

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 125 – 133	13 Abb., 1 Tab., 19 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	--------------------------

## Ein holozäner Süßwasserkalk vom Scharmützelsee

### Holocene freshwater limestone from the lake Scharmützelsee

WOLFGANG ZWENGER

#### Einleitung

Der etwa 50 km östlich von Berlin gelegene Scharmützelsee bei Bad Saarow ist mit einer Fläche von 12,1 km<sup>2</sup> der größte See Brandenburgs und gehört außerdem mit seiner Tiefe von 29 m zu dessen tiefsten Seen. Am südlichen Ausgang des Nordbeckens ist er nur 600 m breit und maximal 6 m tief. Dort befinden sich relativ dicht unter Land zwei flache baumbestandene Inseln. Davon ist der Große Werl 286 m lang und 77 m breit, während der Kleine Werl nur etwa 121 x 46 m misst (Abb. 1 – 2).

Im Flachwasserbereich des Kleinen Werls kann man bei guter Unterwassersicht travertinartige Kalksteinschollen sowie reichlich archäologische Artefakte finden. Limnische Festgesteine bilden in den Kalkwasserseen Deutschlands seltene Ausnahmen. Zu den bekanntesten Vertretern gehören die als Krustensteine oder Furchensteine bezeichneten Onkoidkalk aus dem Chiemsee und dem Bodensee. Damit vergleichbare Festkalk scheinen in den Seen Norddeutschlands zu fehlen. In der Regel handelt es sich bei dem, was aus dem norddeutschen Flachland als Seekalke oder Seekreiden beschrieben wird, um Lockersedimente und keine Festgesteine. Diese sind mit CaCO<sub>3</sub>-Gehalten von 40 bis 75 % und schluffigen Nebengemengteilen nach dem Benennungsdreieck von FÜCHTBAUER & MÜLLER (1977) besser als Kalkmergel oder Kalkschluffe anzusprechen. Wohingegen echte Kalksteine nach diesem Definitionsverfahren mehr als 90 % CaCO<sub>3</sub> enthalten müssen.

Ein sehr früher Hinweis auf ein interessantes Seekreidevorkommen in der Mark Brandenburg stammt von KLÖDEN (1829; S. 49): „Der Scharmützelsee östlich von Storkow, besteht in seinem Grunde, wenigstens bei dem Rittergute Saarow, aus grünlich-weißem fast reinem Kalkmergel.“ Davon will er sich an Ort und Stelle selbst überzeugt haben und fügt hinzu: „Merkwürdig ist es, daß der Mergel überall, wo er sich in den Seen findet, auf den Geschmack der darin enthaltenen Fische einen sehr günstigen Einfluß zu äußern scheint.“ Ob letzteres belegbar ist, sei dahingestellt, wohl aber trifft es zu, dass dort in jüngeren Bohrungen neben Mudden und Torfen auch weißgraue plastische Seekreide erbohrt wurde. In seiner Erläuterung des Meßtischblattes



Abb. 1: Blick von Norden auf die Insel Kleiner Werl im Scharmützelsee.

Fig. 1: View from the north to the island Kleiner Werl inside the lake Scharmützelsee.

Herzberg erinnerte GAGEL (1928, S. 20) 100 Jahre später an KLÖDEN'S voran zitierte Beobachtungen und bemerkt, dass außerdem unweit davon, an der Insel Kleiner Werl, ein auffällig harter löchriger Seekalk zu finden sei. Leider fand dieses in Brandenburg offenbar einzigartige Vorkommen im geologischen Schrifttum bisher keine weitere Beachtung.

#### Geologische Situation

Der Süßwasserkalk kommt vorzugsweise im südlichen Randbereich des Kleinen Werls vor. Er tritt im Flachwasserbereich (< 2 m Wassertiefe) der Insel nicht im geschlossenen Schichtverband auf, sondern lediglich in Form von isolierten kleinen Kalksteinschollen, die 1 – 10 cm stark sind und maximal 30 cm im Durchmesser erreichen. Diese festen Schollen liegen als unregelmäßige Körper direkt auf den Seesanden oder unter einer flachen Bedeckung (Abb. 3 – 4). Am einfachsten lassen sich die Kalksteinschollen vom südlichen Spülsaum der Insel bis

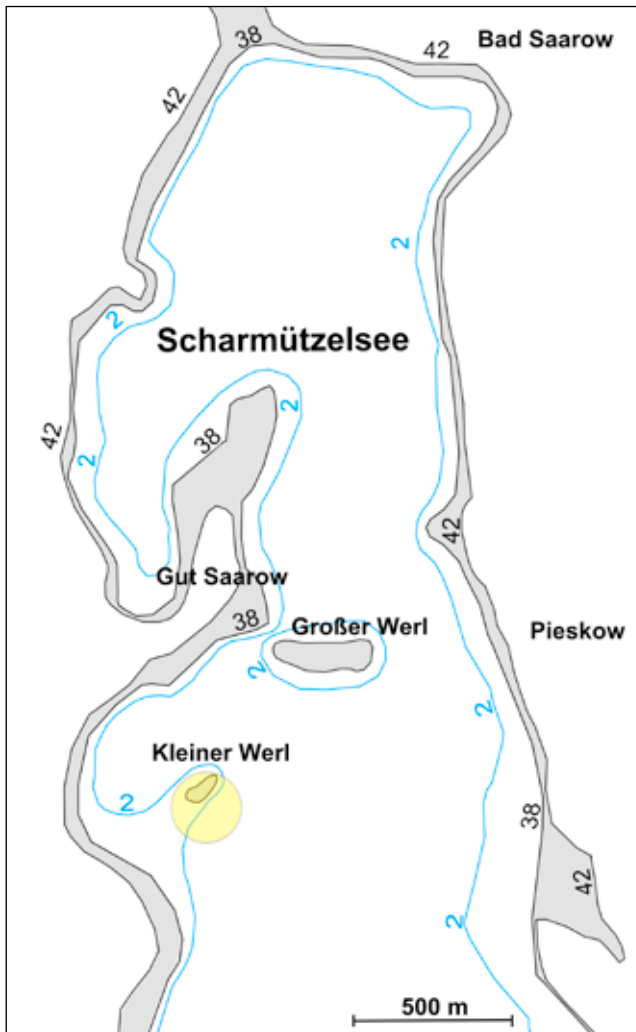


Abb. 2: Die Lage der Insel Kleiner Werl im Nordteil des Scharmützelsees. Die 2 m-Tiefenlinie (blau) bildete bis zum mittelalterlichen Mühlenstau die Uferlinie. Die unterste Seeterrasse (+42 m NHN) entstand während der Jüngeren Dryas.

Fig. 2: The location of the island Kleiner Werl in the northern part of the lake Scharmützelsee: The 2 m-depth line (blue), formed the shore line during the medieval watermill dam. The lowest lake terrace (+42 m NHN) was created during the Younger Dryas.

zu etwa 1 m Wassertiefe beobachten. Zum tiefen Wasser hin werden sie seltener. Im Flachwasserbereich liegen die Kalkschollen im deutlichen Einflussbereich von winderzeugten Wasserwellen, wodurch sie je nach Strömungssituation periodisch freigelegt oder aber mit Sand bedeckt werden. Selbst die kleineren Schollen zeigen irreguläre Umrisse und filigrane, scharfkantige Oberflächen. Anzeichen für Kantenrundung oder sichtbare Abröschung durch Wellentransport fehlen. Demnach wurden die Kalke entweder dort autochthon gebildet oder es handelt sich zumindest um parautochthone Aufarbeitungsprodukte, die in unmittelbarer Nähe



Abb. 3: Proben vom Süßwasserkalk des Kleinen Werls in natürlichen Absonderungsformen. Der kreisrunde Ausschnitt links oben zeigt ein vergrößertes Detail einer Kalksteinoberfläche mit stängelartigen Pflanzenresten.

Fig. 3: Samples of the freshwater limestone from the island Kleiner Werl in its natural form secretion. The circular cutout on the top left shows an enlarged detail of a limestone surface with stem-like plant remains.



Abb. 4: Angeschliffener Querschnitt durch einen Süßwasserkalk. Der blaue Pfeil markiert ein Gastropodengehäuse.

Fig. 4: Polished cross section of the freshwater limestone. The blue arrow indicates a gastropod shell.

ihres Bildungsortes aus dem Schichtverbund herausgelöst wurden und keinen größeren lateralen Transport erfahren haben.

Der Inselboden des Kleinen Werls und die Schichten des angrenzenden Litoralbereiches bestehen überwiegend aus feinsandigen Mittelsanden, die sich häufig in Wechsellagerung mit Sandmudden und Torfen befinden. Derartige klastisch-organogene Wechsellagerungen wurden auch landseitig, etwa 400 m nördlich vom Kleinen Werl auf der Halbinsel nahe des Gutes Saarow Eibenhof erbohrt (BREDAHL 2001). Dort stehen in etwa 1,5 – 1,8 m Tiefe (ab +37,2 m NHN)

weißgraue organische Schluffe (Seekreide) an. Das ist in etwa das gleiche Niveau, auf dem die travertinartigen Kalke auf dem benachbarten Kleinen Werl auftreten. Weitere Seekreidevorkommen in der Umrandung des Scharmützelsees gibt es ca. 2,5 km nördlich, in den Saarower Wierichwiesen, sowie ca. 6 km südöstlich vom Kleinen Werl, nahe der Lokalität Waldfrieden, wo organische Kalkschluffe, jeweils in Begleitung von Niedermoortorfen, oberflächennah erbohrt wurden (ZWENGER 1998).

Der Wasserspiegel des Scharmützelsees liegt heute im Mittel bei +38 m NHN. Dieser Gewässerpegel hat sich im zurückliegenden Jahrtausend durch menschliches Zutun schrittweise eingestellt. Der Seewasserspiegel lag zu spät-slawischer und frühdeutscher Zeit bis zu 2 m unter dem heutigen Pegel (DRIESCHER 2003). Die Ursachen liegen in der Vergrößerung des oberflächennahen Abflusses infolge der mittelalterlichen Waldrodung und der Errichtung von Staubauwerken für Wassermühlen in dieser Zeit. Ab der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde der Seewasserspiegel weiter künstlich angehoben im Zusammenhang mit dem Schleusenbau und der Kanalisierung der ein- und abfließenden Gewässer. Da die Wassertiefen zwischen dem Großen und dem Kleinen Werl und dem westlichen Ufer des Scharmützelsees heute teilweise unter 2 m liegen, darf man davon ausgehen, dass beide Inseln zu spät-slawischer Zeit noch mit dem Land verbundene Halbinseln waren (s. Abb. 2). Eine solche Landbrücke wäre eine gute Erklärung für das reichliche archäologische Fundmaterial auf dem Kleinen Werl. In dessen Flachwasserbereich wurden mesolithische und neolithische Sileces gefunden, so wie das auch an anderen ufernahen Stellen rund um den See der Fall ist. Bemerkenswert ist eine vollständig erhaltene Omphalosschale (Lausitzer Kultur; Bronzezeit; ca. 900 – 500 v. Chr.), die im Unterwasserbereich der Insel geborgen wurde. Außerdem treten dort reichlich bronzezeitliche und spät-slawische Keramikscherben, zusammen mit Hackstücken von Tierknochen auf. Bei letzteren handelt es sich um Jagdtiere (Wildschwein, Reh, Rothirsch). Die Anhäufung von Wildtierknochen deutet auf eine langanhaltende Nutzung als Zerlegungsplatz hin, wofür sicherlich eine Halbinsel besser geeignet ist als eine Insel. Die Geländeoberfläche des Kleinen Werls dürfte zu dieser Zeit über dem rezenten Inselboden gelegen haben, der bei Normalwasserstand weniger als 0,5 m über dem See liegt. Es ist davon auszugehen, dass mit steigendem Seewasserspiegel Teile der Insel durch Erosion abgetragen wurden, weshalb heute im Unterwasserbereich archäologisches Material unterschiedlichen Alters unmittelbar nebeneinander vorkommt. In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die Inselfläche deutlich sichtbar verringert. Die Einbuchtungen auf der Südseite der Insel haben sich merklich erweitert, so dass demnächst größere Durchbrüche zur Nordseite zu erwarten sind. Dadurch dürften die Erosion und der Abtrag des Inselbodens schneller voranschreiten, zumal der schützende Strauch- und Baumbestand dort infolge einer stetig wachsenden Kormorankolonie im Absterben begriffen ist.

Da die Kalke des Kleinen Werls dicht unter dem rezenten Seewasserspiegel lagern, könnte man annehmen, dass es sich dabei um relativ junge, möglicherweise um rezente

Bildungen handelt. Dagegen spricht der Umstand, dass in allen untersuchten Proben keine von Kalk inkrustierten Artefakte oder Knochenreste vorhanden waren. Das bedeutet, dass die Kalkbildung älter als alle dort zurückgelassenen Artefakte sein muss. Pollenanalytisch ließ sich das Alter der Kalke bisher nicht ermitteln, weil, so wie bei anderen Süßwassertravertinen, keine ausreichend verwertbaren Polleninhalte festgestellt wurden. Das relative Alter der Kalke vom Kleinen Werl lässt sich somit vorerst nur anhand der geologischen Situation etwas näher einengen. Der Große und Kleine Werl als auch die Halbinsel mit der Ortslage Saarow Dorf liegen im Bereich der jüngsten Uferterrasse des Scharmützelsees auf einem Niveau von +42 m NHN, die nach HENNIG (1973) jungdryaszeitlichen Alters ist (Abb. 2). Aus dem letztgenannten Zeitabschnitt sind palynologisch relativdatierte Kalkmudden/Seekreiden von verschiedenen ostbrandenburgischen Fundorten bekannt (vgl. STRAHL 2005). Es wäre also nicht ungewöhnlich, wenn der Absatz von Süßwasserkalken im Scharmützelseegebiet ähnlich früh erfolgt ist.

### Petrographie der Süßwasserkalke

Die Kalksteine vom Kleinen Werl treten in unregelmäßigen, krustenförmigen Absonderungen auf. Das weißockerfarbene Gestein ist relativ fest und zeigt einen splittrigen Bruch. Der Kalk ist vollständig von den ihn umgebenden Sanden isoliert, d. h. er ist nicht mit diesen chemisch oder physikalisch verbunden. Es haften keine Quarzkörner an der äußeren Hülle der Kalke. Die Grundmasse des Gesteins ist sehr feinkörnig und dicht. Die darin enthaltenden biogenen Kalkpartikel sind zwischen 0,2 und 5 mm groß und nehmen zwischen 10 – 25 % des Gesteinsvolumens ein. Die arenitisch bis feinruditischen Partikel schwimmen regellos in der Grundmasse, d. h. es ist keine reguläre Schichtung bzw. Feinlamination erkennbar. Der Kalkstein ist von nadelstichtartigen Poren und mm-großen Hohlräumen geprägt. Diese äußeren Merkmale entsprechen genau denen, die man allgemein mit der Gesteinsbezeichnung Travertin (engl. travertine oder calcareous tufa) verknüpft. Der Terminus Travertin schließt nach PENTECOST (2005) alle Süßwasserkalke ein. Im engeren Sinne bezieht er sich vornehmlich auf deren feste Ausbildungsform, was aus der Historie des Begriffes Travertin resultiert.

Die Gesteinsoberfläche der Kalksteine vom Kleinen Werl ist äußerlich sehr scharfkantig, feinstrukturiert und kavernös ausgebildet. Die an An- und Dünnschliffen ermittelte Gesteinsporosität beträgt 5 – 10 %, was in dem für Travertine üblichen Bereich liegt. Dass es sich bei den Gesteinen vom Kleinen Werl auch chemisch um echte Kalksteine handelt, bestätigen die ermittelten  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte von 95,3 bis 96,0 %. Ebenso verhält es sich mit den übrigen geochemischen Parametern, die mittels Röntgenfluoreszenzanalysen (RFA) an dem Kalksteinmaterial festgestellt wurden. Aus der Gegenüberstellung der gemessenen Gehalte in der Tabelle 1 mit den Vergleichswerten von meteorischen Travertinen anderer Autoren ist ersichtlich, dass alle Haupt-

Parameter	Seekalk vom Kleinen Werl Gehalt in Gew.-%	Vergleichswerte (in Gew.-%) meteorischer Travertine nach KHOURY(2012), ERDOĞAN (2011), PENTECOST (2005)
CaO	53,37 – 53,78	44,5 – 56,1
SiO <sub>2</sub>	0,32 – 0,63	0,1 – 9,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73 – 0,76	0,2 – 3,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04 – 0,54	0,4 – 1,7
MgO	0,49 – 0,51	0,3 – 1,5
SO <sub>3</sub>	0,82 – 1,14	3,1 – 6,8
Na <sub>2</sub> O	0,17 – 0,12	0,1 – 0,6
K <sub>2</sub> O	0,05 – 0,15	0,05 – 0,1
MnO	0,14 – 0,49	0,004 – 0,005

Tab. 1: Gegenüberstellung der Werte der gemessenen geochemischen Parameter des Seekalkes vom Kleinen Werl und der Vergleichswerte von meteorischen Travertinen anderer Autoren

Tab. 1: Comparison of measured geochemical parameters of freshwater limestone of Kleiner Werl and meteoric travertines of other authors

parameter (CaO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO) des Seekalkes vom Kleinen Werl im mittleren Bereich der jeweiligen Vergleichswerte liegen.

Die Grundmasse besteht aus Kalklutit/-mikrit. Darin treten regellos verteilt überwiegend pflanzliche Fossilbruchstücke auf, die sich strukturell deutlich von der Grundmasse absetzen. Die zur ehemaligen Wasseroberfläche gerichteten Seiten der Kalksteinschollen sind an den dünnen eisenokerfarbenen Überzügen erkennbar. In der Regel sind dort die Fossilinhalte durch Lösung etwas herauspräpariert und somit körperlich gut sichtbar (Abb. 3). Dabei dominieren stängel-/röhrenartige Fossilbruchstücke mit Durchmessern von 0,2 bis 0,5 mm. Teilweise sind diese feinen Stängel gebogen und mit Abzweigungen versehen. Ähnliche Kalkfiliamente wurden in anderen, phytothermen Travertinen von kalkinkrustierenden Algen der Gattungen *Vaucheria*, *Oocardium*, *Chara* oder *Nitella* abgeleitet (z. B. GOLUBIĆ et al. 2008, KAMRADT 2009, PLATT 1989). Die beiden letztgenannten Gattungen sind im Scharmützelseegebiet sogar rezent vertreten (TÄUSCHER 2009). Leider waren in den vorliegenden Dünnschliffproben keine der eigentlich leicht zu erkennenden Characeen-Querschnitte zu finden. Sie sind möglicherweise der Mikritisierung zum Opfer gefallen. Auf den Gesteinsoberflächen fallen bereits makroskopisch Pflanzenstängel mit kalzitisierten Gewebestrukturen auf, ohne dass sie speziellen Pflanzen zugeordnet werden können (s. Abb. 3). Pflanzliche Gewebestrukturen sind ebenfalls an den Wandungen von rundlichen Poren mit Durchmessern von 1 bis 5 mm zu erkennen. Dass es sich um einen

limnischen Kalk handelt, ist natürlich, wenn auch untergeordnet, an tierischen Kalkschalen z. B. Bivalven, Gastropoden oder Ostrakoden belegbar (Abb. 4).

In Dünnschliffen sind rundliche bis ovale Querschnitte sichtbar, die offenbar zu den röhrenartigen Kalkkörperchen gehören. Sie zeigen dunkel abgesetzte, einfache oder doppelte mikritische Hüllen. Daran schließen sich rhomboedrische Kalzitkristalle an, die mehr oder weniger vollständig das Innere ausfüllen (Abb. 5a – d). Es treten Querschnitte auf, bei denen im Anschluss an die Sparitkristalle im Inneren ein dunkler mikritischer Kern zu beobachten ist (Abb. 5a). In anderen Fällen ist der Kern hohl und von einem mikritischen oder aber feinsparitischen Saum umgeben. Die

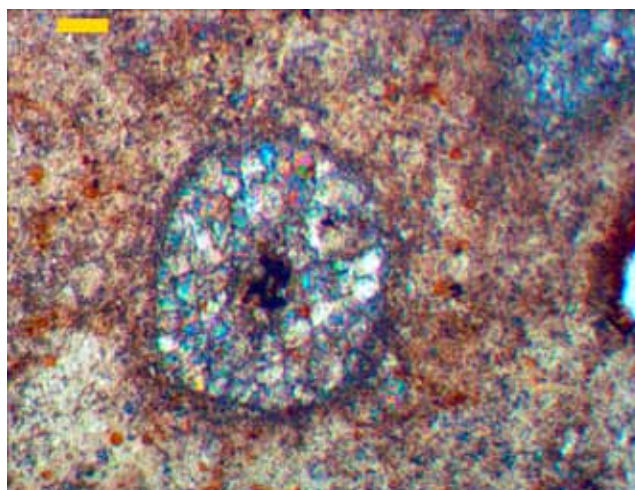
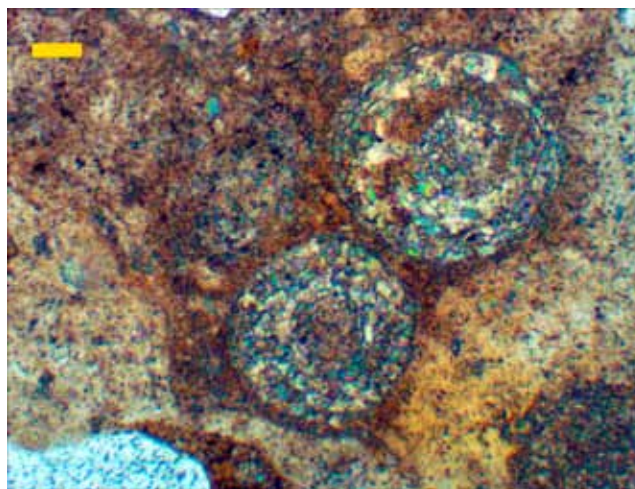


Abb. 5a – b: Dünnschliffbilder mit Querschnitten von *Microcodium*-Strukturen: Auf eine dunkle mikritische Hülle folgen polygonale kalzitisierte Cortex-Zellen. Der Zentralkanal im Inneren ist mit Mikrit gefüllt. Balkenmaßstab = 100 µm, gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5a – b: Thin section photograph of *Microcodium* structures cross sections: On a dark micritic shell are following polygonal calcified cortical cells. The inner central canal is filled with micrite. Scale bar = 100 µm, cross-polarized light

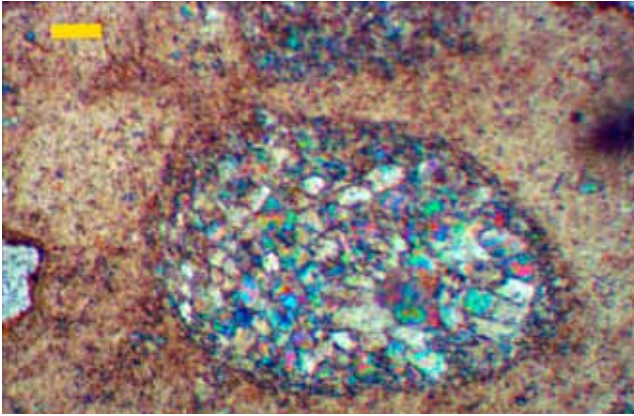


Abb. 5c:  
Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt von Cortezzellen, die mit sparitischem Kalzit gefüllt sind.  
Balkenmaßstab = 50  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5c:  
Thin section photograph of a longitudinal section showing cortical cells filled with sparitic calcite.  
Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light

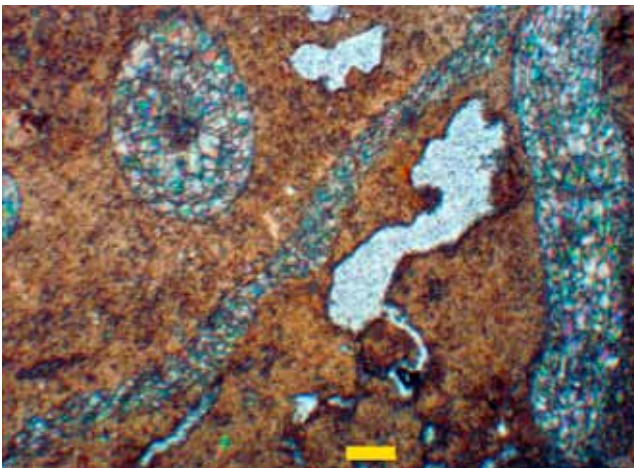


Abb. 5d:  
Dünnschliffbild mit einer Microcodium-Struktur (oben links) neben Längsschnitten von Wurzelgewebe (rechts und diagonal). Balkenmaßstab = 80  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5d:  
Thin section photograph of Microcodium structure (top left) next to longitudinal sections of root textures (right and diagonal). Scale bar = 80  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light

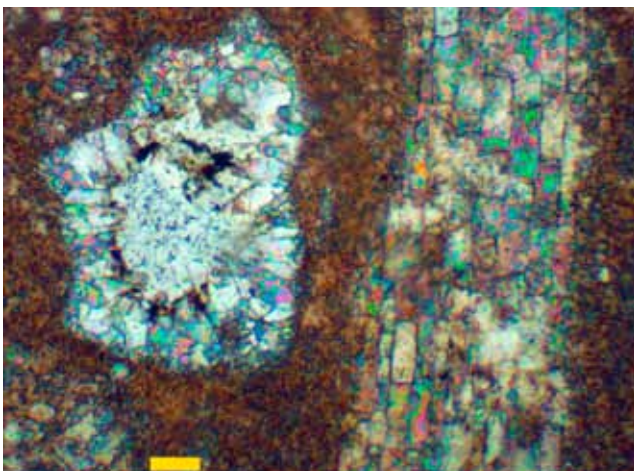


Abb. 5e:  
Dünnschliffbild, das rechts einen Porenraum zeigt, der mit drusigem Kalzitcement ausgefüllt ist. Links ein Längsschnitt durch kalzitisierte Cortezzellen mit polygonalen bis länglichen Umrissen.  
Balkenmaßstab = 50  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5e:  
Thin section photograph showing to the right a pore space filled with drusy calcitic cement. To the left a longitudinal section of calcified cortical cells with polygonal and slightly elongated shapes. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light



Abb. 5f:  
Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch eine Wurzelspitze. Auf die mikritische Rhizodermis folgen kalzitisierte Cortezzellen. In der Mitte ist ein Stück des Zentralkanals angeschnitten. Balkenmaßstab = 200  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5f:  
Thin section photograph of a root top in a longitudinal section. Micritic rhizodermis are following calcified cortical cells. In the centre a part of the central canal is cut. Scale bar = 200  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light

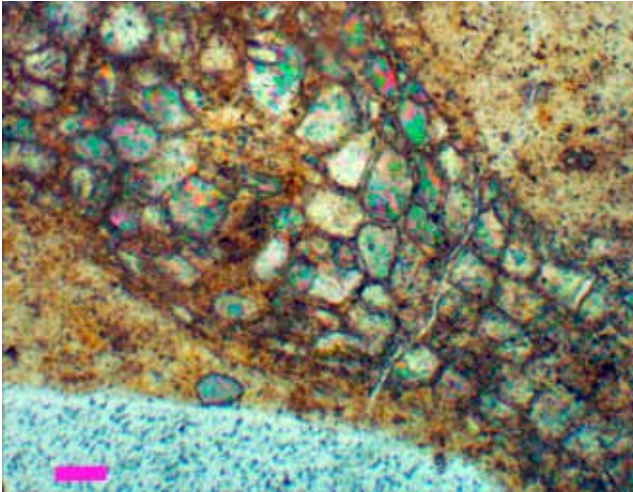


Abb. 5g: Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch einen Wurzelrest mit kalzitisierten polygonalen Cortezellen. Balkenmaßstab = 50  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5g: Thin section photograph of root remains with calcified polygonal cortical cells in a longitudinal section. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light

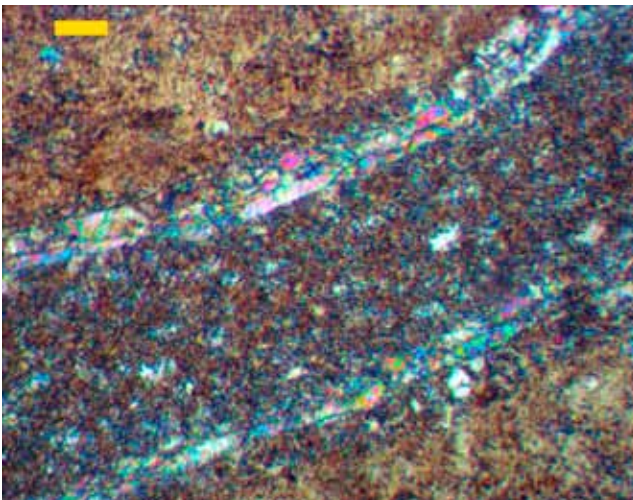


Abb. 5h: Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch einen Wurzelrest mit sparitischer Hüllstruktur und weitgehend mikritisiertem Inneren. Balkenmaßstab = 100  $\mu\text{m}$ , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5h: Thin section photograph of root remains with a sparitic shell structure and a largely micritic core in a longitudinal section. Scale bar = 100  $\mu\text{m}$ , cross-polarized light

Längsschnitte durch die röhrenförmigen Kalkkörperchen zeigen ebenfalls dunkle mikritische Hüllen, an die sich gewebeartige Internstrukturen anschließen (Abb. 5e – g). Bei den hier in Quer- und Längsschnitten sichtbaren Aggregaten handelt es sich um *Microcodium*-Strukturen, die allgemein als kalzitische Wurzelstrukturen gedeutet werden (KLAPPA 1980, ESTEBAN & KLAPPA 1983, KOŠIR 2004). Diese Mikrofaziesstruktur wurde bisher aus geologischen Profilen unterschiedlichster Altersstellung überwiegend im Zusammenhang mit Calcrete/Caliche vor dem Hintergrund arider Klimaverhältnisse beschrieben. Von HARTKOPF-FRÖDER, HISS & LEINEFELDER (1989) liegt ein eindeutiger Beleg für *Microcodium* aus onkoidischen Süßwasserkalken von Nordrhein-Westfalen vor, die unter Kaltwasserbedingungen im Holozän abgesetzt wurden.

### Genese der Süßwasserkalke

Die Kalke vom Kleinen Werl wurden ohne Zweifel im holozänen Seebecken eines Vorläufers des heutigen Scharmütelsees abgesetzt. Aus der geologischen Situation im Zusammenhang mit den archäologischen Funden im Bereich der heutigen Insel lässt sich ihre Bildung auf ein prä-mesolithisches Alter einengen. Aus der Altersstellung der untersten Seewasserterrasse sowie in Analogie zu palynologisch relativ datierten benachbarten Seekreide-/mergelvorkommen (s. STRAHL 2005) kommt die Jüngere Dryas als Untergrenze des Zeitraumes für die Kalkbildung in Frage. Für die Jüngere Dryas ist von einem maximalen Seewasserspiegel von +42 m NHN, also 4 m über dem gegenwärtigen Niveau auszugehen. Der Seewasserspiegel zum Zeitpunkt der nachpleistozänen Kalkbildung muss bis zum Präboreal noch über dem Niveau von 39 bis 40 m über NHN gelegen haben. Von der nachmesolithischen bis zur spätslawischen Zeit war der Seewasserspiegel bis auf ein Niveau von ca. +36 m NHN abgesunken. Damals verlief die Uferlinie einige hundert Meter weiter beckenwärts, so dass der Kleine Werl durch eine Landeinheit mit dem Westufer verbunden war. Die ehemaligen Flachwasserkalke müssen nach ihrer Bildung eine flache Bedeckung von klastischen und organogenen Verlandungssedimenten erhalten haben. Mit fallendem Grundwasserspiegel und fortschreitender Verlandung gerieten die Kalke in den Bereich der bewurzelten Bodenzone und waren so spätdiagenetischen biogenen Überprägungen ausgesetzt (vgl. Bildungsschema in Abb. 6). Der Kalkstein wurde durch die kalklösende Wurzeltätigkeit von Pionierpflanzen perforiert. Durch den nachfolgenden Kalzitorsatz sind sekundäre Wurzelstrukturen in Gestalt von *Microcodium* erhalten geblieben. Die ursprünglichen kalkabscheidenden Pflanzen, die an dieser Stelle entscheidend für das limnische Kalkvorkommen verantwortlich waren, wurden durch Umkristallisierung leider texturell weitgehend aufgelöst.

Da es sich um ein relativ eng begrenztes limnisches Traverthin-vorkommen handelt, ist davon auszugehen, dass dort ursprünglich ein submerser Austritt von karbonatreichem Grundwasser vorhanden war, der eine Karbonatausfällung unter Mitwirkung von Mikro- oder Makrophyten begün-

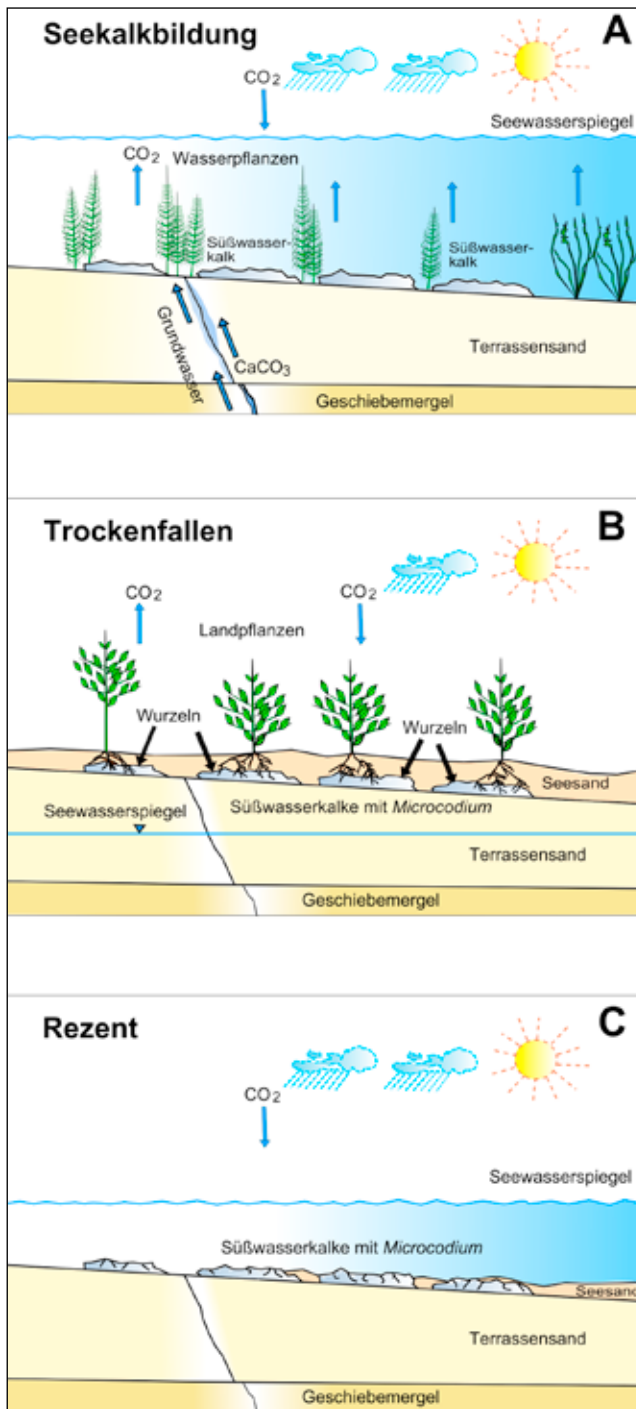


Abb. 6:  
Schematisches Bildungsmodell für die Süßwasserkalke vom Kleinen Werl.

A: Süßwasserkalkbildung unter Mitwirkung von kalkabscheidenden Wasserpflanzen.

B: Aufgrund des Seewasserspiegelsrückgangs kommt es zu einem Trockenfallen, wodurch die Süßwasserkalke in der ungesättigten Bodenzone eine biochemische Korrosion durch Pflanzenwurzeln erfahren. In diesem Zusammenhang kommt es zur Bildung von Microcodium-Strukturen, die als postsedimentäre Mikrofaziesmerkmale gelten.

C: Rezenter Zustand: Die Süßwasserkalke des Kleinen Werls geraten durch den nachmittelalterlichen Wiederanstieg des Seewasserspiegels erneut unter Wasserbedeckung.

Fig. 6:  
Schematically formation model of the freshwater limestones near the island Kleiner Werl.

A: Formation of freshwater limestone with participation of water plants secreting calcium carbonate.

B: The emergence as a result of decreasing seawater level leads to biochemical corrosion of freshwater limestone in the unsaturated soil zone, induced by plant roots. In this context the formation of Microcodium structures is to be seen as postsedimentary microfacies characteristics.

C: Recent situation: Due to the postmedieval rerise of the lakewater level the freshwater limestone near the island Kleiner Werl again covered by water.

stigt hat. Ein rezenter Quellaustritt befindet sich etwa 2 km südöstlich vom Kleinen Werl, direkt am Westufer des Sees. Dort, als auch auf der dem Kleinen Werl gegenüberliegenden Uferseite des Sees deuten oberflächennahe tertiäre Lockergesteinsschollen auf das Vorhandensein von glazitektonischen Störungszonen hin. Diese glazigenen Deformationen kommen als bevorzugte Migrationsbahnen für Grundwasser in Frage. An solchen präformierten Stellen, an denen karbonatreiches Grundwasser in das Seebecken eintritt, wäre allein schon durch die Druckentlastung eine anorganische Karbonatbildung möglich, die unter Flachwasserbedingungen zweifellos auch biologisch unterstützt worden wäre.

### Zusammenfassung

Im Bereich des Kleinen Werls, einer Insel im etwa 50 km östlich von Berlin gelegenen Scharmützelsee kommt ein holozäner Süßwasserkalk vor. Das travertinartig poröse Festgestein tritt in kleinen Schollen in der Flachwasserzone auf. Anhand der geologischen und archäologischen Rahmenbedingungen könnte die Kalkausfällung zwischen der Jüngeren Dryas und dem Präboreal erfolgt sein. Das Gestein zeigt im Dünnschliff eine mikritische Grundmasse. Es enthält auffällige röhrenartige Kalkkörperchen, die im Querschnitt prismatische Kalzitkristalle zeigen,

die von mikritischen Hüllstrukturen umgeben sind. Die Durchmesser dieser Aggregate sind kleiner als 0,5 mm. In Längsschnitten der kalkigen Filamente werden zellenartige Strukturen sichtbar. Dabei umgibt gewöhnlich ein heller sparitischer Kortex einen dunkleren mikritischen Kern. Diese sehr charakteristischen Mikrofaziesstrukturen werden als *Microcodium* gedeutet. Es handelt sich dabei um sekundäre Bildungen, die durch kalklösende und kalkabscheidende Tätigkeit von Pflanzenwurzeln entstanden sind. Diese Strukturen belegen eine biochemische Korrosion der Seekalke, die in der ungesättigten Bodenzone stattgefunden hat.

### Summary

A holocene freshwater limestone occurs in the lake Scharmützelsee nearby the island Kleiner Werl, which is located around 50 km in the east of Berlin. The porous travertine bedrock forms small patches in the shallow water zone. Based on the geological and archaeological conditions, the precipitation of the limestone may have occurred between the Younger Dryas and the Preboreal. The carbonate rock shows in the thin section a micritic matrix. It contains tubular fabrics with prismatic calcite crystals in the cross section, which are surrounded by micritic envelope structures. The diameters of these aggregates are less than 0.5 mm. Cellular structures are visible in the longitudinal sections of the calcareous filaments. In general the dark micritic core is surrounded by a light sparitic cortex. These very characteristic microfacies structures are interpreted as *Microcodium*. They are secondary structures, which are caused by a carbonate solution and precipitation activities of plant roots. The structures indicate a biochemical corrosion of the limnic limestone, which took place (in earlier stages) during the exposure in the unsaturated soil zone.

### Danksagung

Meiner Frau Barbara danke ich für die Hilfe bei den zahlreichen Bootstouren zum Fundplatz und für die Bestimmung der Wildtierknochen vom Kleinen Werl. Für die anregende Diskussion über die Mikrofazies von Travertinen danke ich Frau Dr. Yvonne Kamradt von NaturPfade Jena. Außerdem danke ich Herrn Dr. Adrian Košir vom Paläontologischen Institut am ZRC SAZU in Ljubljana (Slovenien) für seine freundlichen Kommentare zu den hier abgebildeten *Microcodium*-Strukturen.

### Literatur

BREDAHL, H. (2001): Geotechnischer Bericht Nr. 502/1/01. – Bericht GEOCON GmbH, 16 S., Fürstenwalde (unveröffentl.)

DRIESCHER, E. (2003): Veränderungen an Gewässern Brandenburgs in historischer Zeit. – Studien und Tagungsberichte **47**, 144 S., Potsdam (Landesumweltamt Brandenburg)

ERDOĞAN, Y. (2011): Engineering properties of Turkish travertines. – Scientific Research and Essays **6**, 21, S. 4551 – 4566, Cham (Springer)

ESTEBAN, M. & C. KLAPPA (1983): Subaerial exposure environment. – In: SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & C. H. MOORE (eds.): Carbonate Depositional Environments. – American Association of Petroleum Geologists, Memoir **33**, S. 1 – 54, Tulsa

FÜCHTBAUER, H. & G. MÜLLER (1977): Sedimente und Sedimentgesteine. – Sediment-Petrologie, Teil III, 784 S., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung)

GOLUBIĆ, S. et al. (2008): Travertines and calcareous tufa deposits: An insight into diagenesis. – Geologia Croatica **61**, 2/3, S. 363 – 378, Zagreb

KAMRADT, Y. (2009): Die thüringischen Travertine: Verbreitung und Genese am Beispiel ausgewählter Vorkommen. – Dissertation Universität Jena, 200 S., Aachen (Shaker-Verlag)

KHOURY, H. N. (2012): Long-term analog of carbonation in travertine from Uleimat Quarries, Central Jordan. – Environ. Earth. Sci. **65**, S. 1909 – 1916, Cham (Springer)

GAGEL, C. (1928): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lieferung 267, Blatt Herzberg; Blatt Nr. 2047. – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin

HARTKOPF-FRÖDER, C., HISS, M. & R. LEINEFELDER (1989): Holozäne Süßwasserkalke im Alme- und Arftetal südlich von Büren (Kreis Paderborn, Nordrhein-Westfalen). – Münster. Forsch. Geol. Paläont. **69**, S. 262 – 289, Münster

HENNIG, I. (1973): Zur periglazialen Talentwicklung im norddeutschen Jungmoränengebiet. – Schr. Naturw. Ver. Schlesw. Holst. **43**, S. 25 – 28, Kiel

KLAPPA, C. (1980): Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. – Sedimentology **27**, S. 613 – 629, Oxford

KLÖDEN, K. F. (1829): Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniß der Mark Brandenburg. – 2. Stück, S. 39 – 450, Berlin (Dieterici'sche Buchdruckerei)

KOŠIR, A. (2004): *Microcodium* revisited: Root classification products of terrestrial plants on carbonate-rich substrates. – Journal of Sedimentary Research **74**, 6, S. 845 – 857, Darlington



PLATT, N. (1989): Lacustrine carbonates and pedogenesis: Sedimentology and origin of palustrine deposits from the Early Cretaceous Rupelo Formation, W Cameros Basin, N Spain. – *Sedimentology* **36**, S. 665 – 684, Oxford

PENTECOST, A. (2005): Travertine. – 445 S., Berlin-Heidelberg (Springer Verlag)

STRAHL, J. (2005): Zur Pollenstratigraphie des Weichsel-spätglazials von Berlin-Brandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **12**, 1/2, S. 87 – 122, Kleinmachnow

TÄUSCHER, L. (2009): Historische und aktuelle Untersuchungen der Algen-Besiedlung im Land Brandenburg (Deutschland) – ein bibliographischer Überblick als Grundlage für Checklisten und Rote Listen der Algen. – *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.*, Heft 22, S. 87 – 101, Rostock

ZWENGER, W. (1998): Geotechnischer Bericht, Nr. 212/1/98. – Bericht GEOCON GmbH, 36 S., Fürstenwalde ( unveröffentl.)

**Anschrift des Autors:**

Dr. Wolfgang Zwenger  
c/o GEOCON GmbH  
Seestr. 16  
15848 Rietz-Neuendorf  
info@geocon-net.de