



Interaktion zwischen Kriechhängen und sensibler Infrastruktur

Maria Honisch¹, Barbara Schneider-Muntau¹

¹ Universität Innsbruck, Institut für Infrastruktur, Arbeitsbereich Geotechnik, 6020 Innsbruck, Österreich
Maria.Honisch@uibk.ac.at

Kurzfassung:

Die Interaktion zwischen Kriechhängen und sensibler Infrastruktur ist ein Thema mit großer zukünftiger Relevanz. Schließzeiten von Infrastruktur führen zu erheblicher Mehrbelastung der Umwelt, durch Staubbildung und in Kauf genommene Umwege. Ziel dieses FFG-Projekts ist es, ein Prozessverständnis der Interaktion von Infrastruktur und Kriechhängen aufzubauen und in numerischen Modellen abzubilden. Anhand des Fallbeispiels der Massenbewegung Padauner Berg am Brenner in Tirol können aufgrund der umfangreich vorhandenen Datengrundlage tiefgründige Massenbewegungen und ihr Kriechverhalten besser verstanden und untersucht werden.

1 Einleitung

Die Massenbewegung Padauner Berg am Brenner in Tirol kriecht mit einer Rate von durchschnittlich ca. 10 mm pro Jahr im Wipptal Richtung Norden. Diese Art von Massenbewegung zählt zu den sogenannten deep-seated gravitational slope deformations (DSGSDs) [3], [4]. Bereits Ampferer, 1939 [1] und Stini, 1941 [8] beschrieben die Geomorphologie von Massenbewegungen mit Begriffen wie “Bergzerreißung” und “Talzuschub”, die im deutschsprachigen Raum auch heute noch gebräuchlich sind.

Gemäß Zischinsky wird mit der Bezeichnung Bergzerreißung dabei jener Teil der Bewegung beschrieben, “in dem die in der Böschung wirksamen Scherflächen an der Oberfläche austreichen: vor allem also den Abrißbereich. Der Begriff Talzuschub hingegen wird der Erscheinung gerecht, dass die deformierten Hänge unter dem konkav ausgebildeten Bereich des Massenabtrages im Abschnitt des Massenzuwachses konvex in den Talraum vordringen, ihn also zuschieben”. [9]

Diese morphologischen Strukturen können auch an der Massenbewegung Padauner Berg beobachtet werden (siehe Abb. 1).

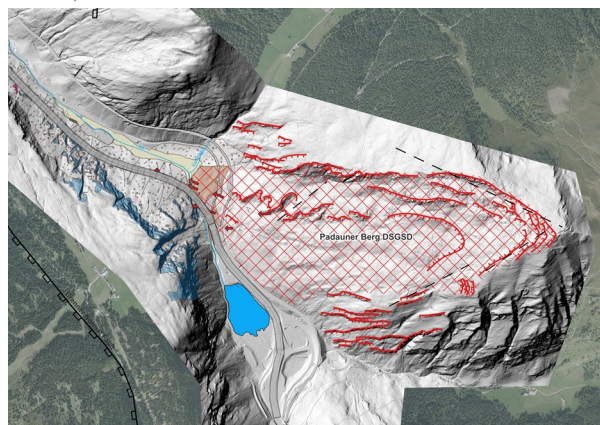


Abb. 1: Geomorphologische Karte der Massenbewegung am Padauner Berg mit den Abbruchkanten

Vor allem der Bereich des Talzschubs der Massenbewegung Padauner Berg ist aufgrund der vorhandenen Infrastruktur gut erkundet, dazu zählen: 25 Erkundungsbohrungen mit Kerngewinn, davon 13 Inklinometermessstellen und 6 Grundwassermessstellen sowie 10 hybridseismische Profile (siehe Abb. 2).

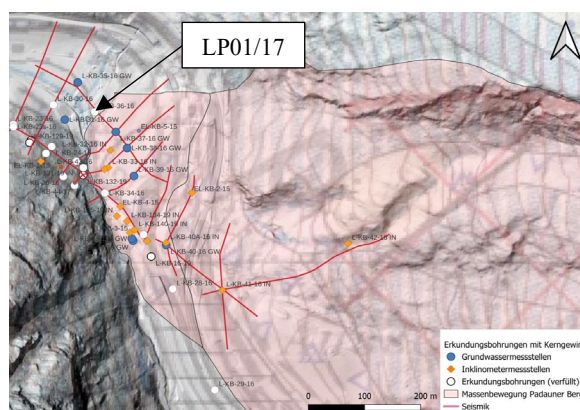


Abb. 2: Erkundungen im Bereich des Talzschubs der Massenbewegung Padauner Berg, Gries am Brenner, Tirol

Die im Bereich der Massenbewegung gegründete Infrastruktur umfasst neben der Brennerbahn (Eisenbahn) und der Bundesstraße B182 auch einen Teil der A13 Brennerautobahn. Das Projekt KriInfra befasst sich vor allem mit der Einwirkung des Kriechverhaltens der Massenbewegung Padauner Berg auf die Luegbrücke der A13 Brennerautobahn. Das südliche Widerlager dieser 1850 m langen Hangbrücke gründet im Bereich des Talzschubs und ist daher so gelagert, dass es gegenüber Baugrundbewegungen unempfindlich ist.

Die Front des Talzschubs der Massenbewegung Padauner Berg zeigt über dem basalen Gleithorizont mindestens einen weiteren, internen Gleithorizont. Diese internen Gleithorizonte bilden einen Grundwasserstauer und wird meist durch eine etwa 2 m mächtige, feinkornreiche, leicht plastische Lage gebildet. In Abb. 3 ist das hybridseismische Längsprofil LP01/17 abgebildet (siehe auch Abb. 2), welches einerseits in rot die Felsoberkante mit einem starken Reflektor (~4000 m/s) zeigt, andererseits in orange die Reflektoren an den feinkörnigen Sedimenten der basalen und internen Gleithorizonte. Blaue Punkte stellen die Position der Quellaustritte im Frontbereich des Talzschubs dar, die mit dem Ausbiss der Gleithorizonte an der Geländeoberkante korrelieren. Die Daten des in Abb. 3 eingezeichneten Inklinometers zeigen bspw. zwischen Aug. 2023 und Feb. 2024 entlang des internen Gleithorizontes in ca. 33 m Tiefe Bewegungsraten von etwa 5 mm in 7 Monaten. Die Daten deuten zudem auf einen weiteren, seichteren internen Gleithorizont in etwa 26 m Tiefe hin, der Bewegungsraten von ungefähr 2 mm in 7 Monaten aufweist. Die Inklinometerkopfmessungen der 13 Inklinometermessstellen zeigen Bewegungsraten des Talzschubs zwischen 0,6 und 15 mm / Jahr (Messzeitraum 12/2015 bis 12/2023).

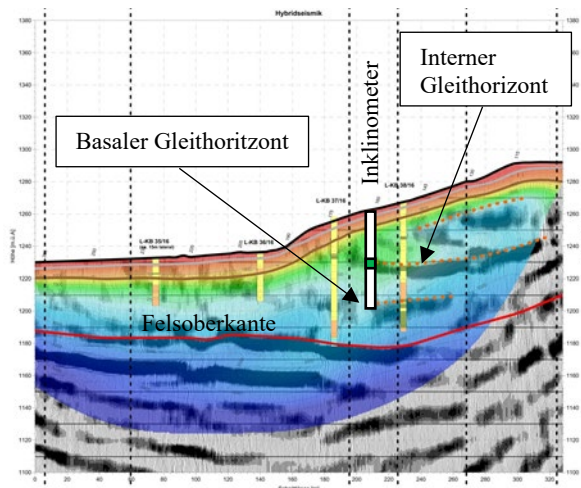


Abb. 3: Das hybridseismische Längsprofil LP01/17 des Talzuschubs der Massenbewegung Padauner Berg zeigt neben einer basalen Gleitfläche mindestens einen internen Gleithorizont

1.1 Historische Luftbildaufnahmen, Laserscandaten und INSAR Daten

Um ein großräumiges Verständnis der Hangbewegungen und der unterschiedlichen Bewegungsraten in den verschiedenen Zonen der Massenbewegung Padauner Berg zu erhalten, gibt es verschiedene Möglichkeiten um Verschiebungen an der Oberfläche nachzuweisen.

Die ältesten Daten liefern historische Luftbildaufnahmen, von denen Datensätze seit 1947 bis heute vorhanden sind. Laserscandaten sind im Projektgebiet von 2008 sowie von 2017-2018 erhältlich. Die Daten wurden vom Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Geoinformatik zur Verfügung gestellt.

Historische Datensätze können photogrammetrisch rekonstruierte Geländemodelle liefern, die im Vergleich zu den aktuellen Laserscandaten historische Hangbewegungen aber auch anthropogene Einflüsse abbilden können [2].

INSAR Daten können v.a. geringe Bewegungsraten ($\geq 1,1$ mm pro Jahr [5]) abbilden und eignen sich im Projektgebiet einerseits aufgrund der geringen Kriechraten als auch aufgrund der E-W-Ausrichtung der Massenbewegung besonders gut, um Bewegungen der Oberfläche abzubilden.

1.2 Geotechnische Laborversuche

Neben konventionellen Laborversuchen sind für die Gewinnung möglichst realistischer Bodenparameter auch höherentwickelte Laborversuche geplant. Darunter unter anderem Triaxialversuche mit 300 mm Probendurchmesser. Ziel ist es, möglichst realitätsnahe Bodenkennwerte für die FE Modellierung zu gewinnen. Da das Probenmaterial überwiegend sehr weitgestuft ist, ist die Einbeziehung der Grobkornfraktion in die Versuche von besonderem Interesse.

1.3 Geologisches 3D-Modell als Input für das FE-Modell

Das geologische Modell wird mit Leapfrog [6] modelliert. Hierzu ist neben der detaillierten Bohrkernaufnahme unter anderem der Input einer genauen geologischen Geländekartierung, das Erfassen von Strukturdaten und geomorphologischen Daten wesentlich um eine Vorstellung über den Internbau des Gebirges zu erhalten. Das geologische 3D

Modell dient als Input für das FE-Modell, welches mit Plaxis 3D [7] erstellt werden wird.

2 Zusammenfassung

Die vorhandenen Daten aus den Erkundungsbohrungen, der Seismik sowie aus der Auswertung der Inklinometerdaten zeigen einerseits neben einem basalen Gleithorizont mindestens einen internen Gleithorizont im Frontbereich des Talzuschubs Padauner Berg, wobei die Bewegungsrate des Talzuschubs bei durchschnittlich ca. 10 mm pro Jahr liegt (Messzeitraum 2015-2023). Untergeordnet sind weitere Gleithorizonte mit deutlich geringeren Bewegungsraten zu erkennen. Bohrkernaufnahmen zeigen, dass diese internen Gleithorizonte durch einen deutlich erhöhten Feinkornanteil und dichter Lagerung gekennzeichnet sind. Folglich dienen diese Gleithorizonte auch als Grundwasserstauer, wodurch es zu Quellaustritten im Frontbereich des Talzuschubs in unterschiedlichen Höhenlagen kommt.

3 Ausblick

Die Datengrundlage im Projektgebiet Padauner Berg liefert einen guten Einblick in den internen Aufbau von Kriechhängen im Talzuschubbereich. Weniger bekannt sind hingegen die Prozesse, die im mittleren Bereich und im Bereich der Abrisskanten von Massenbewegungen stattfinden. Um die komplexen Prozesse des DSGSD Padauner Berg sowohl im Abrissbereich, im konvex aufgewölbten Mittelbereich als auch im Bereich des Talzuschubs zu verstehen, sind zum einen detaillierte Kartierungen als auch die Einbeziehung neuer Laserscans sowie satellitenbasierter Daten (INSAR Daten) geplant.

Des Weiteren werden in Zusammenarbeit mit der Geosphere Austria klimarelevante Daten in das Modell einfließen, um den Einfluss des Klimawandels auf die Kriechgeschwindigkeiten von Massenbewegungen besser verstehen zu können.

Ziel ist es ein FE-basiertes Modell zu erstellen, das die Einwirkung des Kriechhanges auf das Brückenbauwerk Luegbrücke darstellen kann.

Literaturverzeichnis

- [1] Ampferer, O., 1939. Einige Formen der Bergzerreißung. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Band 148, pp. 1-14.
- [2] Branke, J., 2021. Extending the integrated monitoring of deep-seated landslide activity into the past using FOSS photogrammetry : a case study at the Reissenschuh (Schmirn, Tyrol, Austria). Innsbruck: s.n.
- [3] Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. & Ibsen, M.-L., 1996. Landslide recognition : identification, movement and causes ; Report No. 1 of the European Commission Environment Programme, Contract No. EV5V-CT94-0454. Europe: Chichester [u.a.]: Wiley.
- [4] Ostermann, M. & Sanders, D., 2017. The Benner pass rock avalanche cluster suggests a close relation between long-term slope deformation (DSGSDs and translational rock slides) and catastrophic failure. Geomorphology, Band 289, pp. 44-49.
- [5] Sadeghi, Z. et al., 2021.). Benchmarking and inter-comparison of Sentinel-1 InSAR velocities and time series. Remote Sensing of Environment, p. 256.
- [6] Seequent, 2023. Leapfrog Works 2023.2.3. [Online].
- [7] Seequent, 2023. PLAXIS 3D 2024.1. [Online].
- [8] Stini, J., 1941. Unsere Täler wachsen zu. Geologie und Bauwesen, Band 13, pp. 71-79.
- [9] Zischinsky, U., 1968. Über Bergzerreißung und Talzuschub. Geologische Rundschau, Band 58, pp. 1432-1149.