

WEFERLING, ULRICH (1993):

Erfassung und Analyse von Massenbewegungen in Großrutschungsgebieten

Der Einsatz von Photogrammetrie oder einfacher Photographie gehört schon seit den Anfängen der Photogrammetrie zum Handwerkszeug bei der Bearbeitung geologischer und geomorphologischer Fragestellungen. Einfache Amateuraufnahmen lassen sich gut zu Dokumentationszwecken archivieren. Für die Interpretation und Klassifizierung der vorliegenden Strukturen sind Photos geeignete Hilfsmittel, die auch eine spätere Auswertung zulassen. Mit dem Einsatz der Photogrammetrie in Flugzeugen konnten erstmals großflächige Gebiete aufgenommen werden. Die Luftbilder wurden und werden zur ersten Erkennung und weiteren Erkundungen von Großrutschungsgebieten eingesetzt.

Doch sind damit die metrischen Möglichkeiten der photogrammetrischen Auswertung noch nicht genutzt. Die sogenannte linienhafte Auswertung erfasst geologische Strukturen und geomorphologische Geländecharakteristika, um in einer anschließenden Darstellung die übergreifenden Strukturen und Zusammenhänge besser erkennen zu können (KRAUTER, HÄFNER). Durch abfahren von Linien gleicher Höhen in einer stereoskopischen Auswertung wurden schon frühzeitig Höhenlinienpläne des vorliegenden Geländes erzeugt. Als weiteres Verfahren der analogen Photogrammetrie eigneten sich Quer- und Längsprofile zur Beschreibung von Rutschungsvorgängen (PETRÁS). Mit Beginn der analytischen Photogrammetrie setzte auch die Messung digitaler Geländemodelle ein. Hierdurch wurde das Gelände hauptsächlich in Form von Drahtmodellen dargestellt. Einen Schritt weiter in der automatischen, analytischen Auswertung von Geländemodellen (Höhenmodellen) geht Dikau in (DIKAU). Er unterteilt das vorliegende Gelände über eine Parametrisierung in formale Reliefeinheiten, um sie anschließend halbautomatisch wieder zu einem simulierten Gelände zusammenzufügen.

Doch auch in der Bestimmung von signalisierten oder gut einstellbaren topographischen Punkten zeigt die Photogrammetrie ihre Leistungsfähigkeit. Die meisten Erfahrungswerte liegen bei Überwachungsmessungen in Bergbaugebieten vor. Die hier durchgeführten Befliegungen erlaubten eine Punktbestimmung mit ca. 2 cm Punktgenauigkeit (BENECKE, JACOBSEN mündl.).

Diese Punktgenauigkeiten sind bei einer gut geplanten Befliegung oder bei einer optimalen Aufnahmekonfiguration terrestrischer Aufnahmen auch in Großrutschungsgebieten zu erreichen. Vorteil gegenüber einer aufwändigen geodätisch terrestrischen Punktbestimmung durch die Tachymetrie liegt in der nahezu unbegrenzten Anzahl von Objektpunkten. Die Objektpunkte können so verteilt werden, dass sie das Gelände optimal repräsentieren und alle Bewegungen erfasst werden können. Der Feldaufwand beschränkt sich auf die Signalisierung und die Bestimmung weniger Passpunkte. Bei einer Wiederholungsmessung müssen lediglich die Signalisierungen überprüft und die Passpunktlage kontrolliert werden. Da die Passpunkte das Gebiet umschließen sollen, liegen sie in der Peripherie des Rutschungsareals und sind oftmals lagestabil.

Die Ergebnisse der Bündelblockausgleichung der UMK-Aufnahmen machen deutlich, dass in dem Gebiet „Rio Pisque“ Rutschungen anhand von signalisierten Punkten ab einer

Bewegungsrate größer als 1 cm (geringe Punktentfernung), 5 cm (mittlere Punktentfernung) und 15 cm (große Punktentfernung) pro Epoche hätten erfasst werden können.

Für die Bestimmung von Rutschungsbewegungen durch stereoskopische Auswertung unsignalisierter Punkte sollten die Geländeänderungen den Betrag von 10 cm pro Epoche deutlich übersteigen. Selbst bei einer optimalen Aufnahmekonfiguration sind die Grenzen der stereoskopischen Auswertung durch die Geländeanspruch gesetzt. Sie gelingt in Hanggebieten sicher nicht besser als 10 cm.

Im Gebiet „Rio Pisque“ liegen die stereoskopischen Punktgenauigkeiten im Bereich der Abrisskante bei 50 cm. Diese Genauigkeit reichte aus, um die Rutschungsbewegungen – im Sinne von Erosion als eine Form von Rutschungen – an der Abrisskante aufzudecken. Die Darstellungen von Auf- und Abtrag geben einen guten Überblick der Verteilung und Größenordnung der stattgefundenen Geländeänderungen. Durch die Profilüberlagerung lässt sich die beginnende Verflachung der Abrisskante deutlich erkennen. Die Profilüberlagerung ist ein gutes Hilfsmittel, um die Entwicklung der Geländeform nach dem Rutschungsereignis zu veranschaulichen.

Nehmen die Geländeänderungen ausreichend große Beträge an, so sind die aus dem DGM erzeugten Übersichtsdarstellungen auch verwendbar zur Visualisierung der Geländeformveränderung. Zum jetzigen Zeitpunkt beschränkt sich ihre Aufgabe auf die Präsentationsfunktion. Sie können einem Ortsfremden ein anschauliches Bild des Rutschungsgebietes vermitteln und geben in den auswertenden Darstellungen einen ersten Überblick von Höhenstruktur, Hangneigung und Exposition.

Den eindringlichsten Eindruck hinterlässt allerdings die Volumenberechnung: Von März bis Dezember 1992 wurden 30 000 m³ an der Abrisskante erodiert. Mit diesen Mengen an Sand, Bims und Geröll könnte ein Hochhaus von 50 m Höhe und der Grundfläche 20 mal 30 m² vollständig gefüllt werden!

Sollen in Zukunft im Rutschungsgebiet „Rio Pisque“ kleinere Rutschungsbeträge durch photogrammetrische Verfahren aufgedeckt werden, so ist eine Steigerung des Genauigkeitspotentials unerlässlich. Hierzu ist es notwendig, die bestehende Aufnahmekonfiguration zu verbessern. Aufgrund der ungünstigen Geländetopographie ist es schwierig, bessere und gut zugängliche Aufnahmeorte für terrestrische Aufnahmen zu finden. Ebenso ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Möglichkeiten für die Durchführung einer Befliegung durch Flugzeug oder Hubschrauber (auch aus finanziellen Gesichtspunkten) verbessern.

Es kann aber eine Alternative in Betracht gezogen werden, die z.B. in der Archäologie oft zur photogrammetrischen Auswertung von Fundstätten benutzt wird. Dort werden Wetterballons mit relativ leichten Kameras ausgerüstet und nach Planung der Aufnahmeorte am Boden steigen die Ballons in die vorgesehenen Aufnahmehöhen auf. Dieses Verfahren wurde 1992 an einem Rutschungshang getestet, wobei allerdings Schwierigkeiten auftraten, die eine Auswertung der Bilder nicht zuließen (KERSTEN, BOTTERI, LUTZ). Für den Hang am „Rio Pisque“ ist das Verfahren nicht unproblematisch, herrschen dort besonders in den Nachmittagsstunden Windverhältnisse, die einen Ballonaufstieg oftmals verhindern würden.

Die stereoskopische Auswertung von gewonnenem Bildmaterial erfordert einen Zeitaufwand, der diese Anwendung nur für begrenzte Gebiete zulässt. Die großen Auswirkungen von Rutschungen und das verstärkte Interesse am Umweltmonitoring lassen es dagegen wünschenswert erscheinen, Rutschungen weltweit zu erfassen und zu beobachten. Lösbar wird diese Aufgabe nur unter Verwendung von Fernerkundungssatelliten und automatischer Datenverarbeitung sein. Besonders interessant für die Erfassung von Rutschungsereignissen könnte die Auswertung von Radarbildern sein. Die Rückstreuintensität von Radarsignalen ist stark abhängig von der lokalen Neigung des Geländes (TEX, STIES). Dieser für Klassifizierungsaufgaben störende Effekt könnte sich für die Beobachtung von Rutschungen als äußerst nützlich erweisen. Schließlich gehen Rutschungen mit starken Änderungen der Geländeneigung einher. Doch sind momentan weder die Aufnahme- noch die Auswertesysteme in der Lage, ausreichende Ergebnisse bereitzustellen.

Nach der Darstellung der verschiedenen photogrammetrischen Methoden zur Erfassung von Geländeänderungen in Rutschungsgebieten soll abschließend die Abb. 2-1 nochmals aufgegriffen werden. In ihr sind die ingenieurgeodätischen Methoden den Anforderungen der Ingenieurgeologie zugeordnet. Diese Darstellung wird um den Bereich Photogrammetrie erweitert und veranschaulicht dadurch das Anwendungspotential der Photogrammetrie graphisch (Abb. 6-1)

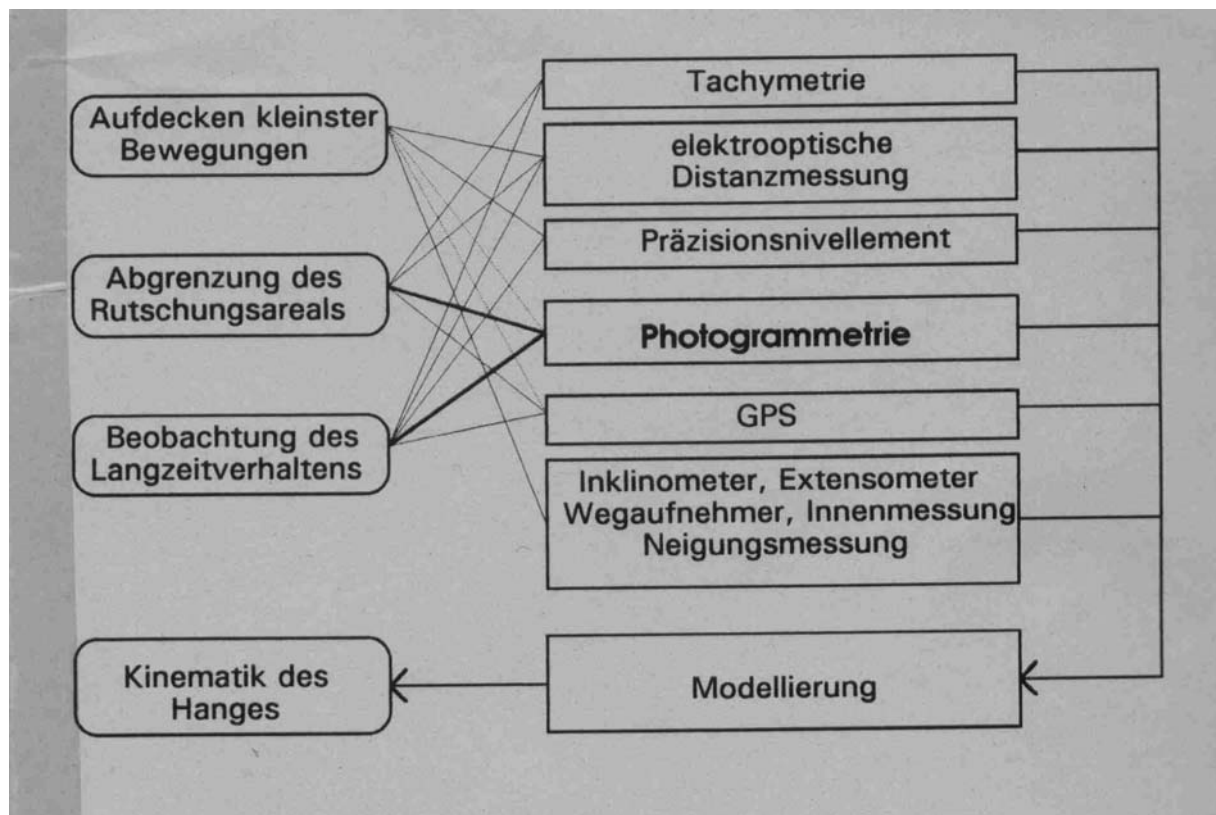


Abb. 6-1: Anwendungspotential der Photogrammetrie bei der Untersuchung von Rutschungsphänomenen