



GEFAHR VON OBEN

Aufgrund des Klimawandels häufen sich Steinschläge, was im dichtbesiedelten Alpenraum gefährlich werden kann. Forschende tüfteln an einem neuen Frühwarnsystem.

Seite 22



Gefahren von oben

Vom Klimastress geschwächte Schutzwälder und instabile Berghänge führen vermehrt zu Muren, Lawinen, Steinschlägen und Hangrutschungen. In Tirol wird derzeit ein Frühwarnsystem für Steinschlag entwickelt, das auf Sensortechnologien und Machine-Learning setzt.

Mario Wasserfaller



Extreme Ereignisse im Alpenraum häufen sich durch den Klimawandel. In besiedelten Gebieten birgt das Risiken für Mensch und Infrastruktur.

Der dichtbesiedelte Alpenraum ist zunehmend mit Naturgefahren konfrontiert. Ereignisse wie Hangrutschungen und Steinschläge treten oft ohne Vorwarnung ein und können über enorme Zerstörungskraft verfügen. Der Klimawandel verschärft die Situation, neue Schutzmaßnahmen sind gefragt. Die erste Testumgebung für das Projekt „DigiSchutz“ ist an einer Felswand unterhalb der Festung Kufstein installiert. Löst sich Gestein und fällt in ein Steinschlagnetz, registrieren darin befestigte Sensoren die Erschütterungen und leiten die Daten zur Analyse weiter.

„Wir wollen in einem ersten Schritt klassifizieren, wie groß die Steine oder Steinschläge sind, die ins Netz fallen und wo sie eingeschlagen sind“, sagt Manuel Ferdik, Professor an der FH Management Center Innsbruck (MCI) und dort Leiter des Forschungsschwerpunkts „Electronics & Data Analytics“. Verschiedene Arten von Steinen in Schutznetze fallen zu lassen und die Daten mit Beschleunigungssensoren auszuwerten, ist freilich erst der Anfang.

Untergund in Bewegung

Das Fernziel ist ein umfassendes Frühwarnsystem, das sich aus verschiedensten Daten speist, gewonnen vor allem aus einer Armada unterschiedlicher Sensoren. Diese stammen von GMD, einem Start-up aus Innsbruck, das auf die Entwicklung intelligenter Internet-of-Things-Systeme zur Vorhersage von Naturgefahren spezialisiert ist. Damit das System nur dann Alarm schlägt, wenn tatsächlich Gefahr besteht, lernt es aus den akkumulierten Daten ständig dazu, sagt Ferdik: „GMD kombiniert verschiedene Sensoren in einem Sensor-Fusion-Ansatz und baut damit Big Data auf. Die Idee ist es, mithilfe von Machine-Learning darin Muster zu erkennen.“

In weiteren Ausbausritten sollen dafür an neuralgischen Stellen in Berghängen platzierte Sensoren neben seismischen Vibrationen auch Regenmenge, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sowie die Bodenfeuchte registrieren. Diese Daten werden mit jenen aus den Schutznetzen kombiniert und abgeglichen, um aus Ursachenanalysen für Steinschläge Prognosen für ihr Eintreffen erstellen zu können. „Wenn es mehrere Tage geregnet hat, es

vielleicht zuerst kalt und dann warm war, dann kommt es häufiger zu Steinschlägen“, erklärt Ferdik ein mögliches statistisch hergeleitetes Erklärungsmuster. Weil der Berg beziehungsweise der Untergund in Bewegung ist, wird auch die Position der Sensoren ständig mit aufgezeichnet.

„In der dritten Stufe, das wäre dann der Endausbau, käme ein Ampelsystem, mit dem wir die Wahrscheinlichkeit für Steinschläge vorhersagen können – Grün für geringe, Gelb für mittlere und Rot für sehr hohe Wahrscheinlichkeit“, erklärt Ferdik. Bis dahin sind in der Entwicklungsarbeit noch der eine oder andere Stolperstein zu bewältigen. „Forschungstechnisch gibt es vorerst grob zwei Bereiche. Einmal die Funkkommunikation, das liegt bei der Uni Innsbruck, und das andere liegt bei uns, die Datenauswertung“, fasst Ferdik zusammen.

Genauer gesagt steuert das Institut für Mechatronik der Universität Innsbruck Knowhow im Bereich der Hochfrequenztechnik, der Entwicklung von Long-Range-Funkmodulen (Lo-Ra-Funkmodulen) sowie von Energieerzeugungskonzepten bei. Zunächst müssen

die Metallgehäuse für die Sensoren robust genug für Steinschlag und gleichzeitig durchlässig genug gestaltet sein, dass daraus Daten gefunkt werden können. Untersucht wird dabei auch ein Designansatz, der das Gehäuse selbst zur Antenne werden lässt.

Warnung vor Muren und Lawinen

Ein weiterer Knackpunkt für das Funktionieren des Systems ist die Art der Datenübertragung. Derzeit funken die Sensoren über den Mobilfunkstandard GSM direkt in die Cloud, was aber recht viel Energie verbraucht. Deshalb soll das System in Zukunft mit dem Lo-Ra-Funkprotokoll betrieben werden, das mit hoher Reichweite und kleiner Datenrate mehrere Kilometer Entfernung überbrücken kann.

„Wir haben dann viele Lo-Ra-Sensoren, und die senden die Daten an ein Gateway, das entweder mit einem Stromanschluss oder auch einem Photovoltaikmodul (PV-Module) versehen ist. Und von dem Gateway wird das dann gesammelt in die Cloud gesendet“, sagt Ferdik. Auch an der Art der Energieversorgung muss noch gefeilt werden. Die Demo-

Sensoren werden vorläufig mit Batterien betrieben, getestet werden aber verschiedene Technologien, von Solarenergie bis zu drahtloser Stromübertragung. Beim MCI sind Fachleute für Data-Science und Machine-Learning für die Datenauswertung zuständig, deshalb startet für sie die eigentliche Arbeit erst eher im zeitlich letzten Teil des noch bis Ende März 2026 laufenden und vom Land Tirol mit 190.000 Euro geförderten Projekts.

Skalierbar ist das System der Konzeption nach beliebig. Kombinationen mit Satellitendaten und lokalen Informationen einzelner Gemeinden sind für ein möglichst flächendeckendes Vorwarnsystem denkbar, ebenso wie Warnungen vor Muren- und Lawinenabgängen. „Das Modell soll natürlich danach immer noch besser und besser werden. Je mehr Gemeinden und Daten wir haben, desto genauer können wir unser Modell trainieren“, sagt Ferdik.

Darauf aufbauend könnte zumindest einmal in Kufstein nach den Vorstellungen des Konsortiums ein „Smart City Protective Network“ aufgebaut werden, das vor Gefahren warnt, die von oben kommen.

FORSCHUNG SPEZIAL ist eine entgeltliche Einschaltung in Form einer Medienkooperation mit österreichischen Forschungsinstitutionen. Die redaktionelle Verantwortung liegt beim STANDARD.