

Schlußbericht 2000

Th/U (Massenspektrometrische)-Datierung von archäologisch relevanten Karbonatablagerungen

Zuwendungsempfänger	Heidelberger Akademie
Projektleiter	Prof. Dr. G. A. Wagner
FKZ	03-WA9HE1
Laufzeit	01.01.97 bis 30.06.2000
Personalmittel	176.937,00 DM
Betriebsmittel	43.435,00 DM
Investition	0,00 DM
Zuwendung	220.372,00 DM

Anzahl der Ergebnisdarstellungen

<i>Diplomarbeiten</i>	: <u>0</u>	<i>Konferenzbeiträge</i>	: <u>6</u>
<i>Doktorarbeiten</i>	: <u>1</u>	<i>Publikationen in Zeitschriften</i>	: <u>6</u>
<i>Habilitationsschriften</i>	: <u>0</u>		

Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Datierung sekundärer Karbonate, wie Travertin, ist von großer Wichtigkeit, da häufig archäologisch bedeutende Funde, wie Werkzeuge und Knochenfragmente des frühen Menschen, darin konserviert sind. Travertine bestehen aus mehreren Calcitphasen: aus primär gebildeten feinkörnigem Mikrit sowie grobkörnigem Sparit und aus sekundär gebildetem Porenzement. Es wurde eine neue Technik zur präzisen und hochempfindlichen massenspektrometrischen $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -Datierung von Travertin entwickelt. Sie ermöglicht die Mikro-Beprobung (~ 40 mg Material) und damit die Abtrennung der Mikrit- und Sparit-Phasen von Porenzement und detritischem Material. Anhand mineralogischer und geochemischer Untersuchungen, insbesondere auch Kathodolumineszenz, lässt sich eine Überprägung durch Sickerwässer erkennen. Diese neue Technik wurde auf mehrere Travertinvorkommen in Thüringen angewendet. Für die Vorkommen Burgtonna (105.000 bis 127.000 Jahre), Weimar-Ehringsdorf (190.000 bis 250.000 Jahre) und Bad Langensalza (7.100 bis 11.000 Jahre) konnte die Chronologie deutlich verbessert werden. Die Travertine von Bilzingsleben sind stark von Verwitterungsprozessen beeinflusst. Für die Bildung dieser Travertine, in denen auch Homo erectus mit ältesten Feuerspuren vorkommt, konnte ein Mindestalter 350.000 Jahren bestimmt werden. Mit der neu entwickelten Technik ist es nun möglich, eine zuverlässige Chronologie für das Auftreten des frühen Menschen in Mitteleuropa zu erstellen.

2. Sachbericht

2.1. Wissenschaftliche Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit konnte eine Mikro-Beprobungstechnik für Travertine entwickelt werden, die es ermöglicht, direkt die primärgebildeten Calcitphasen (Abb. 1) zu beproben.

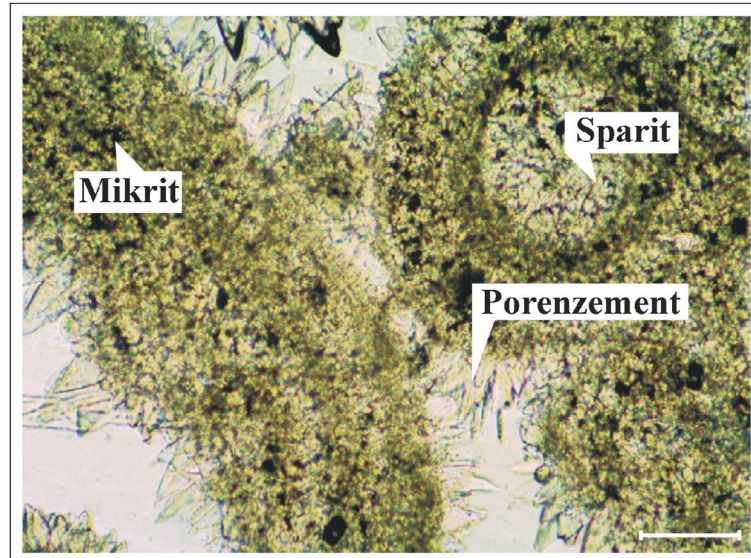


Abbildung 1 Burgtonna, Probe Bt1/4; die drei in allen Travertinproben vorkommenden Phasen: primärer Mikrit (dunkel), primärer Sparit (hell) und sekundärer Porenzement (spitze Kristalle). Balkenlänge 100 μm .

Die beiden primären Calcitphasen im Travertin, Mikrit und Sparit, werden dabei durch zwei unterschiedliche Prozesse gebildet. Sparite entstehen durch physikochemische Prozesse, wie Entgasung von CO_2 in turbulenten Gewässern; Mikrite dagegen in ruhigen Gewässern unter der Mitwirkung eines Biofilms, der aus Mikroorganismen auf einem pflanzlichen Substrat besteht. Die Entwicklung der Travertine stellt ein Wechselspiel dieser beiden Prozesse dar, wobei sie sich oft saisonal abwechseln. Da die Travertine ständig im Kontakt mit der Atmosphäre und Sickerwässern stehen, formt sich neben diesen beiden primären Phasen auch eine dritte sekundäre Calcitphase, nämlich Porenzement. Diese Porenzemente werden aus Sickerwässern in Porenhohlräumen in Travertin ausgefällt. Dabei kann Karbonat aus dem Travertin gelöst und an anderer Stelle wieder abgelagert werden. Aus diesen Befunden zeigt sich eine komplexe Entstehung der Travertine und das Zusammenwirken verschiedener Prozesse und Komponenten, von denen eine präzise Datierung abhängt. Neben organischen Resten werden auch immer Fremdminerale, wie Almosilikate, mit im Travertin abgelagert, die eine präzise Datierung erschweren.

Mit der neuen Mikro-Beprobungstechnik können die Proben direkt auf Auswirkungen solcher Prozesse bei der Entstehung untersucht werden. Als wichtige Voraussetzung mußte als erstes geklärt werden, ob eine Messung bei geringem Probenmaterial überhaupt gewährleistet ist. Dabei wurde über Verdünnungsexperimente festgestellt, daß Probenmengen von 30 bis 60 mg Material ausreichen, um eine Datierung zu ermöglichen.

Die neue Mikro-Beprobungstechnik besteht aus mehreren Schritten zur Charakterisierung und späteren Beprobung von Travertinproben.

1. Probennahme (Abb. 2): Es sollen möglichst frische und unverwitterte Travertinproben genommen werden. Auf Proben, die einen Verwitterungsüberzug zeigen, sollte verzichtet werden.



Abbildung 2 Weimar-Ehringsdorf; deutlich ist der Pariser Horizont als Grenze zwischen dem Unteren und Oberen Travertin zu erkennen.

2. Optische Charakterisierung der Proben: Die Proben werden mit Hilfe von optischen Methoden, wie Durchlichtmikroskopie und Kathodolumineszenzmikroskopie, auf die primären und sekundären Phasen untersucht. Mit der Kathodolumineszenz (Abb. 3) können zusätzlich diagenetische Veränderungen der Proben, wie einen Wechsel des Wasserchemismus und der Redox-Bedingungen, sichtbar gemacht werden.

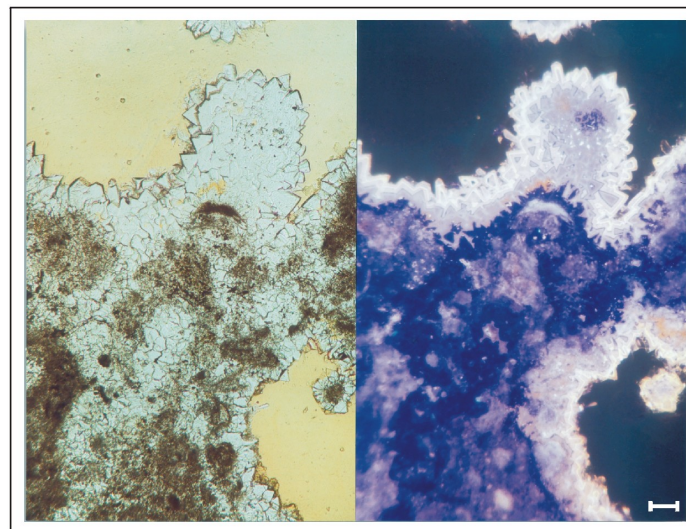


Abbildung 3 Bilzingsleben, Probe 2B11; typische Kathodolumineszenz der Travertine von Bilzingsleben. Es zeigt sich eine starke, teilweise zonierte Lumineszenz der Porenzemente und auch stärkere Lumineszenz der Mikrite (braun). Balkenlänge 100 μm .

3. Geochemische Charakterisierung der Proben: Mit Hilfe der AAS und einer Elektronenstrahl-Mikrosonde werden die Spurenelemente Mg, Sr, Mn, Fe und Al in den Travertinproben untersucht. Mg, Sr, Fe und Mn können dabei Ca im Karbonat ersetzen und lassen Rückschlüsse auf eine diagenetische Veränderung zu (Abb. 4). Al als Hauptbestandteil von Alumosilikaten

dient zusammen mit ^{232}Th als Detritusindikator.

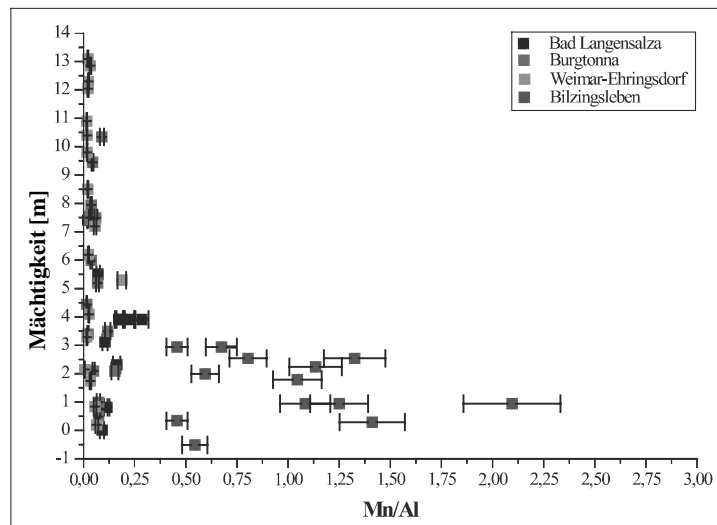


Abbildung 4 Mn normiert auf Al, aufgetragen gegen die Mächtigkeit. Deutlich ist ein Einfluß einer weiteren Quelle für Mn in Bilzingsleben zu erkennen. Die Vorkommen Bad Langensalza, Burgtonna und Weimar-Ehringsdorf zeigen nur detritische Verunreinigungen terrigenen Einflusses (um 0,009).

4. Mögliche Untersuchungen der Verteilung von Uran im Karbonat mittels Spaltspuren. Dabei zeigte sich, dass die Spaltspuren bis auf Bilzingsleben relativ homogen im Calcit verteilt sind. Da die Kornpräparate aus Calcit-Clustern (Abb. 5) bestehen, ist aber eine Bestimmung der Verteilung im einzelnen Calcitkristall nicht möglich.

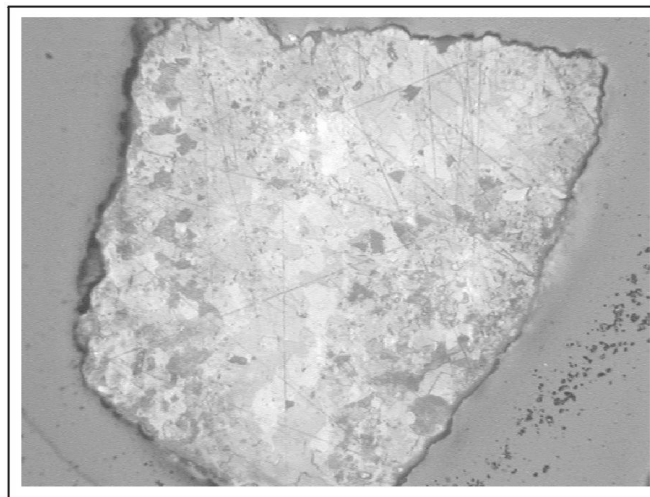


Abbildung 5 Probe aus Burgtonna (Bt1/4). Es ist deutlich zu erkennen, daß das Mineralkorn aus mehreren Subkörnern (unterschiedliche Lichtbrechung) aufgebaut ist (Cluster). Korngröße 125 bis 250 μm .

5. Falls sich ein positives Ergebnis für die untersuchten Proben ergibt, d.h. kein Einfluß von Sickerwässern oder anderen diagenetischen Prozessen vorhanden ist, kann mit einem Mikrobohrer Probenmaterial entnommen werden.

6. Uran und Thorium werden nach dem herkömmlichen Verfahren mit Hilfe von Ionenchromatographie getrennt und deren Konzentrationen mit einem Thermionen-Massenspektrometer bestimmt.

Die Datierungsergebnisse

Die neue Mikro-Beprobungstechnik wurde an den Travertinfundplätzen Bad Langensalza, Burgtonna, Weimar-Ehringsdorf und Bilzingsleben angewendet.

Aus den optischen und geochemischen Untersuchungen ergab sich für die Fundplätze von Bad Langensalza, Burgtonna und Weimar-Ehringsdorf keine diagenetische Veränderung der Travertine. Vor allem in den Kathodolumineszenzaufnahmen zeigen diese Fundplätze ein einheitliches Bild mit einer schwachen Lumineszenz der Mikrite und keine Lumineszenz (nur intrinsische Lumineszenz) der Sparite und Porenzemente. Bilzingsleben dagegen zeigt eine komplexe diagenetische Geschichte. Die Kathodolumineszenz zeigt intensive Lumineszenz der Porenzemente und teilweise der Mikrite aufgrund einer Änderung in der Wasserchemie. Auch aus den Uran- und $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ -Aktivitätsverhältnissen ergeben sich eine komplexe Uranmobilisierung, die aus Akkumulation und Verlust von Uran besteht.

Für Bad Langensalza (Abb. 6) ergab sich ein Alter an der Basis des aufgeschlossenen Profils von 11 ka. Am Top des Profils zeigt der Travertin ein Alter zwischen 7,1 bis 8,7 ka, was möglicherweise das Ende der Travertinbildung in Bad Langensalza darstellt. Dabei zeigt der Travertin eine mittlere Wachstumsrate von 3,1 mm/a. Der Travertin zeigt einen deutlichen Wechsel zu einem langsameren Wachstum, der mit einem Wechsel im Travertintyp einhergeht. Es konnte die von Brunnacker et al. (1983) bestimmte Bildung der Travertine im Frühholozän bestätigt werden.

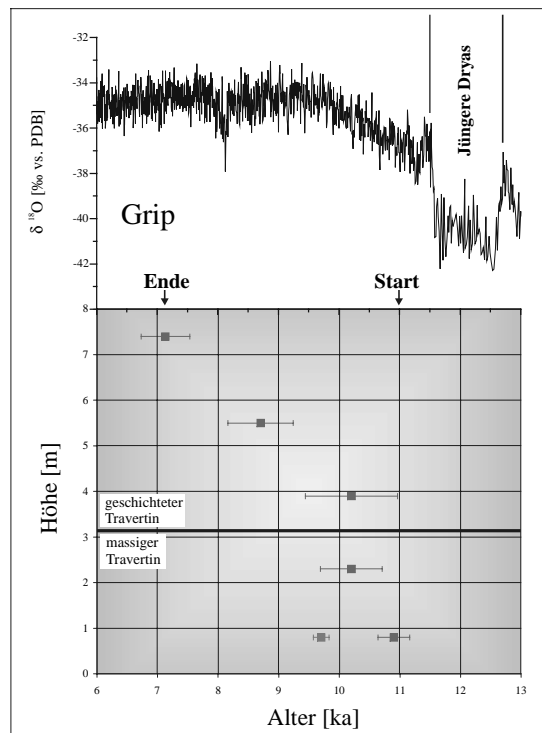


Abbildung 6 Die Alter von Bad Langensalza aufgetragen gegen die Tiefe, zusammen mit der Isotopenkurve des Holozäns aus dem GRIP Eisbohrkern (JOHNSEN et al., 1997, DANSGAARD et al., 1989). Die Travertinoberkante befindet sich bei 0 m.