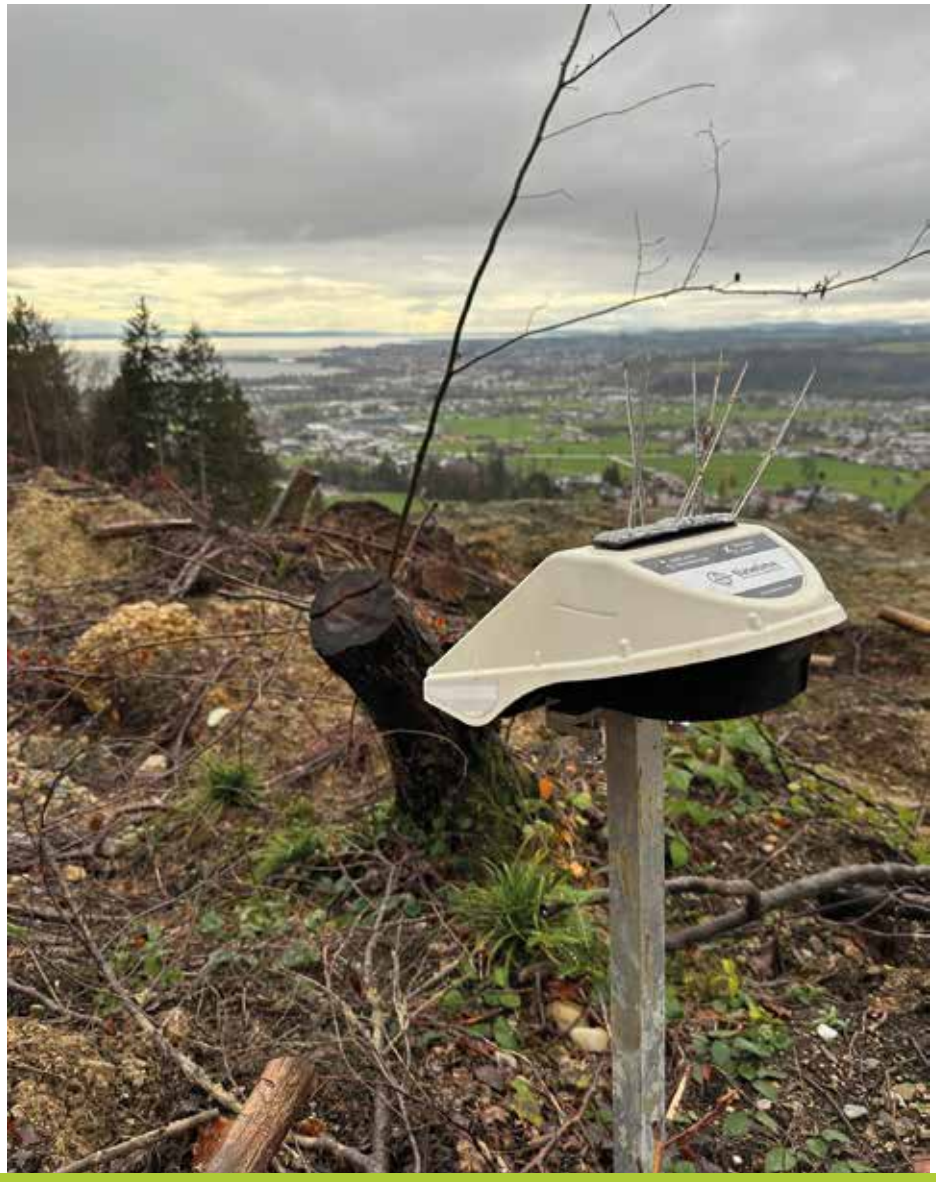
FACHARTIKEL: MAX WELLER, TOMAS SOUCEK



Wenn der Hang nicht zur Ruhe kommt

Monitoring eines Erdrutsches

Als am 29.04.2023 der Hang oberhalb der Siedlung Hochreute im österreichischen Dorf Hörbranz zu rutschen begann, war es nicht der Beginn eines gewöhnlichen Naturereignisses. Es war der Auftakt zu einer beispiellosen geologischen Herausforderung, die das Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) an seine Grenzen bringen sollte – und gleichzeitig ein Lehrstück über den Mehrwert moderner, automatisierter Vermessungstechnologie wie dem Basetime Locator One war.

Das Pfändermassiv, zu dem der rutschgefährdete Hang gehört, ist Teil der Nördlichen Kalkalpen und besteht hauptsächlich aus mergeligen Kalksteinen und tonigen Zwischenschichten. Diese geologische Zusammensetzung macht das Gebiet besonders anfällig für Rutschungen bei starken Niederschlägen.

„Die Schichten haben ein Einfallen von etwa 15 bis 20 Grad in Hangrichtung“, erklärt Dr. Georg Huber, leitender Geologe beim Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) Vorarlberg mit über 20 Jahren Erfahrung in Hangrutschungsmonitoring. „Dazu kommt der hohe Tongehalt bestimmter Lagen, der bei Wassersättigung zu einem deutlichen Festigkeitsverlust führt.“

Die Region verzeichnete in den letzten Jahren eine signifikante Zunahme von Starkregenereignissen. Der April 2023 war mit 250 mm Niederschlag der niederschlagsreichste seit Beginn der Aufzeichnungen 1880 – das entspricht etwa 150 % des langjährigen Mittels.

„Es war ein perfekter Sturm aus geologischen und klimatischen Faktoren“, so Dr. Huber. „Der Boden war bereits im Winter stark durchfeuchtet, und die zusätzlichen Regenfälle im April führten zur vollständigen Sättigung.“



Abb. 1: Das idyllische Hörbranz in der Nähe des Bodensees



Abb. 2: Hörbranz nach dem verheerenden Hangrutsch 2023

29.04.2023: Der Hang rutscht

Nach wochenlangen Regenfällen, die die Böden in der Region vollständig durchtränkt hatten, gab der vollgesogene Hang oberhalb der Siedlung Hochreute schließlich nach. Die ersten Anzeichen waren subtil – Risse in Gartenmauern, sich senkende Terrassen. Doch innerhalb weniger Stunden entwickelte sich daraus eine ernsthafte Gefährdung für mehrere Wohnhäuser.

„Es war, als hätte sich der Boden unter unseren Füßen aufgelöst." So beschreibt ein Anwohner den Moment, als der Pfändermassiv-Hang in Bewegung geriet. Innerhalb kürzester Zeit setzte sich die Erde in Bewegung, es krachte, riss, schob sich. Die Siedlung Hochreute (Hörbranz), idyllisch am Hang gelegen, wurde zur Gefahrenzone. Vier Häuser wurden zerstört, 39 Personen evakuiert. Die Ungewissheit: Was passiert als Nächstes? „Wir stehen hier vor einem klassischen Dilemma", erklärt Dr. Huber. „Einerseits der Wunsch der Bevölkerung nach Sicherheit, andererseits die physikalischen Gesetze, gegen die wir nicht ankämpfen können. Unsere Aufgabe ist es, die Bewegungen so genau zu dokumentieren, dass wir rechtzeitig warnen können."



Abb. 3: Martina Mittelberger im ORF-Interview: Der Hangrutsch in Hörbranz sorgte für großes Medieninteresse

Der Hang steht – der Hang rutscht

„Am Sonntag, den 30.04. wurden im untersten Teil der Rutschung 14 Messpunkte vermarkt, deren Position über GNSS RTK (APOS) bestimmt wurde", berichtet Martina Mittelberger vom LVG in ihrem Erfahrungsbericht. Die erste Kontrollmessung am 01.05. lieferte alarmierende Ergebnisse: Der Hang hatte sich innerhalb des Tages um über einen halben Meter verschoben.

Es folgte ein Hin und Her zwischen kurzen Beruhigungsphasen und plötzlichen Beschleunigungen des Hanges. „Obwohl die Bewegungsgeschwindigkeit rasch abnahm, waren die Schäden an den obersten Gebäuden immens", so Mittelberger. „Verschiebungen über einen Meter waren einfach zu groß, die Hoffnung, die Gebäude retten zu können, schwand."

Besonders beunruhigend: Jeder neue Niederschlag führte zu erneuter Aktivität am Hang. „Nach der kurzen Beruhigungsphase von wenigen Tagen beschleunigte der Hang erneut auf mehrere Meter pro Tag!", heißt es in den Aufzeichnungen des LVG. Es war klar, dass die Situation sich auf absehbare Zeit nicht beruhigen oder stabilisieren würde – was auch heute, zwei Jahre später, immer noch der Fall ist.

Konventionelles Monitoring gerät an seine Grenzen

Was nun folgte, war ein Wettlauf mit der Zeit – und gegen die Natur. Die manuelle RTK-Messung wurde zum täglichen Ritual. Dabei ging es nicht nur um wissenschaftliches Interesse. Die Daten waren die Entscheidungsgrundlage für Behörden, Geologen, Einsatzkräfte – und die betroffenen Menschen. Bei jedem Messtermin wurde vor Ort informiert, die Auswertung folgte wenige Stunden später per E-Mail.

Doch schnell zeichnete sich ab: Die Lage war dynamisch. Mal ruhte der Hang für ein paar Tage, dann beschleunigte er sich wieder auf mehrere Meter pro Tag.

„Wir waren jeden Tag draußen. Und jeder Tag fühlte sich an wie ein Balanceakt zwischen Kontrolle und Kontrollverlust", erinnert sich ein Mitarbeiter des LVG.

Die Situation stellte das LVG vor enorme logistische Herausforderungen. „Da sich der Hang mit jedem Niederschlag wieder beschleunigte und weitere Gebäude in die Gefahrenzone gerieten, waren weiterhin tägliche Messungen notwendig", erklärt Mittelberger.

Das standardmäßige Vorgehen beim Monitoring war aufwendig und wurde systematisch nach einem festgelegten Verfahren durchgeführt, das verschiedene geodätische Messmethoden kombinierte: Tachymetrische Einzelpunktmessungen dienten zur präzisen Erfassung ausgewählter Kontrollpunkte, während GNSS-RTK-Messungen mit APOS eine effiziente und genaue Posi-



Abb. 4: Bislang wurden vier Häuser zerstört, 39 Personen mussten evakuiert werden.



Abb. 5: Am 13.12.2023 wurden die sechs Locator One zur Hangüberwachung installiert.

tionsbestimmung mit Echtzeitkorrekturen ermöglichten. Zur flächendeckenden Erfassung der Oberflächengeometrie kam monatlich ein terrestrisches Laserscanning zum Einsatz, das detaillierte 3D-Modelle des Geländes lieferte. Parallel dazu wurden an Gebäuden manuelle Rissmonitore installiert, um etwaige Bewegungen im Millimeterbereich zu erfassen und zu dokumentieren.

Jeder Messeinsatz erforderte einen planmäßigen Arbeitsaufwand von mindestens drei Stunden für die Messungen, einschließlich An- und Abfahrt. Im Anschluss folgten etwa zwei Stunden für die Datenauswertung im Büro, bei der die Rohdaten geprüft, analysiert und aufbereitet wurden. Abschließend wurden die Ergebnisse in Form eines standardisierten Berichts zusammengefasst und an alle Projektbeteiligten versendet. Somit belief sich der Gesamtaufwand pro Einsatz auf durchschnittlich fünf Arbeitsstunden, wobei dieser Wert je nach Messumfang und örtlichen Gegebenheiten variieren konnte.

„An solch einem Messtag sind eine Person, ein Fahrzeug und eine GNSS-Messausrüstung blockiert, was den normalen Dienstbetrieb erheblich belastet“, erzählt Mittelberger.

Die Grenzen der manuellen Messmethoden zeigten sich bereits nach kurzer Zeit deutlich: Bis Dezember 2023 waren insgesamt 67 Messkampagnen durchgeführt worden, was zu einer erheblichen personellen Belastung führte. Zudem erwies sich das Verfahren als stark wetterabhängig – allein zwölf geplante Messungen mussten aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen verschoben werden. Ein weiteres Problem bestand in den unvermeidbaren Datenlücken zwischen den einzelnen Messzeitpunkten, da keine kontinuierliche Überwachung möglich war. Besonders kritisch war die Situation im oberen Rutschbereich, wo die manuellen Messungen noch dazu mit einer erhöhten Gefährdung des Personals verbunden waren.

Das LVG stand unter Dauerstress. In Summe bewegte sich der Hang in dieser Zeit um über 60 m. „Der Ruf nach einem automatischen Messsystem wurde immer lauter“, erinnert sich Mittelberger.

Phasen der Rutschungsaktivität und Schadensentwicklung

Die Hangbewegung wies ein charakteristisches, wellenförmiges Aktivitätsmuster auf, das sich in vier deutlich unterscheidbare Phasen unterteilen lässt:

In der Initialphase (29.04.–03.05.2023) beschleunigte die Rutschung rapide und erreichte Geschwindigkeiten von bis zu 2 m pro Tag. Darauf folgte eine kurze Beruhigungsphase (04.05.–07.05.2023), in der sich die Bewegungsraten auf etwa 20 cm/Tag reduzierten. Diese Entspannung war jedoch nur vorübergehend: Nach weiteren Niederschlägen kam es am 08.05.2023 zu einer plötzlichen und dramatischen Beschleunigung auf 3,5 m pro Tag. Ab Juni 2023 stabilisierte sich die Rutschung auf eine Langzeitbewegung von durchschnittlich 10–20 cm pro Woche.

Die kontinuierliche Hangbewegung hatte bis Dezember 2023 zu erheblichen Schäden geführt. Drei Wohnhäuser im unmittelbaren Gefahrenbereich mussten vollständig geräumt und dauerhaft aufgegeben werden. Fünf weitere Gebäude in der Rutschungszone wiesen so schwere strukturelle Schäden auf, die eine sofortige Sicherung oder Teilräumung erforderlich machten. Straßenaufbrüche, beschädigte Versorgungsleitungen und notwendige Sicherungsmaßnahmen verursachten Gesamtschäden von über 2 Mio. €.

Die Lösung aus Bayern

Am 13.12.2023 trat dann ein neuer Akteur auf die Bühne: Basetime Locator One. Sechs Geräte wurden installiert, bereitgestellt von der Josef Attenberger GmbH bzw. deren österreichischer Tochter Landmark, betreut durch Dr. Huber.

Die Locator One sind ein vollkommen autonomes, GNSS gestütztes Monitoringsystem, mit dem ohne jegliche Verkabelung die Messdaten in der Parvamoti-Webplattform ausgewertet werden können. Sie kombinieren hochpräzise GNSS-Messung mit autarker Stromversorgung und automatischer Datenübertragung.

Die Positionsbestimmung der Geräte erfolgt über GNSS-Messungen, die in einem frei wählbaren Intervall gesammelt werden. Das Monitoring-System berechnet seine Position über GNSS. Hierzu werden Satellitensignale der Systeme GPS, GLONASS, Galileo und BeiDou auf 186 Kanälen verarbeitet.

Die Kalibrierung für den Locator One wurde von Geo++ nach höchsten Industriestandards durchgeführt. Damit können die Differenzen zwischen dem mechanischen Referenzpunkt der Antenne (ARP) und dem elektrischen Phasenzentrum (PCO und PCV) bestimmt und korrigiert werden. Diese Abweichung entsteht, weil das elektrische Phasenzentrum nicht mit dem mechanischen Mittelpunkt der Antenne übereinstimmt. Durch diese Kalibrierung wird die Messgenauigkeit erhöht, indem Fehler in der Positionsbestimmung im Millimeterbereich kompensiert werden.

Die Rohdaten werden anschließend über die integrierte LTE-M-Sim-Karte in die Parvamoti-Cloud gesendet, wo sie postprozessiert werden. Hierzu kann sowohl eine virtuelle Referenzstation (RTK) oder eine Basisstation genutzt werden. Als Basisstation wird ein zusätzlicher Locator One genutzt. Der Unterschied zwischen RTK- und Basis-Rover-Lösung liegt in der Genauigkeit: Während RTK die bekannten Genauigkeiten von 2 bis 3 cm liefert, werden mit Basisstation Genauigkeiten unter 1 cm in Lage und Höhe erzielt. Dies wird unter anderem durch die Kalibrierung der Antenne sowie entsprechende Berechnungsalgorithmen in Parvamoti erreicht. Für das Projekt entschied sich das LVG für Korrekturen über RTK, da die Genauigkeit von 2 bis 3 cm für die zu erwartenden Bewegungen vollkommen ausreicht.

In der Webplattform Parvamoti werden die Rohdaten nach der Prozessierung in ein geodätisches Bezugssystem, z. B. UTM, transformiert. Die errechnete absolute Position wird in der Webplattform in verschiedenen Graphen dargestellt und ausgewertet oder kann per offener API-Schnittstelle in einer Drittsoftware weiterverarbeitet werden.

Die Stromversorgung des Locator One erfolgt über ein integriertes 4W-PU-Solarpanel, das im Gehäuse integriert ist. Zudem ist im Gerät ein lufttransportfähiger Superkondensator als Energiespeicher verbaut. Dieser gewährleistet den Betrieb des Locator One auch ohne aktive Stromversorgung durch Sonnenlicht bis zu zehn Monate. Durch das ausgeklügelte Batteriemanagement eignet sich der Locator One auch für Einsätze in entlegenen Gebieten mit nur wenigen Sonnenstunden.



Abb. 6: Übersicht der gewählten Standorte der sechs Locator One, die installiert wurden

Die Installation

Die Installation von insgesamt sechs Locator One erfolgte am 13.12. Zwei der Geräte wurden nach Abstimmung mit Dr. Huber an Punkten im oberen Rutschungsbereich platziert. Der Zugang zu diesen Punkten war aufgrund der teilweise starken Hangbewegungen mit Steinschlägen extrem prekär. Im Anschluss musste aber kein Messtrupp mehr in diesen Gefahrenbereich.

Drei weitere Empfänger wurden im unteren Bereich der Rutschung installiert, unterhalb der bereits begonnenen Stabilisierungsmaßnahmen. Dieser Bereich war von besonderer Bedeutung, da hier erkennbar ist, ob die Hangbewegung durch die baulichen Maßnahmen gestoppt werden kann oder ob eine weitere Gefahr für die angrenzende Wohnbebauung besteht. Zudem könnte im Falle weiterer Bewegungen rechtzeitig eine Evakuierung eingeleitet werden. Der sechste Sensor wurde direkt am an der Rutschung nächstgelegenen Gebäude angebracht, um die direkten Auswirkungen auf die Bebauung zu überwachen.

„Die Standorte wurden so gewählt, dass wir ein umfassendes Bild der Hangbewegungen erhalten“, erklärt Dr. Huber. „Besonders wichtig waren uns die Punkte im oberen Bereich, die für Personen nur unter hohem Risiko zugänglich sind.“


Abb. 7: MP 1 im vom Steinschlag gefährdeten Bereich

Die Empfänger wurden mit Erdspießen im Boden verankert. Zusätzlich ist eine Diebstahlsicherung vorhanden, was insbesondere an stark frequentierten Orten entscheidend ist.

Die gesamte Konfiguration erfolgt nach der Montage über Parvamoti. Ein großer Vorteil: Die Installation kann auch von fachfremdem Personal problemlos durchgeführt werden.

Dies ist besonders in alpinen oder Hochrisikogebieten von Bedeutung, wo die Geräte gegebenenfalls per Helikopter abgeseilt werden müssen.
Bei der Installation sollte lediglich auf die Ausrichtung der Solarpanels geachtet werden, idealerweise nach Süden, um eine optimale Stromversorgung zu gewährleisten.

Großer Stillstand

Alles lief rund, die Locator lieferten kontinuierlich zwölfmal täglich Messwerte und auch die Stromversorgung, selbst bei niedrigstehender Sonne im schattigen Hang, funktionierte perfekt. Das ganze Team wartete auf die Ergebnisse.
Und dann passierte … erst mal nichts. Denn nach der Installation hörte der Hang vollständig auf, sich zu bewegen. „Ein kaum zu glaubender zeitlicher Zufall", bemerkt Mittelberger in ihrem Bericht. „Danach war der Hang zunächst ruhig." Kontrollmessungen mittels GNSS-Rovern vom LVG Vorarlberg bestätigten dies. Erst Ende Januar 2024 traten neue Bewegungen auf.

Anfängliche Herausforderungen

Gleich zu Beginn kam es zu einem kuriosen Vorfall. Messpunkt MP 6 zeigte plötzlich eine Lageverschiebung von 10 cm. Ein Fehler? Ein technisches Problem? Die Lösung war viel banaler: Es war der Baggerfahrer, der das Gerät mit der Schaufel touchiert und danach heimlich wieder befestigt hatte. „Ich dachte, das merkt keiner", soll er gesagt haben. Basetime Locator One aber registrierte es. „Basetime überführte den Missetäter", notiert Mittelberger mit einem Hauch von Ironie.
Ein ernsteres Problem waren jedoch die Mobilfunklöcher im Dreiländereck. „Das Rutschgebiet liegt im Dreiländereck Österreich, Deutschland und der Schweiz. Die Mobilfunknetze überlappen sich und es gibt Bereiche ohne Empfang", so Mittelberger. MP 4 fiel gleich zu Beginn für vier Tage aus. „Immer wieder kam es vor, dass Messgeräte für Tage keine Daten sendeten", berichtet das LVG. Besonders kritisch: Als Ende Januar 2024 neue Bewegungen auftraten, waren ausgerechnet MP 3 und MP 4 offline.

Schnelle Lösungen

Die Entwickler reagierten umgehend auf die anfänglichen Herausforderungen und implementierten eine Reihe gezielter Verbesserungen: Zunächst wurden die Netzwerk-Algorithmen optimiert, um die Datenübertragung auch bei schwankender Mobilfunkabdeckung stabiler zu gestalten. Parallel dazu stellte die Firma Attenberger Ersatzgeräte für kritische Positionen bereit, um Ausfälle in sensiblen Bereichen der Rutschung schnell kompensieren zu können.
Diese Maßnahmen zeigten rasch Erfolg: „Ab Mitte Februar 2024 verzeichneten wir kaum mehr Ausfälle", hält der LVG-Bericht fest. Die Kombination aus technischen Anpassungen und praktischen Erfahrungen vor Ort führte so zu einer zuverlässigen Betriebsphase, die die kontinuierliche Überwachung der Hangbewegungen sicherstelle. In der Zwischenzeit wurde zusammen mit dem LTE-M-Anbieter Monogoto an der Netzwerkkompatibilität gearbeitet. Ab Sommer 2024 waren so in keinem Basetime-Projekt, egal an welch abgelegenen Orten, Mobilfunkabbrüche zu beklagen.
Die durchgeführten Messungen wiesen eine außerordentlich hohe Präzision auf. Dies belegen insbesondere die Ergebnisse von MP 1 während des stabilen Zeitraums vom 15.12. bis 17.01. Die Auswertungen zeigen, dass 81 % aller horizontalen Messwerte eine Abweichung von weniger als 1 cm aufwiesen. Auch die Höhenmessungen fielen präzise aus: 91 % aller vertikalen Messdaten lagen innerhalb einer Toleranz von ± 3 cm.
Diese Zahlen belegen: Für Bewegungsmonitoring in schwieriger Topographie ist die Präzision ausreichend – vor allem, wenn es um Veränderungen im Dezimeter- oder sogar Meterbereich geht. Durch den Einsatz einer Basisstation können diese Genauigkeiten noch erheblich gesteigert werden.

Der Bewegungsschub im Februar 2024

Ende Februar kam es zur Nagelprobe für das System. „Am Donnerstag und Freitag begann sich der bislang ruhige MP 5 zu bewegen", dokumentiert das LVG. „Just am Freitagabend riss der Datenstrom ab. Erst am Sonntagmorgen meldete sich der MP 5 aus einer um 5 m anderen Position wieder." Ähnliches geschah mit MP 1, der sich um etwa 3 m verschob. „Von Basetime wurden die fehlenden Daten am Montag nachgeliefert", berichtet Mittelberger. Die manuelle Kontrollmessung des LVG bestätigte die automatisch erfassten Werte: Die Bewegung ist real. Die Gefahr bleibt.
„Dieser Vorfall zeigt den Wert kontinuierlicher Überwachung", betont Dr. Huber. „Ohne Basetime hätten wir diese kritische Entwicklung möglicherweise zu spät bemerkt." Besonders wichtig waren die Daten aus dem schwer zugänglichen oberen Bereich: „Die beiden Basetime-Geräte liefern uns Informationen über das dortige Bewegungsverhalten, die wir sonst nicht erhalten hätten. Dies waren glücklicherweise die letzten Verbindungsabbrüche." Bei späteren Bewegungen konnten alle Hangbewegungen fast in Echtzeit beobachtet werden.

Wissenschaftliche Auswertungen

In Zusammenarbeit mit dem Team des LVG wurde in Parvamoti eine speziell auf die Anforderungen von Hangrutschungen zugeschnittene Webapplikation namens „Landslide" entwickelt. Dort sind alle relevanten Graphen und Informationen verfügbar: 2D- und 3D-Bewegung, Ausgabe von Höhenänderungen, Vergleich mehrerer Sensoren miteinander, Ausgabe in Zeitreihen, Einblendung der Temperaturkurve, Vergleich zum Installationszeitpunkt sowie der Vergleich über beliebig wählbare Zeiträume. Ebenso können alle Daten als Excel- oder CSV-Datei ausgegeben werden. Dadurch ist ein für die Praxis optimiertes Monitoringsystem entstanden.
Die kontinuierliche Datenerfassung durch das Basetime-System ermöglichte unerlässliche Erkenntnisse über das Bewegungsverhalten des Hanges. Die Analysen zeigten einen deutlichen Tagesgang der Rutschaktivität, mit maximalen Bewegungsraten in den Nachmittagsstunden. Interessanterweise ließ sich eine charakteristische Reaktionsverzögerung des Hanges auf Niederschlagsereignisse nachweisen – die stärksten Bewegungen traten typischerweise 12 bis 36 Stunden nach Regenfällen auf.
Besonders aufschlussreich waren die unterschiedlichen Reaktionsmuster verschiedener Hangbereiche. „Während die oberen Partien zwar schneller auf Regenfälle reagierten, zeigten sie insgesamt geringere Bewegungen", erläutert Dr. Huber. „Die unteren Hangbereiche dagegen bewegten sich verzögert, dafür aber mit deutlich größeren Verschiebungen."
Die Auswertungen identifizierten mehrere zuverlässige Frühwarnindikatoren. So ging einer größeren Rutschung typischerweise eine Beschleunigung der oberen Hangbereiche zwei bis drei Tage voraus.
Auch charakteristische Veränderungen der Bewegungsrichtung und spezifische Muster in der vertikalen Komponente erwiesen sich als verlässliche Vorzeichen. „Diese neuen Erkenntnisse revolutionieren unsere Warnfähigkeiten", betont Dr. Huber. „Wir können jetzt kritische Entwicklungen wesentlich früher erkennen und entsprechende Maßnahmen einleiten."

Wirtschaftliche und organisatorische Vorteile

Eine detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse verdeutlicht die Wirtschaftlichkeit des automatisierten Systems. Während das manuelle Monitoring jährliche Personalkosten von 85.000 € verursachte, reduzierte sich dieser Posten mit Basetime auf 15.000 €. Ähnlich signifikant waren die Einsparungen bei den Fahrzeugkosten, die von 12.000 auf 2.000 € pro Jahr sanken. In den folgenden Jahren können diese Kosten weiter sinken, da mit

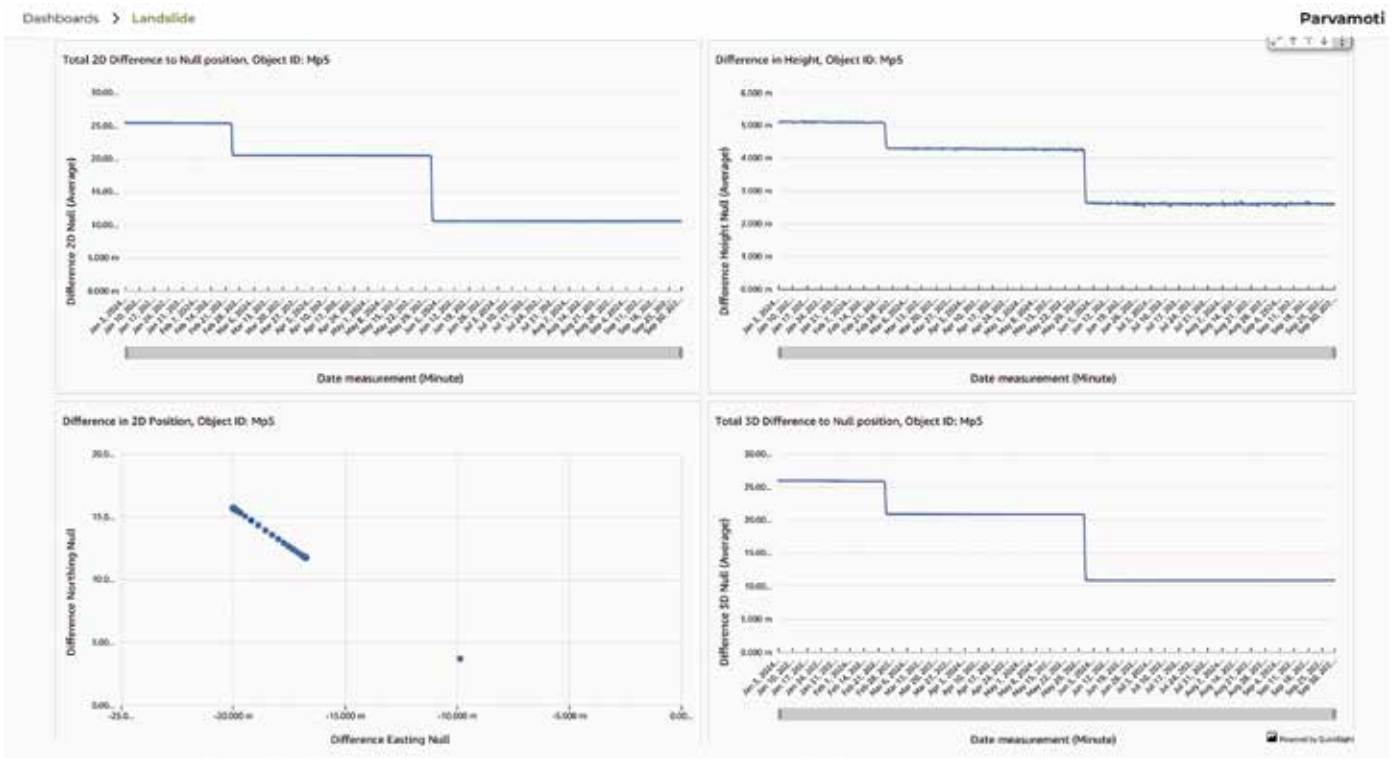


Abb. 8: Darstellung der wellenförmigen Bewegung von MP 5 in der Software Parvamoti

dem zuverlässig laufenden System die Vor-Ort-Messungen weiter reduziert und somit Kapazitäten des LVG für andere Projekte geschaffen werden.

„Diese quantifizierbaren Vorteile sind nur ein Teil der Geschichte", ergänzt Mittelberger. „Der wahre Mehrwert liegt in den nicht messbaren Verbesserungen der Sicherheit und Entscheidungsqualität durch die kontinuierliche Überwachung."

Die Systemeinführung erforderte tiefgreifende organisatorische Anpassungen. Ein neuer, mehrstufiger Alarmierungsplan wurde entwickelt, Zuständigkeiten wurden klar definiert und regelmäßige Schulungen implementiert. Die Integration in die bestehende Prozesslandschaft des LVG erforderte besondere Aufmerksamkeit. „Dieser Transformationsprozess war mehr als nur eine technische Umstellung", sagt Mittelberger. „Es handelte sich um einen echten Kulturwandel – weg von der traditionellen manuellen Feldarbeit hin zu einer datengestützten, digitalen Überwachungskultur."

Alarmsystem

Inzwischen wurde das Monitoring-System um ein intelligentes Alarmsystem erweitert. Dabei haben Nutzer die Möglichkeit, individuelle Alarmwerte für verschiedene Mess-



Abb. 9: Projektübersicht in der Landslide-Applikation für den schnellen Überblick

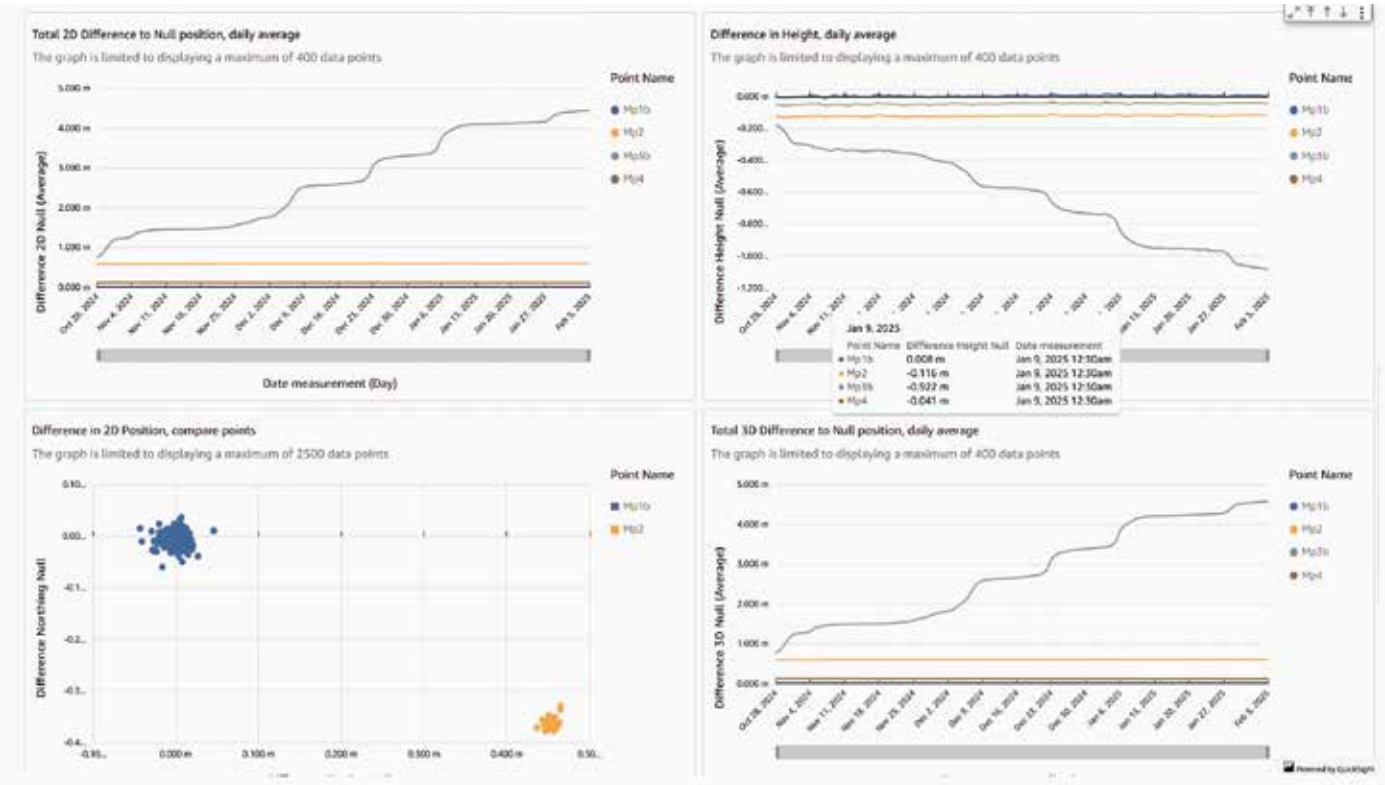


Abb. 10: Gegenüberstellung verschiedener Messpunkte als Graph: Während der Hang im Bereich von MP 3 rutscht, bewegen sich die anderen Messpunkte nur marginal.

parameter festzulegen und die zu benachrichtigenden Personen auszuwählen. Bei Überschreitung der definierten Grenzwerte werden automatisch Alarme per E-Mail und/oder SMS an die hinterlegten Empfänger versendet. Für das LVG hat dies den Vorteil, dass eine tägliche Sichtung der Messdaten nicht mehr zwingend nötig ist.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Reduzierung von Fehlalarmen gelegt. Durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz werden Messausreißer automatisch erkannt und herausgefiltert, was die Zuverlässigkeit des Systems deutlich erhöht. Das Alarmsystem befindet sich in kontinuierlicher Weiterentwicklung, wobei der Schwerpunkt auf der intelligenten Datenauswertung liegt. So arbeiten die Entwickler von Basetime in den Niederlanden intensiv an verbesserten Methoden zur Verifizierung der Messwerte.

Die Erfahrungen in Hochreute (Hörbranz) bilden erst den Anfang einer vielversprechenden Entwicklung. Ein zentraler Entwicklungsschwerpunkt ist die Integration von InSAR-Daten (Interferometric Synthetic Aperture Radar), die durch Radarmessungen zusätzliche Bewegungsinformationen liefern. Diese sollen mit hochauflösenden meteorologischen Modellen gekoppelt werden, um die Wechselwirkungen zwischen Niederschlagsmustern und Hangbewegungen noch präziser abzubilden.

Diese technologischen Innovationen sollen nicht nur die Präzision der Messungen weiter erhöhen, sondern vor allem die Vorwarnzeiten bei kritischen Hangbewegungen deutlich verkürzen. Die Kombination aus verschiedenen Messverfahren und Datenquellen verspricht ein umfassenderes Ver-



Abb. 11: Gegenüberstellung der Messwerte von MP 2 und MP 5 mit einer Vergleichsmessung (frei wählbar) sowie der Nullmessung

ständnis der komplexen Hangdynamik und damit verbesserte Schutzmöglichkeiten für die Bevölkerung.

Erweiterungen der Locator One

Der Basetime Locator One ist ein vollständiges Frühwarnsystem, das in allen Projekten, egal ob Hangrutschung, Überwachung von Dämmen, Deichen oder Böschungen, oder normalen Setzungsgebieten genutzt werden kann. Einzige Voraussetzung ist eine möglichst gute Sichtverbindung zum Himmel, um die Satellitendaten zur Positionsbestimmung nutzen zu können.

Ebenso gibt es erste Projekte, wo das System mit Neigungssensoren von Senceive kombiniert wird, um z. B. Böschungen und Hänge und gleichzeitig Gebäude und Bauwerke zu überwachen. Dadurch können die Stärken beider Systeme kombiniert werden. Ebenso wird gerade an einer Einbindung einer Alarmsirene samt Warnleuchte gearbeitet, um auch vor Ort sofort über Alarme zu informieren und so Katastrophen zu vermeiden.

Ein neues Zeitalter des Geomonitorings

Die Erfahrungen in Hochreute markieren einen Wendepunkt in der Überwachung von Hangbewegungen. Die Kombination aus hochpräziser Sensorik, robuster Datenübertragung, intelligenter Auswertung und benutzerfreundlicher Visualisierung ermöglicht einen völlig neuen Umgang mit Naturgefahren. Der Locator One von Basetime schafft das, was bisher nur durch deutlich komplexere und aufwendigere Systeme möglich war. Dadurch wird Monitoring von Hangrutschungen für eine breite Masse an Anwendern interessant.

„Wir stehen erst am Anfang dieser Entwicklung“, resümiert Dr. Huber. „Aber die Ergebnisse zeigen, dass automatisiertes Monitoring nicht nur wirtschaftlicher, sondern vor allem sicherer ist.“

Für die betroffenen Anwohner bedeutet dies konkret: „Wir können jetzt rechtzeitig warnen, bevor es kritisch wird“, so Mittelberger. „Das gibt den Menschen ein Stück Sicherheit zurück.“

Die Geschichte von Hochreute (Hörbranz) ist mehr als die eines Erdrutsches. Sie ist ein Lehrstück über moderne Vermessung in Echtzeit, über die Grenzen manueller Arbeit und die Chancen automatisierter Systeme.

Martina Mittelberger hebt dabei die Rolle von Landmark hervor: „Landmarks Bereitschaft, Geräte kostenlos bereitzustellen, ihre Flexibilität bei Problemen, ihre ständige Weiterentwicklung – all das machte den Testeinsatz in Hörbranz erst möglich.“

Der Hang ruht – vorerst

Der Hang in Hochreute ist derzeit ruhig. Aber jeder neue Niederschlag, jede Schneeschmelze, jedes Zittern des Bodens könnte ihn erneut wecken. Dann wird es wieder darauf ankommen, wie schnell, präzise und vorausschauend reagiert werden kann.

Vermessung im 21. Jahrhundert ist mehr als das Setzen von Punkten. Sie ist Teil der Krisenstrategie. Und vielleicht – so zeigt Hochreute – sogar Teil der Lösung.

Max Weller B. Eng., M.A.



Nach seinem Studium als Vermessungsingenieur und einer Zwischenstation in einem Ingenieurbüro begann Max Weller 2013 seine Arbeit bei Attenberger/Landmark als Vertriebsingenieur. Inzwischen ist der Experte für GNSS-Vermessung, Monitoring und Bauvermessung dort Geschäftsführer. Er verantwortet die Bereiche Finanzen, Marketing und Media. Er ist für das LVG der Ansprechpartner in Sachen Basetime-Monitoring in Hörbranz.
Max.Weller@attenberger.de

Tomas Soucek M. A.



Der Magister der amerikanischen Kulturgeschichte arbeitet seit 2019 im Marketing von Attenberger/Landmark. Hier ist er verantwortlich für den Online-Auftritt und die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.
Tomas.Soucek@attenberger.de

Digital Object Identifier (DOI)
https://doi.org/10.14627/vdvmagazin-2025-4-X