

# Machbarkeitsstudie einer automatisierten Lawinengelände Klassifizierung in Österreich

**CHRISTOPH HESSELBACH<sup>1,2</sup>, ANDREAS HUBER<sup>1</sup>, FELIX OESTERLE<sup>1,3</sup>, LAURA STEPHAN<sup>4</sup>,  
CHRISTOPH MITTERER<sup>4</sup>, JAN-THOMAS FISCHER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Naturgefahren, Bundesforschungszentrum für Wald, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Fachzentrum Geologie und Lawinen, Forsttechnischerdienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Innsbruck

<sup>4</sup> Lawinenwarndienst Tirol, Innsbruck

✉ [christoph.hesselbach@bfw.ac.at](mailto:christoph.hesselbach@bfw.ac.at)



## Abstract

Die Avalanche Terrain Exposure Scale (ATES) ist ein Klassifizierungsschema, das die Exposition und Komplexität des Geländes hinsichtlich potentieller Lawinengefahren in vier Klassen einteilt. Diese Klassen reichen von einfachem bis zu extremem Gelände. ATES-Karten dienen Einzelpersonen oder Organisationen als Unterstützung bei der Kommunikation, Planung und Durchführung von Freizeit- oder professionellen Aktivitäten im alpinen Gelände. Seit den mittleren 2000er Jahren gewinnt das ATES-Schema zunehmend in Nordamerika und auch in europäischen Bergregionen an Bedeutung, jedoch nicht in den österreichischen Alpen.

Durch die Verwendung von hochauflösenden digitalen Geländedaten und kürzlich entwickelten Open-Source-Tools von verschiedenen Forschungsgruppen konnte der ursprüngliche manuelle Workflow durch automatisierte Prozesse ergänzt bzw. ersetzt werden. In diesem Beitrag stellen wir eine Machbarkeitsstudie zur Anwendung und Plausibilität einer automatisierten ATES-Klassifizierungsmethode für eine 700 km<sup>2</sup> große Pilotregion in Tirol, Österreich, vor.

Die Methode baut auf frei verfügbaren Geländedaten auf und umfasst drei Submodelle: (i) Die automatisierte Identifizierung potenzieller (Lawinen-)auslösegebiete, (ii) die Abgrenzung potenzieller Reichweiten von Lawinen der Größe 1 bis 3 (gemäß der EAWS-Skala) mit einem empirisch motivierten Simulationstool für gravitative Massenbewegungen (Flow-Py) und (iii) einen Klassifizierungs- und Kartierungsschritt. Im letzten Schritt werden die Informationen der vorherigen Submodelle mit der lokalen Hangneigung und dem Grad der Waldbedeckung kombiniert und zu diskreten ATES-Klassen interpretiert.

Es werden verschiedene Ansätze zur Parametrisierung der Submodelle untersucht und validiert. Die endgültigen Kartenprodukte werden von ortskundigen Experten auf Plausibilität validiert. Vorläufige Ergebnisse zeigen die Anwendbarkeit des vorgestellten Workflows in der Pilotregion, aber auch aktuelle Einschränkungen und das Potenzial zur weiteren Methodenverbesserung, wie zum Beispiel die Segmentierung der potentiellen Auslösegebiete oder die Lawinen-Wald Interaktion. Dieser Ansatz ermöglicht eine umfassende Geländebeurteilung sowohl für größere Lawinen (> EAWS Größe 3) als auch für dynamische Kartierungen in Bezug auf das vorherrschende Lawinenproblem oder die Lawinengefahrenstufe.

## Einführung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Anwendbarkeit und Machbarkeit einer automatisierten Klassifikation von Lawinengefährdeten Gelände in Österreich in Anlehnung an das Avalanche Terrain Exposure Scale (ATES) Klassifizierungsschema. Ba-

sierend auf frei verfügbaren digitalen Geländedaten und Open-Source-Tools (Veitinger et al. 2016, D'Amboise et al. 2022, Larsen et al. 2020) wird dies durch eine automatisierte Modellkette, siehe Abbildung 1, umgesetzt.

## Methoden

Der methodische Teil der Arbeit konzentriert sich auf die Parametrisierung und Validierung der einzelnen Submodelle um Lawinen Größen 1-3 (gemäß der EAWS-Skala) plausibel erfassen und kartieren zu können. Dazu werden die Eingangsparameter der Submodelle zum einen mit Referenzdaten von kartierten Auslösegebieten sowie die von Lawinen betroffenen Areale optimiert und anhand der EAWS-Größen Skala abgeglichen. Wichtige Vergleichsparameter sind hier: die gegenüber Stellung von berechneten Reichweiten, Höhendifferenz von Auslösegebiet zu max. Reichweite, betroffenes Gebiet und aus der Energiehöhe abgeleitete Größen wie Geschwindigkeit und Aufpralldruck.

In einen definierten Validierungsprozess werden die Resultate auf praktische Anwendbarkeit und Plausibilität von ortskundigen Experten überprüft.

## Ergebnisse und Diskussion

Die vorläufigen Ergebnisse belegen die Machbarkeit und Anwendbarkeit der Modellkette. Dabei zeigt sich jedoch auch die Sensitivität und Bedeutsamkeit der einzelnen Eingangsparameter, beispielsweise die Integration von digitalen Wald-Daten sowie die Rahmenparametern zur finalen Klassifizierung.

## Ausblick

Um die beschriebene Methode weiter zu verfeinern, schlagen wir vor, einen zusätzlichen Schritt zur Segmentierung der potenziellen Auslösegebiete einzuführen und eine explizitere Berücksichtigung der Interaktionen zwischen Lawinen und bewaldeten Gebieten vorzunehmen.

In Zukunft könnten ATES-Karten als Grundlage für Entscheidungen, Kommunikation sowie Planung von Geländeeinsätzen in Lawinengefährdeten Gebieten dienen und somit einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit von Einsatzorganisationen leisten.

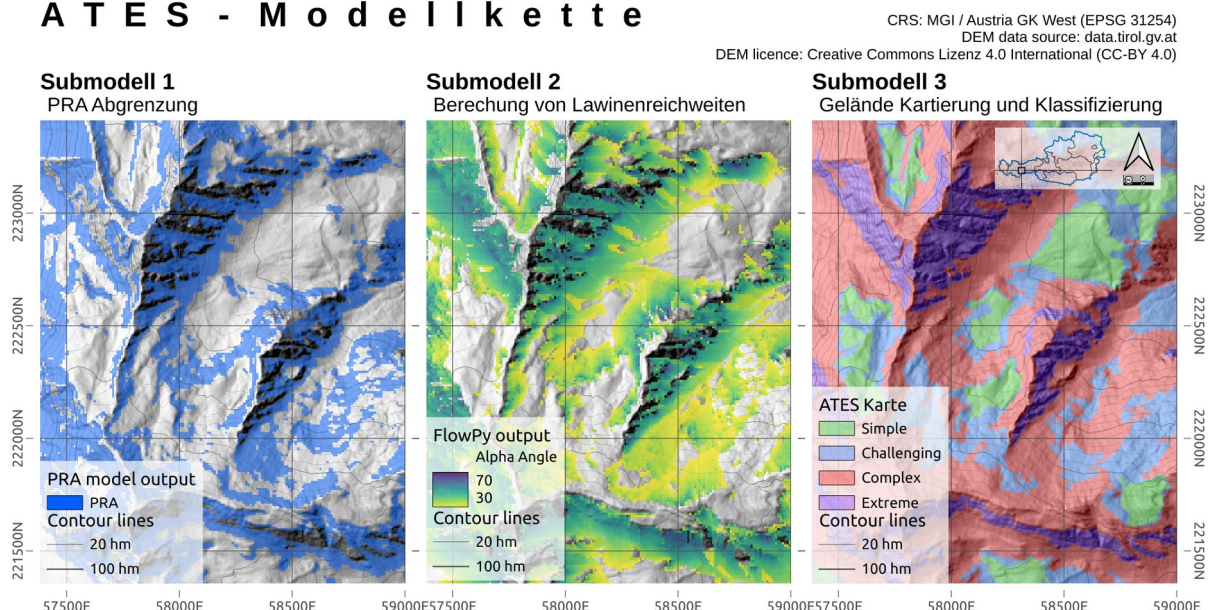
## Literaturverzeichnis

D'Amboise, C. J. L., Neuhauser, M., Teich, M., Huber, A., Kofler, A., Perzl, F., Fromm, R., Kleemayr, K., & Fischer, J.-T. (2022). Flow-Py v1.0: A customizable, open-source simulation tool to estimate runout and intensity of gravitational mass flows. *Geoscientific Model Development*, 15(6), 2423-2439.

Larsen, H. T., Hendrikx, J., Slåtten, M. S., & Engeset, R. V. (2020). Developing nationwide avalanche terrain maps for Norway. *Natural Hazards*, 103(3), 2829-2847.

Veitinger, J., Purves, R. S., & Sovilla, B. (2016). Potential slab avalanche release area identification from estimated winter terrain: A multi-scale, fuzzy logic approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(10), 2211-2225.

## AT E S - M o d e l l k e t t e



**Abbildung 1: Submodelloutputs der ATES Modellkette, Testgebiet: Sellrain, Tirol**