Zeitschrift: Jahrbuch Archäologie Schweiz = Annuaire d'Archéologie Suisse = Annuario d'Archeologia Svizzera = Annual review of Swiss Archaeology

Herausgeber: Archäologie Schweiz

Band: 104 (2021)

Artikel: "Hügeli" im Bodensee : rätselhafte Steinschüttungen in der Flachwasserzone zwischen Romanshorn und Altnau, Kanton Thurgau (Schweiz)

Autor: Leuzinger, Urs / Anselmetti, Flavio / Benguerel, Simone

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1006116

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 30.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Jahrbuch Archäologie Schweiz / Annuaire d'Archéologie Suisse / Annuario d'Archeologia Svizzera 104, 2021, 101–116

Urs Leuzinger, Flavio Anselmetti, Simone Benguerel, Christian Degel, Heinz Ehmann, Florence Gilliard, Raimund Hipp, Jens Hornung, Thomas Keiser, Erich Müller, Bernhard Muigg, Valentin Nigg, Dominic Perler, Matthias Schnyder, Mike Sturm, Sönke Szidat, Willy Tegel, Martin Wessels, Hansjörg Brem

«Hügeli» im Bodensee – rätselhafte Steinschüttungen in der Flachwasserzone zwischen Romanshorn und Altnau, Kanton Thurgau (Schweiz)*

Keywords: Steinschüttungen; Bodensee; Jungsteinzeit; Georadar; Sedimentkerne; Vermessung. – Amas de cailloux ; lac de Constance ; Néolithique ; géoradar ; carottes de sédiment ; arpentage. – Massicciate; Lago di Costanza; Neolitico; georadar; carote di sedimento; rilievo. – layers of stone; Lake Constance; Neolithic period; ground radar; sediment cores; surveying.

Zusammenfassung

Etwa 170 Steinsetzungen wurden bei der flächenhaften Tiefenvermessung des Bodensees im Jahr 2015 entdeckt. Die perlschnurartig aufgereihten, flachen Erhebungen aus aufgeschütteten Geröllen befinden sich entlang der Flachwasserzone des südlichen Bodensees zwischen Romanshorn und Altnau, etwa 200 bis 300 m vom Seeufer entfernt in 3 bis 5 m Wassertiefe. Reflektionsseismische Profile und Georadarmessungen ergaben, dass diese Hügel nicht durch Gletscher oder andere natürliche Prozesse entstanden sind. Anhand archäologischer und naturwissenschaftlicher Untersuchungen sind die Strukturen wahrscheinlich in die Jungsteinzeit zu datieren, wobei die Funktion dieses 10 km langen prähistorischen Bauwerks rätselhaft bleibt.

Résumé

En 2015, lors d'un relevé systématique de la profondeur du lac de Constance, on a repéré à 3 à 5 m sous la surface près de 170 amas de pierres constitués de galets, qui s'égrènent à 200 ou 300 m de la rive entre Romanshorn et Altnau, soit dans la partie méridionale du lac. L'imagerie sismique et les données du géoradar ont révélé que la mise en place de ces monticules ne relève pas des glaciers ou d'autres processus naturels. Les analyses archéologiques et scientifiques permettent de dater ces structures longues de 10 km au Néolithique, avec encore un grand point d'interrogation quant à leur fonction.

Riassunto

Nel 2017 durante misurazioni delle profondità del Lago di Costanza condotte su ampia scala furono identificati circa 170 cumuli di pietre allineati. I rilievi sono bassi, allineati come gli elementi di una collana e costituiti da cumuli di ciottoli; essi si trovano lungo i bassifondi della parte meridionale del lago, tra Romanshorn ed Altnau, a 200–300 m dalla sponda e ad una profondità compresa tra 3 e 5 m. I profili ottenuti applicando il metodo della sismica a riflessione e le misurazioni georadar hanno dimostrato che queste collinette non sono state prodotte da ghiacciai o da altri processi naturali. Indagini archeologiche e scientifiche datano le strutture probabilmente al Neolitico, per quanto la funzione di questa struttura preistorica lunga 10 km rimanga sconosciuta.

Summary

In 2015, some 170 stone concentrations came to light during depth surveying undertaken in Lake Constance. The flat mounds of pebbles were found arranged in a row like beads on a string along the shallow water zone at the southern end of Lake Constance between Romanshorn and Altnau, some 200 to 300 m from the lakeshore at a depth of 3 to 5 metres. Seismic reflection profiles and ground-penetrating radar measurements revealed that the mounds had not been formed by glacial or some other natural processes. According to archaeological and natural scientific investigations, they probably date from the Neolithic period, though the function of this 10 km long prehistoric feature remains enigmatic.

* Publiziert mit Unterstützung des Kantons Thurgau.

Einleitung

Bei der hochauflösenden Tiefenvermessung des Bodensees im Jahr 2015 in der Flachwasserzone zwischen Romanshorn und Altnau im Kanton Thurgau wurde eine Reihe von regelmässig angeordneten Erhebungen beobachtet (Wessels et al. 2016). Die Entdeckung dieser Unterwasserformation führte zu einem grossen Medienecho. Parallel zur medialen Aufmerksamkeit rätselte die Fachwelt über die Genese, das Alter und die Funktion dieser Steinschüttungen entlang des südlichen Bodenseeufers. Handelt es sich bei diesen «Hügeli» um glaziale Ablagerungen oder wurden sie von Menschenhand aufgeschüttet? Zur Klärung dieser und weiterer Fragen wurde eine interdisziplinäre Fachgruppe unter der Leitung des Amtes für Archäologie des Kantons Thurgau zusammengestellt. Man erörterte die Datenlage, definierte Fragestellungen, diskutierte Analysemethoden und führte schliesslich verschiedene Untersuchungen wie Georadarmessungen, Sedimentprobenentnahmen sowie einen Baggerschnitt im Umfeld der Steinschüttungen durch. Dabei galt es zu berücksichtigen, dass die Strukturen mehrere Meter unter Wasser liegen, was die archäologischen und geologischen Recherchen erschwerte. Zudem war man bestrebt, die Bewilligungsverfahren in einem Gewässer, in dem es verschiedene Interessen von Gewässerschutz, Fischerei, Naturschutz, Schifffahrt, Raumplanung usw. einzubinden galt, sorgfältig durchzuführen. Schliesslich mussten die Massnahmen mit den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln ermöglicht werden. Die bisher generierten Forschungsresultate werden in diesem Artikel zusammenfassend präsentiert und in einen archäologischen Kontext gestellt.

Fundstelle: Entdeckung und Vorabklärungen

Zwischen 2013 und 2015 führte ein Team des Instituts für Seenforschung Langenargen (ISF) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) eine hochauflösende Vermessung (Bathymetrie) des Bodensees durch (Projekt Tiefenschärfe: Wessels et al. 2016). In diesem Projekt der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) wurde eine Kombination von Fächerecholot in Wassertiefen über ca. 5 m (Ausführung mit Fächerecholot der Universität Bern) und von ‹Airborne Laserscanning Bathymetrie› (Firma AHM, Innsbruck, A) in der Flachwasserzone verwendet. Die Auswertung der neuen Bathymetrie zeigte eine auffallend regelmässige Reihe von etwa 170 hügelartigen Strukturen mit Durchmessern zwischen 10 und 30 m und einer Höhe von bis zu 1.5 m in der Flachwasserzone zwischen Romanshorn und Altnau (Abb. 1–2). Die Abstände zwischen den grösstenteils runden Steinschüttungen betragen in der Regel zwischen 85 und 110 m. Die Befunde der ungewöhnlichen Strukturen am Südufer des Bodensees wurden am 3. März 2015 dem Amt für Archäologie des Kantons Thurgau (AATG) mitgeteilt. Daraufhin wurden die Erhebungen nummeriert und katalogisiert[1]. Im Winter 2015 wurden mehrere Tauchgänge im Auftrag des AATG von Tauchern der Global Underwater Explorers (GUE) durchgeführt. Es zeigte sich, dass es sich bei den Erhebungen um eine Ansammlung von mehrheitlich gerundeten Steinen handelt, die heutzutage 200 bis 300 m vom Seeufer entfernt in einer Wassertiefe von 3 bis 5 m unter dem mittleren Pegel (Hügelkuppen ca. 390.8–392.7 m ü. M.; Basen 389.5–392.00 m ü. M.) liegen[2]. In der Mitte von Hügel 5 führte das Team der GUE am 6. Dezember 2015 eine Sondierung durch. Auf einer Fläche von 1×3 m entfernte man ein bis zwei Steinlagen. Die Unterkante der Steinschüttung wurde dabei nicht erreicht. Im Umfeld des Hügels konnten die Taucher insgesamt zehn Holzreste (H.1–H.10) bergen. Für eine Altersbestimmung der Hölzer wurden drei ausgewählte Proben an der ETH Zürich mit der Radiokarbonmethode analysiert. Zwei Proben datieren in die Jungsteinzeit, eine in die Neuzeit[3]. Ein direkter Zusammenhang der Hölzer mit der Steinschüttung ist nicht gesichert.

Die Untersuchung der neu entdeckten Steinanhäufungen hatte im AATG vorerst keine Priorität. Man ging davon aus, dass die regelmässige Anordnung der Erhebungen auf einen geologischen Ursprung zurückzuführen sei. Im Weiteren bestand keine Bedrohung der Strukturen durch Erosion. Im Gegensatz dazu wurden die Befunde in den Medien ausführlich thematisiert und als archäologische Sensation gefeiert. Nach einer Medieninformation zum Abschluss des Tiefenschärfe-Projekts tauchte am 17. September 2015 erstmals die publikumswirksame Schlagzeile «Bodensee-Stonehenge» auf[4], auch der Begriff «Hügeli» war von Beginn an ein wesentlicher Bestandteil der Berichterstattung. Obwohl die Untersuchungen der Flachwasser-Strukturen nicht zuoberst auf der Prioritätenliste lagen, geriet das AATG aufgrund des grossen medialen Interesses unter Erkenntnisdruck. Um die rätselhaften Steinstrukturen wissenschaftlich genauer zu untersuchen, wurde deshalb im Laufe des Jahres 2016 eine interdisziplinäre Fachgruppe von Geologen, Sedimentologen, Archäologen und Technikern zusammengestellt. Gerade die Wassertiefe von 3 bis 5 m, in Kombination mit einer bisher unbekannten Befundkategorie, stellte die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor neue Herausforderungen.

Interdisziplinäre Untersuchungen

Die Fachgruppe traf sich erstmals am 20. September 2017 in Romanshorn zu einem Informationsaustausch. Man erörterte u. a., mit welchen naturwissenschaftlichen Methoden man Hinweise zur Genese der Steinstrukturen erhalten könnte. Entstehung und Alter der ungewöhnlichen Erhebungen aus Geröllen wurde in der Fachgruppe kontrovers diskutiert. Ob es sich um natürliche oder anthropogene Ablagerungen handelt, galt es primär herauszufinden. Weiter sollte geklärt werden, wie diese Erhebungen entstanden sind. Für welchen Zweck die Steinschüttungen allenfalls gedient haben, sollten sie von Menschenhand aufgeschüttet worden sein, war nicht der primäre Fokus der Untersuchung.

Abb. 1. Romanshorn, Altnau TG. Lage der 170 Steinschüttungen entlang des südlichen Bodenseeufers zwischen Romanshorn und Altnau. Plan AATG, Matthias Schnyder. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo.

Abb. 2. Uttwil TG. Die Anomalien auf dem hochaufgelösten Tiefenmodell – basierend auf Daten vom Fächerecholot und topobathymetrischem Laser (Wessels et al. 2016) – sind in der Flachwasserzone gut erkennbar. Plan AATG, Matthias Schnyder und LUBW, Martin Wessels. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo.

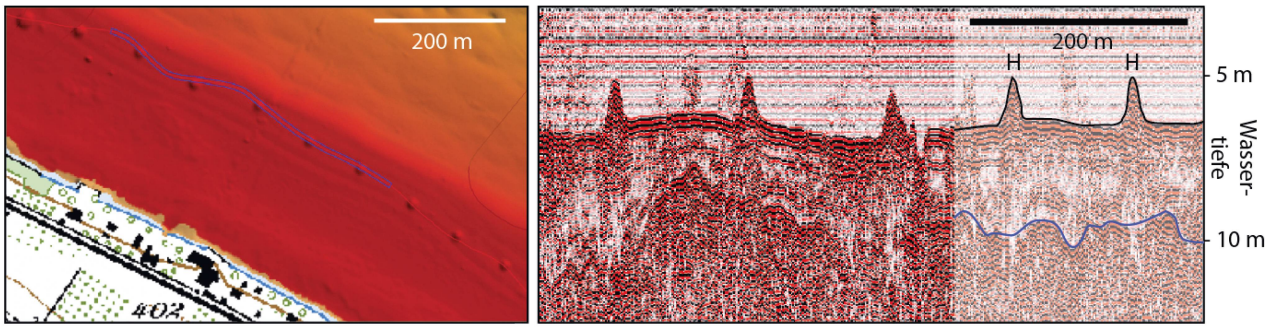

Abb. 3. Uttwil, Romanshorn TG. Reflektionsseismisches Profil (rechts; vertikale Überhöhung x40) durch fünf «Hügeli» (H) in der Flachwasserzone zwischen Uttwil und Romanshorn. Die Linie auf der Karte (links) markiert die Lage des Profils. Auf dem seismischen Profil ist die Reflexion der Oberfläche des glazialen Untergrundes eingezeichnet, die sich deutlich unter den Hügeln durchzieht und somit nicht mit diesen zusammenhängt. Grafik Institut für Geologie der Universität Bern, Flavio Anselmetti.

Um die definierten Forschungsfragen zu beantworten, wurden vier komplementäre Methoden angewendet, wobei die erschwerten Untersuchungsbedingungen in einer Wassertiefe von 3 bis 5 m zu berücksichtigen waren. Den Untergrund der Flachwasserzone und die Steinschüttungen bildete man geophysikalisch mithilfe von Reflektionsseismik und Unterwasser-Georadarmessungen ab. Um ein noch genaueres 3D-Bild der Struktur der Steinschüttungen zu erhalten, wurden weitere Echolot-Untersuchungen durchgeführt. Auf der Basis der Ergebnisse des Unterwasser-Georadars (Wessels/Hornung 2019) wurden für eine unabhängige Datierung der Genese der Strukturen Sedimentkerne entlang eines Transekts in der Flachwasserzone entnommen, untersucht und datiert. Die archäologische Aufnahme der Fundstelle war Aufgabe des Tauchteams des AATG. So wurde eine Baggersondierung durch eine der Steinsetzungen von einer schwimmenden Plattform aus durchgeführt und archäologisch ausgewertet. Um die Resultate der komplementären Forschung sinnvoll zu synthetisieren, führte man die Untersuchungen mehrheitlich an einer der 170 Steinsetzungen durch, nämlich an Hügel 5 vor Uttwil. Ob die gewonnenen Erkenntnisse sich an anderen Strukturen verifizieren lassen, bleibt offen.

Reflektionsseismische und Georadar-Analyse

Im Sommer 2016 nahm die Universität Bern reflektionsseismische Profile (3.5 kHz Pinger) über einigen der «Hügeli» vom Forschungsschiff «Kormoran» des ISF der LUBW auf. Dabei konnten die generierten Schallwellen den Untergrund zwischen und unter den Steinschüttungen abbilden (Abb. 3) (Wessels et al. 2016, 88–89). Es wurde deutlich, dass die Strukturen nicht Teil des glazialen Untergrunds sind, sie also jünger als die letzte Vergletscherung sein müssen und in ihrer Genese nicht damit zusammenhängen können. Um den Untergrund mit höherer Auflösung abzubilden, wurden vom 23. bis 27. April 2018 Georadarmessungen in der Flachwasserzone durchgeführt. Dabei kam ein unter Wasser funktionierendes Georadargerät zum Einsatz (Abb. 4). Dieser wasserdichte Messschlitten wurde von Jens Hornung an der Technischen Universität Darmstadt entwickelt (Hornung 2018). Mit hochfrequenten elektromagnetischen Impulsen wurden die im Seeuntergrund versteckten Schichtgrenzen im Umfeld der Steinschüttungen erfasst (Wessels/Hornung 2019, 33–36). Den Messschlitten brachte man mit dem Forschungsschiff «Kormoran» des ISF zu ausgewählten Steinstrukturen zwischen Romanshorn und Güttingen. Insgesamt konnten acht Steinanhäufungen genauer untersucht werden: Hügel 30/30.1, 31 und 39 bei Romanshorn, Hügel 5–7 und 94 bei Uttwil sowie Hügel 146 in Güttingen. Ebenfalls gemessen wurde die archäologische Fundstelle bei der näher am Ufer liegenden Untiefe «Mäuseturm» bei Güttingen (Wessels/Schnyder 2013, 219; JbAS 104, 2021, 153).

Die so generierten Georadarbilder lieferten neue Erkenntnisse zur Entstehung der Steinschüttungen und der Flachwasserzone. Sie bestätigen, dass die Steine offensichtlich auf den nacheiszeitlichen, gut geschichteten Seeablagerungen und deutlich über den darunter verlaufenden glazialen Schichten aufliegen (Abb. 5). Die Untersuchung belegt somit eindeutig, dass die «Hügeli» später entstanden und somit anthropogene Befunde sind.

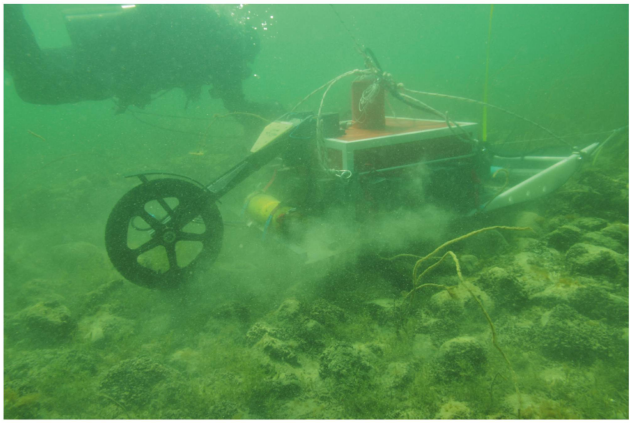

Abb. 4. Georadar-Messgerät der Technischen Universität Darmstadt im Einsatz unter Wasser. Foto AATG, Matthias Schnyder.

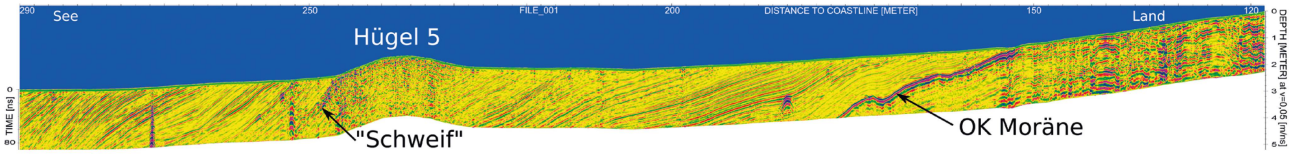

Abb. 5. Uttwil TG, Hügel 5. Georadarbild von der Steinstruktur. Starke Reflexionen der Moränenoberkante im rechten Bildabschnitt; darüber postglaziale Sedimente. Links die stark reflektierenden Steine des Hügels 5. Der Schweif wird seewärts von jüngeren, geschichteten Sedimenten überdeckt. Grafik Technische Universität Darmstadt, Jens Hornung.

Die Georadar-Analyse lieferte auch Daten zu den feinen, geschichteten Seeablagerungen, die ein durch Strömungen transportiertes, zur Seemitte progradierendes Schichtpaket bilden. Diese leicht geneigten Schichten konstituieren als Ensemble die Flachwasserplattform, auf der die Strukturen aufgeschüttet wurden. Nach dem Aufschütten und dem späteren Zerfall der «Hügeli» fand eine mehrere Meter mächtige Akkumulation von Ufersedimenten Richtung Seemitte statt. Dabei wurden die ‹schweifartig› verlagerten Steine von Hügel 5 gegen Nordosten (seewärts) überdeckt und somit relativchronologisch in die Stratigrafie eingebunden (Abb. 5). Die Haldenkante – der Bereich, welcher die Flachwasserzone von der Tiefwasserzone trennt – verlagerte sich bis heute über mehrere Dutzend Meter gegen das Seebecken hin. Dieser Befund zeigt, dass der Hügel ursprünglich im Bereich einer prähistorischen Haldenkante aufgeschüttet wurde. Somit kann indirekt auf ein relativ hohes Alter auch der übrigen Strukturen geschlossen werden. Weiterhin deutet die Lage der Steinsetzungen eine bewusste Positionierung an. Sie befinden sich in der Regel an der am weitesten vom Ufer entfernten Stelle, kurz vor dem Abfallen der Schichten in tieferes Wasser, was der maximalen Entfernung zum Ufer bei möglichst geringem Bauaufwand entspricht.

Hydroakustische Untersuchungen

Der Hügel 5 sollte vor dem vorgesehenen invasiven Eingriff durch einen Baggerschnitt möglichst genau dokumentiert werden. Ein Unterfangen, das mit konventionellen tauchärchäologischen Methoden in 3 bis 5 m Wassertiefe und bei teilweise schlechten Sichtverhältnissen äusserst zeitaufwendig und somit kostenintensiv wäre. Aus diesem Grund entschloss man sich, die Oberfläche des Hügels 5 mit dem neu entwickelten HydroCrawler des Fraunhofer Instituts aus St. Ingbert (D) zu vermessen (Degel 2019, 41–43). Das GPS-gesteuerte Messfloss verfügt über eine Genauigkeit von 1 bis 2 cm. Mit einem hochauflösenden Fächerecholot lässt sich die Unterwasser-Oberfläche auf durch den Computer vorgegebenen Bahn- bzw. Rasterfahrten abtasten. Der HydroCrawler besitzt zudem ein oberflächenpenetrierendes Sedimentschichtsonar (Degel 2019, 43). Zur Interpretationshilfe ist im HydroCrawler zusätzlich eine Unterwasserkamera eingebaut. Am 7. November 2018 fanden die Untersuchungen unter der Leitung von Christian Degel statt. Es gelang, den Hügel 5 vollständig abzutasten. Auf der stark überhöhten 3D-Rekonstruktion der Bodentopografie sind Umrisse und Oberfläche der Steinschüttung sowie der Suchschnitt mit Steinaushub der GUE von 2015 klar erkennbar (Abb. 6).

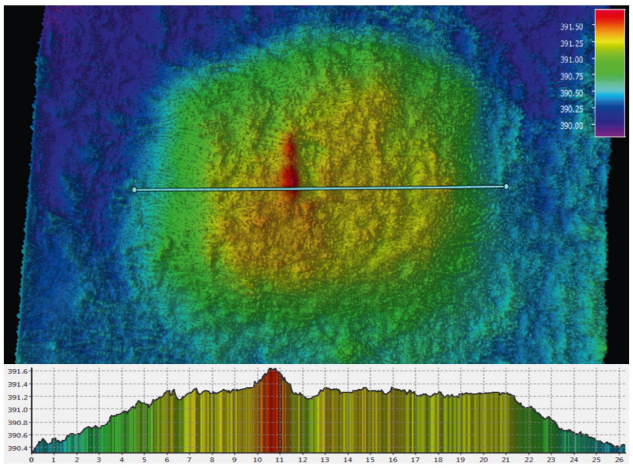

Abb. 6. Uttwil TG, Hügel 5. Stark überhöhte Echolot-Aufnahme der Oberfläche der Steinschüttung durch den Hydrocrawler des Fraunhofer-Instituts. Grafik Fraunhofer Institut, Christian Degel.

Zurzeit befasst sich Livia Enderli im Rahmen einer Masterarbeit an der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK) mit verschiedenen Prototypen bildgebender Methoden (z. B. Bildaufnahmen für *Strucure from Motion* durch automatisierte Unterwasserdrohnen), um die Strukturen im See noch besser visualisieren zu können.

Sedimentologische Untersuchungen

Vom 5. bis 7. Juni 2019 wurden vier Sedimentkerne im Umfeld von Hügel 5 entnommen. Diese Forschungsarbeiten führten Wissenschaftler des Instituts für Geologie der Universität Bern unter der Leitung von Flavio Anselmetti durch. Von der schwimmenden Plattform «Helvetia» der ETH Zürich wurden mit einem UWITEC-Kolbenkammer-Kerngerät insgesamt vier Sedimentkerne mit einem Durchmesser von 63 mm bis in eine Sedimenttiefe von 6.2 m gerammt und gezogen (Abb. 7).

Die Standorte der Sedimentkerne BO19_100, BO19_66, BO19_32 und BO19_12 befinden sich auf einem Transekt entlang einer mittels Georadar vorgängig untersuchten Mess-

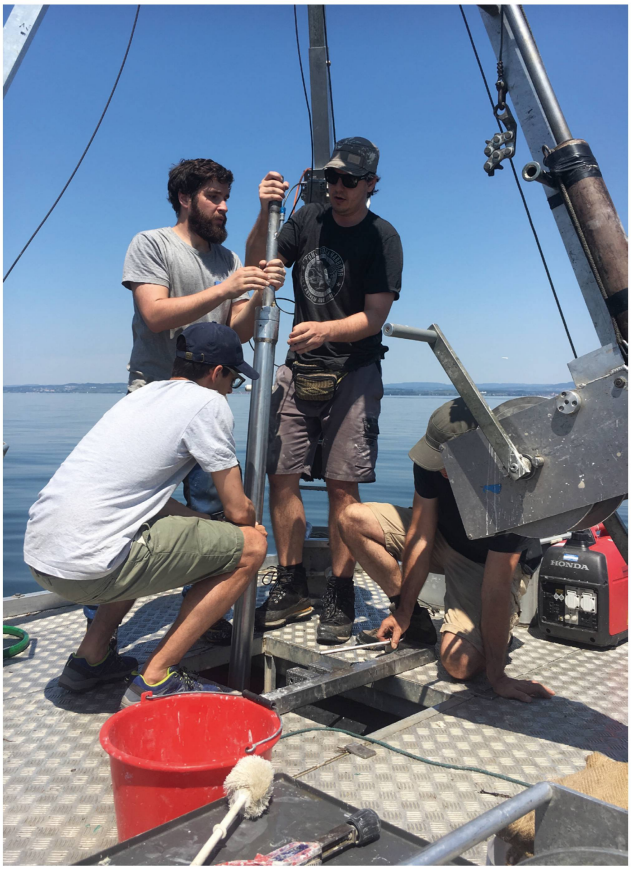

Abb. 7. Vorbereitung der UWITEC-Kolbenkammer-Kernbohrung auf dem Bohrfloss «Helvetia». Foto AATG, Urs Leuzinger.

strecke bei Hügel 5. Zwei Standorte befinden sich zwischen Seeufer und Hügel 5, zwei weitere zwischen Hügel 5 und der Haldenkante (Abb. 8). Die entnommenen Sedimentkerne wurden in 1 m lange Segmente geschnitten, beschriftet und am Institut für Geologie der Universität Bern sedimentologisch untersucht. Dichte und magnetische Suszeptibilität der Sedimentkerne mass man mit einem Multi-Sensor Scanner (MSCL). Anschliessend wurden die Sedimentkerne entlang der Längsachse halbiert, fotografiert und beprobt. Die Sedimente, welche zeitgleich mit der Steinschüttung abgelagert wurden, konnten anhand der Resultate der Georadarmessung und sedimentologischer Analysen identifiziert werden. In diesen Sedimenten entnahm man Proben für die AMS-Radiokarbondatierung. Hierzu wurde das Sediment in der entsprechenden Tiefe in 1 cm messenden Segmenten nassgesiebt und auf organische Makrofossilien hin untersucht. Für eine möglichst präzise Datierung von Seesedimenten sollten kurzlebige terrestrische Makrofossilien wie Blätter, Samenkörner oder Baumnadeln verwendet werden (Rey et al. 2019). Die Datierung der Seeablagerung, die als zeitgleich mit der Entstehung der Steinschüttung erachtet wurde, führte man an Blattfragmenten aus einer Sedimenttiefe von 224 cm in Sedimentkern BO19_32 durch (Abb. 9). Die chemische Aufbereitung der Proben für die ^{14}C-Datierung erfolgte am Department für Chemie und Biochemie der Universität Bern. Die Kohlenstoff Isotope analysierte man dann mit dem Mini Carbon Dating System (MICADAS). Die so gewonnen ^{14}C-Alter kalibrierte man mit der OxCal (v4.4) Software (Ramsey 2009) und IntCal20 (Reimer et al. 2020).

Baggerschnitt und archäologische Dokumentation

Am 19. September 2019 wurde durch den Hügel 5 ein Baggerschnitt angelegt. Das 27 m lange Schiff «Klapper» der Kieswerk Müller E. & Co. AG aus Güttingen führte bei starker Bise das Arbeitsfloss mit der Baumaschine zur Fundstelle (Abb. 10). Ein 30 Tonnen-Bagger CAT 325 der Firma Karl Geiges AG (Warth TG) mit einem 15 m langen Arm und flacher Böschungsschaufel kam dabei zum Einsatz. Nachdem das Floss mit Hilfe der zuvor

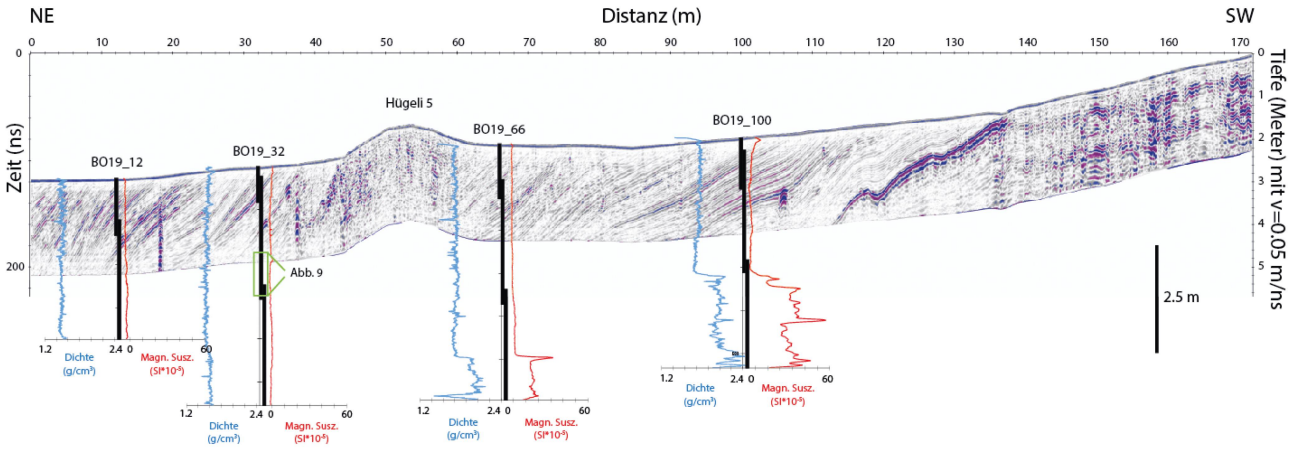

Abb. 8. Uttwil TG, Hügel 5. Lage der vier entnommenen Sedimentkerne entlang der Georadarmessung durch Hügel 5. Neben dem Kern sind die Bulkdichte und magnetische Suszeptibilität aufgezeichnet. Radarprofil vertikale Überhöhung x6: Technische Universität Darmstadt, Jens Hornung; Grafik Institut für Geologie der Universität Bern, Dominic Perler und Flavio Anselmetti.

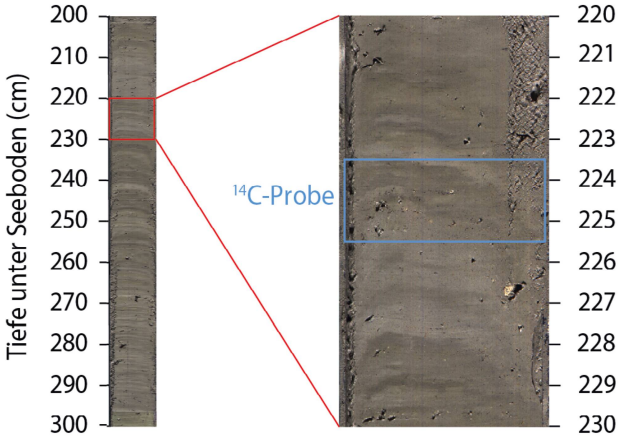

Abb. 9. Fotografie eines Teils (200–300 cm Tiefe) des aufgeschnittenen Sedimentkerns BO19_32 mit Ausschnitt der Lage der Radiokarbon-Probenahme in 223.5–225.5 cm Tiefe. Die beprobte Schicht aus dieser Tiefe korreliert gegen das Ufer mit der Haldenkante, die sich in den seeseitigen Fuss des Hügels 5 verlängert. Grafik Institut für Geologie der Universität Bern, Dominic Perler.

Abb. 10. Uttwil TG, Hügel 5. Der Bagger auf dem fixierten Arbeitsfloss über der Steinschüttung. Foto AATG, Matthias Schnyder.

Abb. 11. Uttwil TG, Hügel 5. Baggerschnitt-Profil mit Pfahl H. 105 (Nr. 23) *in situ*. Die Steinschüttung liegt auf den nacheiszeitlichen Seesedimenten. Foto AATG, Thomas Keiser.

gesetzten Bojen korrekt positioniert war, fixierte man die Baggerplattform mit zwei Stützen am Seegrund. Danach hob man rechtwinklig zum Ufer einen Graben mittig durch den Hügel aus. Den Aushub lagerte man im Nordwesten des Schnitts unter Wasser wieder ab. Der Inhalt von zwei Baggerschaufeln wurde als Stichprobe auf dem Floss ausgeleert, um ihn genauer begutachten zu können. Im grauen sandig-siltigen Sediment steckte ein zugeschlagener Pfahl (H.102) aus Pappelholz *(Populus* sp.*)*. Bei den Seeablagerungen handelt es sich um hellgraue, sandig-siltige Sedimente, teilweise mit Molluskenschalen durchsetzt. Es fanden sich in den Proben keine Reste einer Kulturschicht bzw. Artefakte. Sämtliche Steine aus den beiden Baggerschaufeln wurden gesammelt. In der Folgewoche fanden dann taucharchäologische Untersuchungen statt. Der 2 m breite Schnitt konnte eingemessen und fotografisch sowie filmisch dokumentiert werden (Abb. 11). An mehreren Stellen reinigte man Teilbereiche des Profils. Die Steinschüttung war deutlich über den postglazialen Beckenablagerungen zu erkennen. Es fanden sich mehrere verstreut im und neben dem Schnitt liegende Hölzer sowie zwei Pfähle *in situ* (H.105 und H.106).

Im Mai 2020 fanden erneut mehrere Tauchgänge statt. Dabei wurden die beiden NO-SW-Profile des Baggerschnitts durch den Hügel 5 dokumentiert sowie zwei 1 m² grosse Flächen von Steinen befreit. Die Ober- und Unterkante der Steinschüttung im Sondierschnitt wurde jeweils auf einer Länge von 25 m genau eingemessen (Abb. 12). Dabei zeigte sich, dass die Steinlage in der Hügelmitte noch bis zu 65 cm dick ist. Der Scheitel liegt bei 391.71 m ü. M. Unter der Schüttung verlaufen auch die Seesedimente leicht kuppenartig. Es zeichnet sich also ab, dass die Gerölle einen gewissen Erosionsschutz für das darunterliegende Lockersediment boten und somit durchaus mit Erosionsvorgängen ausserhalb der Hügelflächen zu rechnen ist.

Bei diesen Dokumentationsarbeiten kam keinerlei Fundmaterial oder weiteres Bauholz zum Vorschein. Man entnahm eine Sedimentsäule auf der Hügelkuppe, eine Flächenprobe an der Basis der Steinschüttung sowie insgesamt 24 Oberflächenproben auf einem Transekt vom Ufer Richtung See.

Auswertung und Resultate

Die interdisziplinären Untersuchungen lieferten wichtige Resultate und Hinweise zur Genese, Datierung und Funktion einer der Steinstrukturen entlang des südlichen Bodenseeufers zwischen Romanshorn und Altnau. Die sedimentologische Analyse an den vier Bohrkernen bei Hügel 5 sowie die geologische Recherche zu den prähistorischen Pegel-Tiefstständen erbrachten Informationen zur Ufertopografie zum Zeitpunkt der Hügelschüttungen. Die petrografische Begutachtung der Steine ermöglichte Rückschlüsse auf die Rohmaterialversorgung und den Aufwand der Errichtung. Anhand der Radiokarbondatierungen und der dendrochronologischen Auswertung konnte schliesslich die Bauzeit der Hügel eingegrenzt werden. Im Folgenden werden die bisherigen Ergebnisse kurz vorgelegt.

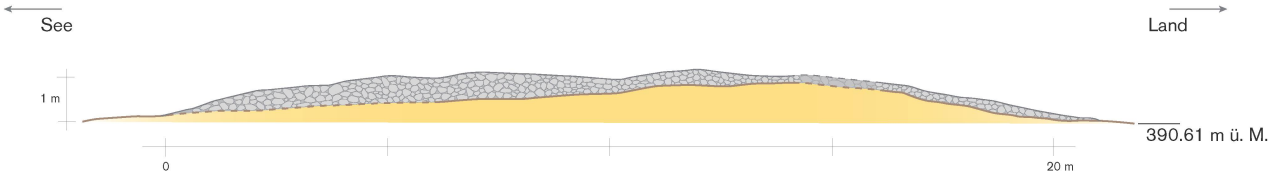

Abb. 12. Uttwil TG, Hügel 5. Nicht überhöhtes, konstruiertes Profil durch die Steinschüttung von NE (seeseitig) nach SW (landseitig) anhand der Vermessungsdaten. Zeichnung AATG, Livia Enderli.

Erste Resultate der Sedimentkern-Analyse

Alle Bohrungen waren erfolgreich, so dass diese im Rahmen eine Masterarbeit an der Universität Bern analysiert und interpretiert werden können. Diese Untersuchung hat mittlerweile begonnen und erste Erkenntnisse seien hier kurz umrissen (Perler, in Vorb.). Die Bohrkerne können mittels stratigrafischer Korrelation auf der Georadarlinie zu einer ca. 15 m langen, kontinuierlichen Abfolge zusammengehängt werden, die die Ablagerungsbedingungen seit der letzten Eiszeit detailliert dokumentiert (Abb. 8). Im ufernächsten Kern Bo19_100 fanden sich an der Basis (ab ca. 4 m Tiefe ab Seegrund) Sedimente der eiszeitlichen Moräne (Till): Die stark verdichteten, sehr kompakten, siltig-lehmigen Schichten enthielten kleine, scharfkantige Steinchen. Darüber folgten sandig-siltige, hellgraue, postglaziale Beckenablagerungen, die noch in einem kalten See abgelagert wurden und als spätglaziale Tone bezeichnet werden. Die darüber liegenden Schichten bestehen aus deutlich weniger verdichteten Lagen und enthalten mehr ausgefälltes Karbonat (Seekreide) mit zahlreichen Kalkschalen und vermehrt organischem Material. Weitere sedimentologische und geochemische Analysen werden zeigen, welche Ereignisse in der Sedimentabfolge Spuren hinterlassen haben, wie die Übergänge zwischen Till, spätglazialen Tonen und warmzeitlichen Seekreideablagerungen aussehen, und ob und wie sich Seespiegelschwankungen in den Lithologien bemerkbar machen.

Seepegel zur Zeit der Steinschüttung

Eine der zentralen Fragen ist, ob die Hügel an Land, im Flachwasser oder sogar unter Wasser aufgeschüttet wurden. Die Hügelbasen liegen heute zwischen 389.50 und 392.00 m ü. M., die Kuppen variieren zwischen 390.8 und 392.7 m ü. M. Somit befinden sich die Hügelscheitel heutzutage ganzjährig unter Wasser; bei winterlichen Niedrigwassertiefstständen von 395 m ü. M. um die 3 m[5].

Aus hydrologischen und geologischen Gründen kann der Bodenseepegel nicht beliebig absinken. Der Seepegel war aber klimabedingt phasenweise deutlich tiefer als heute (Vogt 2020). Die höchstmögliche, aber wohl kaum tatsächlich erreichte Untergrenze eines prähistorischen Wasserspiegels lässt sich anhand der Profile bei Eschenz und Hemishofen berechnen (Müller 2011, 22). Der holozäne Ausfluss des Bodensees verlief immer über den Konstanzer Trichter und Eschenz. Abflüsse über den Überlingersee oder den Zellersee bei Radolfzell (D) sind geologisch nicht möglich. Ein nacheiszeitliches Überfliessen des Alpenrheins in Richtung Seeztal – Walensee – Zürichsee war als Folge des stauenden Seeschuttfächers bei Mels/Sargans SG ausgeschlossen (Müller 1995, 209). Eine massive Verdunstung – nur bei extrem aridem Klima denkbar – sowie unterirdische Abläufe in der notwendigen Grössenordnung können für den Bodensee ausgeschlossen werden. Hauptregulatoren der Seepegelschwankungen sind somit die Bachschüttungen bzw. Erosionsvorgänge bei Eschenz/Öhningen (D) und im Konstanzer Seerhein. Eine für den minimalen Obersee-Pegel relevante Stelle liegt allerdings bei den Rheinbrücken von Hemishofen. Dort gibt es vier Bohrungen, die belegen, dass die Basis der Abflussrinne – OK der anstehenden Moräne – bei höher/gleich 390 m ü. M. liegt (Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos AG, 1969) (Abb. 13). Somit kann man modellhaft mit einem tiefstmöglichen Wasserspiegel um 392.5 m ü. M. bei einer abfliessenden Wasserhöhe von maximal 2.5 m ausgehen. Auch wenn das Bohrraster bei Hemishofen etwas weitmaschig erscheint, ist doch offensichtlich, dass der Untersee und erst recht der Obersee wohl nie unter die Kote 393 m ü. M. abgesunken sein können. Dies ist auch mit den absoluten Höhen der Kulturschicht von Arbon-Bleiche 3 bei 393.9 m ü. M. um 3380 v. Chr. (Leuzinger 2000, 12; Magny et al. 2006) und den Befunden im Umfeld des Orkopfs bei Eschenz mit 393.5 m ü. M. in der Frühbronzezeit (Benguerel et al. 2020, 100–106) vereinbar. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang auch die sehr tief liegenden Kulturschichtreste der beiden spätbronzezeitlichen Seeufersiedlungen Unteruhldingen (D) Stollenwiesen und Hagnau (D) Burg auf Höhenkoten um 392 m ü. M. (Schöbel 1996, 76–80). Bei den letztgenannten beiden Fundstellen gilt es allenfalls Sedimentrutschungen sowie eine abgehobene Bauweise der Häuser zu berücksichtigen.

Die hypothetisch mögliche minimale Pegelhöhe des Bodensees um 393 m ü. M. zur Bauzeit der Steinstrukturen hätte zur Folge, dass die Hügel damals im Winterhalbjahr in mindestens 1.5–2 m Wassertiefe aufgeschüttet worden sein müssen. Damit die künstlichen Inseln bei einer angenommenen Höhe der Steinpackung von 0.8 bis 1.5 m Mächtigkeit aus dem Wasser ragen würden, fehlen in dieser Berechnung nach wie vor mehrere Dezimeter. Ob man diesen Höhenunterschied

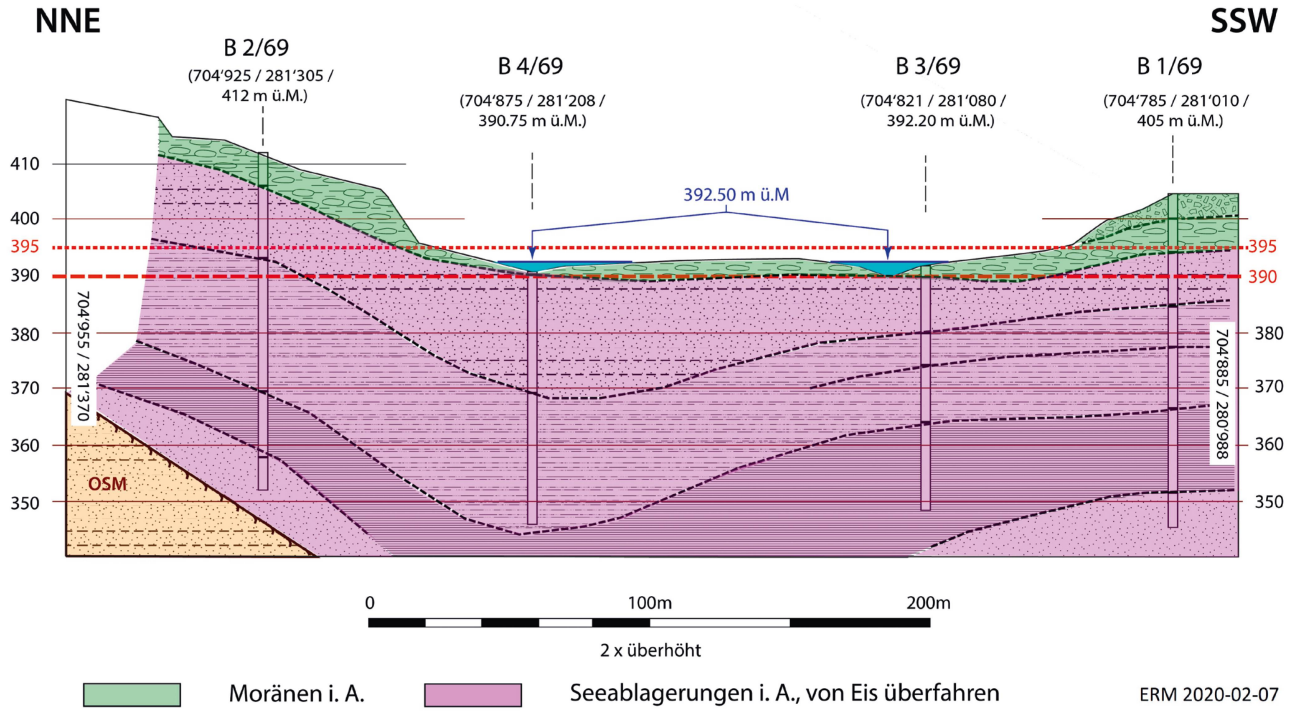

Abb. 13. Geologischer Profilschnitt durch den Rhein bei den Hemishofer Brücken. OSM=Obere Süsswassermolasse. Bearbeitet nach dem geologischen Bericht Nr. 2007 des Geotechnischen Büros Dr. von Moos AG, 1969. Plan Erich Müller.

mit Sedimentsetzungen, Verlagerung der Steinpackung oder Mikrotektonik erklären kann, ist derweil offen. Ebenso unbeantwortet bleibt zurzeit die Frage, ob eine Sichtbarkeit der «Hügeli» an der Oberfläche zumindest saisonal von ihren Erbauern tatsächlich beabsichtigt war.

Steine

Für die petrografische Begutachtung von Hügel 5 sind insgesamt 100 Steine untersucht worden. Die Steine stammen einerseits aus zwei Baggerschaufeln, andererseits wurden etliche Exemplare unter Wasser vom Tauchteam geborgen. Die Steine untersuchte man makroskopisch und chemisch mit 10%iger Salzsäure. Nahezu alle sind gerundet. Es liegen nur wenige gebrochene Stücke vor – wahrscheinlich durch die Baggerschaufel fragmentiert. Vereinzelte Objekte tragen Spuren von «Algenfrass» (sog. Hirnsteine). In Hügel 5 dominieren Molassesandsteine mit 73%. Gneise sind mit 17% die zweithäufigste Rohmaterialvariante (Abb. 14). Alpine Kalksteine sind relativ selten. Die beprobten Gerölle weisen maximale Längen von 7 bis 31 cm auf. Die durchschnittlichen Werte gliedern sich in Länge: 14.5 cm, Breite: 10.4 cm, Dicke: 6.8 cm. Das mittlere Gewicht liegt bei 1.3 kg. Die Rohmaterialzusammensetzung entspricht derjenigen aus den umliegenden Aufschlüssen in den Bachläufen und entlang der Strandplatte des Obersees. Die Steine konnten von einer normalen Bevölkerungsgruppe problemlos ohne übermässigen Kraftaufwand im Umfeld der Strandplatte aufgesammelt und zur jeweiligen Steinstruktur getragen werden. Die einzelnen Steine haben also keinen Megalith-Charakter, das für die 170 Hügel verlagerte Volumen bzw. Gesamtgewicht allerdings schon.

Für eine stark vereinfachte Schätzung desselben ging man von folgenden minimalen Parametern aus: einem mittleren Durchmesser von 24 m und einer mittleren Höhe von 0.7 m, was einem Volumen von etwa 316 m^3 entspricht. Bei einer lockeren Schüttung wurde die Dichte mit 1.45 t/m^3 berechnet, was pro Hügel ein Gewicht von etwa 460 t ergeben würde. Multipliziert man diesen Betrag mit den 170 bisher bekannten Steinanhäufungen, so hätten die Menschen insgesamt mindestens 78'000 Tonnen bzw. bei einem durchschnittlichen Gewicht von 1.3 kg pro Stein über 60 Mio. Gerölle verlagert.

Rohmaterial	Anzahl
Kalkstein	5
Molassesandstein	73
Glimmerschiefer	1
Grüngestein	3
Gneis	17
Granit	1
Total	**100**

Abb. 14. Uttwil TG, Hügel 5. Geologische Zusammensetzung der makroskopisch bestimmten Steine. Grafik AATG, Urs Leuzinger.

Abb. 15. Uttwil TG, Hügel 5. Simone Benguerel untersucht die prähistorischen und frühneuzeitlichen Hölzer aus dem Baggerschnitt durch Hügel 5. Foto AATG, Urs Leuzinger.

Abb. 16. Uttwil TG, Hügel 5. Insekten-Frassspuren am Eschenpfahl H. 104.4. Foto AATG, Urs Leuzinger.

Hölzer

Bei der Tauchsondierung durch die GUE kamen im Umfeld von Hügel 5 zehn Hölzer zum Vorschein. Bei den taucharchäologischen Untersuchungen nach dem Anlegen des Baggerschnitts durch Hügel 5 wurden weitere 25 Hölzer geborgen (Abb. 15). Die beiden Pfähle H.105 und H.106 steckten *in situ* im Profil bzw. in der Schnittsohle, Pfahl H.102 barg man *in loco*[6] aus der Baggerschaufel. Die übrigen, sekundär verlagerten Hölzer sammelte man aus dem frisch ausgehobenen Sondierschnitt ein. Die Hölzer sind mehrheitlich sehr gut erhalten. Es liegen vorwiegend Stücke mit rundem Querschnitt vor, es gibt aber auch Hälblinge. Die Radien betragen zwischen 1.3 und 5 cm, der mittlere Wert beträgt 3.3 cm. Die nachgewiesenen Holzarten gliedern sich in Ahorn *(Acer* sp.*)*, Buche *(Fagus silvatica)*, Eibe *(Taxus baccata)*, Eiche *(Quercus* sp.*)*, Esche *(Fraxinus excelsior)*, Erle *(Alnus* sp.*)*, Hainbuche *(Carpinus betulus)*, Hasel *(Corylus avellana)*, Pappel *(Populus* sp.*)* und Weide *(Salix* sp.*)*. Ein kleines Hölzchen (H.104.2) aus Hasel ist angekohlt. H.104.4 aus Esche trägt Spuren von Insektenfrass (Abb. 16). Dieses Holz muss also über längere Zeit der freien Witterung ausgesetzt gewesen sein. Von den zehn mit der ^{14}C-Analyse untersuchten Hölzern datieren sieben in die Jungsteinzeit und drei (H.104.6, H.104.8, H.106) in die Neuzeit (Abb. 17). Bei Letzteren war die junge Zeitstellung bereits bei der Auswahl zur ^{14}C-Datierung anhand des Erhaltungszustands sowie der Spuren von modernen Metallwerkzeugen ersichtlich. Bei den prähistorischen Hölzern fanden sich ebenfalls häufig Bearbeitungsspuren wie Schlagfacetten von Steinbeilen. Sie müssen also – mit Ausnahme des *in situ* eingeschlagenen Pfahls H.105 – als durch den Baggeraushub verlagerte Objekte im Bereich von Hügel 5 betrachtet werden. Mit einem mittleren Durchmesser von 6.6 cm muss dabei die Ansprache als Bauhölzer teilweise fraglich bleiben.

Datierung

Radiokarbon-Analysen

Insgesamt liegen von Hügel 5 bisher 16 Radiokarbondatierungen vor. Diese stammen einerseits von 14 geborgenen Hölzern (von einem Holz wurde eine zweite Kontrolldatierung durchgeführt), andererseits von Blattfragmenten aus Sedimentkern BO19_32_2C (Abb. 17–18).
Mit der Radiokarbondatierung an einem organischen Makrorest (Blattfragmente) aus Sedimentkern BO19_32_2C im

^{14}C-Probe	Archivnummer			^{14}C-Alter BP (± 1-Sigma)	Kalibriertes Alter (2-Sigma)	Taxon
BE-11676.1.1	2015.281_Kern 32.255 cm	Sedimentkern BO19_32_23-25	Blattfragmente	4788 ± 38	3645–3386 cal BC	undefiniert
ETH-72339	2015.281_H.1	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4758 ± 26	3635–3383 cal BC	*Fraxinus excelsior*
ETH-72340	2015.281_H.2	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4685 ± 26	3526–3371 cal BC	*Fraxinus excelsior*
BE-11753.1.1	2015.281_H.104.1	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4815 ± 21	3645–3528 cal BC	*Quercus* sp.
BE-11756.1.1	2015.281_H.104.12	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4658 ± 21	3516–3367 cal BC	*Fraxinus excelsior*
BE-11757.1.1	2015.281_H.104.15	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4679 ± 22	3521–3372 cal BC	*Fraxinus excelsior*
BE-11758.1.1	2015.281_H.104.20	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	5099 ± 22	3966–3802 cal BC	*Fraxinus excelsior*
BE-11759.1.1	2015.281_H.101	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4655 ± 21	3516–3367 cal BC	*Fraxinus excelsior*
BE-11760.2.1	2015.281_H.102	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4719 ± 22	3625–3377 cal BC	*Populus* sp.
BE-11761.1.1	2015.281_H.105	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	4700 ± 22	3605–3373 cal BC	*Populus* sp.
ETH-72341	2015.281_H.3	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	-2490 ± 21	modern	*Taxus baccata*
ETH-72342	2015.281_H.5	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	116 ± 22	1683–1930 cal AD	*Alnus* sp.
BE-11754.1.1	2015.281_H.104.6	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	325 ± 19	1494–1640 cal AD	*Carpinus betulus*
BE-11755.1.1	2015.281_H.104.8	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	319 ± 19	1499–1642 cal AD	*Alnus* sp.
BE-11762.1.1	2015.281_H.106	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	354 ± 19	1468–1633 cal AD	*Alnus* sp.
BE-11762.2.1	2015.281_H.106	Uttwil TG-Hügel 5	Holz	356 ± 19	1464–1633 cal AD	*Alnus* sp.

Abb. 17. Uttwil TG, Hügel 5. Radiokarbondatierte Proben: Hölzer und Pflanzenreste aus Sedimentkern BO19_32_2C. Hellgrau: jungsteinzeitliche Daten, dunkelgrau: frühneuzeitliche Daten. Grafik AATG, Urs Leuzinger.

Labor zur Analyse von Radiokohlenstoff mit AMS (LARA) der Universität Bern (Szidat et al. 2014, 561–566) liess sich die Haldenkante in 224 cm Tiefe, welche die Verlängerung des seeseitigen Hügelfusses darstellt, in die Jungsteinzeit datieren. Dieses Datum von 4788 ± 38 BP, 3645–3386 BC, cal. 2 Sigma definiert (innerhalb der Ungenauigkeit der Korrelation zwischen Radardaten und Sedimentkern) den frühestmöglichen Zeitpunkt der Steinablagerung von Hügel 5. Die ^{14}C-Daten der neolithischen Hölzer aus dem Bereich von Hügel 5 passen zeitlich sehr gut zur Datierung der Haldenkante. Ein eindeutig gesicherter Zusammenhang zwischen den jungsteinzeitlichen Hölzern und den Aufschüttungen der Steinstrukturen ist methodisch zwar nicht herleitbar, Pfähle und Hölzer könnten nämlich schon vor dem Bau der Hügel im Sediment gesteckt haben oder nachträglich eingeschlagen worden sein[7]. Aber es ist doch sehr wahrscheinlich, dass in der Zeit vom 37.–34. Jahrhundert v. Chr. im Bereich der Steinschüttungen auch hölzerne Konstruktionen im direkten Verbund bestanden. Ohne Flächenuntersuchung – dies würde eine aufwendige taucharchäologische Untersuchung oder gar eine Caissongrabung voraussetzen – kann die Art dieses Bauwerks aber nicht näher beschrieben werden. Einige Hölzer, darunter Pfahl H.106, datieren in die Neuzeit.

Dendrochronologie

Die 35 Hölzer von Hügel 5 weisen nur wenige Jahrringe auf (min. 13, max. 57, im Durchschnitt 26 Jahrringe). Zudem liegt nur ein gespaltenes Bauholz (Halbholz) aus Eiche vor. Die dendrochronologische Auswertung im Dendrolabor des Amtes für Archäologie Thurgau war daher limitiert. Es war in keinem Fall eine absolute Jahrringdatierung möglich. Immerhin gelang es, die vier Eschen-Hölzer H.101, H.104.10, H.104.12 und H.104.15 anhand ähnlicher Wuchsmerkmale untereinander zu synchronisieren (Abb. 19). Mit Hilfe der drei ^{14}C-Daten dieser Kurvengruppe ergab sich die Möglichkeit, die zeitliche Einordnung der vier Pfähle noch etwas genauer einzugrenzen. Somit liegt die Datierung zwischen 3515 und 3372 v. Chr. und belegt, dass die genutzten Bäume zwischen dem Ende des 36. und dem 34. Jahrhundert v. Chr. gefällt wurden. Diese Periode liegt genau im Übergangsbereich zwischen der Pfyner und der Horgener Kultur. Aus dieser Zeit fehlten bis anhin jegliche Siedlungsreste am Obersee (Stöckli 2009, 117; 123), so dass diesen Bauhölzern – unabhängig von den Steinschüttungen – eine beträchtliche archäologische Bedeutung zukommt.

Relativchronologische Datierung

Bisher sind lediglich aus dem Umfeld von Hügel 5 Radiokarbondatierungen vorhanden, die mehr oder weniger direkte Hinweise auf die Zeitstellung der Steinstrukturen liefern. Die 170 Hügel verteilen sich regelmässig uferparallel und mehrheitlich auf der gleichen Höhe von 390.5–391 m ü. M. (Hügelbasen) auf einer Länge von etwa 10 km. Die Georadarmessungen belegen zudem, dass die Hügel 5, 30/30.1 und 146 unmittelbar an der Haldenkante aufgeschüttet wurden. Der Zusammenhang zwischen dem Verlauf der

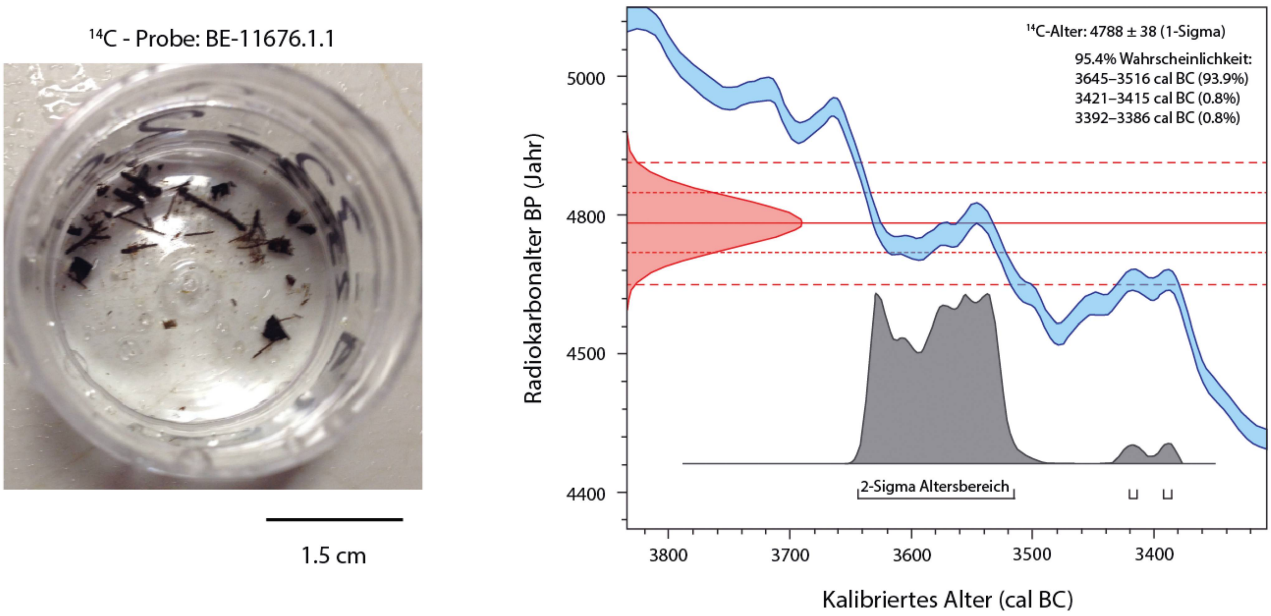

Abb. 18. Uttwil TG, Hügel 5. Links: Fotografie der zur ^{14}C-Analyse verwendeten Blattreste aus Sedimentkern BO19_32_2C in 224 cm Tiefe. Rechts: ^{14}C-Messung mit Kalibrationskurve und Verteilung des 2-Sigma Altersbereichs. Grafik Institut für Geologie der Universität Bern, Valentin Nigg.

Haldenkante in der Zeit vom 36. bis 34. Jahrhundert v. Chr. und den Hügelbasen der 170 Steinschüttungen scheint somit offensichtlich. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass sämtliche Hügel mehr oder weniger gleichzeitig als «Gesamtbauwerk» entlang des südlichen Bodenseeufers konzipiert und errichtet wurden.

Mediale Begleitung

An einer Medienorientierung zum Projekt Tiefenschärfe am 11. September 2015 in Rorschach präsentierte man die merkwürdigen Strukturen erstmals der Öffentlichkeit. Das Echo in den Medien war sehr gross. Die Länge der Hügelkette – verbunden mit dem Schlagwort «Stonehenge» –, die ungewisse Datierung und die rätselhafte Funktion führten zu zahlreichen Anfragen von Presse, Radio und Fernsehen aus dem In- und Ausland. Das Wissensmagazin «Einstein» vom Schweizer Radio und Fernsehen (SRF) begleitete die oben erwähnten interdisziplinären Untersuchungen. Die Sendung «Das Geheimnis im Bodensee» wurde am 14. November 2019 ausgestrahlt. Die grosse mediale Aufmerksamkeit war und ist zwar eine gelungene Werbung für die Archäologie, allerdings hatte die Berichterstattung während eines ‹laufenden Verfahrens› den Nachteil, dass manchmal von den Archäologen und Journalisten Hypothesen formuliert wurden, bevor eine fundierte wissenschaftliche Auswertung der Befunde vorlag. So entstand beispielsweise das Bild von gleichzeitig entfachten Feuern auf den 170 Steinhügeln zur Zeit der Winter- und Sommersonnwende, obwohl, ausser einem einzelnen verkohlten Holzfragment (H.104.2), bisher keinerlei Holzkohlen geborgen werden konnten und die Hügel wohl mehrheitlich immer unter Wasser lagen. In der Sendung «Ungelöste Fälle der Archäologie» von Terra X des ZDF vom 20. Januar 2020 mutierten die «Hügeli» sogar zu Steinkreisen bzw. 3 m hohen Kegeln, auf denen von einem Priester die Asche verstorbener Pfahlbauer verstreut wurde.
Die mediale Berichterstattung führte dazu, dass zahlreiche Fachkollegen und interessierte Personen aus der Bevölkerung Hinweise, Vergleichsbeispiele und Theorien vorlegten. Diese Meldungen wurden alle beantwortet und in den Akten des AATG abgelegt.

Interpretation

Anlage der Steinschüttungen

Nach den bisherigen Untersuchungen ist es naheliegend, dass die Bewohnerinnen und Bewohner der jungsteinzeitlichen Pfahlbausiedlungen am Südufer des Bodensees die regelmässig verteilten Steinstrukturen angelegt haben. Zwar fehlen Siedlungsbefunde aus dem 35. Jh. v. Chr. aus dieser Gegend – was eher auf eine Forschungs- als auf eine Siedlungslücke zurückzuführen sein dürfte. Es sind aber mehrere Fundstellen der Pfyner und Horgener Kultur anhand von Lesefunden von Steinbeilen, Keramik und Silices zwischen Romanshorn und Altnau bekannt (Winiger/Hasenfratz 1985, 180–204).
Die Menge und das Gewicht der für die Strukturen verwendeten Steine sind derart hoch, dass man mit einer organisierten und über Jahre dauernden Bauzeit rechnen muss. Unklar ist, in welcher Jahreszeit die Arbeiten stattfanden. Im Winter wäre der Wasserstand tief und man könnte die Steine allenfalls sogar auf dem gefrorenen See aufstapeln, was aber vor-

aussetzt, dass der See wiederholt eine tragfähige Eisdecke bis zur Haldenkante bildete[8]. Im bäuerlichen Alltag wären die Wintermonate ebenfalls prädestiniert, da dann in der prähistorischen Landwirtschaft weniger Arbeiten anfallen (Jacomet et al. 2004, 402–404). Allerdings sind bei Minustemperaturen die aufzusammelnden Steine im Umfeld der Strandplatte festgefroren, was die Materialversorgung behindern würde[9]. In den Sommermonaten stellt sich das Problem, wie die Steine in die Flachwasserzone zu transportieren und mehrere Meter unter Wasser zu regelmässigen Steinstrukturen aufzuschütten wären. Die Menge des Baumaterials lässt einen Transport mit Einbäumen eher unplausibel erscheinen.

Funktion und Vergleichsbeispiele

Nach wie vor bleibt die Funktion der 170 Steinschüttungen rätselhaft. Unterschiedlichste Vorschläge wurden zusammengetragen: Siedlungsinseln (Crannogs), Fischfanganlagen (Reiser, Wallerburgen), Begräbnisplattformen, Kalenderanlage (Sonnwenden), astronomisch-mathematisches Kultwerk, ein System zur Vermessung der Welt, Landmarken, Grabhügel, Wachposten bzw. Grenzbefestigungen, Uferschutz (Wellenbrecher), Lesehaufen (Ackerbau), Schifffahrt (Seezeichen, Treidelanker, Ballaststeine von Schiffen), Vorratshaltung auf künstlichen Inseln, Aushubmaterial vom Hafenbau Romanshorn usw.
Zurzeit liegen keine archäologischen Funde und Befunde vor, welche die Funktion dieses Bauwerks erklären bzw. belegen würden. Die vorgeschlagene prähistorische Datierung schliesst einige der oben erwähnten Interpretationen aus. Grundsätzlich sind Deutungen im profanen Bereich (Fischerei, Siedlungshügel) oder im kultischen Umfeld (Bestattungsriten, astronomische Anlage) denkbar. Im Folgenden werden die plausibelsten Hypothesen kurz umrissen.

Vergleichbare Befunde?

Im Bodensee sind ähnliche Steinstrukturen auch vom deutschen Nordufer bei Lindau[10], Unteruhldingen, Sipplingen sowie Konstanz-Staad bekannt (von Tröltsch 1902, 22; Mainberger 2020; Schöbel 1996, 32). Diese wurden bisher jedoch nicht näher untersucht bzw. die archäologischen Daten sind noch nicht publiziert.
Bemerkenswert sind auch einige Anomalien aus der Flachwasserzone des nordwestlichen Zugersees. Diese liegen alle auf derselben Isobathe im Bereich der Haldenkante. Diese sog. Steinberge wurden von Max Bütler erstmals beschrieben (Keller-Tarnuzzer 1929, 111–112; Bütler 1940/41, 219; 1950a, 553–54; 1950b, 39). Die ca. 150 m vom Ufer vor Cham entfernten Steinschüttungen mit Durchmessern um die 30 m wurden im Zuge des ‹Hügeli-Hypes› von der Kantonsarchäologie Zug archäologisch näher untersucht. Bei Tauchgängen kamen neuzeitliche und früh-/hochmittelalterliche Pfähle sowie neolithische Gefässreste und ein Steinbeil zum Vorschein. Zwischen den Hügeln konnten zudem ausgedehnte Pfahlfelder sowie weitere Steinstrukturen beobachtet werden (Reinhard et al. 2020).

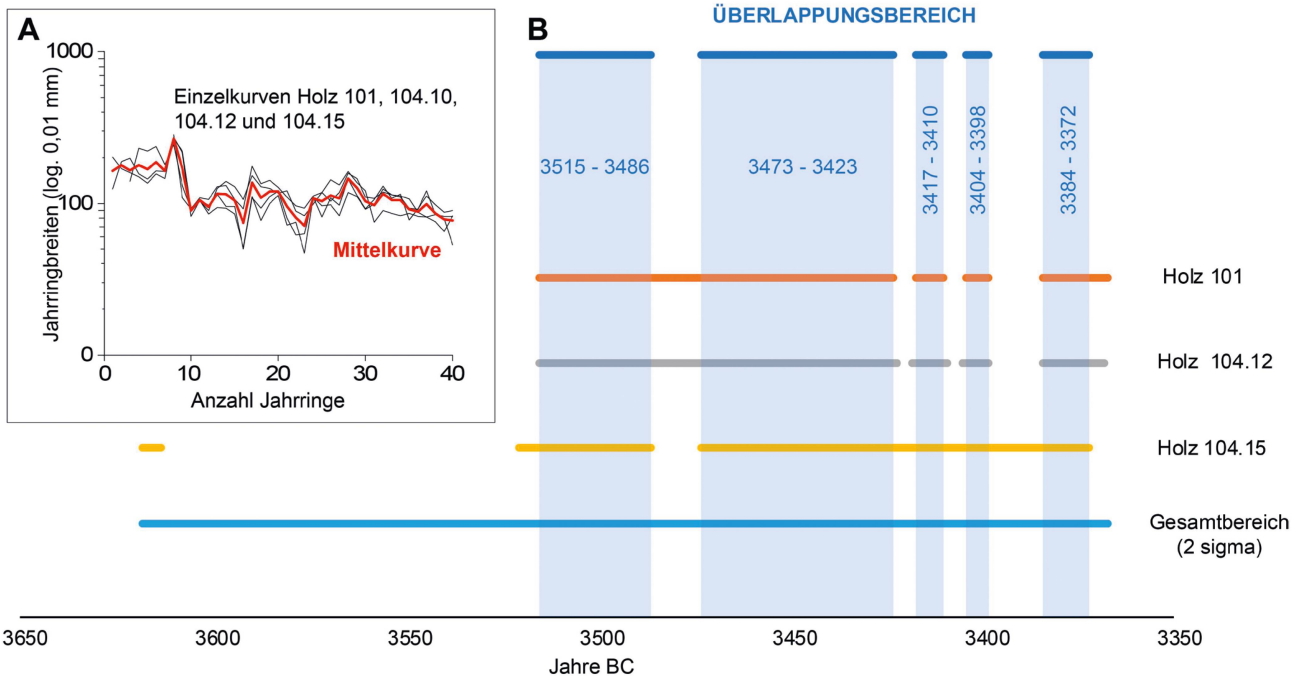

Abb. 19. Uttwil TG, Hügel 5. A: Die Jahrringkurven der Eschen H.101, H.104.10, H.104.12 und H.104.15 in Synchronlage belegen ihre Gleichzeitigkeit und ergeben eine dendrochronologisch undatierte Mittelkurve (fette Linie). Die letzten 5–10 Jahrringe aller Einzelproben wurden radiokarbondatiert. B: Die Radiokarbondaten (2 Sigma) zeigen einen Überlappungsbereich zwischen 3515 und 3372 BC und datieren die Hölzer in die Zeitspanne vom späten 36. bis zum frühen 34. Jh. v. Chr. Grafik AATG, Bernhard Muigg.

Crannogs?

In den Dimensionen und von der Bauart sehr vergleichbare Befunde sind kürzlich untersuchte neolithische Crannogs auf den Äusseren Hebriden in Schottland (Garrow/Sturt 2019). Diese künstlich aufgeschütteten Steininseln haben Durchmesser von 20 bis 30 m. Bei diesen Hügeln sind die ehemaligen Zugangsstege oder -dämme jeweils gut sichtbar. Das Fundmaterial sowie ^{14}C-Analysen an Nahrungskrusten und Hölzern datieren die Crannogs von Loch Bhorgastail, Lochan Duna, Loch Arnish und Loch Langabhat in die Zeit zwischen 3640 und 3350 v. Chr. (Garrow/Sturt 2019, 679). Gegen eine Interpretation der 170 Steinschüttungen vom Südufer des Bodensees als Crannogs spricht bislang das vollständige Fehlen von Siedlungsabfällen (Knochen, Keramik, Steinwerkzeuge), die nicht vorhandenen Zugangsstege sowie das bislang unbekannte Siedlungskonzept im zirkumalpinen Pfahlbau-Neolithikum. Die Dorfpläne kurz vor und nach dem 35. Jh. v. Chr. belegen eine vollständig andere Organisation der Besiedlung (Hafner et al. 2016, 64).

Fischerei?

Die Lage unter Wasser würde für eine Nutzung der Steinanhäufungen im Rahmen der Fischerei sprechen. Dabei könnte es sich um sog. Wallerburgen oder steinerne ‹Fischreise› handeln. Kleinere Fischarten und Jungfische können sich in solchen Stein- und Reisighaufen verstecken, locken aber im Gegenzug auch grössere Raubfische wie Hechte und Welse an. Diese lassen sich dann von den Fischern gezielt fangen. Kürzlich entdeckte man im Wörthersee in der Gemeinde Teuchelsberg (A) im Flachwasser vergleichbare Steinhaufen mit Durchmessern zwischen 10 und 15 m[11]. Im Bodensee-Untersee und -Obersee befinden sich zahlreiche Fischreiser aus Holz, die auch heutzutage noch für diese Art von Fischerei verwendet werden (Schnyder 2020). Allerdings gilt es bei einer solchen Interpretation der Hügel, das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen zu beachten. Der Aufwand der prähistorischen Fischer für den angestrebten Ertrag steht in keinem Verhältnis. Die zahlreichen Fischfanggeräte und Fischknochen aus der Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3 aus der Zeit von 3384–3370 v. Chr. belegen zudem, dass man damals in der Arboner Bucht auch ohne das Verlagern von über 80'000 Tonnen Gestein ordentliche Fänge aus dem Bodensee einbringen konnte (Hüster Plogmann 2004, 265–276). Nicht plausibel wäre auch die regelmässige Geometrie der Steinschüttungen.

Totenkult?

Friedhöfe oder Gräber aus dem Pfahlbau-Neolithikum der Ostschweiz sind sehr selten. Allenfalls hinterliessen die damaligen Bestattungssitten keine archäologisch erkennbaren Spuren oder man hat bisher am falschen Ort gesucht. Auch wenn es ein Schluss *ex nihilo* ist; vielleicht stehen die 170 Steinstrukturen im Zusammenhang mit einem jungsteinzeitlichen Totenkult? Vorstellbar wären saisonal knapp aus dem Wasser ragende Plattformen als künstliche Inselchen entlang des Seeufers, auf denen rituelle Handlungen im Rahmen einer Bestattungszeremonie stattfanden. Dabei wäre der Wechsel bzw. Übergang vom Land zum Wasser ein zentrales Element des Rituals gewesen.

Astronomische Anlage?

Die 170 Steinschüttungen beziehen sich offensichtlich auf den Verlauf der Uferlinie zwischen Romanshorn und Altnau. Sie liegen alle mehr oder weniger auf derselben Isobathe und nehmen wahrscheinlich einen direkten Bezug auf die prähistorische Haldenkante. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die von Südost nach Nordwest orientierte Hügelkette im Bereich der Bucht von Romanshorn nach Süden abbiegt. Nach der Medienberichterstattung untersuchten mehrere Privatpersonen die Strukturen nach astronomischen Kriterien und legten ihre Theorien dem Amt für Archäologie vor. Momentan geht das Untersuchungsteam allerdings nicht davon aus, dass es sich bei den Steinschüttungen um eine prähistorische Kalenderanlage handelt. Die «Hügeli» waren nämlich aus der Perspektive einer am Ufer stehenden oder in einem Einbaum sitzenden Person nicht als Kette über längere Strecken, geschweige denn über die gesamten 10 km, sichtbar.

Ausblick

Die archäologische Untersuchung der 170 Steinschüttungen zwischen Romanshorn und Altnau steht am Anfang. Bislang wurde lediglich Hügel 5 näher erforscht. Die sedimentologischen Untersuchungen an den Bohrkernen vor Uttwil werden im Rahmen einer Masterarbeit am Institut für Geologie der Universität Bern weitergeführt. Die weitere Dokumentation der Hügeloberflächen soll durch moderne bildgebende Systeme getestet werden. Um zusätzliche Erkenntnisse zur Genese und Funktion der Strukturen zu erhalten, müssten mehrere Steinschüttungen analysiert und mindestens einer der Hügel exemplarisch auch grossflächig ausgegraben werden. Solche Massnahmen sind jedoch sehr zeit- und kostenintensiv. Als nächster Schritt soll nun versucht werden, die Hügel als Denkmäler zu schützen. Da zurzeit keine akute Gefährdung durch Erosion oder sonstige Bodeneingriffe besteht, kann man aus denkmalpflegerischer Sicht momentan problemlos auf intensive taucharchäologische Untersuchungen verzichten.

Urs Leuzinger
Amt für Archäologie des Kantons Thurgau
Schlossmühlestrasse 15
CH-8510 Frauenfeld
urs.leuzinger@tg.ch

Anmerkungen

1 Die Nummerierung der Hügel zwischen Romanshorn TG und Altnau TG ist nicht durchlaufend von 1 bis 170, da man sich zu Beginn der Untersuchungen auf einige Steinschüttungen in der Region Uttwil TG konzentrierte. Die verschiedenen archäologischen Untersuchungen laufen im AATG unter den Ereignis-Nummern: 2015.344 (Projekt «Hügeli»), 2015.281 (Hügel 5), 2018.194 (Hügel 96), 2018.195 (Hügel 6), 2018.196 (Hügel 7), 2018.197 (Hügel 94), 2018.198 (Hügel 30), 2018.199 (Hügel 31), 2018.200 (Hügel 39) und 2018.201 (Hügel 146).

2 Alle Höhenangaben (m ü. M.) beziehen sich auf die Schweizerische Landesvermessung (swisstopo).

3 ^{14}C-Datierungen: ETH-72339, Holz 1 *(Fraxinus excelsior)*: 4758 ± 26 BP, 3639–3384 BC, cal. 2 Sigma; ETH-72340, Holz 2 *(Fraxinus excelsior)*: 4685 ± 26 BP, 3624–3371 BC, cal. 2 Sigma; ETH-72342, Holz 5 *(Alnus glutinosa)*: 116 ± 22 BP, 1682–1936 AD, cal. 2 Sigma.

4 Z. B. am 17. September 2015 in der Thurgauer Zeitung, im Tagblatt oder im 20minuten.

5 Der extreme Tiefstand der Messperiode 1930–2019 wurde mit 394.5 m ü. M. am 13. Februar 2006 am Pegel Romanshorn gemessen.

6 Gemäss Definition von Niels Bleicher (2013, 52).

7 Mit dem frühneuzeitlichen Pfählchen H.106 ist dieser Fall sogar nachgewiesen.

8 Friedl Sammer aus Keutschach am See (A) berichtet in einer Mail vom 6. Mai 2018, «... dass man im Wörthersee beim Bau von Hügeln für den Welsfang die Steine im Winter über das Eis transportiert habe. Im Frühjahr wurden dann die Steine mit langen Stangen sauber geschrubbt. Diese Steine wurden von Millionen von Lauben *(Alburnus alburnus)* zum Laichen angenommen. Nachts waren die Steinhaufen von Raubfischen, vor allem Welsen, umlagert, die in Reusen gefangen werden konnten.»

9 Anlässlich des sehr tiefen Seepegels führte das AATG vom 5.–6. Januar 2006 eine archäologische Oberflächenprospektion entlang des Uferabschnitts zwischen Romanshorn und Bottighofen durch. Die damals gefundenen Klopfsteine und Steinbeile waren festgefroren und mussten mit der Grabungskelle herausgespitzt werden.

10 Mündliche Mitteilung von Martin Wessels, LUBW.

11 Fundmeldung von Renate Jernej vom Verein HistArc, Klagenfurt am Wörthersee (A) vom 11. August 2019 an das Bundesdenkmalamt, Abteilung für Archäologie, Wien. Diese sog. Wallerburgen sollen gemäss mündlicher Mitteilung des 85-jährigen Fischers Josef Huainigg aus Krumpendorf (A) die «Steinfischerl» zum Wallerstechen anlocken.

Bibliografie

Benguerel, S./Brem, H./Ebersbach, R. et al. (2020) Der Orkopf. Eine Fundstelle auf der Landesgrenze. Archäologie im Thurgau 20. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland XIV. Frauenfeld.

Bleicher, N. (2013) On the Concept of 'in-situ' in Lake Site Settlements. Journal of Wetland Archaeology 13.1, 50–58.

Büt(t)ler, M. (1940/41) Über Strandlinienverschiebungen des Zugersees: das Problem eines urzeitlichen Binnensees. JbSGU 32, 218–221.

Bütler, M. (1950a) Nacheiszeitliche Seespiegelschwankungen und Strandlinienverschiebungen am Zugersee. Schweizerische Bauzeitung 68, 552–555.

Bütler, M. (1950b) Der Zugersee. Seine geologischen, hydrologischen und klimatischen Verhältnisse. Zuger Neujahrsblatt, 31–43.

Degel, Chr. (2019) Autonome Messplattform ‚HydroCrawler' – System zur hochauflösenden Gewässervermessung. In: H. Hofmann/W. Ostendorp (Hrsg.) Seeufer: Wellen – Erosion – Schutz – Renaturierung. Handlungsempfehlungen für den Gewässerschutz – Ergebnisse aus dem ReWaM-Verbundprojekt HyMoBioStrategie (2015–2018), 39–44. Konstanz.

Garrow, D./Sturt, F. (2019) Neolithic crannogs: rethinking settlement, monumentality and deposition in the Outer Hebrides and beyond. Antiquity Publications. https://doi.org/10.15184/aqy.2019.41

Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos AG (1969) Kanton Schaffhausen, Neue Rheinbrücke Hemishofen: Geotechnische Untersuchungen 1968, Bericht Nr. 2007 vom 10. Mai 1969.

Hafner, A./Pétrequin, P./Schlichtherle, H. (2016) Ufer- und Moorsiedlungen. Chronologie, kulturelle Vielfalt und Siedlungsformen. In: Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg/Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart (Hrsg.) 4.000 Jahre Pfahlbauten, 59–64. Osterfildern.

Hornung, J. (2018) Unterwasser-Georadaruntersuchungen an den «Hügeli» offshore vor Uttwil, Güttingen und Romanshorn. Bodensee, Kanton Thurgau, Schweiz. Unpublizierter Untersuchungsbericht. Technische Universität Darmstadt. Darmstadt.

Hüster Plogmann, H. (2004) Fischfang und Kleintierbeute. Ergebnisse der Untersuchung von Tierresten aus den Schlämmproben. In: S. Jacomet/U. Leuzinger/J. Schibler et al., Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Thurgau 12, 253–276. Frauenfeld.

Jacomet, S./Leuzinger, U./Schibler, J. (2004) Seasonal sequence of the activities pursued in the village. In: S. Jacomet/U. Leuzinger/J. Schibler et al., Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft. Archäologie im Thurgau 12, 402–404. Frauenfeld.

Keller-Tarnuzzer, K. (1929) Funde, die sich über mehrere Zeiträume erstrecken oder nach Zeit und Kultur gesichert sind. JbSGU 21, 111–112.

Leuzinger, U. (2000) Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3. Befunde. Archäologie im Thurgau 9. Frauenfeld.

Magny, M./Leuzinger, U./Bortenschlager, S. et al. (2006) Tripartite climate reversal in Central Europe 5600–5300 years ago. Quaternary Research 65, 3–19.

Mainberger, M. (2020) Elements of an Aquatic Cultural Landscape – a regional study from a frog's point of view. Archäologische Informationen 43. https://www.dguf.de/fileadmin/AI/ArchInf-EV_Mainberger.pdf

Müller, E. (2011) Geologie. In: S. Benguerel/H. Brem/B. Fatzer et al., Tasgetium I. Das römische Eschenz. Archäologie im Thurgau 17. Frauenfeld.

Müller, B.U. (1995) Das Walensee-/Seeztal – eine Typusregion alpiner Talgenese. Vom Entstehen und Vergehen des grossen Rheintal-/Zürichsees. Geologisches Institut der Universität Bern. Bern.

Perler, D. (in Vorb.) Postglacial sedimentological evolution of the Lake Constance shelf and its relation to archaeological mounds. Unpubl. Masterarbeit Universität Bern. Bern.

Ramsey, C.B. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51.1, 337–360.

Reimer, P.J./Austin, W.E.N./Bard, E. et al. (2020) The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). Radiocarbon 2020. https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41

Reinhard, J./Freund, D./Meier, A. (2020) „Steinberge" im Flachwasser des nördlichen Zugerseeufers. Aktuelle Tauchprospektionen auf altbekannten Fundstellen. Tugium 36, 89–100.

Rey, F./Gobet, E./Szidat, S. et al. (2019) Radiocarbon wiggle matching on laminated sediments delivers high-precision chronologies. Radiocarbon 61.1, 265–285.

Schnyder, M. (2020) Fischriese. In: S. Benguerel, H. Brem, R. Ebersbach et al., Der Orkopf. Eine Fundstelle auf der Landesgrenze. Archäologie im Thurgau 20. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland XIV, 122–123. Frauenfeld.

Schöbel, G. (1996) Die Spätbronzezeit am nordwestlichen Bodensee. Taucharchäologische Untersuchungen in Hagnau und Unteruhldingen 1982–1989. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 47. Stuttgart.

Stöckli, W.E. (2009) Chronologie und Regionalität des jüngeren Neolithikums (4300–2400 v. Chr.). Schweizer Mittelland, Süddeutschland und Ostfrankreich. Antiqua 45. Basel.

Szidat, S./Salazar, G.A./Vogel, E. et al. (2014) ^{14}C analysis and sample preparation at the new Bern Laboratory for the Analysis of Radiocarbon with AMS (LARA). Radiocarbon 56, 561–566. https://doi.org/10.2458/56.17457

von Tröltsch, E. (1902) Die Pfahlbauten des Bodenseegebietes. Stuttgart.

Vogt, R. (2020) Wechselnde Seepegelstände des Bodensees. In: S. Benguerel/H. Brem/R. Ebersbach et al., Der Orkopf. Eine Fundstelle auf der Landesgrenze. Archäologie im Thurgau 20. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland XIV, 22–23. Frauenfeld.

Wessels, M./Schnyder, M. (2013) Güttingen Mäuseturm. In: H. Brem/B. Eberschweiler/G. Grabher et al. (Hrsg.) Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Ein internationales Projekt im Rahmen des Interreg IV-Programms „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein" zur Entwicklung von Handlungsoptionen zum Schutz des Kulturgutes unter Wasser, 217–220. Bregenz.

Wessels, M./Anselmetti, F./Baran, R. et al. (2016) Tiefenschärfe – Hochauflösende Vermessung Bodensee. Ein Interreg IV-Forschungsprojekt von 2012–2015. Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, Bericht 61. Langenargen.

Wessels, M./Hornung, J. (2019) Unterwassergeoradar zur Untersuchung von Sedimenten der Flachwasserzone. In: H. Hofmann/W. Ostendorp (Hrsg.) Seeufer: Wellen – Erosion – Schutz – Renaturierung. Handlungsempfehlungen für den Gewässerschutz – Ergebnisse aus dem ReWaM-Verbundprojekt HyMoBioStrategie (2015–2018), 33–36. Konstanz.

Winiger, J./Hasenfratz, A. (1985) Ufersiedlungen am Bodensee. Archäologische Untersuchungen im Kanton Thurgau 1981–1983. Antiqua 10. Basel.