



Optisch Stimulierte Lumineszenz-Datierung von Höhleneingangs-Sedimenten – Bedeutung und Potential für die archäologische Forschung anhand afrikanischer und alpiner Fallbeispiele

M.C. MEYER*), Z. JACOBS*), R. ROBERTS*), C. MAREAN**), H. DIBBLE***), M.A. EL HAJRAOUI****) & L. MARJANAK*****)

Die optisch stimulierte Lumineszenz-(OSL-)Datierung hat sich über die letzten Jahrzehnte als eine integrale Methodik in der terrestrischen Quartärforschung etabliert, da sie eine direkte Altersbestimmung vieler spätquartärer Sedimente ermöglicht. Besondere Bedeutung kommt dieser Datierungstechnik im Zeitraum jenseits der ^{14}C -Methodik zu (>40–50 ka) und für Sedimente, welche kein oder kaum organisches Material für die Radikarbon-Datierung enthalten (wie beispielsweise Löss, fluviatile sowie glaziofluviatile Sedimente).

Die OSL-Technik (und deren Derivate) basiert auf dem folgenden Prinzip: Die natürliche Radioaktivität (Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung) wird von Quarz und Feldspat während der Depositionsphase absorbiert und diese Energie im Kristallgitter gespeichert. Konkret handelt es sich um Elektronen, welche an Kristalldefekten gefangen und festgehalten werden. Durch externe Stimulation (beispielsweise Sonnenexposition während des Sedimenttransportes) werden diese gefangenen Elektronen wieder befreit und das Mineral emittiert ein schwaches Licht (das Lumineszenzsignal). Im Idealfall kommt es dabei zu einer kompletten Entladung der zuvor gespeicherten Energie (d.h. alle während der Depositionsphase aufgefüllten lichtsensitiven Elektronenfallen werden geleert). Mittels der OSL-Technik kann nun der Zeitpunkt, seit welchem das Sediment das letzte Mal verfrachtet (und somit dem Sonnenlicht ausgesetzt) wurde, bestimmt werden. Eine der Grundannahmen hierbei ist, dass es bei der letzten Sedimentverfrachtung zu einer kompletten Nullstellung des Lumineszenzsignals gekommen ist.

Üblicherweise setzt sich ein OSL-Alter einer Probe aus vielen Subproben (single aliquots) zusammen, wobei eine Subprobe wiederum aus vielen Einzelkörnern (multi-grains) besteht, d.h. es wird mit der Single-Aliquot-Technik in der Regel das Lumineszenzsignal mehrerer zehner bis tausender Körner gleichzeitig gemessen. Obwohl gut etabliert, birgt dieser Ansatz unter bestimmten Umständen signifikante Nachteile in sich. Wurden zum Beispiel während der letzten Sedimentverfrachtung nicht alle, sondern nur einige wenige Sedimentkörner auf Null gestellt, wird

eine Multi-grain-OSL-Datierung ein falsches (zu hohes) Alter erbringen. Weiters ist es unmöglich, mittels dieses Ansatzes eine Vermischung verschieden alter Kornpopulationen zu erkennen oder korrekt zu datieren (Stichwort Bioturbation oder andere Formen von post-depositionaler Sedimentmischung).

Eine der neuesten Entwicklungen auf dem Sektor der OSL-Datierung ist die OSL-Einzelkorndatierung (single grain OSL dating), welche eine rasche und effiziente Lumineszenzmessung an mehreren hundert bis tausend Einzelkörnern ermöglicht (Literaturzitat 1). Dieser Ansatz ist besonders vielversprechend, um beispielsweise fluviatiles und glaziofluviatiles Material mit nur teilweiser Nullstellung des Lumineszenzsignals zuverlässig zu datieren (2, 3). Ein weiterer und besonders interessanter Anwendungsbereich der Single-grain-OSL-Datierung liegt in der Archäologie (4). Weltweit finden sich viele paläolithische Schlüsselsequenzen in Höhleneingangsbereichen, welche mit der ^{14}C -Technik nicht adäquat altersbestimmt werden können. Die Stratigraphie dieser Höhleneingangssedimente ist in der Regel komplex. So können verschiedene Formen von post-depositionaler Sedimentmischung auftreten, das Sedimentmaterial kann eine nur teilweise Nullstellung erfahren haben oder die Höhlensedimente können mit Quarz bzw. Feldspat, der aus dem Höhlendeckenmaterial stammt, kontaminiert sein (5–7).

Dieser Vortrag erläutert technische sowie statistische Aspekte der Single-grain-OSL-Datierung von Höhleneingangssedimenten anhand von archäologischen Schlüsselsequenzen aus der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Die Single-Grain-OSL-Methodik kommt unter anderem zum Einsatz um

- 1) den Ursprung des modernen menschlichen Verhaltens in Südafrika zu datieren,
- 2) die ältesten Funde des modernen Menschen in Nordafrika und den dortigen Übergang des Mittleren in das Späte Paläolithikum zeitlich genau einzustufen sowie
- 3) um die Ankunft des modernen Menschen in Europa und den Untergang der Neandertaler chronologisch zu erfassen.

*) M.C. MEYER, Z. JACOBS, R. ROBERTS, GeoQuest Research Centre, School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong, New South Wales, Australia

***) C. MAREAN, Arizona State University, Department of Anthropology, Arizona, USA.

****) H. DIBBLE, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA.

*****) M.A. EL HAJRAOUI, Patrimoine Culturel, Rabat, Morocco.

*****) L. MARJANAK, Croatian Academy of Science and Arts, Zagreb, Croatia.

Literatur

- 1) LIAN, O.B. & ROBERTS, R.G. (2006): Dating the Quaternary: progress in luminescence dating of sediments. – *Quaternary Science Reviews*, **25** (19–20), 2449–2468.
- 2) OLLEY, J.M., PIETSCH, T. & ROBERTS, R.G. (2004): Optical dating of Holocene sediments from a variety of geomorphic settings using single grains of quartz. – *Geomorphology*, **60**, 337–358.
- 3) DULLER, G.A.T. (2006): Single grain optical dating of glacial deposits. – *Quaternary Geochronology*, **1**, 296–304.
- 4) JACOBS, Z. & ROBERTS, R.G. (2007): Advances in optically stimulated luminescence (OSL) dating of individual grains of quartz from archaeological deposits. – *Evolutionary Anthropology*, **16**, 210–223.
- 5) ROBERTS, R., BIRD, M., OLLEY, J., GALBRAITH, R., LAWSON, E., LASLETT, G., YOSHIDA, H., JONES, R., FULLAGAR, R., JACOBSEN, G. & HUA, Q. (1998): Optical and radiocarbon dating at Jinmium rock shelter in northern Australia. – *Nature*, **393**, 358–362.
- 6) JACOBS, Z., DULLER, G.A.T., WINTLE, A.G. & HENSHILWOOD, C.S. (2006): Extending the chronology of deposits at Blombos Cave, South Africa, back to 140 ka using optical dating of single and multiple grains of quartz. – *Journal of Human Evolution*, **51**, 255–273.
- 7) DAVID, B., ROBERTS, R.G., MAGEE, J., MIALANES, J., TURNEY, C., BIRD, M., WHITE, C., FIFIELD, L.K. & TIBBY, J. (2007): Sediment mixing at Nonda Rock: investigations of stratigraphic integrity at an early archaeological site in northern Australia and implications for the human colonisation of the continent. – *Journal of Quaternary Science*, **22**, 449–479.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 18. Juni 2008