

# LakeShore 8600 Vibrating Sample Magnetometer

Das Magnetiklabor der ZAMG verfügt über ein LakeShore 8600 Vibrating Sample Magnetometer (VSM) für die magnetische Charakterisierung von Kleinproben. Dieses Gerät ist das fortschrittlichste seiner Kategorie. Unser Team ist für die Entwicklung von Spezialverfahren für magnetische Charakterisierungen weltweit anerkannt [1]. Dabei arbeiten wir im engen Kontakt mit dem Hersteller im F&E Bereich.

**Kontakt: Dr. Ramon Egli (ramon.egli@zamg.ac.at)**

## Anwendungsbeispiele

- Geologische Materialien (Gesteine, Sedimente, Böden). Fast alle natürlichen Materialien enthalten magnetische Eisenminerale, die wichtige Informationen über natürliche Prozesse auf der Erdoberfläche (z.B. Aerosoltransport [2, 3], Sedimenttransport [4]) oder in der Erdkruste (Verformung [5], Kristallisation [6], Metamorphose [7]) geben. Da Prozesse an der Erdoberfläche auch klimatisch gesteuert sind, lassen sich damit wichtige Daten des Klimawandels in der Erdgeschichte gewinnen [8].
- Provenienz: Untersuchungen der magnetischen Signatur erlauben die Identifizierung des Herkunftsorts des Materials von Kunstobjekten (z.B. archäologische Funde [9], Kunst [10]).
- Zerstörungsfreie Messung von Feinstaubbelastung [11].
- Charakterisierung von Biomineralien, z.B. aus magnetotaktischen Bakterien [12].
- Charakterisierung von magnetischen Nanoteilchen für industrielle [13] oder biomedizinische Anwendungen [14].
- Materialprüfung (auf Unreinheiten bei nichtmagnetischen Materialien, oder auf Einhaltung gewisser Magnetisierungseigenschaften).

## Was kann gemessen werden?

- Feste oder pulverförmige Materialien aller Art, max. 6 mm Durchmesser × 1 cm Länge, oder max. 10 g, bei Raumtemperatur, 4-350 K (Kryostat), oder 320-1270 K (Ofen). Die kleinste Probenmenge hängt von der Stärke ihrer Magnetisierung ab.
- Schnelle Charakterisierungen: magnetische Hysterese (Minuten), magnetische Viskosität (ca. 1 Stunde), Koerzitivspektren<sup>1</sup> (ca. 30 Minuten), verschiedene Magnetisierungen (<1 Minute)
- Curie Temperaturen, magnetische Übergangstemperaturen (2-5 Stunden).
- Spezielle Messprotokolle für die Forschung, z.B. First-Order Reversal Curves (FORC). Diese Untersuchungen dienen zur genauen „fingerprinting“ der magnetischen Eigenschaften oder für die Grundlagenforschung von magnetischen Mineralien.

## Wichtige Merkmale

- Magnetische Felder bis 2,5 T, Genauigkeit: 20  $\mu\text{T}$  + 1%
- Hohe Empfindlichkeit (0,1 nAm<sup>2</sup>, oder 0,01 A/m bei 0,1 s Messzeit)
- Testdauer: Es hängt von der Anwendung ab. Zwischen 5 Proben/Tag, und 1 Probe/Woche wenn es um wichtige Details geht.
- Ultraschnelle Feldsteuerung: bis 1 T/s.

---

<sup>1</sup> Verteilung der Koerzitivfeldstärke. Als Koerzitivfeldstärke bezeichnet man die magnetische Feldstärke, welche notwendig ist, um ferromagnetische Materialien zu entmagnetisieren, sodass die resultierende Magnetisierung gleich Null ist.

## Referenzen

- [1] Egli, R. (2021). Magnetic Characterization of Geologic Materials with First-Order Reversal-Curves, in: V. Franco and B. Dodrill (Eds.) *Magnetic Measurement Techniques for Materials Characterization*, Springer Nature Publishing Group, 455–604.
- [2] Lanci, L., B. Delmonte, M. C. Salvatore, C. Baroni (2020). Insight into provenance and variability of atmospheric dust in Antarctic ice cores during the Late Pleistocene from magnetic measurements, *Frontiers in Earth Science*, 8, 258.
- [3] Maher, B. A., H. MengYu, H. M. Roberts, A. G. Wintle (2003). Holocene loess accumulation and soil development at the western edge of the Chinese Loess Plateau: implications for magnetic proxies of paleorainfall, *Quaternary Science Reviews*, 5–7, 445–451.
- [4] Kissel, C., M. Sarnthein, C. Laj, P.X. Wang, C. Wandres, R. Egli (2018). Magnetic fingerprints of modern sediments in the South China Sea resulting from source-to-sink processes, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19, 1979–1993.
- [5] Hrouda, F. (1982). Magnetic anisotropy of rocks and its application in geology and geophysics, *Geological Surveys*, 5, 37–82.
- [6] Rochette, P., N. S. Bezaeva, A. Kosterov, J. Gattacceca, V. L. Masaitis, D. D. Basyukov, et al. (2019). Magnetic properties and redox state of impact glasses: A review and new case studies from Siberia, *Geosciences, MDPI*, 9, 225.
- [7] Gong, Z., D. J. J. van Hinsbergen, M. J. Dekkers (2009). Diachronous pervasive remagnetization in northern Iberian Basins during Cretaceous rotation and extension, *Earth and Planetary Science Letters*, 284, 292–301.
- [8] Egli, R., F. Florindo, A.P. Roberts (2013). Introduction to 'Magnetic iron minerals in sediments and their relation to geologic processes, climate, and the geomagnetic field', *Global and Planetary Change*, 210, 259–263.
- [9] Rasmussen, K. L. (2001). FOCUS: Provenance of ceramics revealed by magnetic susceptibility and thermoluminescence, *Journal of Archaeological Science*, 28, 451–456.
- [10] Miller, S., F. M. McGibbon, D. H. Caldwell, N. A. Ruckley (2006). Geological tools to interpret Scottish medieval carved sculpture: combined petrological and magnetic susceptibility analysis, in: M. Maggetti, B. Messiga (eds.), *Geomaterials in Cultural Heritage*, Geological Society, London, Special Publications, 257, 283–305.
- [11] Spassov, S. and R. Egli (2004). Magnetic quantification of urban pollution sources in atmospheric particulate matter, *Geophysical Journal International*, 159, 555–564.
- [12] Amor, M., J. Wan, R. Egli, J. Carlut, C. Gatel, I. M. Anderse, et al. (2022). Key signatures of magnetofossils elucidated by mutant magnetotactic bacteria and micromagnetic calculations, *Journal of Geophysical Research*, 127, e2021JB023239.
- [13] Suraj, M. V., A. Talaat, B. C. Dodrill, Y. Wang, J. K. Lee, P. R. Ohodnicki (2022). Magnetic characterization of self-assembled nanostructures in cobalt ferrites using first-order reversal curve (FORC) analysis, *AIP Advances*, 12, 035031.
- [14] Sandler, S. E., B. Fellows, O. Thompson Mefford (2019). Best practices for characterization of magnetic nanoparticles for biomedical applications, *Analytical Chemistry*, 91, 14159–14169.