anhaltspunkt für divergierende Standorte der Felder und damit der Ernährungsgrundlage der Menschen als Ursache für abweichendes  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  zu vermuten. Die Studie thematisiert archäometrisch die geologische Lebensgrundlage der ‚Toten auf dem Abfallhaufen‘ zu deren Lebzeiten.

## Abstract

Lakeshore archaeology is settlement archaeology. There are no Neolithic burials along the shores of the Swiss lakes so far. This has been common knowledge for a long time. The fact that there have nevertheless been individual, difficult-to-interpret human bone finds from pile dwellings has never been comprehensively commented on. However, the



general picture changed with the excavation of Zurich-Parkhaus Opéra, when human bones deposited on rubbish heaps were systematically documented.

One possibility for the reconstruction of the living conditions of the individuals from the lakesides is provided by isotope studies. On the one hand, these data can be understood in the context of mobility of Neolithic individuals. On the other hand, given the small-scale local geology, it also makes sense to interpret them as indication of divergent locations of the fields. The study archaeometrically addresses the geological livelihood of the 'dead of the rubbish heap' during their lifetime.

**Schlüsselbegriffe:** Zürich-Parkhaus Opéra, Pfahlbauarchäologie, Spätneolithikum, Isotopen-Archäometrie, Strontium, Mobilität, Wirtschaftsweise

**Keywords:** Zurich Opéra Car Park, lakeshore archaeology, Late Neolithic, isotope archaeometry, strontium, mobility, economy

Der Titel der Tagung der AG Neolithikum und AG Theorien in der Archäologie im April 2019 impliziert für die Verfasser zwei Ebenen der Bearbeitung:

Die erste Ebene beinhaltet die prähistorische Komponente: Wie lebten, starben und organisierten die Menschen das Ableben im Spätneolithikum am Zürichsee in der Schweiz?

Die zweite Ebene tangiert Archäolog\*innen der Gegenwart: Welche Methoden und Theorien können wir heranziehen bzw. entwickeln, um sich diesem ‚Leben und Sterben‘ im Neolithikum anzunähern?

Ausgewählt zur Analyse aus der Gegenwart wurde mit Zürich-Parkhaus Opéra eine Fundstelle, auf der die wenigen gefundenen Menschenknochen bis dato nicht im Fokus der untersuchten Funde standen. An deren Beispiel wollen wir erstens darauf hinweisen, dass es in neolithischen Seeufersiedlungen Menschenknochen gibt, zweitens zeigen wir, dass es sich bei den Befundumständen nicht um vollständige Bestattungen, sondern um dislozierte Menschenknochen in Fundkontexten ‚auf dem Abfallhaufen‘ handelt. Ohne eine finale Interpretation anführen zu wollen, legt die Vergesellschaftung von Menschenknochen und Hausabfällen eine Entsorgung der menschlichen Überreste nahe. Ergänzend ist durch anthropologische Analysen der einzelnen Knochen- und Zahnfunde eine perimortale Behandlung der Knochen durch Schnitt- und Brandspuren nachweisbar.

Für Menschenknochen aus Seeufersiedlungskontexten sind zwar perimortale Manipulationen bekannt, jedoch ist hier erstmals ein abgesicherter Befundkontext gegeben. Entsprechend eröffnen diese Funde neue Deutungsspielräume. Inwieweit sich diese durch den Einsatz moderner isotopenanalytischer Techniken noch erweitern lassen, war bislang unklar, weswegen wir der archäologischen Community erste Ergebnisse bekannt machen wollen in der Hoffnung auf Folgeuntersuchungen von Fundmaterial aus Altgrabungen.

Neben den konventionellen archäologischen und anthropologischen Methoden zur Rekonstruktion von Lebensverhältnissen besteht durch die (Isotopen-)Archäometrie die Möglichkeit, die geologischen Lebensstandorte und potentiellen Regionen der Nahrungsaufnahme von Menschen zu identifizieren. Da wir uns die Frage stellen, WIE die Menschen lebten, ist auch die Frage von Bedeutung, WO die Menschen lebten. Dass die Menschen vor ihrem Tod und der Zerlegung und schlussendlichen Deponierung auf dem

Abfallhaufen mindestens kurzzeitig im Umfeld der Seeufersiedlung gewesen sein müssen, ist evident. Doch lebten sie dort auch dauerhaft? Oder lebten alle Einwohner dort dauerhaft?

Zudem steht die Strontium-Isotopen-Archäometrie ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) insbesondere in kleinräumig geologisch heterogenen Regionen stets vor der Frage, ob durch divergierende  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Ergebnisse tatsächlich Mobilität dargestellt werden kann oder nicht. Wir wollen hier die Wirtschaftsweise und Bezüge von Lebensmitteln im Neolithikum als potentiellen Grund für vermeintliche Ortswechsel von Individuen darstellen: Nicht der Mensch, sondern die Nahrungsbezugsquelle – und damit die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopensignaturen – kann ‚mobil‘ sein.

Das Paper liefert keine abschließenden Interpretationen bezüglich des einstigen Umgangs mit den sterblichen Überresten, der Lebensweise und der Mobilität oder Wirtschaftsweise der Menschen im (Spät-) Neolithikum am Zürichsee. Wir verstehen das Paper als Kick-off für eine konstruktive, gegenwärtige und zukünftige Zusammenarbeit von Theorie und Methode, Archäologie, Anthropologie und Archäometrie, um den gemeinsamen Datenpool auf ein auf Fakten basierendes Level für erkenntnisbringende Interpretationen zu bringen.

## **Isotopenarchäometrie und Mobilitätsforschung – eine Kurzeinführung**

Die Bioarchäologie erfährt in den letzten Jahren durch den Einsatz von Isotopenanalysen verstärkt eine methodische Ergänzung: Mittels Kohlenstoff (C)-, Stickstoff (N)- und teilweise Schwefelisotopenverhältnissen (S) können Rückschlüsse auf die Ernährung von Individuen gezogen, mittels der Analyse von Strontium (Sr) und Sauerstoff (O) sowie Schwefel (S) und Wasserstoff (H) Mobilitätsstudien vorgenommen werden (Alt u. a. 2008; Tütken 2010; Lehn u. a. 2020).

Unlängst ist eine Debatte um die Mobilität im Neolithikum entfacht (Beiträge in Scharl / Gehlen 2017; Furtwängler u. a. 2020). Auch für das Seeuferneolithikum gibt es verschiedene Ansätze zur Mobilität. Diese basieren bislang auf Analysen von Keramik (z. B. Burri 2007). In anderen Fällen zielen sie auf wirtschafts- oder dendroarchäologischer Grundlage auf verschiedene Aspekte und Skalen von Mobilität ab (Bleicher 2014; Bleicher u. a. 2017a, 238; Gross / Huber 2018).

Seit einigen Jahren werden Mobilitätsstudien vor allem anhand von  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  an Individuen des Früh- und Endneolithikums durchgeführt, die durch gute Skeletterhaltung gekennzeichnet sind (Knipper u. a. 2017; Turck 2019 mit weiterer Literatur). Studien zu jung- und spätneolithischen Individuen sind bis dato seltener erarbeitet worden: Für die Schweiz liegen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten von Sion Petit Chasseur (Chiaradia u. a. 2003) und Spreitenbach (Knipper u. a. 2012) vor, die viel zitierte ‚Eulauer Kernfamilie‘ wurde analysiert (Haak u. a. 2008) und über Michelsberger Skelette von Bruchsal-Aue (Keller u. a. 2015) und Heidelberg-Handschuhsheim (Turck u. a. 2014) wurden vergleichsweise wenige Daten publiziert. Zum Ötzi (Müller u. a. 2003) und dem Amesbury Archer samt ‚Companion‘ sowie den Boscombe Bowmen (Evans / Chenery 2011) gibt es wohl die international bekanntesten Isotopenstudien. Größere Fallstudien zur ‚residential mobility‘ sind für die Neolithisierungsprozesse in Grossbritannien durchgeführt worden (z. B. Neil u. a. 2016).

Ein Hinderungsgrund für eine umfassende Erforschung neolithischer Individuen aus der Schweiz und Süddeutschland ist das Fehlen von Referenzdaten. Um Individuen einer geologischen Region zuordnen zu können, benötigt es eine Karte von bioverfügbaren  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -

Isotopensignaturen heterogener geologischer Landschaften, deren Signatur ebenso im Apatit des Knochengewebes / des Zahns der in diesen Regionen lebenden Individuen eingebaut wird. In der oft geologisch kleinräumig strukturierten und von Moränen mit ihrem verfrachteten Fremdmaterial geprägten Umgebung der Pfahlbausiedlungen fehlen solche Referenzkarten weitgehend und sind aufwändig zu erstellen. Gerade hier aber, wo der sonstige interdisziplinäre Wissensstand so groß ist, könnten Isotopendaten besonders detaillierte Ergebnisse liefern. Daher sollten erste Referenzdaten erhoben werden, um das Potential der weitgehend unbeachteten menschlichen Knochen aus Seeuferkontexten zu erschließen. Der Fundplatz von Parkhaus Opéra bietet eine gute Basis, weil hier viele Daten zur Wirtschaft und Ernährung sowie einige Anhaltspunkte zu verschiedenen Aspekten von Mobilität vorliegen. Diese lässt sich nämlich auf verschiedenen Skalen fassen: Die detaillierte dendrochronologische Datierung der verschiedenen Seeuferstationen am Zürichsee ergab beispielsweise, dass mehrere Siedlungen gemeinsam im direkten Nahbereich sehr mobil waren, aber alle etwa 200 bis 250 Jahre an andere Uferabschnitte verlegt wurden (Bleicher u. a. 2017a, 237; Bleicher 2019, 259). Davon getrennt zu betrachten ist die saisonale Mobilität, die beispielsweise im Zuge von mobiler Weidewirtschaft zu erwarten ist (Bleicher 2014). Das verhältnismäßig gute Verständnis der Befunde sowie der wirtschaftlichen und taphonomischen Prozesse in Zürich-Parkhaus Opéra bietet daher einen guten Interpretationsrahmen für die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenanalysen. Die Studie ist als Kick-off für eine umfassende  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenstudie im nördlichen Schweizer Mittelland konzipiert, um auf Potential und Notwendigkeit der archäometrischen Daten in Ergänzung zu den archäologischen Grundlagen hinzuweisen.

## Archäologischer Befund

Die ausführliche Gesamtpublikation aller Befunde und Funde zu Zürich Opéra sind in Bleicher / Harb 2015; Bleicher / Harb 2017 und Harb / Bleicher 2016 vorgelegt worden. Es handelt sich um fünf auf bis zu 3000 Quadratmetern flächig ausgegrabene horgenzeitliche Siedlungen, die teilweise großflächig in Feuchtbodenerhaltung vorlagen. Zudem wurden Ausschnitte zweier früher schnurkeramikzeitlicher Siedlungen dokumentiert. Die Schichten wurden mit vielen beteiligten Disziplinen intensiv naturwissenschaftlich untersucht, wobei neben dem Studium der archäobiologischen Daten besonderer Fokus auf ein vertieftes Verständnis der Taphonomie gelegt wurde. Alle in der vorliegenden Studie untersuchten Zähne sind der in die Jahre um 3090 v. Chr. datierenden Schicht 14 (Bleicher 2015, 23–25 Abb. 9; Bleicher / Ruckstuhl 2015, 81–87) zuzuweisen. Sie wurden im Bereich von Baulehmen einzelner Gebäude gefunden (Langenegger u. a. 2017 Abb. 181). Die Befunde von Schicht 14 sind weniger gut erhalten als jene der Schicht 13, doch lassen sie sich im Vergleich mit dieser im Analogieschluss gut interpretieren. In der nur wenige Jahrzehnte älteren Schicht 13 wurden diverse mehrphasige Lehmbeefunde in Versturzlage angetroffen. Der Vergleich mit unabhängig von den Befunden dendroarchäologisch rekonstruierten Gebäudegrundrissen zeigte eine sehr gute Deckungslage (Bleicher / Burger 2015, 126; 129–134). Weitere Details wie die Mehrphasigkeit der Lehme mit meist vier Lagen und die regelmäßig angetroffenen Fragmente verziegelter Oberflächen bei kurzer Siedlungsdauer von etwa 15 Jahren führten zur Interpretation, dass diese Lehme im Rahmen von stetigen Reparaturen entsorgte Herdplatten darstellen. Sie liegen im Inneren von einphasigen Gebäuden. Dort sind sie mit Abfallschichten vergesellschaftet



1a-1b FK 11633.2; 2a-2b FK 9598.3; 3a-3b FK 10855.2; 4a-4c FK 5334.1; 5a-5b FK 5300.1

Abb. 1. Perimortal manipulierte Menschenknochen. Fotos: M. Bachmann (Kantonsarchäologie Zürich). Montage: A. Bahß (Heidelberg).

oder finden sich sogar mit diesen in komplexen Mikrostratigrafien mehrfacher Wechsellagen (Bleicher / Ruckstuhl 2015; Bleicher 2017, 190). Detaillierte, interdisziplinäre Studien zur Taphonomie ergaben schließlich, dass die Siedlungen im Flachwasser standen (Bleicher u. a. 2017b). Da Abfallhaufen und Lehme regelmäßig im Inneren der Gebäudegrundrisse dokumentiert wurden, drängt sich der Schluss auf, dass sie faktisch unter den Gebäuden abgelagert wurden. Die Lehmbeefunde aus Schicht 14 entsprechen in ihrer internen Struktur exakt jenen aus Schicht 13 und liegen abermals im Inneren von Gebäudegrundrissen. Zudem weisen die Untersuchungen zur Taphonomie darauf hin, dass

die Ablagerung nahezu identisch zu jener in Schicht 13 erfolgte. Entsprechend lässt sich für die menschlichen Knochen, die am Rand von oder auf Lehmen der Schicht 14 angetroffen wurden, aussagen, dass sie eindeutig unter den Gebäuden abgelagert wurden, wo auch Abfälle des alltäglichen Lebens und von Reparaturen am Haus deponiert wurden.

Weiterhin beachtenswert ist, dass einige der Knochen perimortal manipuliert wurden (Abb. 1). Es sind Spuren der Zerlegung in Form von Schnittspuren an exakt jenen Stellen der Langknochen erhalten, die auf das Entfernen der Knochenhaut hinweisen. Ergänzend sind Hitzespuren nachweisbar, die das Rösten an mehreren Knochen nahelegen (Langenegger u. a. 2017). Vergleichbare Spuren der Zerlegung an spätneolithischen menschlichen Knochen wurden auch für die Westschweiz dokumentiert (Audrey 2006). Die Befunde von Zürich-Parkhaus Opéra stellen keine Ausnahme dar. Lediglich der Kontext ist erstmals hinreichend untersucht.

## Material und Methoden

Die Menschenknochen aus Schicht 14 wurden anthropologisch untersucht und vorgelegt (Langenegger u. a. 2017, 167–171), doch wurden die Zähne von insgesamt drei Individuen nicht weiter analysiert. Während die Individuen 1 (Abb. 2.1) und 2 (Abb. 2.2) lediglich durch einen Zahn belegt sind und aufgrund der Altersbestimmung<sup>1</sup> nicht vom selben Individuum stammen können, ist von Individuum 3 (Abb. 2.3) zusätzlich ein Fragment der Mandibula erhalten (Tab. 1).

Für diese Pilotstudie wurden menschliche Zähne aus definierten spätneolithischen Kontexten ausgewählt. Die mechanische Beprobung wurde mittels eines schnellrotierenden Diamantkopfböhrers vorgenommen. Dabei konnte exakt zwischen Zahnschmelz und Dentin unterschieden werden. Daneben wurden erste Sedimentproben analysiert und publizierte Werte zusammengetragen. Ergänzend wurden Proben aus lokalen Gewässern und Sedimenten genommen. Die Messungen mittels Massenspektrometer TIMS Spector 54 erfolgten durch IsoAnalysis UG, <https://www.isoanalysis.de>.<sup>2</sup>

Die Beprobung der Zähne erfolgte durch das mechanische Abtrennen von jeweils 1–1.5 mg Zahnschmelz (im Folgenden ‚ZS‘, Individuen 1–3), Dentin (im Folgenden ‚D‘, Individuen 1–3) und Knochen der Mandibula (‚K‘, Individuum 3) durch einen diamantbeschichteten Bohrer (vgl. Brandt u. a. 2010). Die Erhaltung der Zähne und insbesondere auch des ZS ist gut. Die Trennung von ZS und D war problemlos möglich.

Es wurden ZS, D und K untersucht, um Hinweise auf Unterschiede im Verlauf des Lebens der Individuen zu erhalten, denn der ZS wird in der Kindheit gebildet, während D und K permanent umgebaut werden (z. B. Tütken 2010).<sup>3</sup>

---

1 Anm. zu Individuum 2: Dieses ist von E. Langenegger als juveniles Individuum bestimmt worden. Da es sich – da stimmen Verfasser und Langenegger überein – eindeutig um einen Milchzahn handelt, dessen Wurzeln nicht durch einen nachrückenden dauerhaften Zahn zurückgebildet wurden, ist die Alterstellung als *infans* zu bewerten.

2 Die Untersuchung der Strontium-Isotopen der drei Individuen der Zürich-Opéra-Grabung erfolgte mit freundlicher Genehmigung der Kantonsarchäologie Zürich.

3 Aktuell erschienen ist ein Beitrag von Zeiler u. a. (2017, 188) in dem zumindest die Entnahme von D aus der Wurzel als Mittel zur Beprobung der frühesten Aufenthaltsräume von Individuen propagiert wird. Aufgrund der Alterationsanfälligkeit von D (Budd u. a. 2000) schließen sich die Verfasser der Methode, *ausschließlich* D für Herkunftsstudien heranzuziehen, ausdrücklich nicht an – auch nicht, wenn in Folge von Brandbestattungen nur D erhalten ist.



Abb. 2. Beprobte Zähne/Knochen:  
 Abb. 2.1: Individuum 1,  
 Abb. 2.2: Individuum 2,  
 Abb. 2.3: Individuum 3.  
 Fotos: M. Bachmann  
 (Kantonsarchäologie  
 Zürich). Montage: A. Bahß  
 (Heidelberg).

Abb. 2:  
 2.1 FK 10958.1; 2.2 FK 3943; 2.3 FK 3962.2  
 (Maßstab = 10mm)

Individuum	FK	Schicht	Bestimmung	Alter
1	10958.1	14	1. dens molaris (mit Abrasion)	adult (?)
2	3943.6	14	2. dens molaris deciduus	infans
3	3962.2	14	Mandibulafragment, daraus 2. dens molaris	adult

Tab. 1. Individuen, Befunde und anthropologische Bestimmungen (Langenegger u. a. 2017 Tab. 7, ergänzt durch R. Turck).

Ergänzend wurden ein Totalaufschluss und ein Leaching (Lösung mit Wasser) von lokalem Sediment, in dem Knochen und Zähne lagerten, vorgenommen, um sich der bioverfügbaren  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente (Turck u. a. 2014) anzunähern. Leider sind bis dato keine, mit Ausnahme einer Analyse der Limmat (Tab. 2; Abb. 5), weiteren lokalen Referenzen zu Wasser-, Tier- oder Pflanzenproben publiziert, wengleich diese im Kontext des ‚Hinterland-Projekts‘ der Universität Basel noch auf eine Publikation warten (Doppler u. a. 2015).

Nach der  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Aufbereitung mit Säulentrennung mit dem ExEiChrom Sr-Resin Verfahren wurden die Daten mit einem Thermionen-Massenspektrometer, TIMS ‚Sector 54‘, gemessen (Tab. 2; Abb. 3–5), der Messfehler ist dabei maximal 0.000014 und für die Mobilitätsstudie zu vernachlässigen.

Individuum	Probennummer	Labornummer	Probe / Material	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2SE (in-run)	U (k = 2)
1	1.1	IA17-035-1	Zahnschmelz	0.708969	0.000014	0.000050
1	1.2	IA17-035-2	Dentin	0.709250	0.000009	0.000050
2	2.1	IA17-035-3	Zahnschmelz	0.708908	0.000009	0.000050
2	2.2	IA17-035-4	Dentin	0.708932	0.000010	0.000050
3	3.1	IA17-035-5	Zahnschmelz	0.709005	0.000014	0.000050
3	3.2	IA17-035-6	Dentin	0.709001	0.000008	0.000050
3	3.3	IA17-035-7	Knochen	0.708957	0.000009	0.000050
Sediment, Lagerung	FK 10973	IA17-035-8.1	Totalaufschluss	0.710889	0.000011	0.000050
<b>Sediment, Lagerung</b>	<b>FK 10973</b>	<b>IA17-035-8.2</b>	<b>H<sub>2</sub>O Leaching</b>	<b>0.709178</b>	<b>0.000011</b>	<b>0.000050</b>
Sediment, Seekreide Zürichsee	11	IA18-086-1	H <sub>2</sub> O Leaching	0.708655	0.000013	0.000050
Sediment, Seekreide Zürichsee	12	IA18-086-2	Totalaufschluss	0.710904	0.000011	0.000050
Sediment, Greifensee	13	IA18-086-3	H <sub>2</sub> O Leaching	0.708280	0.000016	0.000050
Sediment, Greifensee	14	IA18-086-4	Totalaufschluss	0.708589	0.000010	0.000050
Greifensee, Wasser	15	IA18-086-5	Wasser	0.708314	0.000011	0.000050
Limmat, Wasser	16	IA18-086-6	Wasser	0.709215	0.000011	0.000050

Tab. 2. Ergebnisse  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Iso Analysis UG).

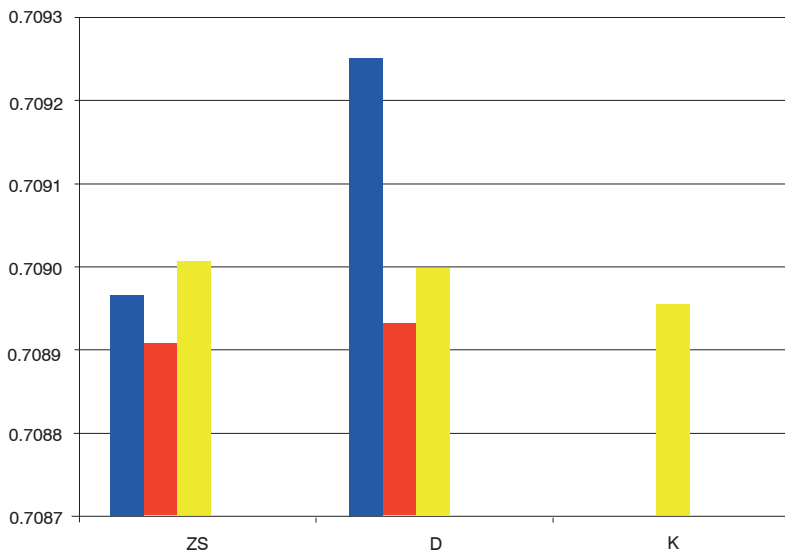


Abb. 3. x-Achse: Probenmaterial, y-Achse:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Verhältnis; blau: Individuum 1; rot: Individuum 2; gelb: Individuum 3.



## Ergebnisse

Der niedrigste gemessene  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Wert der drei Individuen liegt mit 0.708908 im Zahnschmelz des Individuums 2 vor. Der höchste Wert ist für die Analyse des Dentins von Individuum 1 mit 0.709250 festzuhalten.

Die D-Daten aller drei Individuen weisen einen Bereich zwischen 0.708932–0.709250 mit 0.000318 auf, ihr Mittel liegt bei 0.709061.

Die Ergebnisse aus dem ZS Strontium fallen mit einem Bereich von 0.000172 zwischen 0.708908 und 0.70908 dichter zusammen und sind im Mittel mit 0.708961 weniger radiogen.

Der Totalaufschluss des Sediments spiegelt mit einem Wert knapp unter 0.711 typisches Sediment des Mittellands wider. Die wasserlösliche Komponente ist erwartungsgemäß weniger radiogen und mit einem Wert von 0.709178 recht ‚gewöhnlich‘ für tertiäre Sedimente (Turck 2019, 350–353).

Die Seekreiden aus dem Zürich- und dem Greifensee weisen Werte von 0.7109 und 0.7085 bei den Totalaufschlüssen auf, was sich auch in den Leachings mit Werten von gerundet 0.7087 und 0.7083 widerspiegelt.

## Auswertung und Interpretation der $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Ergebnisse

Die bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente der Probe FK 10973, IA17-035-8.2 (Hervorhebung in Tab. 2) basiert auf einer einzigen Analyse aus den Sedimenten. Weitere Referenzen, etwa von potentiell lokalen Tieren, lokalem Wasser oder Pflanzen, liegen bislang unzulänglich vor (Abb. 6). Die folgenden Aussagen sind dementsprechend provisorisch und basieren nicht auf einer statistischen Auswertung, ein lokaler Bereich kann rechnerisch nicht vorgelegt werden.

Die Einordnung der  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten im Schweizer Mittelland ist infolge der wenigen Referenzen bioverfügbaren Strontiums sowie weniger Analysen an (prä-)historischen Individuen diffizil (vgl. Tütken u. a. 2008; Häussler u. a. 2016; Bucher u. a. 2019 mit jeweils einem analysierten Individuum). Grösser angelegte  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopen-Projekte zu Mobilität und Herkunft fokussieren auf andere Regionen der Schweiz (Doppler u. a. 2015; Gerling u. a. 2017; Brönnimann u. a. 2018) oder zielen nicht auf Mobilitätsstudien, sondern mittels C- und N-Isotopen auf Ernährungsrekonstruktionsstudien (Moghaddam u. a. 2016) respektive Tierhaltung (Doppler u. a. 2017) ab.

Einen Anhaltspunkt geben einige wenige Daten aus dem Gräberfeld von Singen (D) unmittelbar an der Deutsch-Schweizer Grenze (Oelze u. a. 2012): Auch hier wurden, abgesehen von einem sehr heterogenen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Datenpool, einige Individuen mit  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werten um 0.7089 analysiert. Gerling u. a. (2017) errechnen eine bioverfügbare Komponente von 0.7083–0.7091 – und damit einen großen ‚lokalen‘ oder ‚regionalen‘ Bereich für die bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente in der Ostschweiz um Arbon (Kanton Thurgau) und den nördlichen Raum des Kantons St. Gallen.

Um Hinweise auf den Lebensraum, in dem die Menschen Nahrung zu sich nahmen und die Sr-Komponenten einlagerten, zu rekonstruieren, hilft ein Vergleich mit Gesteins- und Wasseranalysen der Gegenwart:

Die sehr radiogenen Daten aus den Alpen über 0.711 (z. B. Arn u. a. 2003; Revel-Rolland u. a. 2005) und deren Nachweis in alpinen Individuen wie dem Ötzi (Müller u. a. 2003) sowie ebenfalls aufgrund der kristallinen oder buntsandsteingebundenen hohen



Daten von über 0.711 aus Mittelgebirgen (z. B. Schwarzwald: Brewer / Lippolt 1972; Vogesen: Tricca u. a. 1999; Aubert u. a. 2002) sowie deren postulierte Widerspiegelung in ‚Mittelgebirgsstämmigen‘ (Haak u. a. 2008; Turck u. a. 2012; Frei u. a. 2015; Zeiler u. a. 2017; Turck 2019) kann eine Herkunft der Individuen aus derartigen geologischen Naturräumen ausgeschlossen werden. Ebenfalls auszuschließen sind Individuen, deren Herkunft in vulkanisch geprägten Regionen (Hegner / Vennemann 1997)  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten  $> 0.706$  abbilden würden (so auch der Jäger-Krieger von Schwanfeld, Knipper / Price 2011).

Numerisch und räumlich näher liegend sind Regionen im nördlichen Schweizer Mittelland, in denen zwar einerseits kristallin gebundene, sehr hohe Daten generiert wurden, andererseits aber auch an Rhein-Wasser und weitere Nebenflüsse gebundene Werte im Bereich um 0.7085–0.709 vorliegen (Matter u. a. 1987; Buhl u. a. 1991; Schmidt u. a. 2017a–d). Eine weitere potentielle Herkunftsregion könnte der Stuttgarter Raum sein, wo weniger radiogene Muschelkalke gemessen wurden (Ufrecht / Hölzl 2006). Auch kleinräumige Regionen im Jura können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden (Godet u. a. 2011).

Eine eindeutige Zuweisung der Individuen in ein klar definiertes, singuläres geologisches Umfeld, so wie dies in Studien mit kleiner Analyseanzahl ohnehin selten der Fall ist, ist nicht möglich, da sich Isotopensignaturen verschiedener Regionen oftmals gleichen. Ein Beispiel für eine positive Zuordnung wäre der Jäger-Krieger, der eindeutig aus einer jungen, vulkanisch geprägten Region wie dem Hegau, der Eifel oder Teilen Böhmens stammt (Knipper / Price 2011).

Die bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente (Abb. 4) am Zürichsee ist nach derzeitigem Daten- und Analysestand mit 0.709178 radiogener als die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten aller drei Individuen. Diese Daten stimmen mit der  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Variationsbreite‘ von Muschelschalen aus dem Zürichsee in Knipper u. a. (2012, 204), überein.

Zwischen dem ZS und dem D von Individuum 1 besteht eine Diskrepanz. Während der Zahnschmelz einen Wert unter 0.709 zeigt und nicht exakt der bioverfügbaren Komponente entspricht, ist der  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -D-Wert mit 0.70925 sogar etwas radiogener als die bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente. Der Unterschied zwischen D und der bioverfügbaren Komponente beträgt lediglich 0.000072. Somit kann zum einen der Rückschluss gezogen werden, dass der Wert im D nicht alteriert ist, da er ansonsten identisch mit dem Wert aus dem löslichen Sediment wäre. Zum anderen kann aufgrund des deutlichen Unterschieds zwischen ZS und D ein Ortswechsel des Individuums postuliert werden. Es scheint möglich, dass ein Individuum innerhalb des Großraums ‚Zürichsee‘ seinen Aufenthalt wechselte und / oder seine Nahrung aus unterschiedlichen umliegenden Regionen zu sich nahm.

Individuum 2 weist im Bereich des Messfehlers nahezu identische Werte in ZS und D auf, wodurch die Stabilität des Dentins unterstrichen wird. Ein Unterschied ist aufgrund des jungen Alters des Individuums auch nicht zu erwarten, da sich das an den Metabolismus des Körpers angebundene D noch nicht wesentlich verändert haben dürfte. Die Differenz zum wasserlöslichen Sr ist mit 0.00027 (ZS) ähnlich wie bei Individuum 1. Ein Ortswechsel, wie bei Individuum 1, ist nicht wahrscheinlich. Weder der D- noch der ZS-Wert entsprechen dem Wert des lokalen Sediments.

Individuum 3 hat mit nahezu identischen Werten um 0.709 von ZS und D ebenfalls eine weniger radiogene  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente als das bioverfügbare Sr: Die Differenz beträgt rund 0.00017. Da aber der Wert aus dem Knochen der Mandibula mit 0.708957 im

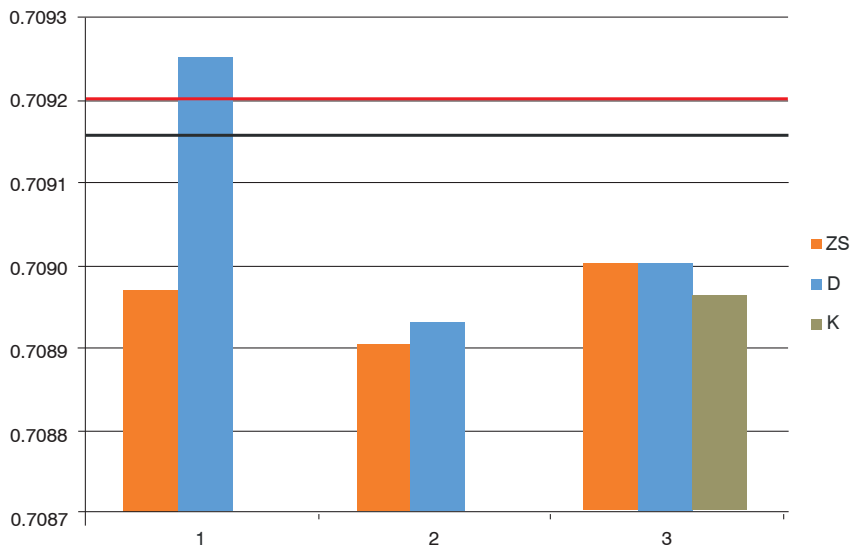


Abb. 4. x-Achse: Individuen, y-Achse:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Verhältnis. Schwarze Linie: bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponente, wasserlöslich (Sediment), ZH-Opéra. Rote Linie: Wasser, Limmat.

Verhältnis zum bioverfügbaren Sr noch weniger radiogen ausfällt, ist nicht davon auszugehen, dass das Individuum in seinen letzten Jahren vor Ort lebte und / oder seine Nahrung aus einem eng definierten Bereich bezog, der dem Limmatwasser in Hinsicht auf die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenverhältnisse ähnelt.

Der niedrige Wert im Knochen belegt analog zu den Beobachtungen am Dentin aller drei Individuen, dass das lösliche Sr im Sediment keine Auswirkungen auf die Lagerungsbedingungen<sup>4</sup> hatte.

Zusammenfassend kann für alle drei Individuen postuliert werden, dass sie entweder ortsfremd waren oder aber, dass sie zwar am Seeufer lebten, ihre Nahrung aber aus dem Einzugsgebiet einer Quelle stammte, deren  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse sich stark von jenen des Seewassers unterschieden. Individuum 1 vollzog zudem einen Ortswechsel bzw. wuchs wahrscheinlich in einer anderen Region auf. Die Individuen 2 und 3 haben jeweils homogene Werte zwischen ZS und D, was für eine Ortskonstanz – insofern dies für das vermeintlich kurze Leben von Individuum 2 überhaupt vermutet werden kann – spricht.

Das radiogene Wasser der Limmat, in die der Zürichsee fließt und die daher seine Werte weitestgehend reproduzieren sollte, zeigt jedoch mit über 0.7092 etwas radiogenere  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten als der See selbst (Knipper u. a. 2012), so dass die drei Individuen – vielleicht mit Ausnahme der letzten Lebensjahre von Individuum 1 – kein Wasser des Flusses und vermutlich auch nicht des Sees bezogen. So überraschend dies zunächst erscheinen mag, so sinnvoll ist es auf den zweiten Blick: Taphonomische Studien

4 Ein solcher Effekt ist für zwei Individuen aus Siegen anzunehmen, bei denen die Knochenwerte im Bereich von Mittelgebirgen deutlich radiogener ausfallen als die Werte im Dentin (Zeiler u. a. 2017 Tab. 1 u. Abb. 12 [Proben Deuz 36 u. 56]).

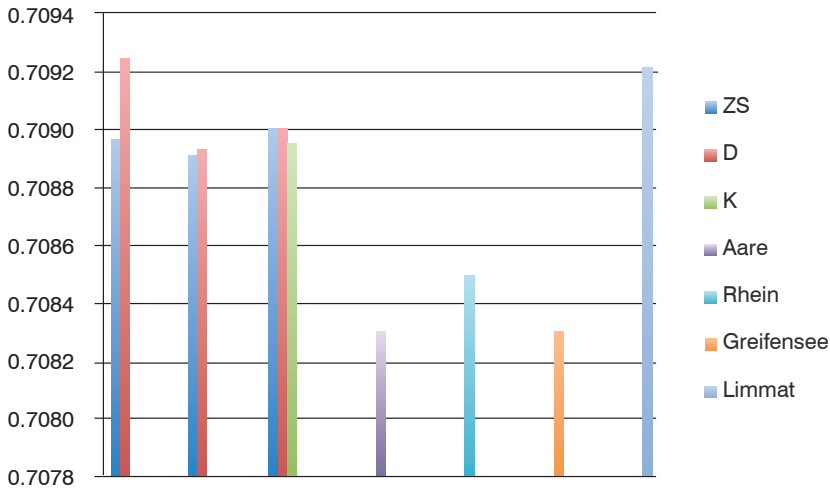


Abb. 5.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse (y-Achse) der Individuen ZH-Opéra im Vergleich zu Gewässern des Schweizer Mittellandes (x-Achse).

haben gezeigt, dass im Neolithikum Abfälle und Fäkalien direkt in den See entsorgt wurden und das lokale Ökosystem schwer belastet haben (Bleicher u. a. 2018; Tóth u. a. 2019). Parasitologische Untersuchungen haben ebenfalls verdeutlicht, dass das Wasser am Siedlungsstandort hochgradig belastet war (Maicher u. a. 2019). Hingegen gibt es Hinweise auf einen Bach, der im direkten Umfeld der Siedlung in den See floss und aus Moränenhängen stammte (Bleicher 2017, 199). Es liegt also nahe, dass das Trinkwasser dem Bach entnommen wurde und nicht dem See. Analog zu Daten aus der Aare (Buhl u. a. 1991) oder dem Hochrhein / Bodensee (Buhl u. a. 1991; Kober u. a. 2007) mit noch deutlich niedrigeren radiogenen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten von 0.7083 und um 7.085 ist es möglich, dass der Zürichsee ebenfalls ein niedriges  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenverhältnis aufweist (Abb. 5). Sollte der See aufgrund von Fischfang eine wichtige Rolle in der Ernährung gespielt haben – was durch archäozoologische Funde grundsätzlich anzunehmen ist (Hüster Plogmann / Häberle 2017) – könnte durch die Mischung der einzelnen Nahrungskomponenten mit unterschiedlichen Sr-Komponenten ein niedriges  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis im Gewebe eingelagert worden sein (z. B. Heidel u. a. 2007).

## Ausblick

Die Datengrundlage von sowohl bioverfügbaren  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponenten als auch von (prä-)historischen Individuen ist derzeit noch zu gering, sodass eine Interpretation der vorliegenden Daten schwierig ist. Eine Einordnung der Individuen in verschiedene Naturräume des Schweizer Mittellands bleibt komplex: Es wurde nachgewiesen, dass die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten von Individuen aus demselben Fundkontext heterogene Werte ergaben. Schon jetzt bieten sich mehrere mögliche Interpretationen an, die sich gut in den Kontext aller beteiligten Disziplinen der Seeuferarchäologie einbinden lassen: Die derzeit plausibelste Interpretation verweist auf saisonale Mobilität wie beispielsweise durch das Hirtentum, denn Individuum 1 zeigt durch unterschiedliche D- und ZS-

Isotopenverhältnisse ein anderes Mobilitätsverhalten als die Individuen 2 und 3. Dies legt nahe, dass sich seine Nahrung durch Mobilität im Laufe seines Lebens geändert hat – beispielsweise als es im jugendlichen Alter Aufgaben als Hirte übernahm. Für saisonale Mobilität in nahe gelegene Räume mit unterschiedlicher Geologie könnten ökonomische Gründe sprechen (Gross / Huber 2018).

Eine andere Erklärung könnte darin bestehen, dass die Toten der Abfallhaufen tatsächlich Ortsfremde waren. Bislang wurde der Befund von Zerlegungsspuren an menschlichen Knochen ausgesprochen vorsichtig und mit Hinweis auf die ethnographische Vielfalt von Bestattungssitten behandelt (Langenegger u. a. 2017). Wenn weitere Untersuchungen von Knochen anderer Fundstellen sowie an Sedimenten der umgebenden Standorte diese Hypothese ortsfremder, zerlegter Individuen reproduzieren sollten, wäre für die Knochendeponierung unter neolithischen Häusern ein neuer Interpretationsrahmen geschaffen. Eine statistische Auswertung der potentiell lokalen und nicht-lokalen Individuen (Burton / Price 2013) ist aufgrund der kleinen Datengrundlage nicht möglich.

Bis dato unbearbeitete Skelette aus dem fortgeschrittenen Neolithikum in der Schweiz sind aus den Seeufersiedlungen (z. B. Etter / Menk 1983; Andrey 2006) und einigen Gräbern (Oertle 2015) bekannt und sollten auf ihre  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse wie auch auf Zerlegungsspuren analysiert werden.

Die nötigen Referenzen und eine breite Datengrundlage, basierend auf allen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponenten (Turck u. a. 2014), sollten erstellt werden, um Fehldeutungen, insbesondere von Studien mit einer geringen Individuenanzahl (so in Frei u. a. 2015) zu verhindern. Grundsätzlich ist allen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenstudien, die durch keine weiteren Isotopenverhältnisse wie C, N oder O und ggf. S und H komplettiert werden, anzulasten, dass nahezu identische  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten ermittelt werden und sie damit wenig aussagekräftig sind. Dies gilt aufgrund der kleinräumigen Heterogenität der geologischen Grundlagen, wie etwa für große Teile des Rheinverlaufs nordwärts Basels (Schmidt u. a. 2017a–d; Brönnimann u. a. 2018). In diesen Fällen müssen neben den genannten zusätzlichen Isotopen insbesondere archäologische Indizien für oder gegen eine Mobilität von Menschen gefunden werden. Es können zwar häufig lokale von ortsfremden Individuen unterschieden werden, nicht selten aber ist damit die Aussage einiger Studien abgeschlossen.

Ergänzend sind zudem Ernährungsstudien von Bedeutung, um die Nahrungsquellen – etwa den Fischfang (vgl. Olsen u. a. 2010; Fernandes u. a. 2015) – für die neolithischen Siedlerinnen und Siedler im Kontext der Seeufersiedlungen zu rekonstruieren. Dies ist bislang nur in Arbon-Bleiche 3 gelungen (Hüster Plogmann 2004). In Parkhaus Opéra waren die Fischreste zu schlecht erhalten, so dass keine quantitativen Aussagen zur Bedeutung der Fischerei getroffen werden konnten (Hüster Plogmann / Häberle 2017). Ebenso ist zu überprüfen, woher die Individuen ihr Trinkwasser bezogen haben, zumal für Brunnen im Jung- und Spätneolithikum im Untersuchungsgebiet keine Befunde vorliegen.

Unter Einbeziehung der materiellen Kultur erscheint eine Verbindung von horgenzeitlichen Individuen ‚zwischen den Seen‘ vom Bodensee bis Zürichsee nahelegend. Eine Herkunft der Individuen aus südlicher gelegenen, den Alpen näheren Seen wie dem Zugersee kann auf Basis von  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Isotopenanalysen mangels Referenzlage nicht grundsätzlich ausgeschlossen, aber auch nicht belegt werden.

Für den Großraum Zürich ist aufgrund der kleinen Datenbasis der bioverfügbaren Sr-Komponenten (Abb. 6) eine systematische Analyse anzustreben, um die westlich im Raum

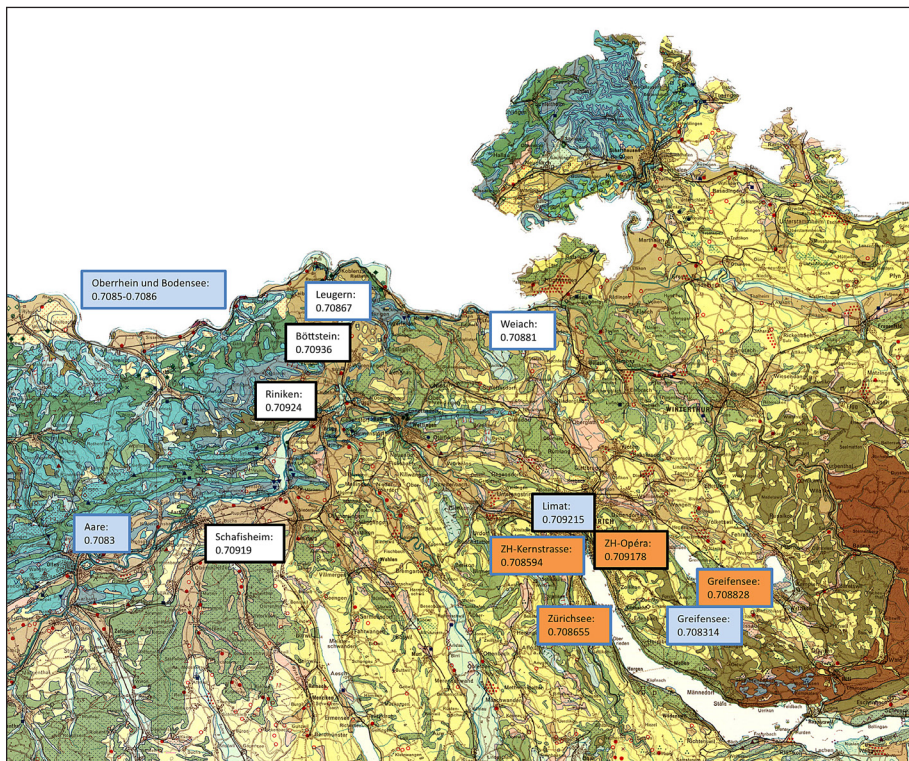


Abb. 6. Bioverfügbare  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Komponenten: Blauer Rahmen:  $\text{Sr} < 0.709$ , Schwarzer Rahmen:  $\text{Sr} > 0.709$ , Weißer Hintergrund: Probe aus Tiefengewässer, Blauer Hintergrund: Probe aus Fluss/See, Orangener Hintergrund: Probe aus Sediment (Leaching). Kartengrundlage: Swisstopo (Download am 22.02.2020), bearbeitet durch R. Turck und J. Bucher (Zürich).  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Daten aus: Matter u. a. 1987, Buhl u. a. 1991, Tricca u. a. 1999, Kober u. a. 2007, Bucher u. a. 2019 und in Tab. 2, zusammengestellt durch R. Turck.

Basel (Brönnimann u. a. 2018), nördlich im Grenzgebiet um Singen im Hegau (Oelze u. a. 2012) und östlich im Bereich des Bodensees (Gerling u. a. 2017) vorgenommenen Studien zu ergänzen. Bezüglich der jungneolithischen Individuen, die im Vergleich zu anderen neolithischen Zeiträumen (vgl. z. B. für die Bandkeramik Bickle / Whittle u. a. 2013; Turck 2019) weniger vorhanden sind, sind auch kleine Studien zu Mobilitätsverhalten und ggf. Ernährungsrekonstruktionen gewinnbringend (Scheffrahn 1998; Oertle 2015; Hald / Wahl 2016; Hald u. a. 2016).

## Zusammenfassung

Die Bestimmung von  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnissen der geologischen Grundlage, auf der Menschen lebten, hat auch im Kontext der Seeuferarchäologie Potential. Die Ergebnisse liegen in einem Bereich, der für das Schweizer Mittelland zu erwarten ist. Sie zeigen, dass trotz ungenügender Referenzdaten die Isotopen relevante Fragestellungen aufwerfen und Hinweise zu ihrer Beantwortung geben können. Ein Erklärungsansatz geht von wandelnden sozialen Rollen im Lebensverlauf und veränderlicher Mobilität und /

oder Nahrungsgrundlagen aus. Eine andere Hypothese wäre, dass die Toten auf den Abfallhaufen ‚Fremde‘ sind und im Kontext von Konflikten zu betrachten sein könnten.

Analog zu Studien aus dem Rheinknie bei Basel, dem Hegau (D) sowie dem südöstlichen Bodenseeraum sollen in Zukunft für den Grossraum Zürich Referenzwerte des bioverfügbaren Sr sowie eine größere Anzahl an neolithischen Individual-Messungen vorlegt werden.

## Literaturverzeichnis

Alt u. a. 2008

Kurt W. Alt / Juliane Knörr / Olaf Nehlich, Man ist, was man isst! Ernährung als Ausdruck kultureller und geschichtlicher Sozialisation. In: Frank Falkenstein / Sabine Schade-Lindig / Andrea Zeeb-Lanz (Hrsg.), Kumpf, Kalotte, Pfeilschaftglätter. Zwei Leben für die Archäologie. Gedenkschrift für Annemarie Häußer und Helmut Spatz. *Studia Honoraria 27* (Rahden / Westf. 2008) 21–36.

Andrey 2006

Sylvie Andrey, Les ossements humain épars des stations littorales de la région des Trois-Lacs. *Cahiers d'Archéologie Fribourgeoise 8*, 2006, 146–161.

Arn u. a. 2003

Kaspar Arn / Rachel Hosein / Karl B. Föllmi / Philipp Steinmann / Dominique Aubert / Jan Kramers, Strontium isotope systematics in two glaciated crystalline catchments: Rhone and Oberaar Glaciers (Swiss Alps). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 83*, 2003, 273–283.

Aubert u. a. 2002

Dominique Aubert / Anne Probst / Peter Stille / Daniel Viville, Evidence of hydrological control of Sr behaviour in stream water (Strengbach catchment, Vosges mountains, France). *Applied Geochemistry 17*, 2002, 285–300.

Bickle / Whittle 2013

Penny Bickle / Alasdair Whittle (Hrsg.), The first farmers of central Europe. Diversity in LBK lifeways (Oxford 2013).

Bleicher 2009

Niels Bleicher, Stabilität und Dynamik von Dörfern und Siedlungsgemeinschaften aus dendroarchäologischer Sicht. *Jahrbuch Archäologie Schweiz 92*, 2009, 239–246.

Bleicher 2016

Niels Bleicher, Pastoralism, Landscape and Woodland Use in the Late Neolithic in Southern Germany. In: Fèlix Retamero Serralvo / Inge Schjellerup / Althea Davies (Hrsg.), Agricultural and Pastoral Landscapes in Pre-Industrial Society. Choices, Stability and Change. Early Agricultural Remnants and Technical Heritage (EARTH) 3 (Oxford 2016) 239–252.

Bleicher 2015

Niels Bleicher, Allgemeiner Schichtenverlauf, Datierungen und Grundgedanken der Befundvorlage. In: Bleicher / Harb 2015, 23–26.

Bleicher 2017

Niels Bleicher, Überlegungen zu Fundverteilungsfaktoren in Schicht 13. In: Bleicher / Harb 2017, 189–201.



Bleicher / Burger 2015

Niels Bleicher / Maria Burger, Dendroarchäologie und Pfahlfeldanalyse in den neolithischen Siedlungen von Zürich-Parkhaus Opéra. In: Bleicher / Harb 2015, 100–142.

Bleicher / Harb 2015

Niels Bleicher / Christian Harb (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine Neolithische Feuchtbodenfundstelle 1: Befunde, Schichten und Dendroarchäologie. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 48 (Zürich Egg 2015).

Bleicher / Harb 2017

Niels Bleicher / Christian Harb (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine Neolithische Feuchtbodenfundstelle 3: Naturwissenschaftliche Analysen und Synthese. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 50 (Zürich Egg 2017).

Bleicher / Ruckstuhl 2015

Niels Bleicher / Beatrice Ruckstuhl, Die archäologischen Befunde. In: Bleicher / Harb 2015, 50–99.

Bleicher u. a. 2017a

Niels Bleicher / Christian Harb / Ferran Antolín / Simone Häberle / Heide Hüster Plogmann / Stefanie Jacomet / Marguerita Schäfer / Jörg Schibler, Synthese zur Wirtschaft. In: Bleicher / Harb 2017, 231–238.

Bleicher u. a. 2017b

Niels Bleicher / Ferran Antolín / Oliver Heiri / Simone Häberle / Heide Hüster Plogmann / Stefanie Jacomet / Christine Pümpin / Philippe Rentzel / Marguerita Schäfer / Jörg Schibler / Philipp Wiemann, Taphonomie und Schichtgenese. In: Bleicher / Harb 2017, 215–225.

Bleicher u. a. 2018

Niels Bleicher / Ferran Antolín / Oliver Heiri / Simone Häberle / Heide Hüster Plogmann / Stefanie Jacomet / Christine Pümpin / Philippe Rentzel / Marguerita Schäfer / Jörg Schibler / Philipp Wiemann / Mónica Tóth / Maarten van Haardenbroek / Noëmi Zweifel, Middens, Currents and Shorelines: Complex Depositional Processes of Waterlogged Prehistoric Lakeside Settlements Based on the Example of Zurich-Parkhaus Opéra (Switzerland). *Journal of Archaeological Science* 97, 2018, 26–41. doi:10.1016/j.jas.2018.06.010.

Brandt u. a. 2010

Guido Brandt / Corina Knipper / Christina Roth / Angelina Siebert / Kurt W. Alt, Beprobungsstrategien für aDNA und Isotopenanalysen an historischem und prähistorischem Skelettmaterial. In: Harald Meller / Kurt W. Alt (Hrsg.), *Anthropologie, Isotopie und DNA – biografische Annäherung an namenlose vorgeschichtliche Skelette? 2. Mitteldeutscher Archäologentag vom 08. bis 10. Oktober 2009 in Halle (Saale). Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 3 (Halle / Saale 2010) 17–32.*

Brewer / Lippolt 1972

Martin S. Brewer / Hans J. Lippolt, Isotopische Altersbestimmungen an Schwarzwald-Gesteinen, eine Übersicht. In: *Fortschritte der Mineralogie* 50, Beiheft 2 (Stuttgart 1972) 42–50.

Brönnimann u. a. 2018

David Brönnimann / Corina Knipper / Sandra L. Pichler / Brigitte Röder / Hannele Rissanen / Barbara Stopp / Martin Rosner / Malou Blank / Ole Warnberg / Kurt W. Alt / Guido Lassau / Philippe Rentzel, The lay of land: Strontium isotope variability in the dietary catchment of the Late Iron Age proto-urban settlement of Basel-Gasfabrik, Switzerland. *Journal of Archaeological Science* 17, 2018, 279–292.

Bucher u. a. 2019

Julia Bucher / Patrick Eppenberger / Marlu Kühn / Viviane Mee / Andreas Motschi / Antoinette. Rast-Eicher / Enrique Rayo / Frank Rühli / Roger Seiler / Luca. Tori / Rouven Turck / Manuel Zürcher, Kelte trifft Keltin. Zwei Bestattungen der Mittellatènezeit an der Kernstrasse in Zürich. *Jahrbuch Archäologie Schweiz* 102, 2019, 7–44.

Budd u. a. 2000

Paul Budd / Janet Montgomery / Barbara Barreiro / Richard G. Thomas, Differential diagenesis of strontium in archaeological human dental tissues. *Applied Geochemistry* 15, 2000, 687–694.

Buhl u. a. 1991

Dieter Buhl / Rolf D. Neuser / Detlev K. Richter / D. Riedel / B. Roberts / Harald Strauss / Jan Veizer, Nature and Nurture: Environmental isotope story of the river Rhine. *Naturwissenschaften* 78, 1991, 337–346.

Burri 2007

Elena Burri, La céramique du Néolithique moyen: analyse spatiale et histoire des peuplements. La station lacustre de Concise 2. *Cahiers d'Archéologie Romande* 109 (Lausanne 2007).

Burton / Price 2013

James H. Burton / T. Douglas Price, Seeking the local  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio to determine geographic origin of humans: no easy answers. *Archaeological Chemistry* 8, 2013, 309–320.

Chiaradia u. a. 2003

Massimo Chiaradia / Alain Gally / W. Todt, Differential contamination styles of prehistoric human teeth at Swiss necropolis (Sion, Valais) inferred from lead and strontium isotopes. *Applied Geochemistry* 18, 2003, 353–370.

Doppler u. a. 2015

Thomas Doppler / Claudia Gerling / Jörg Schibler, The importance of the hinterland: multi-isotope analysis on animals from Neolithic lakeshore settlements in the Alpine foreland. *PAST* 80, 2015, 4–5.

Doppler u. a. 2017

Thomas Doppler / Claudia Gerling / Volker Heyd / Corina Knipper / Thomas Kuhn / Moritz F. Lehmann / Alistair W.G. Pike / Jörg Schibler, 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, 2017, 18–28.

Etter / Menk 1983

Hansueli Etter / Roland Menk, Die neolithischen und frühbronzezeitlichen menschlichen Skelette aus Zürich-Mozartstrasse. *Archives Suisse d'Anthropologie Générale* 47,1, 1983, 83–102.



Evans / Chenery 2011

Jane A. Evans / Carolyn A. Chenery, Grave 25000: the Boscombe Bowmen. Isotope studies. In: Andrew P. Fitzpatrick (Hrsg.), *The Amesbury Archer and the Boscombe Bowmen. Bell Beaker burials on Boscombe Down, Amesbury Wiltshire*. Wessex Archaeology Report 27 (Salisbury 2011) 19–32.

Fernandes u. a. 2015

Ricardo Fernandes / Pieter Grootes / Marie-Josée Nadeau / Olaf Nehlich, Quantitative diet reconstruction of a Neolithic population using a bayesian mixing model (FRUITS): the case study of Ostorf (Germany). *American Journal of Physical Anthropology* 135, 2015, 325–340.

Frei u. a. 2015

Karin M. Frei / Ulla Mannering / Kristian Kristiansen / Morten E. Allentoft / Andrew S. Wilson / Irene Skals / Silvana Tridico / Marie-Louise Nosch / Eske Willerslev / Leon Clarke / Robert Frei, Tracing the dynamic life story of a Bronze Age female. *Nature* 5, 2015, 10431. doi:10.1038/srep10431.

Furtwängler u. a. 2020

Anja Furtwängler / Adam B. Rohrlach / Thiseas C. Lamnidis / Luka Papac / Gunnar U. Neumann / Inga Siebke / Ella Reiter / Noah Steuri / Jürgen Hald / Anthony Denaire / Bernadette Schnitzler / Joachim Wahl / Marianne Ramstein / Verena J. Schuenemann / Philipp W. Stockhammer / Albert Hafner / Sandra Lösch / Wolfgang Haak / Stephan Schiffels / Johannes Krause, Ancient genomes reveal social and genetic structure of Late Neolithic Switzerland. *Nature Communications* 11, 2020, 1915. doi:10.1038/s41467-020-15560-x.

Gerling u. a. 2017

Claudia Gerling / Thomas Doppler / Volker Heyd / Corina Knipper / Thomas Kuhn / Moritz F. Lehmann / Alistair W. G. Pike / Jörg Schibler, High-resolution isotopic evidence of specialised cattle herding in the European Neolithic. *PLOS ONE* 12,7, 2017, e0180164. doi:10.1371/journal.pone.0180164.

Godet u. a. 2011

Alexis Godet / Karl B. Föllmi / Peter Stille / Stéphane Bodin / Virginie Matera / Thierry Adatae, Reconciling strontiumisotope and K–Ar ages with biostratigraphy: the case of the Urgonian platform, Early Cretaceous of the Jura Mountains, Western Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences* 104, 2011, 147–160.

Gross / Huber 2018

Eda Gross / Renata Huber, Thinking outside the box: Life beyond ‘House – Farmstead – Village’ in Neolithic Wetland Sites. *Archäologische Informationen* 41, 2018, 255–274.

Haak u. a. 2008

Wolfgang Haak / Guido Brandt / Hylke N. de Jong / Christian Meyer / Robert Ganslmeier / Volker Heyd / Chris J. Hawkesworth / Alistair W. G. Pike / Harald Meller / Kurt W. Alt, Ancient DNA, Strontium isotopes, and osteological analyses shed light on social and kinship organization of the Later Stone Age. *Proceedings of the Nation Academy of Science USA* 105, 2008, 18226–18231.

Hald / Wahl 2016

Jürgen Hald / Joachim Wahl, Weit weg von den Pfahlbauten. Seltene Gräber im Hegau. In: Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg / Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (Hrsg.), 4.000 Jahre Pfahlbauten. Begleitband zur Ausstellung vom 16. April bis 9. Oktober 2016 im Kloster Schussenried und im Federseemuseum Bad Buchau (Ostfildern 2016) 200–201.

Hald u. a. 2016

Jürgen Hald / Matthias Merkl / Joachim Wahl, Hockergräber und rätselhafte Brandreste. Bestattungssitten am Ende der Steinzeit im Hegau. In: Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg / Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (Hrsg.), 4.000 Jahre Pfahlbauten. Begleitband zur Ausstellung vom 16. April bis 9. Oktober 2016 im Kloster Schussenried und im Federseemuseum Bad Buchau (Ostfildern 2016) 202–205.

Harb / Bleicher 2016

Christian Harb / Niels Bleicher (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine Neolithische Feuchtbodenfundstelle 2: Funde. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 49 (Zürich Egg 2016).

Haeusler u. a. 2016

Martin Haeusler / Cordula Haas / Sandra Lösch / N. Moghaddam / Igor M. Villa / Susan Walsh / Manfred Kayser / Roger Seiler / Frank Ruehli / Manuel Janosa / Christina Papageorgopoulou, Multidisciplinary identification of the controversial freedom fighter Jörg Jenatsch, assassinated 1639 in Chur, Switzerland. PLOS ONE 11,12, 2016, e0168014. doi:10.1371/journal.pone.0168014.

Hegner / Vennemann 1997

Ernst Hegner / Torsten W. Vennemann, Role of fluids in the origin of Tertiary European intraplate volcanism: Evidence from O, H, and Sr isotopes in melilitites. *Geology* 25, 1997, 1035–1038.

Heidel u. a. 2007

Claudia Heidel / Marion Tichomirowa / Jörg Matschullat, Lead and strontium isotopes as indicators for mixing processes of waters in the former mine 'Himmelfahrt Fundgrube', Freiberg (Germany). *Isotopes in Environmental and Health Studies* 43, 2007, 339–354.

Hüster Plogmann 2004

Heide Hüster Plogmann, Fischfang und Kleintierbeute. Ergebnisse der Untersuchung von Tierresten aus den Schlammproben. In: Stefanie Jacomet / Urs Leuzinger / Jörg Schibler, Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Thurgau: Veröffentlichung des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau 12 (Frauenfeld 2004) 253–276.

Hüster Plogmann / Häberle 2017

Heide Hüster Plogmann / Simone Häberle, Archäozoologische Schlammreste aus den Schichten 13 und 14 von Zürich-Parkhaus Opéra. In: Bleicher / Harb 2017, 127–144.

Keller u. a. 2015

Marcel Keller / Andreas Rott / Nadja Hoke / Heiner Schwarzberg / Birgit Regner-Kamlah / Michaela Harbeck / Joachim Wahl, United in death – related by blood?

Genetic and archeometric analyses of skeletal remains from the Neolithic earthwork Bruchsal-Aue. *American Journal of Physical Anthropology* 157, 2015, 458–471.

Knipper / Price 2011

Corina Knipper / T. Douglas Price, Strontium-Isotopenanalysen an den menschlichen Skelettresten aus der ältestbandkeramischen Siedlung Schwanfeld, Ldkr.

Schweinfurt, Unterfranken. In: Jens Lüning (Hrsg.), *Schwanfeldstudien zur ältesten Bandkeramik*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 196 (Bonn 2011) 109–117.

Knipper u. a. 2012

Corina Knipper / Matthias Fragata / Michael Brauns / Kurt W. Alt, Isotopenanalysen an den Skeletten aus dem endneolithischen Kollektivgrab von Spreitenbach: Studien zur Ernährung und Mobilität. In: Thomas Doppler (Hrsg.), *Spreitenbach-Moosweg (Aargau, Schweiz): ein Kollektivgrab um 2500 v. Chr.* *Antiqua* 51 (Basel 2012) 188–219.

Knipper u. a. 2017

Corina Knipper / Alissa Mittnik / Ken Massy / Catharina Kociumaka / Isil Kucukkalipci / Michael Maus / Fabian Wittenborn / Stephanie E. Metz / Anja Staskiewicz / Johannes Krause / Philipp W. Stockhammer, Female exogamy and gene pool diversification at the transition from the Final Neolithic to the Early Bronze Age in central Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114,38, 2017, 10083–10088. <https://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1706355114>.

Kober u. a. 2007

Bernd Kober / Antje Schwalb / Georg Schettler / Martin Wessels, Constraints on paleowater dissolved loads on catchment weathering over the past 16 ka from  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios and Ca/Mg/Sr chemistry of freshwater ostracode tests in sediments of Lake Constance, Central Europe. *Chemical Geology* 240, 2007, 361–376.

Langenegger u. a. 2017

Elisabeth Langenegger / Rudolf Hauri / Emanuela Jochum Zimmermann / Niels Bleicher / Christian Harb, Menschliche Knochen. In: Bleicher / Harb 2017, 165–171.

Lehn u. a. 2020

Christine Lehr / Andreas Rossmann / Christoph Mayr, Stable isotope relationships between apatite phosphate ( $\delta^{18}\text{O}$ ), structural carbonate ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), and collagen ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ) in modern human dentine. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 34,8, 2020. doi:10.1002/rcm.8674.

Maicher u. a. 2019

Céline Maicher / Niels Bleicher / Matthieu Le Bailly, Spatializing Data in Paleoparasitology: Application to the Study of the Neolithic Lakeside Settlement of Zürich-Parkhaus-Opéra, Switzerland. *The Holocene* 4,2, 2019. doi:10.1177/0959683619838046.

Matter u. a. 1987

Albert Matter / Tjerk Peters / Karl Ramseyer,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse und Sr-Gehalte von Tiefengrundwässern, Mineralien sowie Gesteinen aus dem Kristallin und der Trias der Nordschweiz. *Eclogae Geologica Helvetica* 80, 1987, 579–592.

Moghaddam u. a. 2016

Negahnaz Moghaddam / Felix Müller / Albert Hafner / Sandra Lösch, Social stratigraphy in Late Iron Age Switzerland: stable carbon, nitrogen and sulphur

- isotope analysis of human remains from Münsingen. *Archaeological and Anthropological Science* 8, 2016, 149–160. doi:10.1007/s12520-014-0221-4.
- Müller u. a. 2003  
Wolfgang Müller / Henry Fricke / Alex N. Halliday / Malcom T. McCulloch / Jo-Anne Wartho, Origin and Migration of the Alpine Iceman. *Science* 302, 2003, 862–866.
- Neil u. a. 2016  
Samantha Neil / Jane Evans / Janet Montgomery / Chris Scarre, Isotopic evidence for residential mobility of farming communities during the transition to agriculture in Britain. *Royal Society Open Science* 3,1, 2016. doi:10.1098/rsos.150522.
- Oelze u. a. 2012  
Vicky M. Oelze / Olaf Nehlich / Michael P. Richards, “There’s no place like home” – no isotopic evidence for mobility at the Early Bronze Age cemetery of Singen, Germany. *Archaeometry* 54,4, 2012, 752–778.
- Oertle 2015  
Nadja Oertle, Die neolithischen Bestattungen im Kanton Zürich (BA-Thesis Univ. Zürich 2015).
- Olsen u. a. 2010  
Jesper Olsen / Jan Heinemeier / Harald Lübke / Friedrich Lüth / Thomas Terberger, Dietary Habits and Freshwater Reservoir Effects in Bones from a Neolithic NE German Cemetery. *Radiocarbon* 52,2–3, 2010, 635–644.
- Revel-Rolland u. a. 2005  
Marie Revel-Rolland / Fabien Arnaud / Emmanuel Chapron / Marc Desmet / Nicolas Givelet / Chantal Alibert / Malcolm McCulloch, Sr and Nd isotopes as tracers of clastic sources in Lake Le Bourget sediment (NW Alps, France) during the Little Ice Age: Palaeohydrology implications. *Chemical Geology* 224, 2005, 183–200.
- Scharl / Gehlen 2017  
Silviane Scharl / Birgit Gehlen (Hrsg.), *Mobility in Prehistoric Sedentary Societies. Kölner Studien zur Prähistorischen Archäologie* 8 (Rahden / Westf. 2017).
- Scheffrahn 1998  
Wolfgang Scheffrahn, Die Anthropologischen Befunde der neolithischen Population von Lenzburg, Kt. Aargau. In: René Wyss, *Das neolithische Hockergräberfeld von Lenzburg, Kt. Aargau. Archäologische Forschungen* (Zürich 1998) 201–218.
- Schmidt u. a. 2017a  
Gerhard Schmidt / Sami Al Najema / Margot Isenbeck-Schröter / Florian Freundt / Michael Kraml / Werner Aeschbach,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios in thermal water from the southern Upper Rhine Graben, Germany. *Procedia Earth and Planetary Science* 17, 2017, 364–367.
- Schmidt u. a. 2017b  
Gerhard Schmidt / Sami Al Najema / Margot Isenbeck-Schröter / Florian Freundt / Michael Kraml / Werner Aeschbach,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios in shallow and deep aquifers from the southern Upper Rhine Graben, Germany. *Procedia Earth and Planetary Science* 17, 2017, 626–629.
- Schmidt u. a. 2017c  
Gerhard Schmidt / Sami Al Najema / Margot Isenbeck-Schröter / Florian Freundt / Michael Kraml / René Eichstädter / Werner Aeschbach, Ascending deep fluids into shallow aquifer at hydraulically active segments of the western boundary fault of

the Rhine Graben, Germany: constraints from  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios. *Procedia Earth and Planetary Science* 17, 2017, 81–84.

Schmidt u. a. 2017d

Gerhard Schmidt / Sami Al Najema / Margot Isenbeck-Schröter / Florian Freundt / Michael Kraml / René Eichstädter / Werner Aeschbach,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios in shallow and deep aquifers and thermal water from the eastern boundary fault of the northern Upper Rhine Graben at the Heidelberg Basin, Germany. *Procedia Earth and Planetary Science* 17, 2017, 108–111.

Tóth u. a. 2019

Mónika Tóth / Maarten van Hardenbroek / Niels Bleicher / Oliver Heiri, Pronounced Early Human Impact on Lakeshore Environments Documented by Aquatic Invertebrate Remains in Waterlogged Neolithic Settlement Deposits. *Quaternary Science Reviews* 205, 2019, 126–142. doi:10.1016/j.quascirev.2018.12.015.

Tricca u. a. 1999

Aude Tricca / Peter Stille / Marc Steinmann / Bernard Kiefel / Jean Samuel / Jost Eikenberg, Rare earth elements and Sr and Nd isotopic compositions of dissolved and suspended loads from small river systems in the Vosges mountains (France), the river Rhine and groundwater. *Chemical Geology* 160, 1999, 139–158.

Turck 2019

Rouven Turck, Where did the Herxheim dead come from? Isotopic analysis of human individuals. In: Andrea Zeeb-Lanz (Hrsg.), *Ritualised Destruction in the Early Neolithic – The Exceptional Site of Herxheim (Palatinate, Germany) 2*. *Forschungen zur Pfälzischen Archäologie* 8.2 (Speyer 2019) 317–321.

Turck u. a. 2012

Rouven Turck / Bernd Kober / Johanna Kontny / Fabian Haack / Andrea Zeeb-Lanz, “Widely travelled people” at Herxheim? Sr isotopes as indicators of mobility. In: E. Kaiser / J. Burger / Wolfgang Schier (Hrsg.), *Population dynamics in prehistory and early history. New approaches using stable isotopes and genetics*. *Berlin Studies of the Ancient World* 5 (Berlin 2012) 149–163.

Turck u. a. 2014

Rouven Turck / Bernd Kober / Johanna Kontny / Renate Ludwig / Jürgen Wahl, Strontiumisotopenanalysen an Zähnen einer Mehrfachbestattung aus der Michelsberger Kultur in Heidelberg-Handschuhsheim. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 34,1, 2014, 385–407.

Tütken 2010

Thomas Tütken, Die Isotopenanalyse fossiler Skelettreste – Bestimmung der Herkunft und Mobilität von Menschen und Tieren. In: Harald Meller / Kurt W. Alt (Hrsg.), *Anthropologie, Isotopie und DNA – biografische Annäherung an namenlose vorgeschichtliche Skelette? 2*. *Mitteldeutscher Archäologentag vom 08. bis 10. Oktober 2009 in Halle (Saale)*. *Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 3 (Halle / Saale 2010)* 33–51.

Tütken u. a. 2008

Thomas Tütken / Elisabeth Langenegger / Werner Wild, Einheimisch oder fremd? Isotopenanalysen eines Frauenskelettes des 9. Jahrhunderts n. Chr. aus Elsau, Kanton Zürich, Schweiz. *Anthropologischer Anzeiger* 66, 2008, 19–50.

Ufrecht / Hölzl 2006

Wolfgang Ufrecht / Stefan Hölzl, Salinare Mineral- und Thermalwässer im Oberen Muschelkalk (Trias) im Großraum Stuttgart – Rückschlüsse auf Herkunft und Entstehung mit Hilfe der  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Strontium-Isotopie. Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 157, 2006, 299–316.

Zeiler u. a. 2017

Manuel Zeiler / Sidney Sebald / Gisela Grupe, Die Berge rufen! Archäologisch-anthropologische Studie zur Migration in die eisenzeitliche Montanlandschaft Siegerland (Nordrhein-Westfalen) anhand von Brandbestattungen. Archäologisches Korrespondenzblatt 47,2, 2017, 173–199.

## **Anschriften der Verfasser:**

### **Rouven Turck**

Universität Zürich  
Institut für Archäologie  
Fachbereich Prähistorische Archäologie  
Karl-Schmid-Strasse 4  
CH-8006 Zürich  
E-Mail: rouven.turck@uzh.ch  
<https://orcid.org/0000-0001-9534-6570>

### **Niels Bleicher**

Stadt Zürich  
Amt für Städtebau  
Unterwasserarchäologie und Labor für Dendroarchäologie  
Seefeldstrasse 317  
CH-8008 Zürich  
E-Mail: niels.bleicher@zuerich.ch  
<https://orcid.org/0000-0001-5986-0222>

