

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie fribourgeoise = Freiburger Hefte für Archäologie
Herausgeber: Service archéologique de l'Etat de Fribourg
Band: 22 (2020)

Artikel: Die Murtener Strandplatte
Autor: Kündig, Christian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-919823>

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: 24.02.2026

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

Christian Kündig

Die Murtener Strandplatte

Dank der ungeplanten Notgrabung im Ryfquartier öffnete sich ein Archiv für 4000 Jahre Geschichte. Die Ergebnisse ermöglichen es, die Ufersituation mit Bootsanlandestellen ab dem frühen Mittelalter nachzuzeichnen und Erkenntnisse zu früheren Seespiegeln zu gewinnen.

La fouille d'urgence menée dans le quartier du Ryf nous a ouvert des archives fortées de 4000 ans d'histoire, dont l'étude a permis de retracer l'état des rives et de ses ports depuis le début du Moyen Âge, et de compléter nos connaissances sur les anciens niveaux du lac.



Einführung

Die Altstadt von Murten breitete sich entlang der parallel zum Seeufer verlaufenden Hangkante aus, welche sich ungefähr 25 Meter über dem Seespiegel befindet. Der Hang fällt steil ab und lässt danach einen flacheren Streifen bis gegen das Seeufer hin frei, die Ryf¹ beziehungsweise das Ryfquartier. Durch die teils starken Schwankungen des Seespiegels in der Vergangenheit war dieser nutzbare Streifen unterschiedlich breit. Heute beträgt die Distanz von der Hangkante bis zum Ufer um die 90 Meter. Inmitten des Streifens war seeseitig auf dem bislang unbebauten Grundstück an der Uferstrasse Ryf 43, gegenüber des steilen Verbindungsweges, der das Seequartier für Fussgänger mit der eigentlichen Altstadt auf dem Hügel verbindet, für die zweite Hälfte 2015 der Neubau eines Wohngebäudes geplant (Abb. 1)². Bis dahin gab es keine archäologischen Grabungen in diesem Quartier. Die Bodeneingriffe wurden deshalb vom AAAR begleitet, um erstmals grössere Einblicke in den betreffenden Bereich der Uferzone des Murtensees zu gewinnen.

Schon beim Ausheben eines vor dem eigentlichen Baubeginn gezogenen Leitungsgabengrabens kamen im sandigen Untergrund in 1,6 m Tiefe dunkle Sedimentverfärbungen von Pfostenstellungen zum Vorschein. Aufgrund dessen plante das AAAR eine enge Baubegleitung ein. Die 3,5 m tiefe und knapp 170 m² umfassende Baugrube wurde in zwei Etappen ausgeschachtet; begonnen wurde mit der seeseitigen Hälfte, in der nach Ausweis des Befunds im Leitungsgabengraben am ehesten archäologische Strukturen zu erwarten waren. Diese Erwartung sah sich mit der Freilegung von deutlich linear ausgerichteten Pfahlstellungen bestätigt. Im August/September 2015 folgte während eines Zeitraums von vier Wochen die Untersuchung und Dokumentation des gesamten Baugrunds (Abb. 2)³.

Die Ergebnisse der Intervention im Ryf 43 berühren zwei wichtige Themenkomplexe der Archäologie am Murtensee: die Frage der Seespiegel in der Vergangenheit und Beobachtungen zu anthropogenen Befunden an der Uferlinie. Bisher fehlen Flächengrabungen im seeseitigen Bereich der Murtner Uferstrasse – lediglich 2010 konnte in einem Leitungsgabengraben ein isolierter Pfahl dokumentiert werden⁴. Wichtig sind Beobachtungen im Ryf etwa für die Forschungen zu den Seeuf-

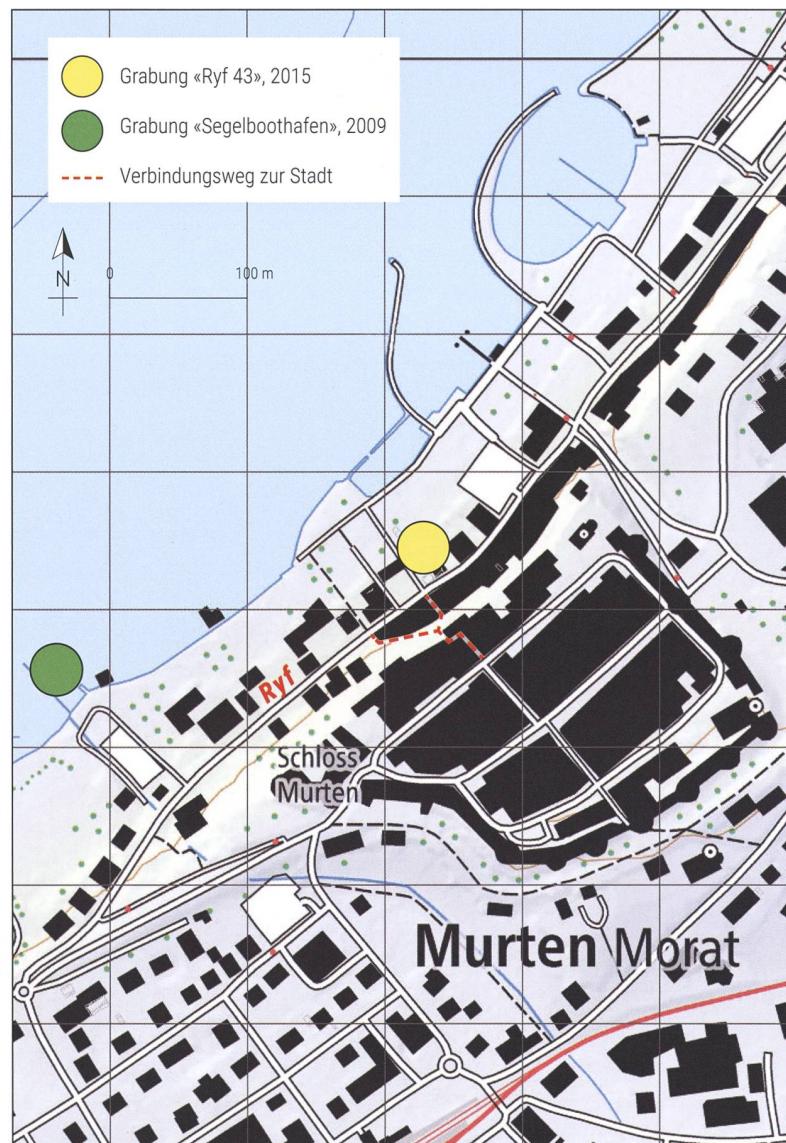


Abb. 1 Übersichtsplan von Murten mit Eintragung der Fundstellen Ryf 43 und Segelboothafen
(© Bundesamt für Landestopographie, Swisstopo)

randsiedlungen am Murtensee⁵. Aber auch mit Blick auf die mittelalterliche Stadt Murten ist der Uferbereich interessant. So fehlen bislang Kenntnisse zur Position und zum Aussehen des seeseitigen Zugangs zu einer Zwingeranlage des Schlosses⁶. Hier gerät der oben erwähnte Verbindungsweg in den Blick, der vom Rathaus der Stadt die Hangkante hinunter zum Ryf führt. Er gabelt sich auf halber Höhe; seine östliche Wegführung endet ziemlich genau gegenüber der Grabungsstelle (vgl. Abb. 1). Zwar fehlen Nachweise von Befunden aus dem Themenkomplex Seeuferrandsiedlungen, die tieferen Schichten lieferten aber dennoch wichtige Informationen zur Seesituation. Die Untersuchung befasst sich also mit den Fragen, wie der Uferbereich im Mittelalter aussah und wie die Seespiegel in der Vergangenheit zu veranschlagen sind.

¹ Der Name Ryf leitet sich von «rive» (frz. Ufer) ab.

² Koordinaten

2 575 482 / 1 197 640 / 433 m.

³ Ausgrabungsteam vor Ort:
Chr. Kündig (technische Leitung),
L. M'Boub, E. Garcia, Ph. Cogné.

⁴ Intervention MUS-RY41_2010.

⁵ Crivelli et al. 2012, 4-87.

⁶ Schöpfer 2000, 75.

Die diesbezüglichen Beobachtungen und Resultate der Ausgrabung werden im Folgenden getrennt betrachtet. Dabei beschreitet der Beitrag zu den Seespiegeln formal einen unkonventionellen Weg, indem versucht wird, möglichst objektive Schichtbeschriebe als Ergebnis von Seestands-Situationen zu sehen und zu erklären. Nach der Darlegung des Beobachtungs-Ansatzes werden transparent in einer Liste erfasste Definitionen von Sedimentausprägungen in

Bezug gesetzt zur Seespiegelhöhe. Dabei mussten die in der Grabungsdokumentation niedergelegten, für eine zusammenfassende Betrachtung aber viel zu detailreichen Schichtbeschriebe bis zu einem gewissen Grad standardisiert werden. Anschliessend widmet sich der zweite Teil den augenfällig anthropogenen Befunden. Die betreffenden Ergebnisse lassen sich direkt mit den vorgängig abgeleiteten Seespiegelsituationen verknüpfen. Es muss betont werden, dass an



Abb. 2 Der Ausgrabungsbereich Ryf 43 in der Unterstadt von Murten mit Blick in die schwer zu bearbeitenden, stark kiesig-sandigen Substrate der Uferzone

dieser Stelle keine Synthese zum Ryfquartier insgesamt vorgelegt wird, sondern die Gültigkeit der Aussagen nur für den Grabungsausschnitt im Ryf 43 beansprucht werden kann.

Sofern eine differenzierte Ansprache der Schichten und Strukturen nötig ist, werden im Folgenden die in Klammern gesetzten Positionsnummern der Grabungsdokumentation übernommen, also zum Beispiel (61) oder (75A), (75B), (75C). Grundsätzlich erfolgt aber die Ansprache nach archäologisch fassbaren Befunden beziehungsweise Befundkomplexen, im Folgenden «Phasen» genannt. Die Phasen sind mit römischen Zahlen bezeichnet; eine allfällige Binnengliederung wird analog zur Positionsbenennung alphanumerisch angezeigt (z. B. Phase VIII, XIIa bzw. XIIb, usw.). Aus Gründen der Lesbarkeit stehen in den Abbildungen die Positionsnummern in einem Kreis und Phasennummern in einem Quadrat. Letztere sind zudem farblich differenziert.

Relativchronologie und Datierung

Zusammen mit den beiden Hauptprofilen (Nord bzw. West)⁷ gibt die vereinfachte Harris-Matrix der lokalen Schicht- und Befundbezüge (Abb. 3) die chronologischen Verhältnisse am besten wieder. Für die absolute Datierung wurden insgesamt 18 Materialproben entnommen, wovon eine zur dendrochronologischen Analyse vorgesehene Pfahlprobe aufgrund der zu geringen Jahrringzahl leider kein Ergebnis erbrachte. Die Auswahl der Proben für die Radiokarbondatierung erfolgte so, dass mit ihnen möglichst viele Phasen absolut datiert werden konnten (Abb. 4). Selbstverständlich spielte bei der Wahl auch die Qualität der Probe eine Rolle, etwa indem bevorzugt Knochenfragmente statt Holzkohlestücke berücksichtigt wurden. Die Daten von elf erfolgreich analysierten Proben decken abgesehen von einer Ausnahme aus der Frühbronzezeit das gesamte Mittelalter ab und reichen bis in die Neuzeit beziehungsweise in die Zeit des Barocks. Die im Text angegebenen ¹⁴C-Daten berücksichtigen den 2-Sigma-Bereich (95,4%), dies im Bewusstsein, dass es sich immer um einen *terminus post quem* handelt. Alle Daten passen zur relativchronologischen Lage der Probe und da, wo ein Vergleich möglich ist, auch zur chronologischen Bestimmung

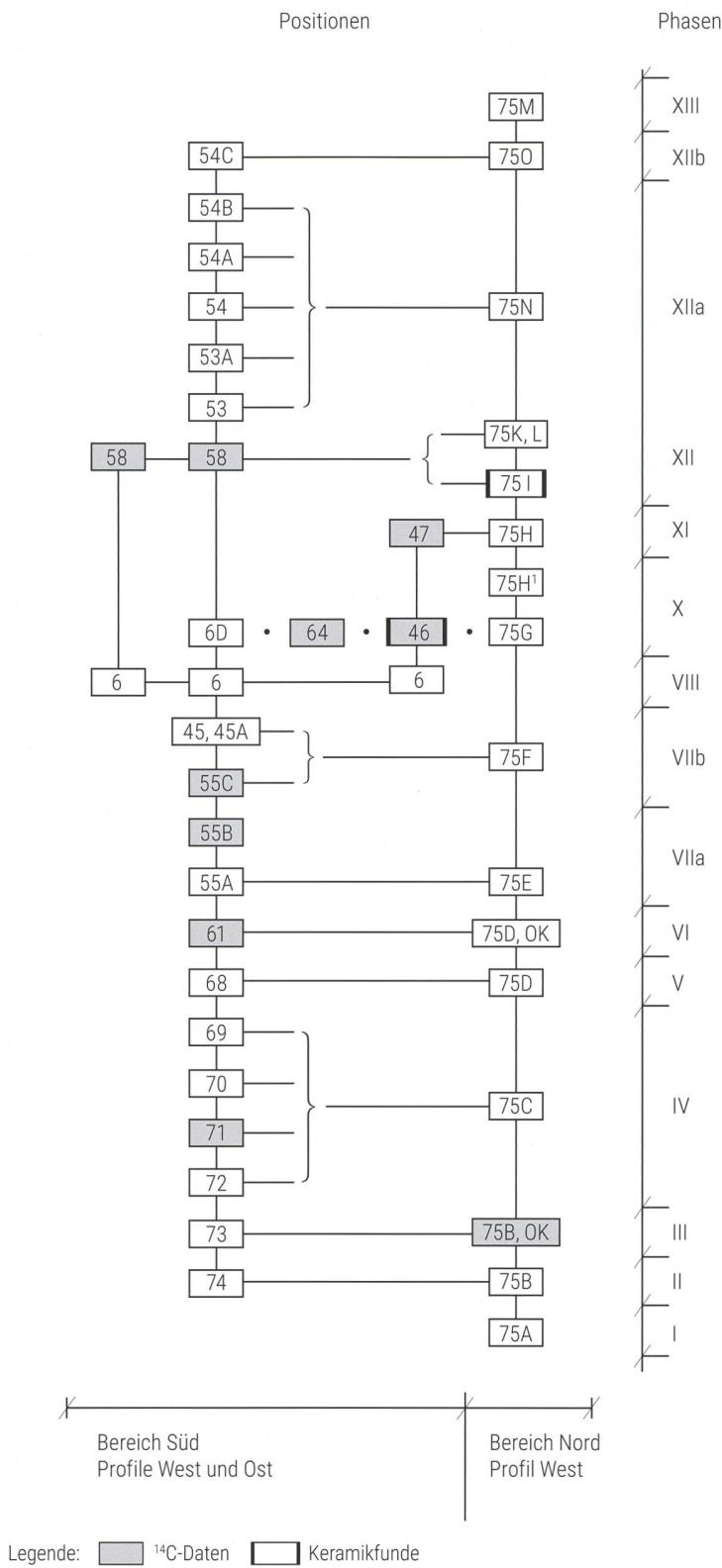


Abb. 3 Murten/Ryf 43, Darstellung der stratografischen Bezüge in einer Harris-Matrix

der Keramikfunde. Zwei der im Folgenden beschriebenen Phasen sind über zwei beziehungsweise drei Radiokarbondaten erfasst, was hilft, die mögliche Zeitspanne zu bestätigen oder sogar enger einzuzgrenzen. Bei zwei oder mehr Datierungen erscheint der Überlappungsbereich der Zeitspannen als Datum

⁷ Die Jurarandseen sind von SW nach NE ausgerichtet. Der Einfachheit halber werden im Text die Himmelsrichtungen angepasst. Norden in Richtung See, bzw. Süden in Richtung Stadt. Bei den Abbildungen ist nur in den Übersichten der Kartennord angegeben.

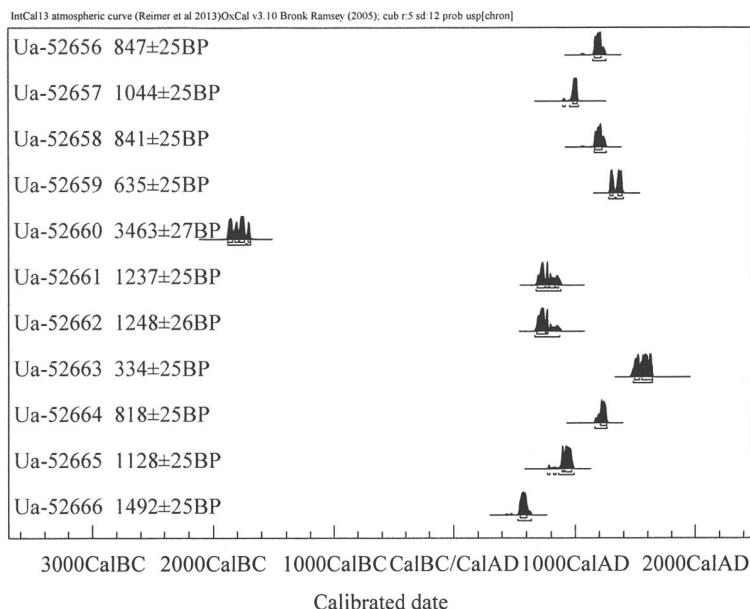


Abb. 4 Murten/Ryf 43; Übersicht zu den Radiokarbondaten (Tandem Laboratory, Uppsala S)

möglich. Präzisierungen erfolgen ausserdem über die stratigrafische Position, indem Daten aus relativchronologisch jüngeren Phasen auch die vorangehende/n Phase/n zeitlich fixieren. Für Phasen ohne eigene absolute Datierung bleibt nur die Eingrenzung zwischen dem ältesten möglichen Datum der Vorgängerphase und dem jüngsten der folgenden Phase.

Weitere chronologische Anhaltspunkte liefert das keramische Fundmaterial (Baukeramik, Ofenkeramik, Gefässkeramik). Da aus Zeitgründen ein relativ umfangreicher Abtrag mit dem Bagger und lediglich die Feinreinigung von Hand erfolgten, sind viele dieser Keramikfunde ungenau stratifiziert und lassen sich nur Phasengruppen zuordnen. Dennoch erlaubt es der Fundbestand, grobe Widersprüche in der Chronologie auszuschliessen. Den beiden wichtigen Phasen IX (Mittelalter) und XI (Neuzeit) sind aber zumindest grob datierbare Keramikfragmente zugeordnet. Sie bestätigen die Resultate der ^{14}C -Datierung. Die Situation der jüngsten Sedimentaufschüttungen ist historisch gut überliefert, weshalb dazu keine Funde mehr geborgen wurden.

⁸ Vgl. https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/jahrestabellen/2032P_19.pdf (Abrufdatum 27.01.2020).

⁹ Hier und für das Folgende Historisches Lexikon der Schweiz Online: <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007771/2010-04-01> (Abrufdatum 09.03.2020).

¹⁰ Hier und für das Folgende Ledermann 1991.

¹¹ Portmann 1974; Wohlfarth-Meyer 1990.

Uferstreifen waren über Jahrtausende geschätzter Siedlungsplatz und wurden später in Wehrdispositive von Burgen oder Städten integriert. Der Wasserstand der meisten Seen ist heute über verstellbare Wehre reguliert. Die jährlichen Spiegelschwankungen bewegen sich nur noch im Dezimeterbereich – ganz anders als bei einem unregulierten See. Der Wasserstand des Bodensees beispielsweise schwankte im Jahr 2019 im Minimum und Maximum um zwei Meter⁸. Über längere Zeiträume können sich Seespiegel um das Vielfache des Bereichs jährlicher Schwankungen bewegen. Mit solchen Bedingungen mussten Seeanstösser in vormodernen Zeiten umgehen. Dabei stellen sich aus heutiger Sicht viele Fragen, etwa welche Massnahmen ergriffen wurden, um ein gewisses Mass an Spiegelschwankungen tolerieren zu können, wie wird mit Extremereignissen umgegangen und wie sehen die dazu entwickelten baulichen und technischen Massnahmen aus? Seespiegel, Abflussmengen, die Lage von Flussbetten – all dies hat einen Einfluss auf die Menschen, die unmittelbar an den Ufern leben und sich, egal ob auf dem Wasser- oder Landweg (Brücken), von einem Ort zum anderen bewegen wollen. Die Klärung solcher Fragen, erfordert eine Auseinandersetzung mit den geologischen, hydrologischen und klimatischen Voraussetzungen.

Die Murtenseeregion erlebte in der Vergangenheit mehrere Eiszeiten, zuletzt vor 115 000 bis 10 000 Jahren die Würmeiszeit, deren maximale Eisüberdeckung des Rhonegletschers (29 000–18 900 v. h.) bis zum heutigen Wangen a. d. A. SO reichte⁹. Die Gletscheroberfläche erreichte an der Jurasüdflanke beim Mont Tendre eine Höhe von ungefähr 1200 m ü. M. Die Gletscherschmelze begann vor zirka 18 000 Jahren; 3000 Jahre später war der Jurafuss eisfrei¹⁰. Während des Abschmelzens dieses östlichen Arms des Rhonegletschers staute sich das Wasser an den Endmoränen unterhalb von Wangen a. d. A. und es bildete sich vor zirka 15 000 Jahren der so genannte Solothurnersee. Die Existenz dieses Sees wird allerdings in der Literatur immer noch kontrovers diskutiert. Sofern es ihn gab, wird mit einer Ausdehnung von 100 km Länge (Wangen a. d. A. bis in die Gegend von Orbe VD) und 15 km Breite sowie einer Wasserstandshöhe zwischen 445 und 480 m gerechnet¹¹. Als Überbleibsel nach dem schon in die Zeit vor 13 000 Jahren angesetzten Abfluss des Solothurnersees

Seespiegel durch die Zeit

Vorbemerkungen

Am Ufer eines Sees zu leben, hat offensichtliche Vorteile: Der See liefert Nahrung und bietet Transportmöglichkeiten; unbewachsene

entstehen der Neuenburger-, Bieler- und Murtensee. In dieser nacheiszeitlichen Periode zu Beginn des Holozäns bildete das Geschiebe der Aare in der Gegend von Aarberg BE, Kappelen BE und Bühl BE einen Damm und je nach Ausrichtung der Schüttungen und Mäandrierungen veränderte sich der Verlauf der Aare derart, dass sie zeitweise nach Westen in den Neuenburgersee beziehungsweise nach Osten gegen Büren floss. Zum letzten Mal entwässerte die Aare bis etwa 3550 v. Chr. direkt in den Neuenburgersee¹². Die Schwankungen der Seespiegelkurven für den Murtensee im Zeitraum von 14 500 bis 10 000 v. h. liegen laut M. Magny und I. Ichoz, ohne dass sie dies genauer ausführen, zwischen 427, 5 bis 432 m ü. M.¹³. Es wird im Folgenden gezeigt, dass diese Angaben nicht weit entfernt sind von dem, was als Schwankungsbereich der folgenden Jahrtausende bis heute nachvollziehbar ist. Auch in einer nachfolgenden Studie von Magny zum Einfluss des Klimas im Holozän auf die mittleren Seespiegel der Jurarandseen ist der Murtensee explizit mit einem guten Dutzend Datensätzen aus der Zeit von 12 000 bis 1330 v. h. vertreten¹⁴. Zugleich publizierte C. Wolf im Zusammenhang mit der Auswertung der archäologischen Ausgrabungen der Seeufersiedlungen bei Muntelier FR eine Seespiegelkurve, die die absoluten Höhen der Siedlungsschichten einbezieht¹⁵. Dabei zeigte sich, dass die Amplituden wohl kürzere Perioden spiegeln, als bisher vorgeschlagen. Mit der kleinen Ausgrabung im Vorfeld des Neubaus im Ryf 43 liegt nun ein weiterer Mosaikstein vor, der ein weiteres Zeitfenster öffnet zum Nachweis der Seespiegelstände am Murtensee.

Grundlagen und Vorgehen zur Ableitung der Seespiegel

Zu Beginn der Ausgrabung in den oberen Schichten stellte sich die Frage nach den Seespiegelschwankungen noch nicht. Zwar hoffte man auf eventuell vorhandene Reste jungneolithischer Seeufersiedlungen – in nur zirka 200 m westlicher Richtung (vgl. Abb. 1) befinden sich die östlichen Ausläufer der Station Murten/Segelboothafen FR, gleichwohl richtete sich der Fokus zunächst auf die Dokumentation der offensichtlich mittelalterlichen Strukturen. Eine Sondierung sollte hier mehr Informationen zu den tieferen Schichten am

Platz liefern. Dabei zeigte sich, dass im tiefen Untergrund verschiedene, gut voneinander abgrenzbare Schichten vorhanden waren. Einige dieser Schichten wiesen auffällige Oberflächenstrukturen auf, etwa viele Steine ähnlicher Grösse oder viele dunkle Verfärbungen und auch Holzkohlestückchen. Schnell wurde klar, dass hier vermutlich mehrere Ufersituationen mit wechselnden Seespiegeln fassbar waren, für die dank der eingeschlossenen organischen Bestandteile sogar eine Datierungsmöglichkeit bestand. Damit fiel angesichts eines gewissen Zeitdrucks der Entschluss zumindest im abgekürzten Verfahren, weitere Schichtbereiche auch ohne den konkreten Nachweis archäologischer Befundsituationen zu dokumentieren. Dank der Unterstützung durch den Bauherrn und der ausführenden Baufirma Gugger AG, Murten, wurde jeweils im Nachgang vorbereitender und gegen die vorhandenen Begrenzungsprofile geführter Sondierungen per Bagger abgetragen. Zumindest temporär blieb dabei auch in der Mitte des Grabungsfeldes und senkrecht zur Uferlinie ein Profilsteg stehen. Im Ergebnis liessen sich daraus die Hauptprofile generieren. Wichtig für die im folgenden dargelegten Beobachtungen ist, dass sie aus Sicht und mit der Expertise des Grabungstechnikers mit einer Spezialisierung für Mittelalterbefunde zusammengestellt wurden. Ziel ist es nicht, eine spezifisch geologische Abhandlung zu verfassen, sondern anhand einer Dokumentation, die mit archäologischen Mitteln zustande gekommen ist, einen Beitrag zur Problematik der Seespiegelschwankungen zu leisten. Konkret lautet die Frage, wie man von einer spezifischen Schichtzusammensetzung auf den jeweiligen Seespiegel schliessen kann. Folgende Beobachtungen und Grundgedanken stehen da im Vordergrund:

Bestimmend für die Sedimentausbildung sind vorangehende erosive Vorgänge, die sich je nach Wassertiefe unterschiedlich intensiv auswirken (Wellenschlag, Strömung). Der Uferausschnitt im Ryf 43 befindet sich in der moderat geschützten Ufersituation von Murten ungefähr in der Mitte zwischen Grengspitze und dem östlichen Seerand mit den häufigsten Winden aus Nordost und Südwest. Die Exponiertheit ist weniger direkt als beispielsweise in Salavaux VD am westlichen Ende des Sees bei starkem Nordostwind (Bise). Die Wassertiefe spiegelt sich in der Zusammensetzung der Sedimente. Sedimente

¹² Thew 2016, Kapitel 2, 27.

¹³ Magny/Richoz 2000, 129-144.

¹⁴ Magny 2004, 65-79, bes. 70.

¹⁵ Wolf/Mauvilly 2004, 105.

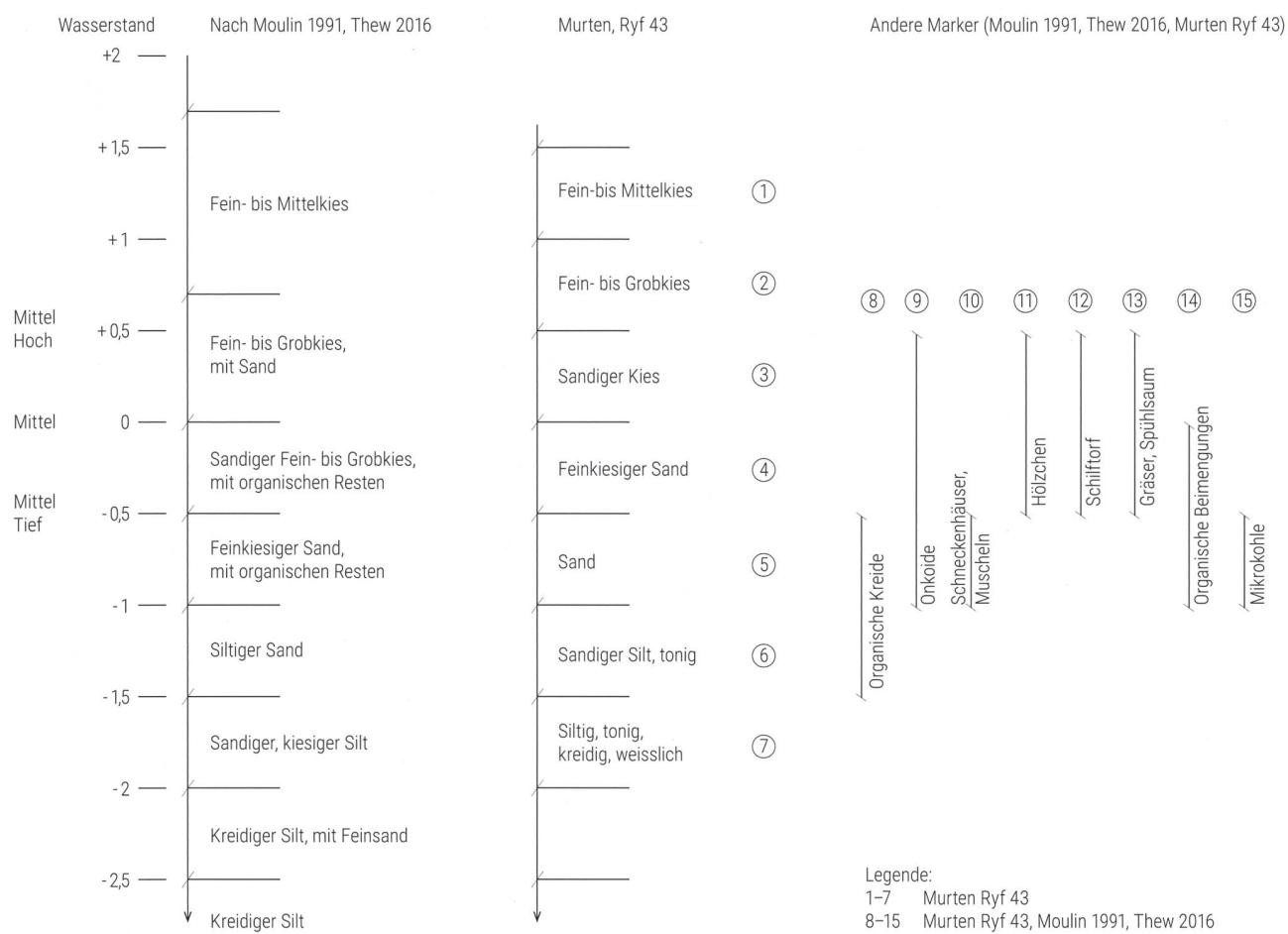


Abb. 5 Murten/Ryf 43, Synopse zu den Bezügen von Sedimentbeschaffenheit und Wassertiefe

setzen sich aus Schwebeteilchen zusammen, die im Wasser verteilt und abgesetzt werden. Während diese in Fließgewässern von der Strömung verlagert werden, werden diese im See von Wellen aufgewirbelt, sofern diese in Ufernähe tief genug in den Untergrund einwirken können. Zuflüsse von Bächen und anderen Fließgewässern bewirken dasselbe, allerdings mehr oder weniger lokal und abhängig von der geführten Wassermenge. Alle Effekte können auch kumulieren. Als Variablen haben wir hauptsächlich die Energie des bewegten Wassers und den Durchmesser der potentiellen Schwebeteilchen. Je kleiner der Durchmesser, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie aufgewirbelt und länger transportiert werden sowie andererseits dass sie längere Zeit benötigen, um wieder abzusinken. Größere Kaliber werden eventuell rollend transportiert oder bewegen sich horizontal gar nicht mehr. Die Energie des Wassers ist schwieriger zu beurteilen und erfordert die Beobachtung der Ufersituation in ihren durchschnittlichen Zuständen, vorzugsweise im Winter, wenn das Wasser klar ist, aber auch bei extremen Verhältnissen, etwa während und nach einem Sturm.

16 Thew 2016 Kap. 2, 22-24 u.
Moulin 1991, 50-51 jeweils mit
weiterer Lit.

Aus diesen Aspekten heraus entstand eine Synopse, die die einfache Bezugnahme zwischen der Art des Sedimentes und der Wassertiefe, in welchem es sich ablagert, darstellt, und mit den bei N. Thews und B. Moulin beschriebenen ähnlichen Situationen¹⁶ abgleicht (Abb. 5). Aus den Bezugnahmen ergibt sich eine Einteilung in 15 Sedimentarten beziehungsweise -elementen, kurz «Klasse» genannt (vgl. Abb. 5 Nrn. 1-15).

Für das Verständnis der Synopse sind folgende aus den genannten Publikationen zusammengefasste Definitionen und Aspekte wichtig:

- Pure, weisse Seekreide bildet sich in ruhigem Wasser ab 1 m unter dem mittleren Seetiefstand.
- Gelbige bis bräunliche organische Kreide bildet sich wie Seekreide in ruhigem Wasser. Die organischen Beimengungen stammen von Schilfresten und ähnlichen Pflanzen und sind oft mit Kohlemikroresten vergesellschaftet. Diese Schichten akkumulieren sich zwischen dem mittleren Seetiefstand und 1 m darunter.

- Um den mittleren Tiefstand ist die Kreide sandig, auch durchmischt mit Einschlüssen von grösserem Durchmesser; ab dem mittleren Tiefstand kann sich Schilftorf bis hin zum mittleren hohen Wasserstand erhalten.
- Über der mittleren hohen Wasserlinie erhalten sich Silte mit vermehrt organischen Einschlüssen, die vor allem von Seggengräsern stammen.
- Im Wellenschlagbereich werden die Sedimente sandiger und die zerstörerischen Kräfte gegenüber eventuell erhaltenen Kulturschichten nehmen zu.
- Innerhalb derselben Sedimentierungsphase nehmen die Korngrössen im Uferverlauf vom Spülraum zum tieferen Wasser hin ab.
- Ein schnelles Absinken des Wasserspiegels kann die organischen Schichten austrocknen und volumenmässig schwinden lassen; die Oberfläche ist allgemeinen Erosionsereignissen ausgesetzt. Möglich sind der Abtrag durch Rinnenale, Gleitbewegungen oder auch Teileabbrüche.
- Steine mitten in feineren Sedimenten wie Sand oder Silte sind eher Überreste einer Tiefphase. Die Oberfläche wird aufgearbeitet (erodiert), die feinen Partikel werden weggeschwemmt. Steine, die in einer späteren Phase mit wiederum erhöhtem Wasserspiegel einsedimentiert werden, bleiben übrig. Finden diese Wechsel von Hoch- und Tiefphase in relativ kurzen Intervallen statt, kann es sein, dass gleichmässig in einer ansonsten feinen Sedimentschicht verteilte Steine übrig bleiben.
- Steine mit einer kalkigen Kruste, so genannte Onkoide, bilden sich unter der Voraussetzung einer Wassertiefe von bis zu 1 m¹⁷. Sie finden sich ab dem mittleren tiefen Wasserspiegel und tiefer¹⁸.
- Muschelreste gehören zum Teilchenbestand in etwa 0,5 bis 1 m unter dem mittleren Tiefstand.

Darüber hinaus gilt es auch folgende Überlegungen zu berücksichtigen:

- Die Erhaltung einer Sedimentoberfläche setzt einen steigenden Seespiegel voraus. Die feiner werdenden Sedimente im ruhigeren Tiefenwasser decken die alten Schichten ab und konservieren diese. Dies allerdings nur so lange, bis der Seespiegel wieder sinkt und die Schichten durch Wellenschlag oder Erosion an der Oberfläche aufarbeiten.
- Strömungen und Wellenschlag schwemmen feinere Korngrössen schneller weg.
- Ein Vegetationsniveau kann nach andauernder Immersion nicht mehr als solches erkannt werden (vgl. z. B. die Situationen an Stauseen).
- Sedimentunterbrüche entstehen während andauernder Tiefphasen durch Erosion.
- Die Sedimente in einem See spiegeln die Wassertiefe scheinbar unabhängig von der Grösse der Wasserfläche. Allerdings bauen sich auf einer grossen Wasserfläche bei Wind grössere Wellen auf, was mehr Energie bedeutet. Dies kann sehr wohl einen gewissen Einfluss auf die Sedimentation haben.
- Die Neigung des Ufers hat einen Einfluss auf das Wellenbild und damit auf die Sedimentierung. Ist die Neigung bei unterschiedlichen Wasserständen unterschiedlich, kann das abweichende Substratzusammensetzungen hervorrufen.
- Unterschiedliche Wasserstände können die Ausrichtung und Ausdehnung von Buchten und Landzungen derart verändern, dass sie ihre Schutzwirkung verstärken oder vermindern, was einen Einfluss auf die Sedimentierung haben kann.
- In der Nähe eines Hanges können sich im Ufersand herabfallende Steine einlagern. Während einer längeren Phase mit Erosion durch Wellenschlag, werden die feinen Partikel weggeschwemmt und die davor in unterschiedlicher vertikaler Ausbreitung eingelagerten Steine verbleiben in ihrer horizontalen Verteilung. Mit der Zeit befinden sich alle Steine dann auf einer Ebene. Steigt nun der Seespiegel wieder an, wird diese Situation konserviert und markiert den Moment unmittelbar vor einem signifikanten (>1 m) Pegelanstieg. Dieses Prinzip des Reduktionshorizontes lässt sich sinngemäss auch für andere Partikel-durchmesser anwenden.
- Steine können fast in jeder Tiefe vorkommen. Sie markieren in gewissem Sinn einen Reduktionshorizont, dies oft auch als bandförmige Steinfelder in gleicher vertikaler Ausbreitung.
- Steinfelder mit grossen Steinen benötigen eher längere Erosionszeit. Was bleibt sind die Steine, der Rest wird weggespült. Steinfelder finden sich sonst eher im energiereichen Bereich mit maximaler Welleneinwirkung.
- Eine gut sichtbare Trennlinie zwischen in sich homogenen Schichten bedeutet ein Ereignis, einen wie auch immer gearteten Wechsel der Bedingungen.

¹⁷ Die Information verdanke ich D. Brönnimann, IPNA Basel. Ihm sei herzlich gedankt.

¹⁸ Moulin 1991; Hägele 2006.

- Kiese und Steine lagern sich als Depots eher über dem mittleren Wasserspiegel ab. So wurde etwa beim Sturm am Neuenburgersee vom 8.10.1987 ein Streifen mit Steinen (Dm ca. 6 cm) am neuen Strand von St. Blaise NE beobachtet. Nach dem Sturm befand sich der obere Rand des Bandes 1 bis 1,2 m über dem mittleren Seespiegel.
- Zwar lässt sich ungefähr ableiten, in welcher Tiefe sich eine Schicht bildete. Offen bleibt aber, ob zu diesem Zeitpunkt ein Wasserhoch- oder -tiefstand herrschte. Hier gilt der Mittelwert als beste Massgabe.
- Sedimentationsunterbrüche entstehen durch verschiedene Ereignisse, etwa andauernd tiefe Seespiegel, bei denen Vegetations schichten entstehen, oder durch verschiedene Arten der Verwitterung an der Oberfläche, Regen, Frost, Wellenschlag oder künstlicher Abtrag für Baustoffgewinnung. Auch Abtransport der Sedimente unter Wasser durch veränderte Strömungsverhältnisse sowie veränderte Fliess-Situationen durch neue Zu- beziehungsweise Abflüsse oder sich ändernde Flussbetten.
- Strandplattenniveaus erhalten sich nur im Schutz sich neu bildender Sedimentschichten.
- Steinfelder mit grossen Steinen sind Überbleibsel längerer, auch wiederkehrender Erosionsphasen. Das Steinfeld selbst, lässt sich nicht datieren, da die Entstehung über sehr lange Zeit geschieht. Das Sediment darunter, wird eher älter sein. Ein datierter Fund zwischen den Steinen, datiert eher das Ende der Entstehung. Mit einem Datum zur Schicht darunter und einem zur Schicht dazwischen, erfasst man allenfalls den Entstehungszeitraum in seiner Gesamtheit.

Von der Wassertiefe zum absoluten Seespiegel

Ausgehend von der in der Synopse dargestellten Parallelisierung der Zusammensetzung bestimmter Sedimente mit einer Wassertiefe, die für ihre Genese mutmasslich bestimmt war, lässt sich der absolute Seespiegel errechnen. In der tabellarischen Gegenüberstellung (Abb. 6) sind alle dafür nötigen Informationen kompakt zusammengefasst. Die dort in Spalte 3 beschriebenen Ablagerungen und Einzelpositionen werden

je nach Situation zu Phasen zusammengefasst (vgl. Abb. 6 Spalte 1), denen ein Farbc ode zugeordnet ist (Spalte 2). Dem Kurzbeschrieb des Sediments in Spalte 4 folgt eine Interpretation beziehungsweise ein Kommentar in Spalte 5; Spalte 6 umfasst Informationen zur Datierung.

Die meisten Schichten fallen von Süden gegen Norden leicht ab, was bedeutet, dass die absolute Höhe eines Sediments variiert. Dem tragen, wo nötig, die Eintragungen der absoluten Höhen in die Spalten 7 und 8 Rechnung (Sediment im Süden bzw. im Norden). Die Sediment-Klassifizierung gemäss Abbildung 5 erlaubt es nun auf einfache Weise den Wassertiefenbereich (Spalten 9-10) zu erschliessen. Im Fall, dass ein Sediment mehreren Sedimentklassen zugewiesen werden kann, weichen die Werte idealerweise nicht zu stark voneinander ab, sondern bestätigen sich; hier gilt es dann, auf den jeweils gesamten Wassertiefenbereich zu referenzieren. Dabei kommen anhand der in der Tabelle aufgenommenen und im Folgenden besprochenen Werte zweierlei Arten von Seespiegelwerten zustande: Zum einen systematisch im Bezug auf die Sedimentklassifizierung (vgl. Abb. 5), indem zur absoluten Höhe der Oberflächenniveaus der Sedimente einer bestimmten Phase (i. e. das Mittel aus den Werten in den Spalten 7 und 8) die entsprechenden, oben besprochenen Wassertiefenbereiche (Spalten 9-10) zugeschlagen werden. Daraus ergibt sich als Mittel aus den Seespiegelbereichen ein jeweils kategorisch angenommener Wasserspiegel (Spalte 11). Zum anderen liegt der Bewertung eine individuelle, stärker differenzierende beziehungsweise beschreibende Klassifizierung der Sedimente mit einer entsprechend individuelleren Ableitung des Seespiegelwertes zugrunde (Spalte 12)¹⁹. Als Endergebnis, also als endgültig veranschlagter Seespiegel wird schliesslich das Mittel aus den Werten in Spalte 11 und 12 vorgeschlagen (Spalte 13). Die vorletzte Spalte nimmt als Kontrollwert die Differenzen des jeweiligen Mittels aus Spalte 12 zu den Individualwerten von Spalte 11 auf.

Die Tatsache, dass diese Differenz (Spalte 14) mit im Durchschnitt 0,3 m bei den absoluten Werten und vorzeichengerecht mit nur 0,1 m als moderat zu bezeichnen ist, zeigt, dass auch mit einer stärker auf Klassifizierung ausgerichteten Datenbehandlung gute Resultate zu erreichen sind. Dies spricht

¹⁹ Die ausführlichen Ableitungen sind im Grabungsschlussbericht des AAFR bzw. beim Autor einsehbar.

wiederum dafür, eine allgemeingültige, über den lokalen Rahmen hinausgehende Klassifizierung anzustreben. Auf diese Weise liessen sich Vergleiche zwischen verschiedenen Fundstellen und Seen anstellen. Auf der anderen Seite wäre es über eine Vermehrung erhobener Daten und eine allfällige Fortschreibung beziehungsweise Ausweitung der Daten in der Art von Tabelle 9 möglich, Fehler und Widersprüche bei der Seespiegelermittlung einzelner Seen besser zu erfassen.

Der beim Abgleich mit der Sedimentbeschaffenheit als wahrscheinlich veranschlagte Wassertiefenbereich (Spalte 13) kann unter Umständen recht weit ausfallen. Darin spiegeln sich eine gegebenenfalls geringere Treffgenauigkeit beziehungsweise die grössere Spannweite möglicher Tiefenbereiche. Zur einfacheren Handhabung wurde deshalb auf gemittelte absolute Werte gesetzt.

Grundsätzlich ist der Seespiegel zwar bestimmten Schwankungszyklen unterworfen. Dies können kurzzeitige Veränderungen infolge von Extremereignissen (Gewitter, anhaltende Starkregen) sein, aber auch jahrestypische Schwankungen (Schmelzwasser, Trockenphasen) sowie langfristige Dispositionen, die mehrere Jahrzehnte oder Jahrhunderte betreffen. Da es für unsere Fragestellungen aber wichtig ist, Seespiegelschwankungen innerhalb einer grossen, mehrere Tausend Jahre umfassenden Zeitspanne erkennen zu können, spielen saisonale Schwankungen keine Rolle beziehungsweise lassen sich nicht abilden. Insofern ist es zulässig, Seespiegelschwankungen und Wasserstände anhand von Mittelwerten darzustellen.

Für die Jurarandseen liegen aus der Zeit vor den Juragewässerkorrektionen, also vor 1868, Messreihen vor, die beispielsweise für den Neuenburgersee bis ins Jahr 1817 zurückreichen²⁰. Beinahe lückenlos sind die Messreihen aller drei Seen ab 1857 dokumentiert²¹ und für den Murtensee ist eine Messreihe mit täglichen Ablesungen ab April 1858 verfügbar²². Aus den Reihen lässt sich ableSEN, dass sich die erste Gewässerkorrektion ab 1876 auszuwirken begann. Die jährlich wiederkehrenden Höchstwerte sind meistens im Frühling zu verzeichnen. Das Monatsmittel des März 1876 beträgt 432,69 m ü. M.²³. Ab diesem Zeitpunkt sinkt der Wasserspiegel bis zum Winter 1879 kontinuierlich, um den Maximalwert vom März 1876 nie mehr zu erreichen. Dieses Datum markiert also das Ende der unkorrigierten Verhältnisse. Anhand der

Messwerte aus der dokumentierten Zeitspanne von 18 Jahren zwischen dem 1. April 1858 bis 31. März 1876 lässt sich überprüfen, ob Mittelwerte geeignet sind, längerfristige Seespiegelveränderungen zu erfassen oder ob der Informationsverlust zu gross wird oder auch, welche Vorteile sich bieten, wenn man mit Jahresmittelwerten arbeitet.

Die Effekte des Mittelns zeigen sich gut, wenn die Extremwerte und die jeweils gemittelten Werte miteinander verglichen werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob man mit einem riesigen Datensatz aus Tagesmitteln oder Tagesablesungen rechnet oder nur mit den Jahresmittelwerten, denn das Mittel bleibt sich immer gleich. Dagegen werden die jeweiligen aus Mittelwerten berechneten Extremwerte, also die Minima und Maxima, kleiner. Es werden sozusagen die Spalten gebrochen. Bei der Beurteilung der Sedimentsituation bleibt offen, ob und welche kurzfristigen Schwankungsergebnisse im betreffenden Ablagerungszeitraum stattfanden, oder in welchem kürzeren Schwankungszyklus wir uns gerade befinden. Der archäologische Blick betrachtet ohnehin keine jahrgenauen, sondern längere Zeitspannen von mehreren Jahrzehnten. Vielmehr ermöglicht es der Mittelwert, kurzfristige Abweichung auszublenden.

Die Auswirkungen der beiden Juragewässerkorrektionen sind in dem Diagramm Abb. 7 deutlich erkennbar. Ihm liegen die verfügbaren Messreihen für den Murtensee ab April 1858 bis heute, Januar 2020, zugrunde. Bei der ersten Korrektion erfolgte der Bau des 12 Kilometer langen Nidau-Büren-Kanals, der den Abfluss aus dem Bielersee vergrösserte. Der künstliche Abfluss führte zum schnellen Absinken aller drei Seespiegel²⁴. Ab Dezember 1879 fehlen neun Aufzeichnungsjahre zum Murtensee. Die Ganglinie lässt sich aber so interpretieren, dass mit den Seespiegeln ab 1880 der Normalfall für die Zeit zwischen den beiden Korrektonen erfasst wird. Mit dem letzten Hochwasserstand von 430,18 m ü. M. am 11. Mai 1966 werden die Auswirkungen der ab 1962 umgesetzten zweiten Juragewässerkorrektion greifbar. Ab November 1966 pendelt sich der Seespiegel in dem noch heute gültigen Bereich ein. Anhand dieser Daten lassen sich fünf Beobachtungszeiträume unterscheiden. Je ein Zeitraum vor und nach den beiden Korrektonen, einer dazwischen sowie die kurzen Zeiträume während der Umsetzung der Korrektonen. Die Übersicht Abb. 8 stellt die wichtigsten Werte gegenüber. Insgesamt

20 Auswertung und Interpretation der Daten in Thew 2016 Kap. 2, 23.

21 Bundesamt für Umwelt (BAFU), Datenservice Hydrologie online <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/daten/messwerte-zum-thema-wasser-beziehen/datenservice-hydrologie-fuer-fliessgewaesser-und-seen/datenservice-hydrologie-verfuegbare-produkte-mit-beispiele.html#1381436588> (Abrufdatum 25.02.2020).

22 Hier besteht vermutlich ein Zusammenhang mit den endlich startenden Umsetzungen des Korrektonprojekts durch Richard La Nicca (1794–1883), nachdem in den 1850ern wohl als Ergebnis starker Lobbyarbeit durch Johann Rudolf Schneider, Mitglied des ersten Nationalrats, der Bund die Juragewässerkorrektion zur nationalen Angelegenheit erhob und so das kostspielige Projekt ermöglichte.

23 Die offiziellen Höhenmessungen in der Schweiz beziehen sich auf den Repère Pierre du Niton im Hafen von Genf. Ab 1902 galt als offizieller neuer Wert der Horizont von 373,6 m. Allerdings wurde in der eidgenössischen Hydrometrie bis einschliesslich 1915 noch mit dem alten Horizont von 376,86 m ü. M. Entsprechend sind die Werte ggf. zu korrigieren.

24 Nast 2006, 13.

Phase	Farbcode	Position	Sediment	Interpretation	Datierung
I	Hellbraun	75A	grobsandig, kiesig, mit Steinen u. Geröllen, heterogen mit sandigen Linsen; hart, kompakt; keine Schichtung erkennbar	mutmassl. Moränenmaterial der letzten Vergletscherung	eiszeitl. (keine Funde/Proben)
II	Rot	74A, 75B	weissl., sandig, kiesig, steinig; kreidige, kalkhaltige Schicht (St. im Durchschn. 40 cm), ähnl. gelöschem Branntkalk; durchmischt mit Steinen (Dm. <8 cm); Schicht gegen Süden anscheinend dünner werdend	wird als Seekreide angesprochen. Evtl. Ablagerungen im tieferen Wasser mit anschliessenden bzw. fortlaufenden Erosionsereignissen? Steine u. Kiese vom durch Wellenschlag erodierenden Hang?	ohne eigene absolute Dat.; älter als Phase III u. damit vor 1690 CalBC; sofern Kurve des Neuenburgersees stimmt evtl. um 6000 BC
III	Orange	74, 75B-OK	sandiges Band mit wenig Holzkohlestückchen, gegen N steiniger werdend (Dm. < 8 cm) u. typischerw. gelbl.	durch Wellenschlag aufgearbeitete Restoberfl. (Reduktionshorizont)	1880-1690 CalBC (Ja 52660: Holzkohle)
IV	Lachs	72, 75C	gelbl., stark tonige, siltige Schicht (St. 3 cm)	Wechsel von Hoch- u. Tiefständen vorauszusetzen. Anders als im Wellenschlagbereich oben, blieben im tieferen Wasser ältere Schichten erhalten; Höhenunterschied zwischen tieferem u. seichterem Bereich ca. 60 cm. Das feine organische Band (69) zeigt evtl. Zone etwas oberhalb des Ufers an. Im Uferbereich, der nur ab u. zu von Wellen erreicht wird, kann ein organisches Band liegen bleiben	ohne eigene absolute Dat.; mögl. ab 1880 CalBC bis 640 CalAD
		71, 75C	sandig, viele Steine (Dm. <10 cm), Gesamteindruck eher grob. Holzstück (datiert)		530-640 CalAD (Ja 5266: Holz)
		70, 75C	sandig, siltig, tonig, organ. Einschlüsse (St. <15 cm)		
		69, 75C	dunkles Band mit organ. (?) Resten u. kl. Holzkohlestückchen; läuft gegen Süden aus (St. <10mm)		ohne eigene absolute Dat.; mögl. ab 530 bis 870 CalAD
V	Gelb	68, 75D	sehr tonige Schicht, dunkle organ. Einschlüsse; an Oberfl. Steine u. sandiger	im N zeigen tonige Schichten erhöhten Seespiegel an. Im unteren Bereich im S wurden die feinen Ablagerungen z.T. weggeschwemmt u. gröbere Sande blieben.	ohne eigene absolute Dat.; Ableitung aus benachbarten Phasen, also 530-870 CalAD.
VI	Hellgrün	61, 62, 66, 75D-OK	feines, sandiges Niveau mit Steinen; an Oberfl. gräul.-beige; viele Schneckenhäuser, Steine u. Kiesel sowie dunkle, längl. Verfärbungen; 1 Holzstück (datiert), 2 Mörtelbrocken (römisch?)	vermutl. Uferbereich mit Spülhsaum; Herkunft der Steine unklar (Erosionsereignisse oberhalb Uferzone?)	770-870 CalAD ; eingegrenzt aus 670-870 CalAD (Ja 52662: Holz) u. 770-990 CalAD (Ja 52665: Holz); siehe Bemerkungen
VIIa		55A, 75E	sandig; unten heller, etwas tonig, sehr wenig Holzkohle (L. <3 mm); oben dunkler, beige-braun mit wenig Holzkohle (L. <3 mm)		ohne eigene absolute Dat.; Ableitung aus benachbarten Phasen, also 770-880 CalAD
VIIa		55B, 55E	sandiges, gebändertes Paket aus mind. 5 Bändern (St. jew. 4-15 cm); an OK (nur im N) ein dunkles Band (organ. Material?) u. vermehrt Holzkohle	WT um 0,5 bis 1 m; Schichtungen zeigen schwankende (auch saisonale?) Pegel an	770-880 CalAD . Dat. gemäss (55B) entspr. Position (Ja 52661: Holz = 680-880 CalAD) u. der Überlegung, dass Phase VIIa nicht älter sein kann als das älteste mögl. Datum von Phase VI
VIIb	Dunkelgrün	55, 55C, 55D, 75F	allg. fein-mittelsandig, teils etwas tonig, beige-grau; Kiesel (Dm. <15 cm)		900-1030 CalAD (Ja 52657: Holzkohle) für eine der Schicht (55C) entspr. Position
VIIb		45, 45A, 75F	siltiger Sand; an Oberfl. Steine (Dm. <30 cm) u. viele dunkle Verfärbungen, die ausssehen wie vermoderte Ästchen; im S 3 Bänder; nach S hin auslaufend bzw. erodiert u. Oberfl. mit deutl. geringerem Gefälle	vermutl. mehrere Ablagerungsphasen mit wechselnden Pegeln; evtl. auch zeitweilig im Uferbereich	900-1260 AD; die Dat.-Spanne ergibt sich aus Ableitung Dat. benachbarter Phasen
VIII	Hellbau	6, 6B, 6C	gebändertes Sandpaket; zuunterst u. unmittelbar über (45) umschliesst die Steine (45A) helle, beige, tonige u. nach S (hangwärts) auslaufende Schicht (St. <3 cm); darüber sandigere Schicht	zu Beginn plötzl. Seespiegelanstieg; nur so konnte sich das tonige unterste Niveau bilden. Die mind. 7 Ablagerungsphasen setzen hohe, wohl von kürzeren Tiefständen unterbrochene Pegel voraus. Am Ende der Phase vermutl. längere Periode mit tieferem Seespiegelniveau, die Erodieren der Oberfl. zu flacher Strandplatte begünstigte	900-1260 AD; die Dat.-Spanne ergibt sich aus Ableitung Dat. benachbarter Phasen
IX	Dunkelbau	46, 64, 75E	3 Teilschichten, von 2 dünnen reinsandigen Bändern getrennt: unten kiesig, einige Steinen u. Knochen (Schlachtabfälle); Mitte eher feinsandig bis siltig, dunkel gebändert; oben grobsandig bis feinkiesig, Feinkeramikscherben	Phase mit Nutzung des Uferbereichs (Pfahlstellungen, mit unverrollter Keramik durchmischte Ablagerungen)	1165-1260 CalAD (Ja 52656: Knochenfragm. = 1150-1260 CalAD; Ja 52658: Holzkohle = 1160-1260 CalAD; Ja 52664: Holz = 1165-1265 CalAD)
X	Violett	75H	heterogen, ohne erkennbare Bänderung: im N sandig, feinsandig, siltig, ohne Ton, Steine; gegen S grobsandig, feinkiesig bis steinig, im Oberflächenbereich einige verrollte Baukeramik	willentl. eingebrachte Deponie bzw. Auffüllung (Aufwertung des Uferbereichs oder Entsorgung von Material bspw. aus einem Kelleraushub?)	1280-1400 CalAD (Ja 52659: Holzkohle)
XI	Petrol	58, 75I, 75K, 75L	im S Ufermauer in gr. Blöcken mit Hinterfüllung; im N Reste von Pfählen	Bau von Ufermauer u. Wellenbrecher (Pfähle) für eine Art Hafenanlage. Mauer eher als Befestigung u. baul. Abschluss zum Wasser hin zu verstehen u. nicht als Anlandestelle	1480-1640 CalAD (Ja 52663: Holz)
XIIa	Hellgrau	53, 53A, 54, 54A, 54B	Aufschüttungen; untere Hälfte heterogen, fein- bis grobkiesig mit Steinen; obere Hälfte noch heterogener, auf den obersten 20 cm zunehmend humusartig, schon etwas durchwurzelt	Aufschüttung, die zusammen mit einer umlaufenden Mauer (ausserhalb der Grabung) offensichtl. Landgewinn anstrebt	Mitte 18. Jahrhundert, da die zugehörigen Mauern im Vissaala-Plan (1734) anders als im Bochud-Plan (1772) fehlen
XIIb		54C	sandig bis kiesig, sehr humös	Terrain erneut etwas angehoben; 2. Gartenphase	ab 1880
XIII	Dunkelgrau	75M	Humus (Terrain im Jahr 2015)	aktuelle Situation	1966-2015

Abb. 6 Übersicht zur Ableitung der Seespiegel und ihrer Datierung anhand der Sedimentbeschaffenheit und weiterer Beobachtungen im Ausgrabungsfeld Murten/Ryf 43. In Spalte 3 sind nur die wichtigsten betroffenen Positionen angegeben; zu Spalten 9-10 (Sedimentklasse) vgl. Abb. 5

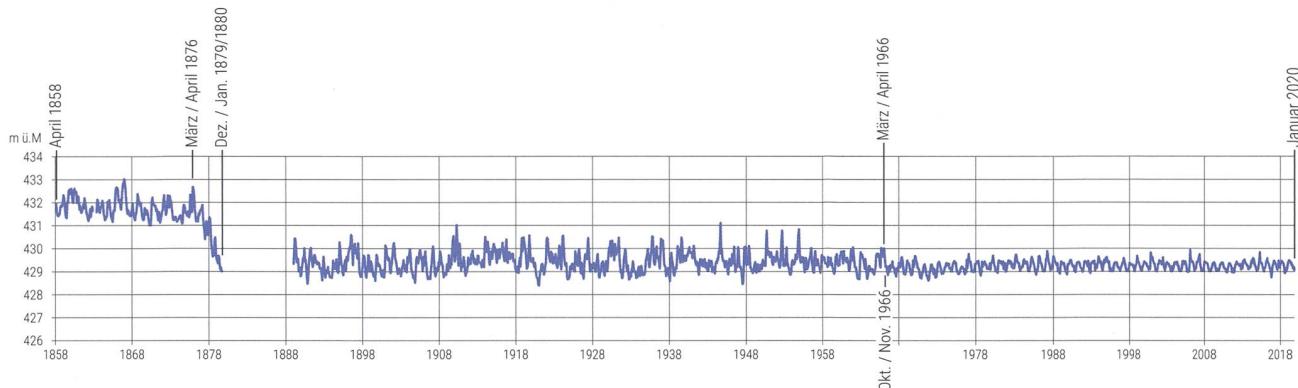


Abb. 7 Ganglinie des Seespiegels vom Murtensee ab dem 1. April 1858. Monatsmittel (Meterangaben nach neuem Horizont RPN 1902)

zeigt sich, dass mit der ersten Korrektion der mittlere Seespiegel zwar um 2,35 m abgesenkt wurde. Die Seespiegelschwankungen waren mit 2 m vor der ersten Korrektion gross; in der Folge waren mit 2,7 m sogar noch grössere Seespiegelschwankungen zu verzeichnen. Neu kamen auch wegen der gewollten Absenkung des mittleren Seespiegels extremere Tiefwerte hinzu (mittlerer Tiefwert -2,4 m und Extremtiefwerte bis -2,6 m im Monatsmittel). Bei den Tagesmittelwerten²⁵ steht der maximale Unterschied zwischen Minimum und Maximum bei 3,52 m. Der Tiefstand lag nach der ersten Korrektion bei 428,28 m am 9. und 10. November 1947.

Auch das Verhältnis der Differenzen der Hoch- und Tiefmittelwerte zum Mittelwert, bleibt mit 45/55 genau gleich wie vor der Korrektion. Dies erklärt sich aus dem Umstand, dass der Seespiegel schneller ansteigt, als er sinkt. Je tiefer nämlich der Seespiegel ist, umso geringer ist die Abflussmenge. Ab einem gewissen Tiefstand geht diese gegen Null. Die Hochstände fallen deshalb stärker ins Gewicht. Der gleichbleibende Differenzwert ist ein eindeutiger Hinweis darauf, dass mit der bei der Korrektion erfolgten Seespiegelsenkung um 2,35 m das Problem der Abflusshemmung nicht gelöst wurde. Erst die zweite Juragewässerkorrektion steuerte hier radikal dagegen, und zwar mit zwei- bis dreifach grösseren Abflussquerschnitten des Broye- und Zihlkanals, mit der Vertiefung des Nidau-Büren-Kanals um 5 m und mit der Verbreiterung und Vertiefung der Aare unterhalb von Solothurn an der Emmemündung²⁶. Erwartungsgemäss liegt das Verhältnis der Differenzen der Hoch- und Tiefmittelwerte zum Mittelwert nach der zweiten Korrektion mit 49/51 fast bei 1/1. Es fliesst mindestens genauso viel Wasser ab wie zu. Als Ergebnis der zweiten Korrektion ist der mittlere Seespiegel noch einmal um 18 cm auf 429,26 m ü. M. ge-

sunken. Der Wert für die gesamte Absenkung des Seespiegels im Murtensee beträgt nach beiden Juragewässerkorrektionen 2,53 m.

Weiterhin stellt sich die Frage, wie sich die individuellen Niveaudifferenzen der drei Jura- randseen und insbesondere die von Murten- und Neuenburgersee zueinander verhalten. Da der Murtensee in den Neuenburgersee entwässert, lässt sich die Schwankungskurve des Neuenburgersees für den Vergleich der Verhältnisse am Murtensee heranziehen. Als Grundlage für einen solchen Vergleich standen folgende Messungen und Aufzeichnungen zur Verfügung: die erstmalige Eintragung von Höhenkoten auf der Generalkarte für die Entwässerung des Seelands inklusive der Aarekorrektion von 1834²⁷, der Stryiensky-Karte vom Kanton Freiburg²⁸ (ca. 1850) sowie einem Plan von 1854, der auf Anordnung der Baudirektion des Kantons Bern von J. R. Stengel ausgearbeitet wurde²⁹, außerdem die in der Dufourkarte eingetragenen Seespiegelniveaus (1845, 1860)³⁰ und die aktuell durch das Bundamt für Umwelt (BAFU) zur Verfügung gestellten Messreihen für den Murtensee und den Neuenburgersee ab dem 26. April 1858 und bis zum Beginn der ersten Auswirkungen der Korrektion Ende März 1876³¹. Aufgrund der Dokumentationshistorie sind die Grundlagen der Höhenangaben zu den verschiedenen Projekten und Ausführungen der Juragewässerkorrektion uneinheitlich. Sie beziehen sich auf unterschiedliche Nullpunkte und Horizonte, werden teils noch in Berner Fuss, später in Schweizer Fuss angegeben³². Die Tageswerte der Seespiegel, welche in der vom BAFU zur Verfügung gestellten Excel-Liste abrufbar sind, mussten zuvor auf die heute gültige Referenzhöhe von 373,6 m ü. M.³³ umgerechnet werden. Dabei ist anscheinend immer mal wieder ein systematischer Fehler unterlaufen, indem für die

25 Siehe Anm. 21.

26 Nast 2006, 19.

27 Beschrieben und auszugsweise abgebildet in Vischer/Feldmann 2005, 17-32.

28 Historische Karten im Geoportal Kanton Freiburg online: <https://map.geo.admin.ch/> (Abrufdatum 12.05.2020).

29 Wie Anm. 27.

30 Zeitreihe, Kartenwerke im Geoportal Schweizerische Eidgenossenschaft online: <https://map.geo.admin.ch/> (Abrufdatum 12.05.2020).

31 BAFU Datenservice Hydrologie online: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/daten/messwerte-zum-thema-wasser-beziehen/datenservice-hydrologie-fuer-fliessgewaesser-und-seen/datenservice-hydrologie-verfuegbare-produkte-mit-beispielen.html#-1381436588> (Abrufdatum 25.02.2020).

32 Peter 1922.

33 Siehe Anm. 23.

	Vor Korrekturen Beobachtungszeit: 18 Jahre (Apr. 1858 bis März 1876)	1. Korrektion Beobachtungszeit: 3 Jahre, 9 Monate (Apr. 1876 bis Dez. 1879)	Zwischen den Korrekturen Beobachtungszeit: 86 Jahre, 5 Monate (Jan. 1880 bis Mai 1966)	2. Korrektion Beobachtungszeit: 6 Monate (Apr. 1966 bis Okt. 1966)	Nach 2. Korrektion Beobachtungszeit: 53 Jahre, 2 Monate (Nov. 1966 bis Jan. 2020)
Minimum	431,04	429,04	428,41	428,87	428,63
Maximum	433,04	432,61	431,13	429,58	429,95
Maximale Schwankung	2,00	3,57	2,72	0,71	1,32
Mittel	431,79	430,76	429,45	429,19	429,26
Mittel-Tief	431,37	430,08	428,94	428,87	428,98
Mittel-Hoch	432,31	431,60	430,04	429,58	429,55
Diff.: Mittel-Mittel und Mittel-Tief	0,42		0,51		0,28
Diff.: Mittel-Hoch und Mittel-Mittel	0,51		0,59		0,29
Verhältnis: Min/Max	45/55		46/54		49/51
Diff. zu vorher (Mittel)		431,79 – 429,44 = 2,35		429,44 – 429,26 = 0,18	
Absenkung gesamt				431,79 – 429,26 = 2,53	

Abb. 8 Übersicht zu den Mittelwerten der Seespiegelstände vom Murtensee im zeitlichen Umfeld der Juragewässerkorrektionen (Werte sind aus Monatsmittel berechnet; Rundungsdifferenzen sind möglich)

Werte bis zum 31.12.1892 von einer falschen Ursprungshöhe ausgegangen wurde³⁴. Auf den Fehler wurde der Autor vorliegender Arbeit durch sprunghafte Differenzen der Wertangaben zwischen Neuenburger- und Murtensee jeweils genau zum Jahreswechsel aufmerksam. Aufgrund der Fliessrichtung erschien es unmöglich, dass der Neuenburgersee, wie es die BAFU-Werte suggerieren, einen im Durchschnitt signifikant höheren Seespiegel aufweist als der Murtensee. Allerdings waren nicht alle Werte durchgehend falsch, denn für den 29. März 1895 wird andernorts beispielsweise ein Niveauunterschied zwischen Neuenburger- und Murtensee mit 1,69 m angegeben³⁵, während die BAFU-Tabelle für denselben Tag eine Differenz von 1,73 m anzeigt. Die Resultate kamen auf jeweils unterschiedlichen Wegen zustande. Dass die Stichprobenwerte ausserdem innerhalb einer tolerierbaren Abweichung liegen, spricht dafür, dass die jüngere Datenreihe korrekt ist. Anhand solcher Vergleichsdaten und nach systematischer Kontrolle war es möglich, die fehlerhaften Daten zu identifizieren und zu korrigieren. Der Datenvergleich erbrachte folgende Ergebnisse:

Zwischen Murten- und Neuenburgersee ergeben sich aus den vorliegenden Daten vier Höhendifferenzen: Generalkarte 1834 30 cm, Stryiensky-Karte 1850 20 cm, Stengel-Karte

1854 30 cm und Dufour-Karte 1860 10 cm. Zwischen Neuenburger- und Bielersee sind es drei Höhendifferenzen: Generalkarte 1834 90 cm, Dufour-Karte 1845 100 cm, Stengel-Karte 1854 57 cm. Diese Einzelwerte zeigen folgende Tendenzen an: Die Differenz der Seespiegel-Höhe von Murten- und Neuenburgersee ist eher kleiner als 30 cm (Durchschnittlich 22,5 cm), die von Neuenburger- und Bielersee liegt eher über 60 cm (Durchschnittlich 82 cm). Aufschlussreicher sind die Berechnungen aus den Tageswerten. Im Durchschnitt liegen die betreffenden Werte des Murtensees vom 26. April 1858 bis 31. März 1876 nur 1 cm über denen des Neuenburgersees. Für die Extremwerte leitet sich ab, dass der Seespiegel des Murtensees im Maximum 1,39 m über dem des Neuenburgersees lag und 0,41 m unter diesem. Das bedeutet, dass die Broye also zeitweise auch in umgekehrte Richtung floss. Anhand der vorhandenen Messreihen liesse sich viel zur Abflussdynamik zwischen den Seen ableiten. So steigt etwa der Seespiegel des Murtensees schneller und höher an als derjenige des Neuenburgersees. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass der Murtensee im Verhältnis zum Einzugsgebiet kleiner ist als der Neuenburgersee, aber eventuell auch mit daran liegt, dass die Broye einen weniger raschen Abfluss ermöglicht als es bei der Zihl vom Neuenburger- in den Bielersee der Fall ist.

³⁴ Nebst der alten Höhe des Repère de Niton (RPN) gab es noch den Bezugswert des Noc de la Douane d'Yverdon, welcher für den RPN umgerechnet eine Höhe von 374,052 m ü. M. ergäbe, also 0,452 m zu hoch wäre.

³⁵ Peter 1922.

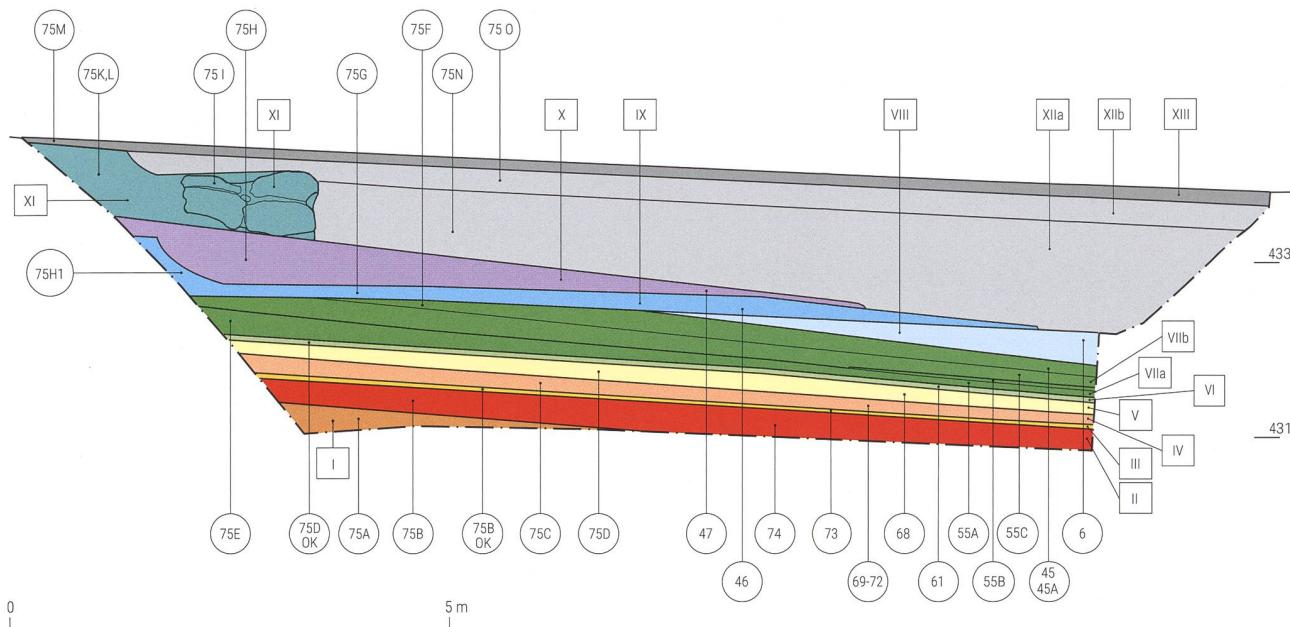


Abb. 9 Murten/Ryf 43, schematische Darstellung der Schichtabfolge bzw. der Sedimentphasen im Westprofil

Chronologie der Schichten und Seespiegelstände

Der Übersichtstabelle Abb. 6 liegt die Stratigraphie der zu Phasen zusammengefassten Schichten zugrunde. Diese zeigt sich gut im West-Profil (Abb. 9), das im rechten Winkel zur Uferlinie liegt, und in der vereinfachten Harris-Matrix (vgl. Abb. 3). Gut ablesbar sind die Ableitungen beziehungsweise die Entwicklung der Seespiegelstände in der Grafik Abb. 11. Sie korreliert die mit absoluten Daten fixierten, stratigrafisch ermittelten zeitlichen Abfolgen der Sedimente (horizontale Achse) mit den jeweiligen bekannten beziehungsweise aus der Sedimentbeschaffenheit heraus abgeleiteten Seespiegelhöhen (vertikale Achse). Im Hintergrund verläuft als braune Linie die aus der Seespiegelganglinie des Neuenburgersees³⁶ abgeleitete Kontroll-Linie für den Seespiegel des Murtensees, der als 0,5 m über dem des Neuenburgersees beschrieben wurde, was nach neueren Erkenntnissen aber eher zu viel ist, um den Murtenseespiegel tatsächlich abzubilden³⁷. Seespiegelableitungen (vgl. Abb. 6 Spalte 13), für die absolute Datierungen vorliegen, sind mit roten, solche mit relativer Zeitbestimmung mit grünen Linien dargestellt; visualisiert ist also jeweils das zeitlich eingrenzbare Seespiegelmittel. Die hellblauen Bänder stellen den Seespiegelbereich dar, der sich aus den gemittelten Werten ergibt, denen, wie oben dargelegt, ebenfalls jeweils der Wert des mittleren jährlichen

Schwankungsbereichs von $\pm 0,5$ m zugeschlagen wurde. Der Seespiegelbereich kommt besonders in den stratigrafischen Phasen zum Tragen, für welche keine absoluten Datierungen vorliegen. In diesen Fällen grenzen die benachbarten, absolut datierten Phasen den Schwankungsbereich chronologisch ein. Unterhalb des Korrelationsfeldes nimmt ein Zeitstrahl den Ablauf der Zeitphasen beziehungsweise Schichtungsabfolgen auf (Rot: absolut datiert, Grün: nur relativ-chronologisch bestimmt).

Anhand der in der Grafik zusammengefassten Daten lässt sich die zeitliche Entwicklung der aus den Sedimentschichten abgeleiteten Seespiegelstände darstellen. Deutlich erkennbar ist der bereits besprochene langfristige Anstieg des Seespiegels seit dem 1. Jt. v. Chr. Im Detail sind starke Schwankungen zu verzeichnen. Gut dokumentiert sind starke Schwankungen vom Frühmittelalter bis zur Juragewässerkorrektion: Von 500 bis etwa 1000 n. Chr. steigt der Seespiegel an. Danach ist bis um 1400 ein leichter Rückgang feststellbar, bis er im 16. Jahrhundert wieder ansteigt, und zwar auf das höchste hier festgestellte Niveau. Im 18. Jahrhundert liegt der Seespiegel wieder in einem eher mittleren Bereich, nur leicht höher als zu Beginn der ersten Messungen in der Mitte des 19. Jahrhundert. Gemäss den aufgeführten Daten schwankt der Seespiegel des Murtensees vom Frühmittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhundert zwischen seinen mittleren Extremwerten um 3 m.

³⁶ Thew 2016, 15 Abb. 2-4.

³⁷ Ebd. 23.

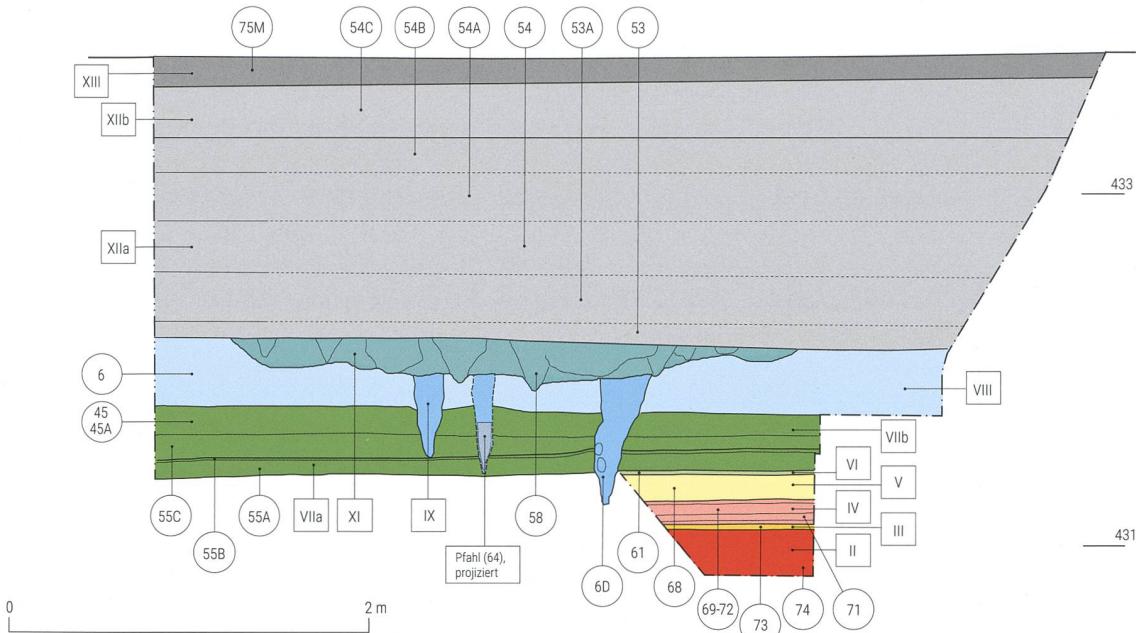


Abb. 10 Murten/Ryf 43, Schematische Darstellung der Schichtabfolge bzw. der Sedimentphasen im Nordprofil

Bei den absoluten Datierungen muss man eine extrem unregelmässige Verteilung in Rechnung stellen. Daten sind vor allem für die Seespiegelstände ab dem Frühmittelalter vorhanden. Abgesehen von den mittelalterlichen Schichten liegt für die vormodernen Seespiegelableitungen nur noch eine absolute Datierung vor, nämlich für die Frühbronzezeit. Diese ungleiche Verteilung resultiert aus dem Umstand, dass aus dem dünnen Schichtpaket zu wenig Probenmaterial geborgen werden konnte beziehungsweise keine klare Schichtzuweisung möglich gewesen war. Gerade bei Tiefphasen erodieren insbesondere während des über mehrere Wochen und Monate andauernden Absinkvorgangs die feinen Sedimente. Für die stratigrafischen Phasen ohne absolute Daten können lediglich längere Zeiträume angegeben werden, die wie oben dargelegt über die Begrenzungsdaten der datierten Nachbarphasen fixiert werden. Zusammen mit dem Seespiegel-Schwankungsbereich ergibt dies Wasserstandsbereiche (blaue Flächen), die sich oft auch überschneiden aber letztlich ein gut lesbares Gesamtbild abgeben. Diese Ergebnisse zu den 17 stratigrafischen Phasen und Teilphasen lassen sich am besten in fünf mehr oder weniger gut eingrenzbaren Zeitabschnitten besprechen:

Abschnitt 1: Er umfasst die lediglich mit einem *terminus ante quem* der nachfolgenden Phase absolut in die Zeit vor 1690 v. Chr. datierbare Phase II. Der mittlere Seespiegel liegt bei 433 m ü. M. Die Datierung ins ausgehende Mesolithikum ist hypothetisch und

gründet auf der Überlegung, dass ein derart hoher Seespiegel, wie ihn die Kurve des Neuenburgersees³⁸ anzeigt, in prähistorischer Zeit zuletzt während des Spätmesolithikums beziehungsweise in der Zeit steigender Temperaturen im späten Atlantikum möglich erscheint (im Bereich um 6000 cal BC).

Abschnitt 2: Die nächst jüngere Phase III ist absolut datiert (1880-1690 cal BC). Der abgeleitete mittlere Seespiegel kommt mit 431,8 m ü. M. um gut einen halben Meter höher zu liegen als dies aus der Neuenburgerkurve ablesbar ist.

Abschnitt 3: Auf Phase III folgt die der Phase IV zugeordnete Position (72). Diese ist nur wenige Zentimeter dick und granulometrisch sehr fein strukturiert. Möglicherweise handelt es sich um den Rest einer bei mehreren oder länger anhaltenden Seetiefphasen abgebauten Sedimentschicht. In diese fast 2000 Jahre dauernde, nicht näher datierbare Sequenz fällt der gesamte Zeitraum von der Frühbronzezeit bis ins Frühmittelalter. Leider sind deshalb keine genaueren Angaben zu den Seespiegelständen etwa für die römische Zeit möglich, was etwa gerade auch für die vielen Fragen, die sich im Zusammenhang mit dem unten noch näher zu besprechenden Kanalbauwerk von Avenches VD (vgl. Abb. 11 Nr. 14)³⁹ stellen, hilfreich gewesen wäre. Der abgeleitete mittlere Seespiegel liegt bei 432,4 m ü. M.

Abschnitt 4: Mit sechs absolut datierten Schichten, nämlich den Phasen IV (71), VI, VIIa (55B), VIIb (55C) IX und X, ist das

³⁸ Ebd. 15 Abb. 2-4.

³⁹ Bonnet 1982.

Mittelalter (530-1400 cal AD) am besten vertreten. Die abgeleiteten mittleren Seespiegel schwanken zwischen 431,4 und 432,9 m ü. M. Die absolut datierten Werte fügen sich insgesamt gut ins Bild der Datenkurve des Neuenburgersees ein. Nur die Phasen VIIb (45, 55C) und VIII weichen stark davon ab. Allerdings sind die Phasen VIIb (45) und VIII nicht absolut datiert. Es zeigt sich zum Ende des Frühmittelalters, zwischen 900 und 1030 cal AD, eine deutliche Diskrepanz zwischen der Ganglinie des Neuenburgersees und dem abgeleiteten Seespiegel der Phase VIIb (55C). Diese Abweichung scheint bis ins 12. Jahrhundert hinein zu bestehen. Sofern die Kurve des Neuenburger Sees stimmt, könnte dies auf eine Abflusshemmung des Murtensees hinweisen.

Abschnitt 5: Der Abschnitt umfasst die Phasen XI bis XIII, also die frühe Neuzeit bis heute. Die abgeleiteten Seespiegel liegen zwischen 433,5 und dem heutigen Wert von 429,3 m ü. M. und passen gut zur Ganglinie des Neuenburgersees, wobei die letzten Phasen XIIb und XIII über historisch bezeugte Messungen berechnet wurden und folglich exakt feststehen.

40 1 Meyriez/Village u. Vieux-Manoir (Crivelli et al. 2012, Abb. 9), 2 Muntelier/Dorf, Strandweg (Mauvilly/Boisaubert 2004), 3 Muntelier/Schloss (Crivelli et al. 2012 Abb. 9), 4 Haut-Vully/Fischilling (ebd.), 5 u. 10 Murten/Segelboothafen (ebd.), 6 Muntelier/Schloss (ebd.), 7 Murten/Pantschau (ebd.), 8 Muntelier/Dorfmatte I (Wolf/Mauvilly 2004, 122), 9 Muntelier/Dorfmatte II (ebd. 124), 11 Muntelier/Steinberg (Crivelli et al. 2012 Abb. 9), 12 Muntelier/Dorfmatte II, Prügelweg (Wolf/Mauvilly 2004, 125; Mauvilly/Dafflon 2004), 13 Muntelier/Römerstrasse (Bugnon/Mauvilly 2005), 14 Avenches, Kanal bzw. Treidelweg (Bonnet 1982).

41 Gemäss Messwertanalyse der Daten vor den Juragewässerkorrektionen ergab sich für die Monatsmittelwerte ein maximaler Schwankungswert von 2 m. – Gebaut wird bei Seetiefstand und zu Zeiten, zu denen auch das Bauholz geschlagen werden kann. Gefrorene Böden und zu viel Schnee sind jedoch hinderlich, weshalb vor allem der Herbst und der frühe Frühling vor dem Anstieg des Seespiegels in Betracht kommen.

42 Die provisorisch wirkende Ausführung des Kanals spricht, dafür, dass der Kanal nur wenig genutzt und evtl. privat gebaut wurde: Bonnet 1982, 11-15, 21, 24-26.

ist davon auszugehen, dass die begehbarer Plattform der betreffenden Bauwerke, bei einem Maximalhochstand des Sees⁴¹ nur kurzzeitig unter Wasser steht und beim mittleren Seehochstand zirka 60 cm darüber liegt. Das Zentrum der Punkte in Abb. 11 markiert also das mittlere Höhenniveau des jeweiligen Siedlungsbefundes stellvertretend für den mittleren Seespiegel und den Mittelwert aus den betreffenden Nutzungszeiten. Die Datierungsspannen der Nachweise aus dem Kontext von Verkehrswegen sind als schwarze Linien eingetragen. Die Linie für den Kanal von Avenches (Nr. 14) repräsentiert den auf 431,4 m ü. M. abschliessenden Gehhorizont des Treidelwegs und den möglichen Nutzungszitraum ab 123 n. Chr. bis zum Ende des 2. Jh. n. Chr.⁴², während dessen der Seespiegel tiefer gelegen haben muss. Die Sohle des Kanals liegt bei durchschnittlich 430,8 m ü. M., was eine Tiefe von nur 60 cm für den Kanal ergibt. Damit der Kanal (zumindest saisonal) Wasser führte beziehungsweise als solcher nutzbar war, muss der Seespiegel über 431 m ü. M. und ausserdem unter dem Gehniveau des Treidelwegs gelegen haben. Die Nutzung des Kanals dürfte folglich auf die recht eng begrenzte Zeitspanne um den mittleren Seespiegelstand von 431,1 m ü. M. beschränkt geblieben sein. Dabei gilt es zu beachten, dass sich diese Höhenangaben auf die dokumentierten Niveaus zur Zeit der Ausgrabungen beziehen. Nicht klar zu beziffern sind Setzungsbewegungen, die in unbekanntem Ausmass beim Austrocknen von Torfschichten im Untergrund wirken. Solche Untergrundsetzungen können nach Ausweis der Verhältnisse zwischen den Juragewässerkorrektionen bis über einen Meter betragen. Zählt man als Korrekturfaktor einen Durchschnittswert von 0,5 m für solche Setzungsbewegungen im Kanalbereich hinzu, ergeben sich die folgenden, in der Grafik umgesetzten Werte: Benutzungsniveau (Treidelweg) 431,9 m ü. M. und mittlerer Seespiegel 431,6 m ü. M. Für das römische Strassenstück von Muntelier (Nr. 13) liegt eine über stratigrafische Interpolation ermittelte Datierungsspanne von 25 bis 250 n. Chr. vor und der Prügelweg ist dendrochronologisch datiert in die Jahre 2721 und nach 2700 v. Chr. Beim römischen Befund liegt das durchschnittliche Benutzungsniveau bei 432,8 und für den Prügelweg bei 431,2 m ü. M.

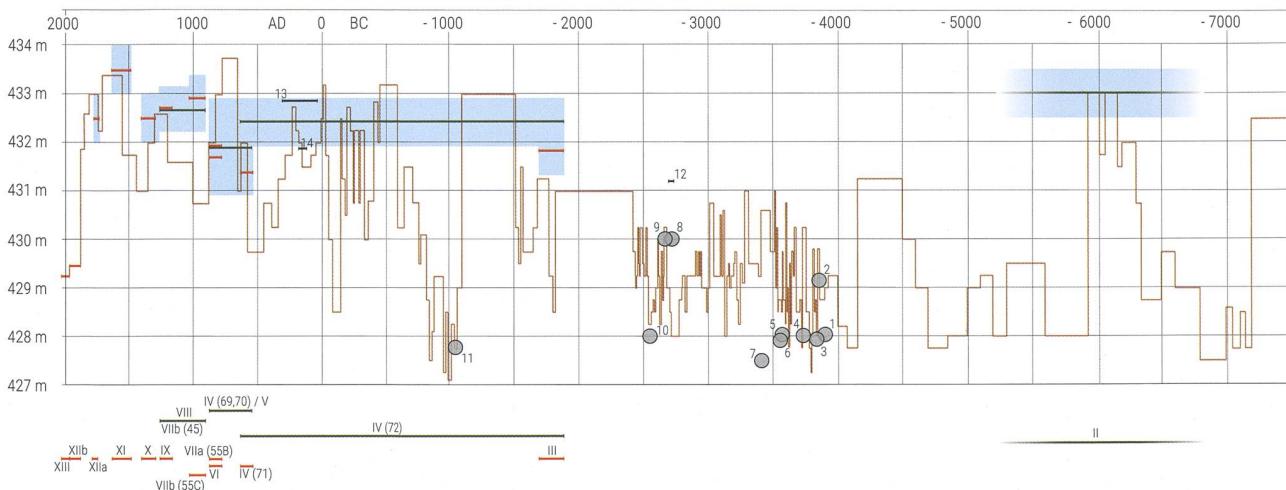


Abb. 11 Grafik zur Seespiegelsituationen am Murtensee/Ryf 43. Im Zeitstrahlfeld unten die relative Abfolge der Sedimentphasen, im Diagrammfeld die zeitliche Entwicklung der Seespiegelstände. Braune Linie: Seespiegelreferenzkurve auf Grundlage der Werte des Neuenburgersees (nach Thew 2016); blaue Fläche: Seespiegelbereich des Murtensees; rote Balken: absolute Datierung als Grundlage; grüne Balken: relative Datierung als Grundlage; 1 Meyriez/Village bzw. Vieux-Manoir; 2 Muntelier/Dorf, Strandweg; 3 Muntelier/Schloss; 4 Haut-Vully/Fischilling; 5 Murten/Segelboothafen; 6 Muntelier/Schloss; 7 Murten/Pantschau; 8 Muntelier Dorfmatte I; 9 Muntelier/Dorfmatte II; 10 Murten/Segelboothafen; 11 Murten/Steinberg; 12 Muntelier/Dorfmatte II, Prügelweg; 13 Muntelier/Römerstrasse; 14 Avenches, Kanal bzw. Treidelweg (Lit. siehe Anm. 40)

Stellt man die für den Murtensee anhand der Grabungsdaten im Ryf und der benachbarten Fundstellen abgeleiteten Seespiegelstände den Werten des Neuenburgersees gegenüber, so zeigen sich weitgehende Übereinstimmungen in der Seespiegelentwicklung.

Anhand der Kontrollwerte des Neuenburgersees, die gemäss der oben zitierten Literatur auf umfangreichen Daten und detaillierten Ableitungen beruhen, ergibt sich, dass die aus viel lückenhafteren Grundlagen abgeleiteten Seespiegelstände im Ryf 43 stimmg sind. Es zeigt sich, dass die betreffenden Daten zu den Wasserständen beider Seen im Gleichklang funktionieren. Lediglich im Frühmittelalter scheint dies anders gewesen zu sein. Die Abweichung verweist auf eine Abflusshemmung des Murtensees. Als Grund könnten hydrologische Veränderungen im Verlandungsgürtel des Grossen Mooses, beim Seeausfluss im Osten in Frage kommen. Auch ein Hangrutsch am Nordosthang des Mont Vully wäre als Ursache einer Aufstauung denkbar, zumal das betreffende Gebiet als Rutschgebiet gekennzeichnet ist⁴³. Inwiefern etwa Biberdämme für die eventuelle Abflusshemmung des Murtensees verantwortlich gewesen sein könnten, lässt sich nicht sagen. Wahrscheinlicher als letzteres Szenario erscheint es aber, dass eine veränderte Vegetation im Einzugsgebiet der Jurarandseen für die eventuelle Abflusshemmung des Murtensees verantwortlich war. Bekannt ist nämlich, dass etwa ein Rückgang der Bewaldung Einfluss auf den Seespiegel hat⁴⁴: Werden Niederschläge aufgrund fehlender

Vegetation nicht von Pflanzen aufgenommen oder aufgehalten und fliessen also oberflächlich ab, kann dies einen Anstieg fluvialer Aktivitäten und eine erhöhte Wasserzufluss in die Seen zur Folge haben⁴⁵. Gerade in der fraglichen Zeit zwischen der Jahrtausendwende und dem 13. Jahrhundert ist ein starker Bevölkerungsanstieg zu verzeichnen⁴⁶. Dies dürfte grossen Einfluss auf den Baumbestand gehabt haben: Möglicherweise führte der grosse Bedarf an Bauholz sowie an Brennholz für Haushalte und Gewerbe (Kalkbrennereien, Schmieden, Köhlereien, usw.) lokal zu verstärkter Abholzung im Murtner und Neuenburger Umland⁴⁷.

Die Zeitstellung der Vergleichsfundstellen liegen zwar grösstenteils zwischen den absolut datierten Phasen der Grabung Ryf 43. Es ergeben sich dadurch aber leider kaum zusätzliche Interpretationsmöglichkeiten. Auch hier zeigen sich nur moderate Abweichungen vom Verlauf der Ganglinie des Neuenburgersees. In 9 von 14 Fällen liegt die Differenz unter 0,5 m. Dass sie bei den Wege- und Kanalbefunden relativ gross ausfallen, erstaunt nicht, da deren Nutzungsoberfläche bevorzugt dauerhaft über dem Wasserspiegel liegen sollte. Bemerkenswert erscheint aber für den Kanal von Avanches, dass die Ganglinie des Neuenburgersees gegen Ende der Nutzungszeit einen kleinen Anstieg des mittleren Seespiegels über das Niveau des Treidelwegs anzeigt. Zuvor liegt das betreffende angenommene Seenniveau 40 cm darunter, was auffallend gut zu den oben abgeleiteten mittleren Seespiegelhöhe des Murtensees von 431,6 m ü. M. für

43 Geologie im Geoportal Schweizerische Eidgenossenschaft online: <https://map.geo.admin.ch/> (Abrufdatum 12.05.2020).

44 Thew 2016, 27.

45 Auch ein erhöhter Neuenburgerseespiegel bedeutet für den Murtensee eine Abflusshemmung.

46 Historisches Lexikon der Schweiz online: <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D7946.php> (Abrufdatum 13.03.2020).

47 Gerber et al. 2002, 50.

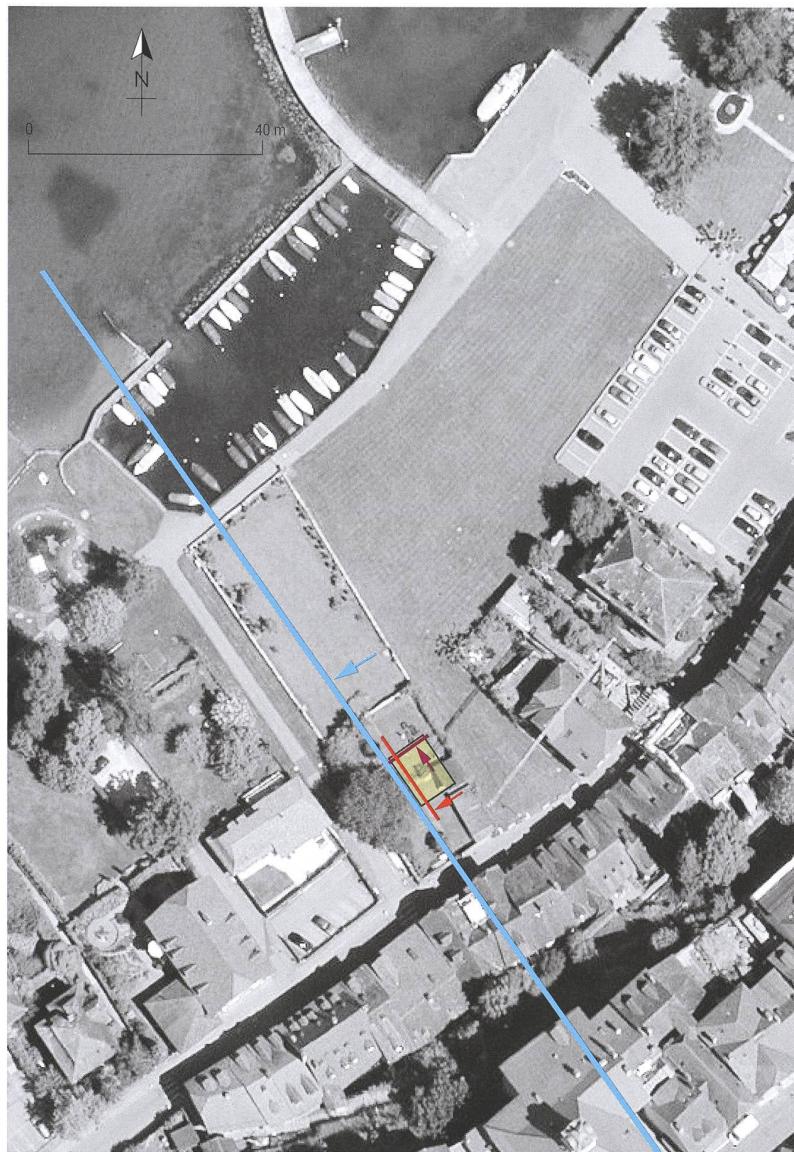


Abb. 12 Luftbild auf das Umfeld der Ausgrabungsfläche von Murten/Ryf 43 (gelbe Fläche) mit Eintragung der Hauptprofile. Hellblau: interpoliertes W-Profil; Orange: W-Profil; Violett: N-Profil
© Bundesamt für Landestopographie, Swisstopo)

die Zeit der Kanalnutzung passt. Hingegen bleibt für die Fundstelle Murten/Pantschau FR ungelöst zu postulieren, dass sie eine unrealistische Differenz von 1,7 m zwischen der Oberfläche Kulturschicht und dem angenommenen Seespiegel aufweist. Zwar zeigt die Ganglinie des Neuenburgersees einen Ausschlag in Richtung eines tieferen Seespiegels, er ist aber von deutlich kleinerer Dimension.

Konstruktive Befunde am Seeufer

Auch im folgenden Teil, welcher der archäologischen Befundssituation gewidmet ist, erleichtert die farbliche Kennzeichnung der Schichten und Positionen beziehungsweise der stratigrafischen Phasen den Zugriff auf

die Befundzusammenhänge. Die Schichtzusammenhänge sind in drei Profilen dokumentiert (zur Positionsbestimmung siehe Abb. 12), von denen das Nord- (vgl. Abb. 10) und kleine Westprofil (vgl. Abb. 9) einen guten Blick auf die Details ermöglichen. Die schematische Darstellung des durchgehenden Westprofils zeigt als Überblick den Schichtaufbau der wichtigsten Phasen und die jeweils zugehörigen Seespiegel (Abb. 13). Die Darstellung erfolgt chronologisch, von den ältesten zu den jüngsten Befunden. Am Ende jedes Abschnitts wird der jeweilige Seespiegelstand erörtert.

Am Ende des Frühmittelalters

Dem Frühmittelalter ist Phase VI (hellgrün) zuzuordnen. Zu ihr gehören die Positionen (61) und (75D-Oberfläche). Auf der leicht gegen den See hin abfallenden Oberfläche von (75D) fanden sich als früheste Zeugnisse menschlicher Aktivitäten zwei Mörtelfragmente und ausserdem zwei kleinere Holzstücke. Für letztere erbrachte die Radiokarbonmessung eine Datierung in die Jahre 670-870 cal AD und 770-990 cal AD⁴⁸. In der Umgebung der Mörtelstücke fanden sich zahlreiche Steine (Dm. 4-25 cm) und Spuren vieler vermoderter Ästchen. Beides sind Indikatoren für einen ufernahen Bereich.

In der unmittelbaren Umgebung erwartet man in dieser Zeit eher keine Bauwerke aus gemörteltem Mauerwerk, von denen die besagten Mörtelstücke herrühren könnten. Römische Besiedlung ist am Murtener Seeufer selber nicht explizit nachgewiesen, erscheint aber angesichts der Fundortdichte im Umland gut vorstellbar. Insofern könnten die Mörtelstücke von einem Bauwerk römischer Zeitstellung stammen und an das Seeufer am heutigen Ryf verlagert worden sein. Aus der nahen Umgebung liegt mit dem 2013 bei einer Luftbildprospektion vor der Grengspitze entdeckten Einbaum der Nachweis lokaler frühmittelalterlicher Aktivitäten am Seeufer vor. Er liess sich dendrochronologisch in die Jahre um 963 n. Chr. datieren und führt uns die denkbare Existenz von Anlandestellen vor Augen.

Der Seespiegel lag mit um 413,7 m ü. M. etwa auf demselben Niveau wie zur römischen Zeit und zwar nach dem Absinken der Seelinie im zeitlichen Umfeld des Kanalbaus von Avenches. Er entspricht ungefähr demjenigen 2500 Jahre zuvor in der Frühbronzezeit und ist der tiefste Seespiegel der

⁴⁸ Ua 52662: 1248 ± 26 BP und Ua 52665: 1128 ± 25 BP.

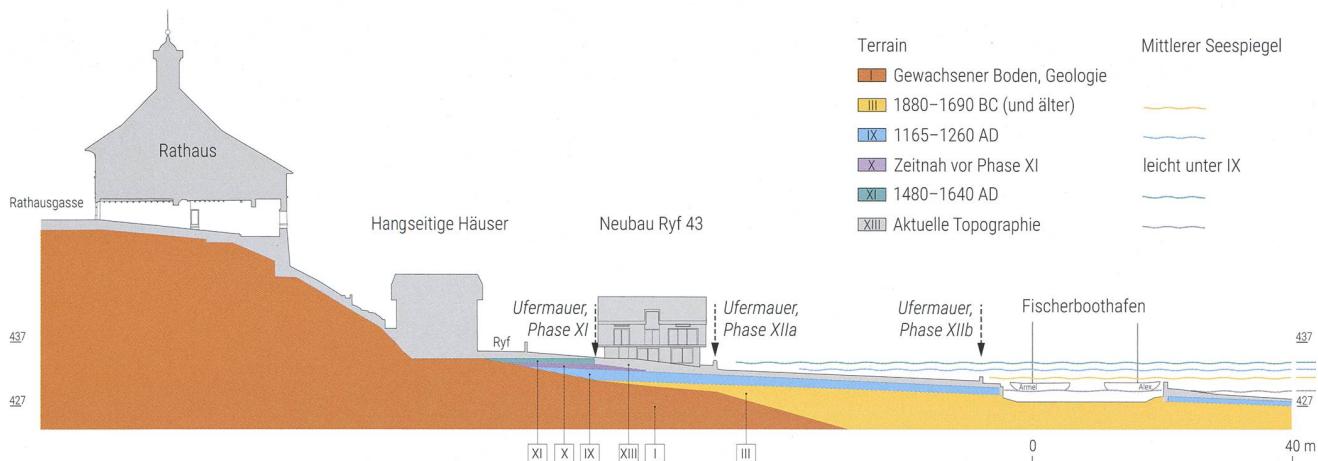


Abb. 13 Murten/Ryf 43, Schematische Darstellung der interpolierten Schichtabfolge bzw. der Sedimentphasen im interpolierten Westprofil (See bis Rathausgasse)

fünf am Ryf dokumentierten stratigrafischen Phasen mit konstruktiven Befunden.

Nutzungshorizonte mit einer Pfahlstellung im Mittelalter

Den Zeitabschnitt Mittelalter zeigt die Phase IX (Dunkelblau) an.

Zu ihr gehören die Positionen (46), (64) und (75G). Das erste flächig dokumentierte Grabungsniveau unterscheidet sich aufgrund des sandigen beziehungsweise kiesigen Substrats klar von den jüngeren Deckschichten. Die Zusammensetzung der einzelnen Teelniveaus ist unterschiedlich und reicht von fein- über grobsandig bis hin zu kiesig mit Steinen bis maximal 15 cm im Durchmesser. In der obersten kiesigen Schicht konnten einige mittelalterliche feinkeramische Gefäßscherben geborgen werden. Sie sind nahezu unverrollt, was bedeutet, dass sie entweder in grosser Wassertiefe oder in trockener Umgebung eingebettet wurden. Folglich lagen sie nicht in einer dem Wellenschlag ausgesetzten Uferzone. Beträgt man den Kontext der Fundschicht, so spricht der Befund zu den unten beschriebenen, weiter in Richtung See platzierten Pfahlstellungen dafür, dass hier eher ein wasserferner Bereich zu lokalisieren ist. Andernfalls hatten die Pfähle weiter landeinwärts stehen müssen. Zwei homogene feinsandige Bänder gliedern das Schichtbündel in drei kiesigere Sedimentstreifen auf. Als Schwemmablagerungen weisen Erstere auf temporär erhöhte Seespiegel hin, infolge derer eine Verschiebung der Uferlinie landeinwärts um zirka 20 m ableitbar ist. Angesichts des Strandplattengefälle von 8% würde dies in der Marge eines temporären Pegelanstiegs von bis zu 1,5 m liegen, was gut vorstellbar ist.

Auf dem Niveau von Phase VIIb (Dunkelgrün), sind einige Pfahlnegative dokumentiert (Abb. 14; vgl. Abb. 10 Pos. (6D) und (64)). Ihre sandigen Verfüllungen setzen sich vom umgebenden Substrat farblich und aufgrund der gröberen Korngrösse meist gut ab (Abb. 15). Der Stratigrafie zufolge wurden diese Pfähle nach Phase VIII (Hellblau) und vor Phase XI (Petrol) eingetieft (vgl. Abb. 10), also im Zeitraum den die Phasen IX (Dunkelblau) oder X (Violett) repräsentieren. Fast alle Pfähle wurden gezogen. Einzige Ausnahme ist ein Pfahl, dessen Spitze beim Baggerabtrag auf das Niveau von Phase VI (Hellgrün) geborgen wurde - sie reichte knapp nicht in diese Phase hinein. Aufgrund der geringen Zahl von lediglich sieben Jahrringen war eine dendrochronologische Zeitbestimmung nicht möglich; die Radiokarbondatierung des Pfahls und je einer Knochen- und Holzkohleprobe aus stratigrafisch identischem Kontext

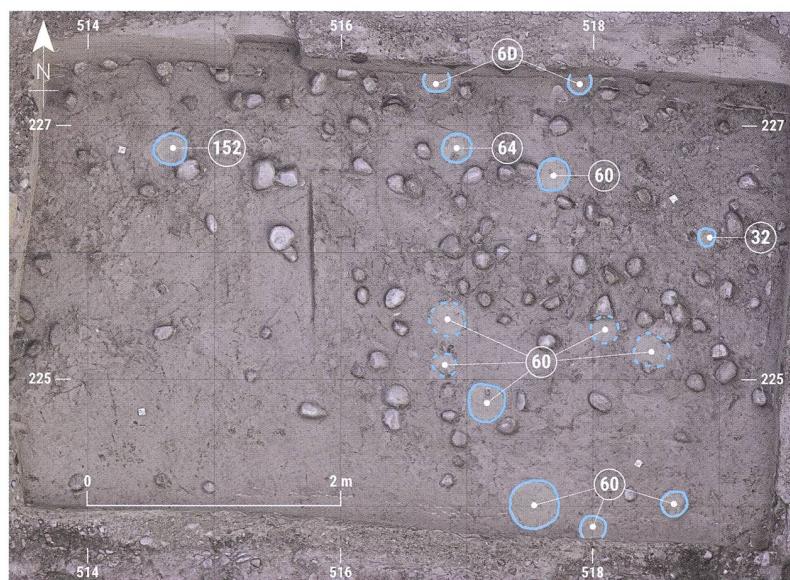


Abb. 14 Murten/Ryf 43, Orthometrische Aufnahme der Oberfläche von Sedimentphase VIIb mit Eintragung von Pfostenlöchern

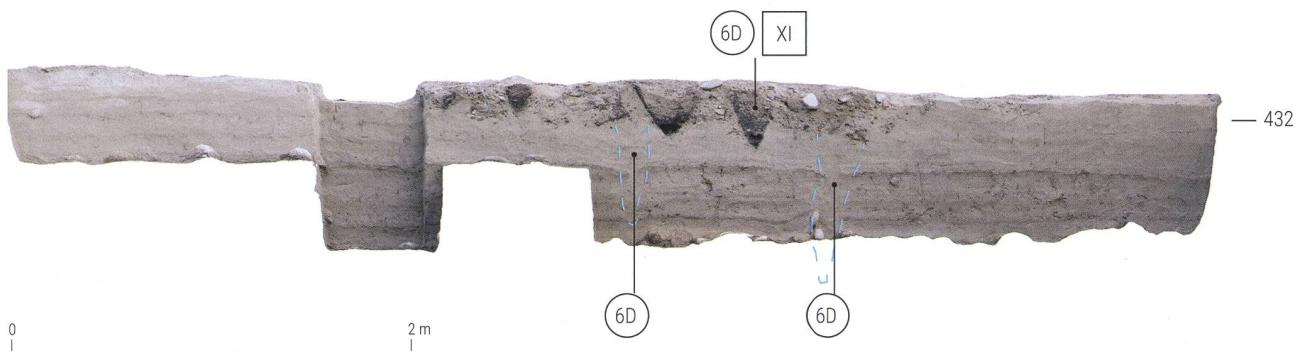


Abb. 15 Murten/Ryf 43, Orthometrische Aufnahme des Nordprofils nach dem Abtrag auf die Oberfläche von Sedimentphase VI (Hellgrün)

ergaben ein mögliches Datum zwischen 1165 und 1265 cal AD⁴⁹. Die Daten passen sehr gut zur typochronologischen Bestimmung der Keramikscherben. Da auch die Phase X (Violett) absolut datiert ist, und zwar klar jünger, kann die Zugehörigkeit der

Pfähle in Phase IX (Dunkelblau) als gesichert gelten. Eine nachvollziehbare Ausrichtung der Pfahlstellungen liess sich nicht ablesen (vgl. Abb. 14), es wird sich also kaum um einen Steg oder dergleichen gehandelt haben. Vielleicht dienten die Pfhäle zum



⁴⁹ Holzprobe Ua 52664: 818 ± 25 BP, 12-1260 cal AD; Knochenprobe Ua 52656: 847 ± 25 BP, 1165-1220 cal AD und Holzkohleprobe Ua 52658: 841 ± 25 BP, 1165-1225 cal AD. Mögliches Datum für diese Phase 1165-1260 cal AD.

Abb. 16 Parzellenplan im Bereich Murten/Ryf 43 mit Eintragung der Pfosten- und Pfahlstellungen zu Sedimentphase IX (Dunkelblau) und der für diese Zeit ermittelten Uferlinie. Grau: bestehende Gebäude; schraffiert: Neubau Ryf 43



Abb. 17 Murten/Ryf 43, Blick auf das Westprofil mit massiven Steinblöcken einer Mauer in situ

Festmachen von Ruderbooten, Barken oder kleineren Segelbooten, nachdem man sie einige Meter weit ans Trockene gezogen hatte, und standen dafür nur jeweils für kürzere Zeit zur Verfügung. Die dokumentierten Standorte passen eher zu einem temporär tiefen Seespiegel um 432 m ü. M. oder sogar tiefer.

Die dokumentierten und datierten Befunde der mittelalterlichen Phasen liegen im Zeitfeld der auf die 1170er beziehungsweise 1180er Jahre veranschlagten Gründung der Stadt Murten⁵⁰. Mit den Befunden am Ryf erfassen wir also erstmals einen kleinen Teil der Ufersituation aus der Gründungszeit der Stadt (Abb. 16).

Einige Details zum oben genannten Pfahl liefern interessante Informationen über seine Erhaltungsumstände: Von der Länge sind 30 cm erhalten, davon 18 cm zugespitzt; die Holzart ist Erle. Erle zählt neben der Eiche zu den europäischen Hölzern, die sich unter Wasser am besten erhalten. Die Oberkante des Pfahlrests entspricht dem Niveau des tiefsten Wasserstands. Daraus folgt, dass das Durchnässungsniveau nach zirka 1300 n. Chr., also die Zeit, die die Radiokarbonatierung des Pfahls anzeigt, nicht mehr unter 431,7 m ü. M. sank. Allerdings muss dieses Niveau nicht zwingend mit dem Seespiegel identisch sein. So sorgt die auf Kapillarwirkungen zurückzuführende so genannte Bodenwasserspannung seit der künstlichen Absenkung der Seespiegel und den Aufschüttungen des 19. Jahrhunderts für die Durchnäsung des Untergrunds. Grundsätzlich zeigen die Daten,

dass der Murtenseespiegel vom Frühmittelalter bis zum 13. Jahrhundert im Durchschnitt um einen Meter gestiegen ist.

Ufermauer und Wellenbrecher von einer frühneuzeitlichen Anlandestelle

In die Frühe Neuzeit gehört die Phase XI (Petrol) mit den Positionen (58), (75I), (75K) und (75 L). Nachgewiesen sind Reste einer massiven, trockengemauerten Uferverbauung, die nach Auskunft des Baggerführers in östliche Richtung bis zirka in die Mitte des Aushubbereichs hineinreichte. Im von den Aushubrändern vorgegebenen Ost- und Südprofil war die Mauer nicht sichtbar. Sie ist gefügt aus Moränenmaterial, nämlich grossen Geröllsteinen und -blöcken, sowie Blöcken aus Haute-Rive-Kalk (Abb. 17) mit Kalibern von bis zu 1,5 m im Durchmesser. Die Mauerfugen sind verfüllt mit Kies unterschiedlicher Korngrösse, vermischt auch mit wenigen Baukeramikfragmenten. Kleinere Fragmente von Ofenkeramik des 15. Jahrhunderts, die zwischen den Steinen der Verbauung gefunden wurden, liefern eine grobe Datierung in die Zeit um 1600 n. Chr. Die Mauer setzt auf einem heterogenen, steinigen bis feinkiesigen Material ab, das keine Schichtung aufweist. Es handelt sich um eine gezielt eingebrachte Aufschüttung, die als eine eigene Phase X (Violett) angesprochen wird. Diese Aufschüttung erbrachte leider keine Funde; die Radiokarbonbestimmung eines Holzkohlestücks verweist in die Zeit zwischen 1290 und

⁵⁰ Vgl. Schöpfer 2000, 141-151 u. 212 f.



Abb. 18 Murten/Ryf 43, Oberfläche nach Abtrag der modernen Deckschichten mit den sich abzeichnenden Pfosten- und Pfahlstellungen am nördlichen und östlichen Grabungsfächenrand

1390 cal AD⁵¹, was erwartungsgemäss deutlich älter ist als die Mauer und die Hypothese stützt, dass das Aufschüttungsmaterial aus einem älteren Kontext stammt.

Die Überreste der Pfosten und Pfähle aus der Phase XI (Petrol) zeigen eine lineare Anordnung (Abb. 18). Erfasst wurde die innere, also ufernahe sowie im Ansatz die zugehörige äussere, dem offenen Wasser zugewandte Begrenzung einer WO-orientierten, also parallel zum Seeufer verlaufenden Holzkonstruktion. Sie biegt in der Nordostecke des Grabungsausschnitts nahezu rechtwinklig landeinwärts ab. Das recht aufwendige Bauwerk wird als Wellenbrecher zu interpretieren sein. Für einen Steg wären weniger und regelmässiger angeordnete Pfosten und Pfähle zu erwarten gewesen. In unmittelbarer Umgebung der Hölzer ist verstärkt kiesiges Material dokumentiert (vgl. Abb. 15). In der Nähe der Hölzer von Uferbauwerken ist das Material immer grobkörniger als das Sediment selbst, denn beim Umspülen der Pfosten und Pfähle entstehen Wirbel, die die feineren Sedimentpartikel auswaschen. Die Befunde wurden in aktuell zwei Metern Tiefe erfasst und lagen damit ausserhalb der Möglichkeiten von Sondierungen. Es konnten folglich keine Informationen zur weiteren

Lokalisierung beziehungsweise Ausdehnung des Befunds gesammelt werden. Von den Hölzern war kaum etwas erhalten - die noch vorhandenen Resten besitzen dunkle, feine, faserige, torfartige Struktur -, weshalb keine Dendrodatierung möglich war. Die aus der Radiokarbonmessung erschlossene Datierung Datum lautet 1480-1640 cal AD⁵². Innerhalb dieser Zeitspanne ordnet sich auch die Ofenkeramik aus dem Ufermauerwerk ein.

Gesicherte Aussagen zu Aussehen, Ausdehnung und genauerer Funktion der Baustrukturen sind angesichts des recht kleinen Grabungsausschnitts nicht möglich. Die Stadtansicht von M. Martini aus dem Jahr 1609 zeigt im Uferbereich des Ryf eine Holzpalisade die den gesamten Hafen umschliesst. Landwärts besteht ein Durchgang mit abwinkelnder Palisade (Abb. 19). Einen weiteren Hinweis liefert ein Stich von 1794 mit der Ansicht Horgens vom Zürichsee aus (Abb. 20). Gut erkennbar ist eine in den See hineingestellte zangenförmige Holzkonstruktion vor der teilweise gemauerten Uferlinie. Den Murtener Befund lässt sich sehr gut mit einer Uferverbauung aus vorgelagertem Wellenbrecher und Ufermauer in Einklang bringen; Abb. 21 zeigt den hypothetischen Grundriss dazu.

⁵¹ Holzkohleprobe Ua 52659:
635 ± 25 BP.

⁵² Holzprobe Ua 52663: 334 ± 25 BP.

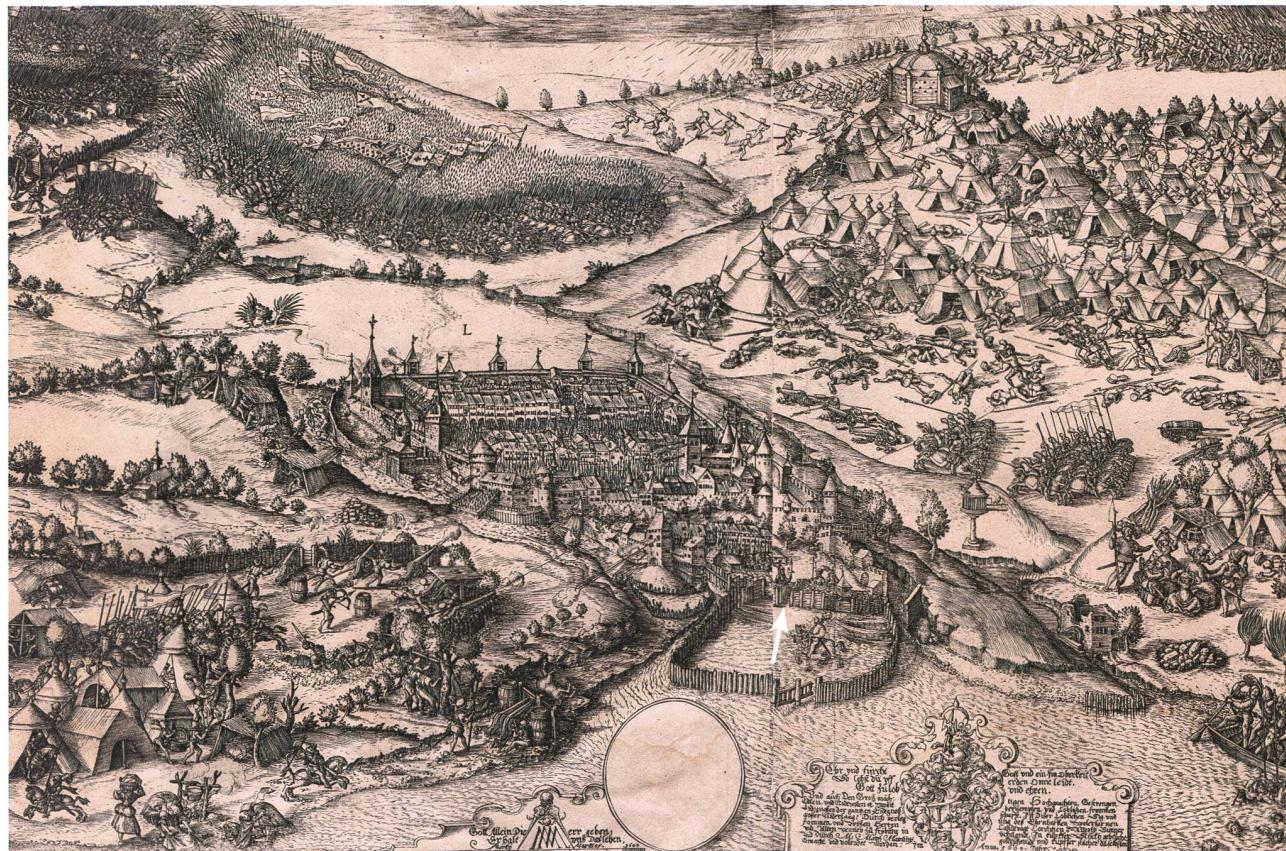


Abb. 19 Stadtansicht von Murten mit den den Hafen einschliessenden vorgelagerten Palisadsensituation. Stich von M. Martini, 1609 (Privatsammlung M. Rubli, Murten)

Eine frühe Ufermauer ist durchaus denkbar, denn um 1600 entstehen in der Stadt auf dem Hochufer in der seeseitigen Häuserzeile der Rathausgasse die ersten Steinbauten⁵³ und auch im Ryfquartier gehören Steinbauten zum Siedlungsbild. So stammen Teile des Kernbaus von Haus Nr. 54 aus der

Zeit um 1300⁵⁴ und das Nachbarhaus Nr. 52 wurde nachweislich 1555 als zweigeschossiges Gebäude in Stein und mit einem in den Hang hineingesetzten Keller beziehungsweise kühlen Lagerraum errichtet⁵⁵. Gut möglich, dass der Kelleraushub für ein solches Haus in der Ryf das Material für die



Abb. 20 Stadtansicht von Horgen. Heinrich Bruppacher, 1794 (Zentralbibliothek Zürich, Graphische Sammlung und Fotoarchiv, 07.03.2019, Nr. 882)

⁵³ Kündig 2004, 202-209.

⁵⁴ Ebd. 148.

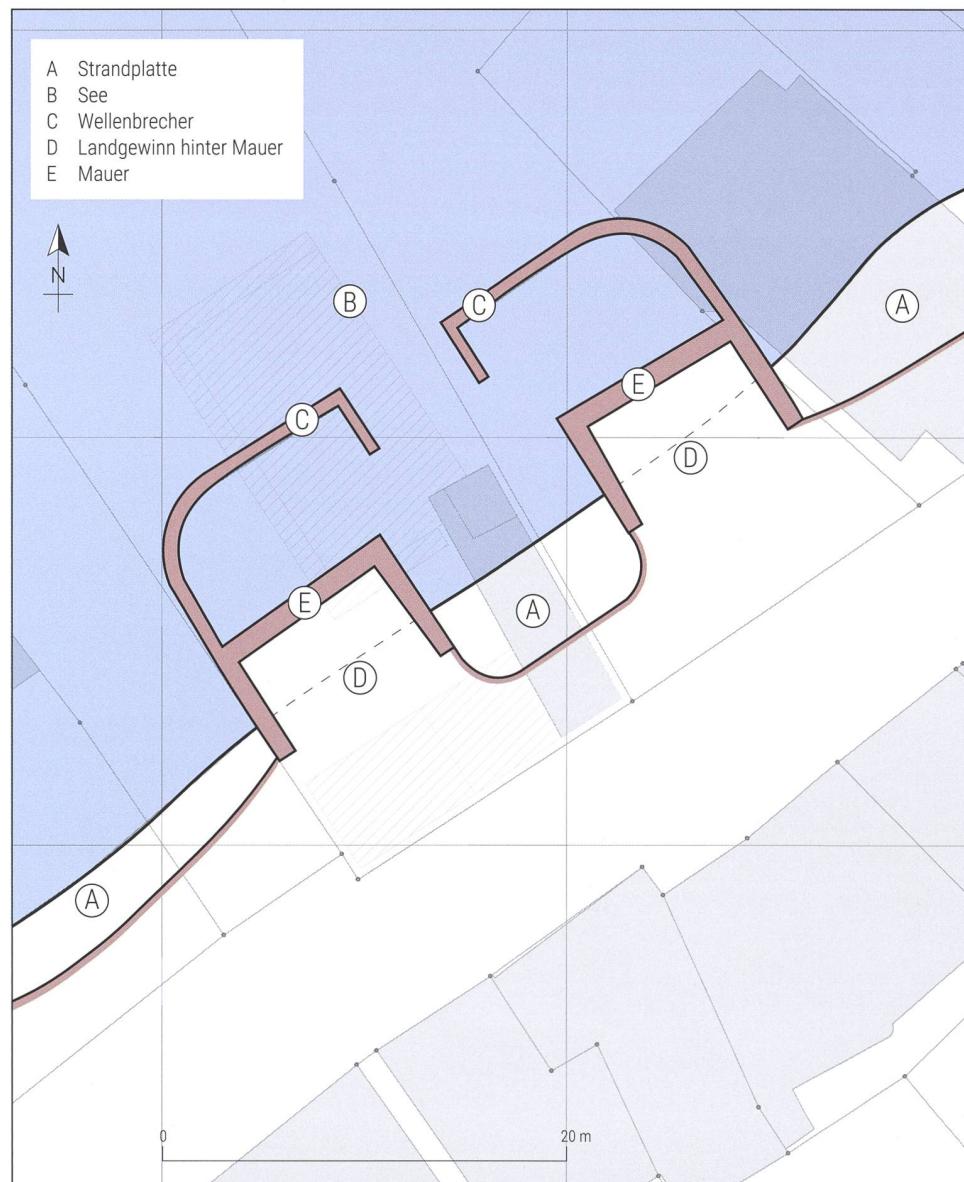
⁵⁵ Ebd.

Aufschüttungen im Bereich der Ufermauer lieferte (der Seespiegelstand in dieser Zeit war mit einem Mittelwert um 433,5 m ü. M. sehr hoch).

Gärten ab dem 18. Jahrhundert

In die jüngere Stadtgeschichte gehört die Phase XIIa (Hellgrau), die sich aus den Positionen (53), (53A), (54), (54A), (54B) und (75N) zusammensetzt. Wiederkehrende Hochwasser verhinderten, dass der Platz zwischen der heute hangseitigen Häuserzeile und dem Ufer dauerhaft nutzbar war. Mit Aufschüttungen, die seeseitig und bisweilen auch umlaufend mit Mauern gesichert und geschützt wurden, verstand es die Bevölkerung zusätzlich Land zu gewinnen. Im

Ryfquartier war dieses sonst nur spärlich vorhanden. Der Plan von Johann David Visaula von 1734 zeigt erste Bestrebungen Gärten anzulegen (Abb. 22). Eine in diesem sehr genauen Plan dargestellte, in den See hineinreichende Mauer entspricht nicht unserem Befund: Sie liegt deutlich weiter seewärts als die archäologisch dokumentierte Mauer von Phase IX (vgl. Abb. 21). Die eigentlichen Aufschüttungen mit zugehörigen Stützmauern sind allerdings erst im Plan vom Geometer Jacques Francois Bochud von 1772 erkennbar (Abb. 23). In einem Kupferstich von 1780 (Abb. 24)⁵⁶ ist genau jene Umfassung zu sehen, welche den damaligen südlichen Teil der Parzelle zum Haus Nr. 43 umgibt und gegen Hochwasser schützt. Die Mauern sind so ausgeführt, dass selbst bei erheblichen Seespiegelschwankungen die



⁵⁶ Aus B. F. Baron de Zurlauben, *Tableaux topographiques de la Suisse*, 1780-1786.

Abb. 21 Hypothetische Grundrissrekonstruktion zur Uferbebauung im Umfeld von Murten/Ryf 43 anhand der Befunde von Sedimentphase XI (Petrol). Grau: bestehende Gebäude, schraffiert: Neubau Ryf 43

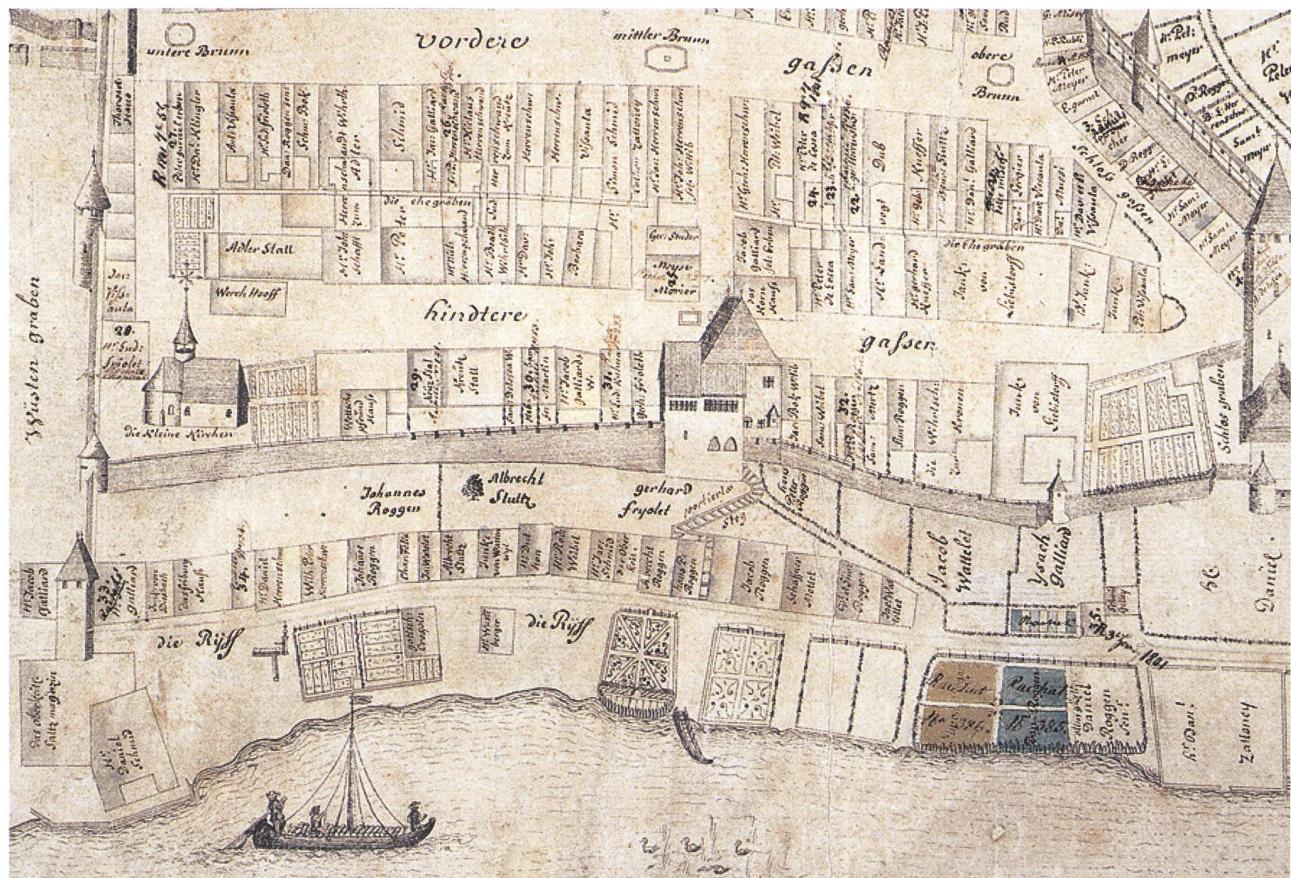


Abb. 22 Ausschnitt aus dem Murtner Stadtplan von Johann David Vissaula, 1734 (Stadtarchiv Murten)

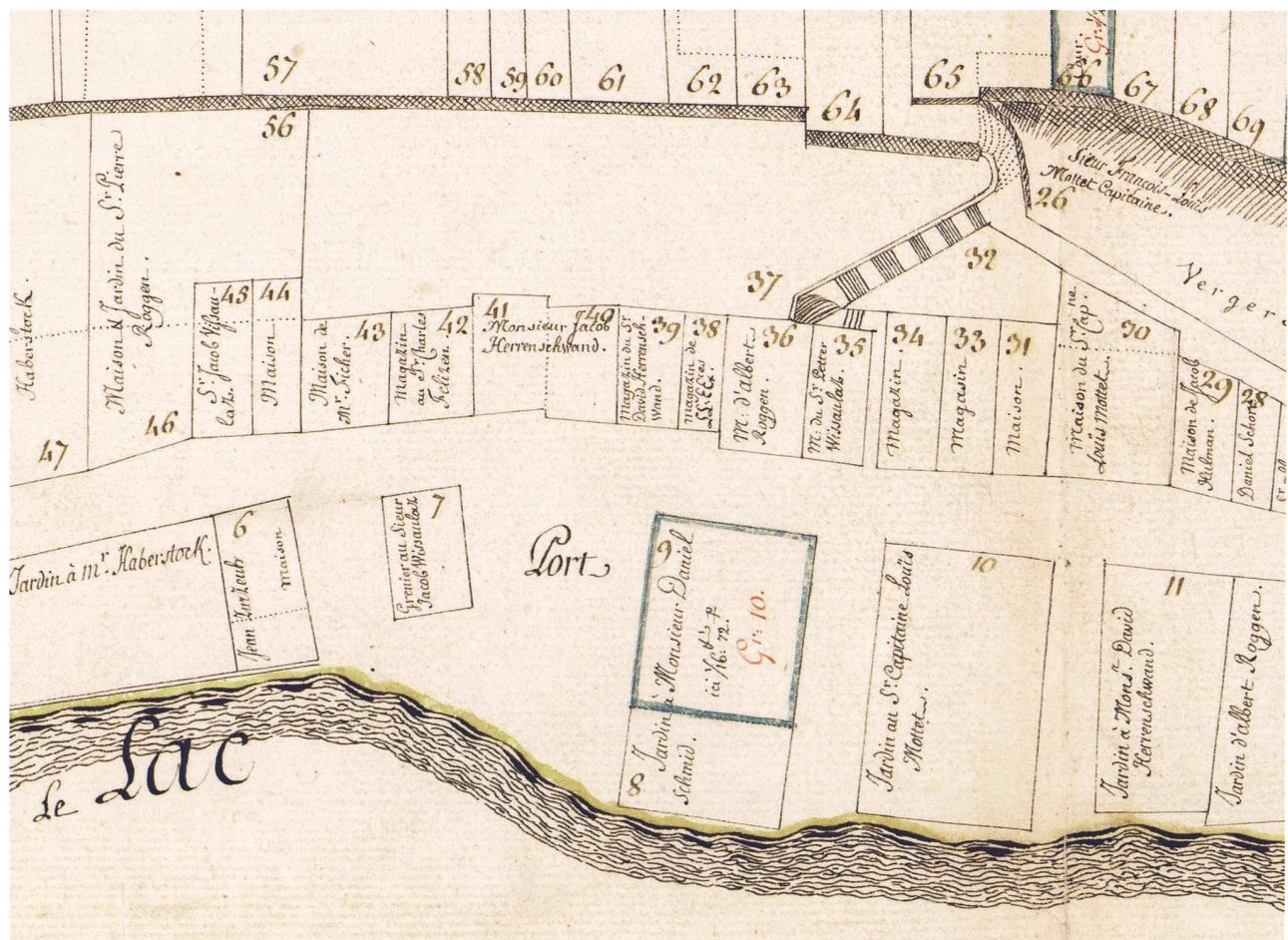


Abb. 23 Ausschnitt aus dem Zehntenplan von Jacques Francois Bochud, 1772 (Staatsarchiv Freiburg, Stadtarchiv Murten)



Abb. 24 Stadtansicht von Murten, Stich von François Nicolas Barthélémy Dequevauvillier, 1780 (Privatsammlung Ch. Kündig, Bern)



Abb. 25 Stadtansicht von Murten, Stich von Julius Zimmermann, 1875 (Privatsammlung Ch. Kündig, Bern)

Gärten trocken bleiben. Die bis heute erhaltene Umfassungsmauer aus dieser Zeit ist als Phase XIIa im Luftbild eingezeichnet (Abb. 26). Diese neue Ufersituation fällt übrigens zeitlich mit dem Bau der neuen Ryfstrasse zusammen⁵⁷ und illustriert, wie sich das Quartier in dieser Zeit weiterentwickelte.

Landgewinn mit den Juragewässerkorrektionen

In die Zeit der ersten Juragewässerkorrektion gehört die Phase XIIb (Hellgrau) mit den Posi-

tionen (54C) und (75-O). Die erste Juragewässerkorrektion startete nach langen Vorbereitungen und zähen Verhandlungen letztlich im Jahr 1868 und dauerte bis 1891⁵⁸. Die Auswirkungen auf den Seespiegel schlügen sich ab dem Jahr 1876 zusehends nieder. Das mittlere Seespiegelmaximum sank innerhalb von knapp vier Jahren von 433,04⁵⁹ auf 428,41 m ü. M. und der mittlere Seespiegel auf 429,45 m ü. M. Allerdings nahmen die Schwankungen zu, nämlich von 2 m auf 3,6 m (vgl. Abb. 8). In der Stadtansicht, gestochen von Julius Zimmermann 1875 (vgl. Abb. 25), meint man schon ein Zurückweichen des Seespiegels erkennen



Abb. 26 Luftbild der Uferzone im Bereich Murten/Ryf 43 mit den Gartenbereichen der Phasen XIIa, XIIb und Eintragung der Uferlinien um 1750 und 1876 (© Bundesamt für Landestopographie, Swisstopo)

⁵⁷ Zur Entwicklung des Ryfquartiers siehe Schöpfer 2000, 213-216.

⁵⁸ Rubli 2004.

⁵⁹ Berechnet aus den Jahreswerten der Monatsmittel in einem Beobachtungszeitraum von 18 Jahren vor der Korrektion.



Abb. 27 Stadtansicht von Murten mit Blick auf die direkt an die Uferlinie reichende Gartenmauer im Vordergrund. Foto von 1910 (Privatsammlung M. Bart, Murten)

zu können. Reste des kleinen Gebäudes, das im Stich von 1875 landseitig in der hinteren linken Ecke des Gartens zu sehen ist (vgl. Pfeil in Abb. 25), sind übrigens noch in der bestehenden Gartenmauer erhalten. Der mit der ersten Juragewässerkorrektion erzielte Landgewinn umfasst je nach Gefälle der Uferplatte zirka 40 m ab der Uferlinie. Eine Fotografie von 1910 zeigt, wie die Garten-einfriedung gegen das neue Ufer hin verlängert wurde (Abb. 27). Im Luftbild (vgl. Abb. 26) bezeichnet Phase XIIb diese Mauersitu-
ation. Der im Luftbild erkennbare kleine Fischerboothafen wurde um 1930 angelegt und zwar 70 m ablandig von seinem mutmasslich ersten Vorgänger und 700 Jahre nach diesem.

Phase XIII (Dunkelgrau) mit Position (75M) repräsentiert den Befund im zeitlichen Umfeld

der zweiten Juragewässerkorrektion. Aufgrund der ersten Korrektion veränderte sich der Grundwasserspiegel. Die Bodenniveaus sanken vielerorts und wurden infolge der nun grösseren Schwankungsamplitude oft über-schwemmt. Dies Abzustellen war unter anderem Auslöser der zweiten Juragewässerkorrektion, die man 1962 in Angriff nahm und bis 1973 umsetzte. Die Monatsmittelwerte des Seespiegels pendeln seit 1983 zwischen 429,1 und 429,5 m ü. M. mit einem Maximum bei 430,4 und einem Minimum von 428,8 m ü. M.⁶⁰. Für den Murtensee kann der November 1966 als Beginn der stabilen Verhältnisse nach der zweiten Korrektion angesehen werden. Der Mittelwert beträgt seither 429,26 m ü. M. (vgl. Abb. 7). Der direkt nordöstlich des Grabungsbereichs angelegte Fährschiffhafen entstand in der heutigen Form am Ende der 1960er Jahre.

60 Siehe Anm. 21.

Fazit

Die Auswertung beziehungsweise Interpretation der Ausgrabungsergebnisse im Ryf 43 folgte zwei Strängen, nämlich Ersstens dem Nachweis historischer und vorhistorischer Seespiegelsituationen sowie Zweitens der Deutung der Baubefunde. Für letztere ergibt sich das relativ klare Bild einer seit dem Mittelalter von der Seeufersituation geprägten stadtnahen Bebauung. Komplexer gestaltete sich die Bearbeitung der Seespiegelthematik, denn hier wirken sehr viele, nicht immer klar zu benennende und in ihrem Umfang einschätzbare Parameter. Die hier vorgestellten Resultate zum Murtensee liessen sich Dank einer kürzlich erschienenen umfangreichen Aufarbeitung zur Frage der Seespiegelschwankungen am Neuenburgersee gut einer Plausibilitätskontrolle unterziehen. Es zeigt sich, dass es lohnend wäre, eine einheitliche Methodik zur Bestimmung von Seespiegelständen anhand von Sedimentsituationen zu entwickeln, die für alle Fundstellen gültig wäre. Die Vergleichbarkeit und Überprüfbarkeit der Resultate ist Voraussetzung für allgemeingültige das heisst über den punktuellen Befund hinausgehende Aussagen. Eine solche Standardisierung könnte sich an folgenden Parametern orientieren:

- Typenbildung von Positionierungen am See anhand verschiedener Kriterien, wie Wind- und Wellenexponiertheit, Entfernung zu Ab- und Zuflüssen, der Neigungsbereiche der betreffenden Uferzonen
- Klassifizierung der Sedimente mit ermittelbaren Bezugsdaten zur Wassertiefe. Zu berücksichtigen wäre jeweils die Positionierung im Uferbereich.

Von grosser Bedeutung für die Interpretation der Seespiegelstände ist die Bewertung der Extremwerte mit Blick auf ihre Abhängigkeit von der Topografie. Zu jedem See gibt es nämlich einen maximalen und einen minimalen möglichen Seespiegel. Selbst bei anhaltenden Extremniederschlägen kann ein Maximum nicht überschritten werden und bei grosser Trockenheit geht irgendwann Wasser nur noch durch verdunsten verloren, wenn das tiefste Abflussniveau erreicht ist. Diese Werte sind interessant, weil ein Überschreiten der Extremwerte Veränderungen der Topografie anzeigen. Als mögliche Gründe solcher Veränderungen

wären geologische und hydrografische Faktoren im Einzugsgebiet beziehungsweise im Abflussbereich abzufragen, also insbesondere Hangrutschungen, Aufschüttungen durch Geschiebe von Flüssen und Bächen und den damit verbundenen Veränderungen von Fließeigenschaften der zuführenden beziehungsweise abführenden Gewässer bis hin sogar zu sich verlagernden Bach- und Flussläufen oder Verlandungen mit der Bildung von Mooren und Hochmooren. Weiterhin ist an Veränderungen der klimatischen Verhältnisse zu denken, vor allem aber auch an lokale Eingriffe durch Tiere (Biberdämme) und Menschen. Zu den anthropogenen Einflüssen gehören etwa grossflächige Rodungen oder das Anlegen und die Pflege von Monokulturen.

Grundlegend ist auch die Analyse historischer Messdaten, die auch etwa vor jeweils eventuell durchgeführter künstlicher Wasserstandsregulierung ermittelt wurden. Anhand von Messreihen, die sich aus über Jahrzehnten gesammelten Daten zusammensetzen, lässt sich besser verstehen, wie sich ein See bei kurzzeitigen und jahreszeitbedingten Schwankungen verhält. Auf dieser Grundlage können Mittel- und Extremwerte besser eingeordnet werden.

Bei der Vielfalt einflussnehmender Faktoren, gilt es außerdem zu fragen, welche dominant sind, welche sich gegenseitig verstärken und welche sich unter Umständen neutralisieren. So ist es beispielsweise gut vorstellbar, dass ein klimabedingtes allgemeines Ansteigen eines Seespiegels mit den daraus resultierenden erhöhten Abflussmengen die verstärkte Erosion des Flussbetts im Bereich des Seeausflusses zur Folge hat. Dieses wiederum kann mehr Wasser aufnehmen, die Abflussmenge nimmt überproportional wieder zu und der Seespiegel sinkt unter ein Mittelmass. Bilden sich in diesem Vorgang Schwemmkegel kann sich die Abflussmenge wieder plötzlich verringern, eine Abflusshemmung entsteht. Dieses Beispiel soll die Komplexität des Themas aufzeigen. Dennoch wird es möglich sein, gerade auch solche Lokalereignisse besser zu erfassen, sobald sich Dank einer Standardisierung der Dokumentation, der Auswertung und der Weitergabe der Daten, ein schärferes Bild der Seespiegelstände und -schwankungen zeichnen lässt. Der vorliegende Beitrag soll einen Beitrag dazu leisten und Anregung für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit in dieser Sache sein.

Literatur

Ammann 1982

B. Ammann, «Säkulare Seespiegel-schwankungen: wo, wie, wann, warum?», *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern* 39, 1982, 97-106.

Blumer et al. 2012

R. Blumer - C. Buchillier - L. Kramer - M. Mauvilly - D. Bugnon, unescoau. *Fünf Freiburger Pfahlbausiedlungen von Weltrang*, Sonderausstellung im Museum Vallon, Freiburg 2012.

Bonnet 1982

Fr. Bonnet, *Le canal romain d'Avenches. Rapport sur les fouilles exécutées en 1980 et 1981 (BPA 27, Spezialnummer)*, Avenches 1982.

Braillard 2004

L. Braillard, «Le paléolac de la Gruyère», *FHA 6*, 2004, 70-71.

Bugnon/Mauvilly 2005

D. Bugnon - M. Mauvilly, «Redécouverte d'un tronçon de voie romaine sur la rive sud du lac de Morat», *FHA 7*, 2005, 148-163.

Büntgen/Tegel 2014

U. Büntgen - W. Tegel, «Natur und Landschaft: Klima und Vegetation», in: U. Niffeler (Ed.), *Archäologie der Zeit von 800 bis 1350 (SPM VII)*, Basel 2014, 53-62.

Castella 2013

D. Castella, «Aventicum, das Gebiet am See», in: S. Delbarre-Bärtschi - N. Hathaway (Ed.), *Entre Lacs, Das Drei-Seen-Land zur Zeit der Römer*, Avenches 2013, 48-55.

Crivelli et al. 2012

C. Crivelli - R. Blumer - M. Mauvilly - F. Langenegger - B. Bär, «Passé, présent et avenir de l'archéologie lacustre fribourgeoise», *FHA 14*, 2012, 4-87.

Egloff/Arnold 1991

M. Egloff - B. Arnold, in: *Moulin 1991* 41-91.

Gerber et al. 2002

C. Gerber - M. Portmann - Chr. Kündig, *Fours à chaux, four à fer et charbonnières dans le Jura bernois*, Berne 2002.

Gutscher et al. 1997

D. Gutscher - A. Ueltschi - S. Ulrich-Bochsler, *Die St. Petersinsel im Bielersee - ehemaliges Cluniazenser-Priorat. Bericht über die Grabungen und Bauuntersuchungen von 1984-1986*, Bern 1997, 35-37.

Hadorn 1987

Ph. Hadorn, «Pollenanalytische Untersuchungen über die jüngere Vegetations- und Siedlungsgeschichte am Murtensee», *FA, AF 1984, 1987*, 107-127.

Hafner 2010

A. Hafner, «Ipsach, Bahnweg. Bergung eines spätmittelalterlichen Wasserfahrzeugs», *ArchBE 2010*, 94-95.

Hägele 2006

D. Hägele, *Morphogenese, Wachstum und Ökologie der modernen Süßwasser-Onkoide der Alz*, Dissertation (Fakultät für Geowissenschaften der Ludwig-Maximilians-Universität München), [München 2006].

Jacomet et al. 1995

S. Jacomet - M. Magny - C. A. Burga, «Klima- und Seespiegel-schwankungen im Verlauf des Neolithikums und ihre Auswirkungen auf die Besiedlung der Seeufer», in: W. E. Stöckli - U. Niffeler - E. Gross-Klee (Hrsg.), *Neolithikum (SPM II)*, Basel 1995, 53-58.

Kienzler/Scherrer 2018

P. Kienzler - S. Scherrer, *Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse in Schweizerischen Einzugsgebieten*, Auswertung

und graphische Aufbereitung (Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Hydrologie. Auftragnehmer: Scherrer AG, Bericht: 17/229), Reichenbach 2018.

Königer 2009

J. Königer, *Bericht zur Tauchprospektion, Murtensee 2009, Flachwasserzone zwischen Muntelier-Steinberg und Murten-Segelboothafen*, unver. Bericht (AAFR), [Freiburg 2009].

Kündig 2004

Chr. Kündig, «Murten/Rathausgasse 27: eines der Ersten und eines der Letzten seiner Zeit», *FHA 6*, 2004, 202-209.

Kündig 2014

Chr. Kündig, «Murten, Ryf 52», *FHA 16*, 2014, 148.

Ledermann 1991

H. Ledermann, «Über den Solothurnersee», *Mitteilungen, Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn* 35, 1991, 215-231.

Lüdi 1935

W. Lüdi, *Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung (Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes Rübel in Zürich 11)*, Bern 1935.

Magny 2004

M. Magny, «Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements», *Quaternary International* 113, 2004, 65-79.

Magny/Richoz 2000

M. Magny - I. Richoz, «Lateglacial lake-level changes at Montilier-Strandweg, lake Morat, Switzerland and their climatic significance», *Quaternaire* 11, 2000, 129-144.

- Magny et al. 1998**
M. Magny - Ch. Maise - S. Jacomet - C. A. Burga, «Umwelt und Subsistenzwirtschaft: Klimaschwankungen im Verlauf der Bronzezeit», in: S. Hochuli - U. Niffeler - V. Rychner (Hrsg.), *Bronzezeit (SPM III)*, Basel 1998, 135-140.
- Maise 1999**
Ch. Maise, «Klima, Umwelt, Landwirtschaft und Ernährung: Die Klimgeschichte», in: F. Müller - G. Kaenel - G. Lüscher (Hrsg.), *Eisenzeit (SPM IV)*, Basel 1999, 93-97.
- Maise 2002**
Ch. Maise, «Die Klimaentwicklung», in: L. Flutsch - U. Niffeler - F. Rossi (Hrsg.), *Römische Zeit (SPM V)*, Basel 2002, 30-32.
- Maise 2005**
Ch. Maise, «Klima und Umwelt: Klimaentwicklung», in: R. Windler - R. Marti - L. Steiner (Hrsg.), *Frühmittelalter (SPM VI)*, Basel 2005, 83-87.
- Martin 1989**
C. Martin, «Les princes de Savoie et leur atelier monétaire de Nyon», in: A. Paravicini Baglioni - J.-F. Poudret (Hrsg.), *La Maison de Savoie et le Pays de Vaud (Bibliothèque historique vaudoise 97)*, Lausanne 1989, 123-161.
- Mauvilly 2011**
M. Mauvilly, «Muntelier, Weidweg», *FHA 13*, 2011, 241-242.
- Mauvilly/Boisaubert 2005**
M. Mauvilly - J. L. Boisaubert, «Montelier/Dorf, fouille Strandweg 1992/1993, nouvelles données sur la Culture Cor taillod au bord du lac de Morat», *FHA 7*, 2005, 4-73.
- Mauvilly/Dafflon 2004**
M. Mauvilly - L. Dafflon, «Muntelier, Dorfmatte 2», *FHA 6*, 2004, 229.
- Mauvilly et al. 2015**
M. Mauvilly - B. Arnold - R. Blumer - F. Langenegger, «Une pirogue monoxyle médiévale dans les eaux fri bourgeoises du lac de Morat», *FHA 17*, 2015, 104-119.
- Moulin 1991**
B. Moulin, *La dynamique sédimentaire et lacustre durant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire (Hauteive-Champréveyres 3; Archéologie neuchâteloise 9)*, Saint Blaise 1991.
- Nast 2006**
M. Nast, *Überflutet - Überlebt - Überlistet, Die Geschichte der Juragewässerkorrektionen* (Verein Schlossmuseum Nidau), Nidau 2006.
- Peter 1922**
A. Peter, *Die Juragewässerkorrektion. Bericht über die Vorgeschichte, Durchführung, Wirkung und Neuordnung 1921 der Korrektion der seeländischen Gewässer von Entreroches bis Luterbach*, Bern 1922.
- Peters 2000**
U. F. Peters, *Morphodynamik in der Brandungszone sandiger Küsten. Konzentrationsverteilung suspendierter Sedimente*, Dissertation (Fachbereich für Bauingenieurwesender Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig), [Kiel 2000].
- Pétrequin 1986**
P. Pétrequin, «La stratigraphie et la dynamique de sédimentation. Le point de vue de l'archéologue», in: P. Pétrequin, *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), I. Problématique générale. L'exemple de la station III*, Paris 1986.
- Portmann 1974**
J. P. Portmann, «Pléistocène de la région de Neuchâtel», *Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie* 54.3, Neuchâtel 1974, 69-90.
- Ramseyer/Arnold 2013**
D. Ramseyer - B. Arnold, «Die Wasserstände der Seen im Laufe der Geschichte», in: S. Delbarre-Bärtschi - N. Hathaway (Red.), *Entre Lacs, Das Drei-Seen-Land zur Zeit der Römer*, Avenches 2013, 16-23.
- Rohr/Camenisch 2018**
C. Rohr - C. Camenisch, «Klima und extreme Naturereignisse in der Schweiz, 1350-1850», in: Archäologie, Schweiz; Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für die Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit; Schweizerischer Burgenverein (Hrsg.), *Die Schweiz von 1350 bis 1850 im Spiegel archäologischer Quellen, Akten des Kolloquiums* (Bern, 25.-26.1.2018), Bern 2018, 479-487.
- Rubli 2004**
M. Rubli, *Vom Ufer weggerückt. Die Auswirkungen der Ersten Juragewässerkorrektion auf das Stadtbild Murten*, Murten 2004.
- Schaffner et al. 2013**
M. Schaffner - M. Pfaundler - W. Göggel - U. Helg - H. Aschwanden, *Fliessgewässertypisierung der Schweiz. Eine Grundlage für Gewässerbeurteilung und -entwicklung*, Bern 2013.
- Schneider/La Nicca 1881**
J. R. Schneider - R. La Nicca, *Das Seeland der Westschweiz und die Korrek tions seiner Gewässer*, Bern 1881.
- Schöpfer 2000**
H. Schöpfer, *Der Seebezirk II (KDM 95; Kanton Freiburg V)*, Basel 2000, 213-218.
- Schotterer 1993**
U. Schotterer, «Entwicklung der Umwelt und des Menschen», in: J.-M. Le Tensorer - U. Niffeler (Hrsg.), *Paläolithikum und Mesolithikum (SPM I)*, Basel 1993, 39-46.

Thew 2016

N. Thew, «Variations des niveaux des lacs de Neuchâtel, Biel et Morat au cours des derniers 10 000 ans», in: C. Elmer - N. Thew - A. von Burg - J. Kraese, *Delta de l'Areuse. Les méandres du delta de l'Areuse au cours de l'Holocène: une histoire humaine et environnementale (Archéologie neuchâteloise numérique 8)*, Hauterive 2016, 2-33.

Vischer 2003

D. Vischer, *Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz. Von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert* (Berichte des Bundesamtes für Wasser und Geologie, Serie Wasser 5), Bern 2003.

Vischer 2020

D. Vischer, «Das Gebiet der Juragewässer als Täuferkolonie? Pläne im

Jahr 1710», *Berner Zeitschrift für Geschichte* 82.1, 2020, 43-53.

Vischer/Feldmann 2005

D. Vischer - H. U. Feldmann, «Die erste Juragewässerkorrektion, 1868-1891», *Cartographica Helvetica* 32, 2005, 17-32.

Wild 2008

D. Wild, «Die Zürcher City unter Wasser. Interaktion zwischen Natur und Mensch in der Frühzeit Zürichs», *Archäologie und Denkmalpflege* 2006-2008, Zürich 2008, 21-23.

Wohlfarth-Meyer 1990

B. Wohlfarth-Meyer, «Der Solothurnersee: ein geologischer Mythos?», in: J. Schibler - J. Sedlmeier - H. Spycher (Hrsg.), *Festschrift für Hans R. Stampfli (Beiträge zur Archäozoologie, Archäo-*

logie, Geologie und Paläontologie), Basel 1990, 319-325.

Wohlfahrt et al. 1993

B. Wohlfarth - A. Schwalb - A. M. Schneider, «Seen- und Flussgeschichte im Westschweizer Seeland zwischen 5000 und 12000 Jahre vor heute», *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern* 50, 1993, 45-59.

Wolf/Mauvilly 2004

C. Wolf - M. Mauvilly, «150 Jahre Ausgrabungen in den Seeufersiedlungen von Muntelier - Versuch einer kritischen Synthese», *FHA* 6, 2004, 102-139.

Zusammenfassung / Résumé

Bei der Überwachung des Aushubs für einen Wohnhausneubau im Ryf 43 in Murten kamen auffällige Verfärbungen im Seesediment zutage. Der Uferstreifen war bis dahin archäologisch unbekanntes Terrain. Die anschliessend an die Bauüberwachung unternommenen archäologischen Untersuchungen erbrachten Einblicke in die lokalen Uferbebauungen seit dem Mittelalter sowie die Gelegenheit einer Einarbeitung in die Seespiegelthematik. Dabei liessen sich mehrere Seespiegelniveaus ermitteln und mit absoluten Daten verknüpfen. Diese betreffen vor allem die nachrömische Zeit. Aber auch zur Situation in vorhergehenden Zeiten waren Aussagen möglich. Ein besonderer Fokus lag auf der Auswertung historischer Messdaten und Karten aus der Zeit vor den Juragewässerkorrekturen und auf der Diskussion einer möglichen allgemeingültigen, standardisierten Methode zur Ableitung von Seespiegelständen. Die konkreten archäologischen Befunde im Ryf betreffen die Ufersituation des Murtensees ab dem Frühmittelalter bis in die Neuzeit. Erfasst wurden Reste von Bootsanlandestellen, ein Wellenbrecher und Hinweise auf neuzeitliche Bestrebungen zum Landgewinn, welche sich gut mit historischen Abbildungen zur Deckung bringen lassen.

D'étonnantes décolorations du sédiment lacustre sont apparues lors de la surveillance de l'excavation destinée à la construction d'une nouvelle maison d'habitation au Ryf 43 à Morat. Alors que jamais jusqu'ici la rive du lac n'avait été repérée par les archéologues, les recherches entreprises dans la foulée ont permis de mieux comprendre l'aménagement du littoral de cette zone depuis le Moyen Âge, et nous ont donné l'occasion d'aborder la problématique de la fluctuation du niveau du lac. Si plusieurs niveaux ont pu être repérés et corrélés à des datations absolues se rapportant surtout à la période post romaine, la situation qui prévalait avant cette époque a également pu être appréhendée. Un accent particulier a été mis sur la vérification des données historiques relatives aux mesures et cartes antérieures aux corrections des eaux du Jura, et sur la possibilité d'élaborer une méthode commune standardisée permettant d'évaluer les niveaux des lacs. Les découvertes réalisées au Ryf portent sur l'état de la rive du lac de Morat entre le début du Moyen Âge et l'époque moderne. Concrètement, il s'agit de vestiges de ports, d'un brise-lames et d'indices relatifs aux velléités modernes de gagner du terrain sur le lac, qui se laissent facilement apprécier par les sources iconographiques.