

# HYDROSLIDE – Bildgebung mittels Induzierter Polarisierung (IP) zur verbesserten Charakterisierung von tonreichen Hangrutschungen

JAKOB GALLISTL (1), ADRIAN FLORES-OROZCO (1) & DAVID OTTOWITZ (2)

Hangrutschungen, die sich in tonreichen Sedimenten ausbilden, stellen aufgrund ihrer Schnelligkeit, ihres Rutschvolumens und ihrer Ausbreitung eine ernstzunehmende sozioökonomische Bedrohung dar und bedürfen adäquater Monitoring- und Frühwarnsysteme. Starke Niederschläge als Hauptgrund für das Auftreten von Rutschungen stellen die Frage nach der Wasserzirkulation und der Modellierung der solchen für die Verbesserung und Weiterentwicklung der bestehenden Frühwarnsysteme. Die elektrische Widerstandstomografie (Electrical Resistivity Tomography – ERT) als geophysikalische Methode liefert Informationen über den spezifischen elektrischen Widerstand des Untergrundes und wird weitläufig zur Charakterisierung von Hangrutschungen verwendet. Da der spezifische elektrische Widerstand unter anderem eine Funktion der Wassersättigung ist, kann die Methode zusätzlich zur Abgrenzung der Rutschfläche auch zur Charakterisierung von Bereichen höherer Wassersättigung, wie für die Modellierung der Wasserzirkulation benötigt, herangezogen werden. Für tonreiche Hangrutschungen ist die Methode jedoch limitiert, da der Kontrast des spezifischen elektrischen Widerstandes zwischen tonreichen und wassergesättigten Sedimenten gering ist. Die Methode der Induzierten Polarisierung (IP) als Erweiterung der Widerstandstomografie erlaubt zusätzlich die Messung des Polarisierungseffektes (der kapazitiven Eigenschaften) des Untergrundes. Da tonreiche Sedimente typischerweise mit einem höheren Polarisierungseffekt in Verbindung gebracht werden (z.B. FLORES OROZCO et al., 2012), sollte eine Unterscheidung zwischen Bereichen höheren Tongehaltes und Wassersättigung und somit eine verbesserte Charakterisierung der hydrogeologischen Eigenschaften der Hangrutschung möglich sein.

Um die IP-Methode, im Vergleich zur herkömmlichen Widerstandstomografie, zu evaluieren, wer-

den im Rahmen des HYDROSLIDES-Projektes, finanziert vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF und der französischen Forschungsagentur ANR, Messungen an zwei Standorten in Frankreich und Österreich durchgeführt, an denen sowohl Langzeit-ERT-Datensätze sowie eine Vielzahl von zusätzlichen Informationen (geodätisch, hydrologisch etc.) verfügbar sind. Die La-Valette-Hangrutschung als einer der Standorte ist eine der wichtigsten und komplexesten Hangrutschungen in den französischen Südalpen. Die aus Flysch und Kalksandstein bestehende und im März 1982 aktivierte Rutschung bewegt sich auf einer Gleitfläche aus Schwarzmergel (HIBERT et al., 2012) und stellt durch ihre unmittelbare Nähe zur Gemeinde Saint-Pons im Barcelonnette Becken eine direkte Bedrohung dar. Trotz diverser durchgeführter geophysikalischer Messungen konnten bisher jene Eigenschaften und Untergrundstrukturen der Rutschung, die maßgeblich die Wasserzirkulation kontrollieren, nicht hinreichend charakterisiert werden. Aus diesem Grund wurden Messungen der Spektral Induzierten Polarisierung (SIP) – IP-Messungen bei verschiedenen Frequenzen des injizierten Stroms – durchgeführt, um zu evaluieren, ob die Methode eine verbesserte Charakterisierung der hydrogeologischen Eigenschaften der Hangrutschung erlaubt. SIP-Datensätze wurden an jeweils drei Profilen parallel sowie normal zur Rutschung gemessen. Die Messungen erfolgten mit einem DAS-1 (von Multi-Phase Technology) unter Verwendung von 64 Elektroden und zehn verschiedenen Frequenzen im Bereich 0,5–225 Hz. Die Inversion der Daten wurde mit CRTomo (KEMNA, 2000) durchgeführt. Abbildung 1 zeigt die Bildgebungsergebnisse der SIP-Methode für das Profil 1 (parallel zur Hangrutschung mit 5 m Elektrodenabstand) in Form des Real-  $\sigma'$  und Imaginärteils  $\sigma''$  der komplexen elektrischen Leitfähigkeit für eine Frequenz von 0,5 Hz. Im Vergleich zur Widerstandstomografie

(1) Technische Universität Wien, Forschungsgruppe Geophysik, Gußhausstraße 27–29, 1040 Wien.  
[jakob.gallistl@geo.tuwien.ac.at](mailto:jakob.gallistl@geo.tuwien.ac.at)

(2) Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien.

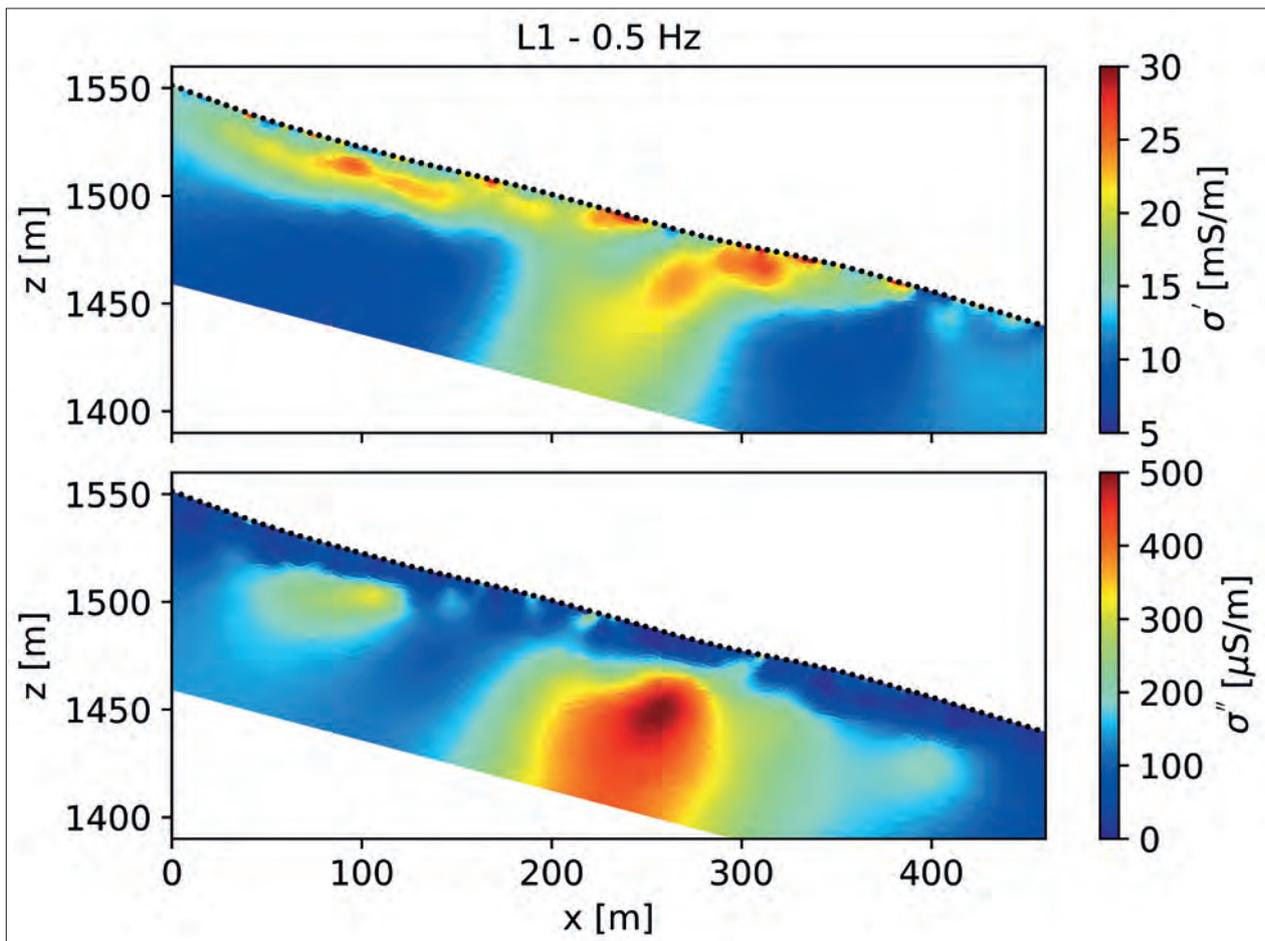


Abb. 1.

Bildgebungsergebnisse der SIP-Methode in Form des Real-  $\sigma'$  und Imaginärteils  $\sigma''$  der komplexen elektrischen Leitfähigkeit für eine Frequenz von 0,5 Hz.

erlaubt die zusätzliche Information des IP-Signals ( $\sigma''$ ) sowohl eine verbesserte Charakterisierung der Rutschfläche (Abb. 1 – Grenzfläche in 50 m Tiefe zwischen moderaten und niedrigen Werten von  $\sigma'$ ), als auch die Erkennung räumlich limitierter Tonlinsen (Abb. 1 –  $\sigma''$  Anomalie bei 100 m). Diese Beobachtungen stehen in Übereinstimmung mit jenen aus früheren Untersuchungen (z.B. HIBERT et al., 2012), jedoch ist die weitere Interpretation der elektrischen Eigenschaften in Abbildung 1 aber insbesondere die Analyse des Signals bei verschiedenen Frequenzen feldmomentaner Forschungsarbeit. Die Ergebnisse der SIP-Methode deuten jedoch eine detaillierte Charakterisierung der elektrischen Eigenschaften des Untergrundes an und sollten eine verbesserte Beschreibung möglicher Wasserzirkulationspfade in tonreichen Hangrutschungen erlauben.

#### Literatur

- FLORES OROZCO, A., KEMNA, A. & ZIMMERMANN, E. (2012): Data error quantification in spectral induced polarization imaging. – *Geophysics*, **77**/3, E227–E237, Tulsa.
- HIBERT, C., GRANDJEAN, G., BITRI, A., TRAVELLETI, J. & MALET, J.P. (2012): Characterizing landslides through geophysical data fusion: Example of the La Valette landslide (France). – *Engineering Geology*, **128**, 23–29, Amsterdam.
- KEMNA, A. (2000): Tomographic Inversion of Complex Resistivity: Theory and Application. – *Berichte des Instituts für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, Reihe A*, **56**, 176 S., Bochum.