

Unwetter 2005: Photogrammetrie im Einsatz mit Helikopter und Kleinbild- kamera bei Naturkatastrophen

Unwetter wie dasjenige vom August 2005 erfordern Sofortmassnahmen zum Schutz von Bevölkerung und Infrastruktur und zur Wiederherstellung des öffentlichen Lebens. Darüber hinaus müssen mittel- und längerfristig fehlende oder bestehende Schutzmassnahmen geschaffen oder verbessert werden. Diese können dann wirksam eingeleitet werden, wenn die Prozesse möglichst präzise rekonstruiert und richtig interpretiert und verstanden werden können. Für alle diese Arbeiten bilden Luftbilder eine zentrale Informationsquelle. Sie liefern die flächenhafte Übersicht in besiedeltem Gebiet, wie auch in schwer zugänglichem Gelände. Sie sind eine Zeitaufnahme während oder nach dem Unwetter, wobei der Zeitpunkt der Aufnahmen entscheidend für die Auskünfte ist, die aus den Bildern gewonnen werden können. Der Artikel zeigt den Soforteinsatz mit Helikopter und digitaler Kleinbildkamera nach dem Unwetter am 23. August 2005.

Les intempéries telles que celles d'août 2005 requièrent des mesures urgentes pour la protection des populations et de l'infrastructure ainsi que pour le rétablissement de la vie publique. De plus, des mesures de protection manquantes ou existantes doivent être créées ou améliorées à moyen et à long terme. Celles-ci peuvent être prises de façon efficiente dans la mesure où les processus peuvent être reconstruits le plus précisément possible ainsi qu'interprétés et compris correctement. Pour tous ces travaux, les images aériennes sont une source d'information centrale. Elles permettent l'aperçu des aires construites et des terrains difficiles d'accès. Elles constituent une prise de vue pendant ou après l'intempérie sachant que le moment de la prise de vue est déterminant pour les renseignements qu'on peut tirer des images. L'article présente l'engagement instantané d'un hélicoptère équipé d'une caméra numérique petit format après l'intempérie du 23 août 2005.

Le situazioni di maltempo come quelle avvenute nell'agosto 2005 richiedono misure immediate di protezione della popolazione e delle infrastrutture e per il ripristino della vita pubblica. Inoltre, a medio o lungo termine bisogna creare o migliorare le misure di protezione mancanti. Queste possono essere attivate efficacemente se si riesce a ricostruire con precisione i processi oppure a interpretarli e comprenderli correttamente. Per tutte queste mansioni, le riprese aeree costituiscono una fonte d'informazione fondamentale. Infatti, forniscono una panoramica della superficie delle zone abitate come pure di zone di difficilmente accessibili. Sono una ripresa temporale durante o dopo il maltempo, per cui il momento delle riprese è determinante per le informazioni che possono essere estrapolate dalle immagini. Quest'articolo mostra il pronto intervento dell'elicottero con una piccola telecamera digitale dopo il maltempo del 23 agosto 2005.

K. Budmiger, M. Zesiger

Für die Luftbildaufnahmen kommen Flächenflugzeuge oder Helikopter zur Anwendung. Flächenflugzeuge mit einge-

bauten Photogrammetriekameras haben den Vorteil, dass sie mit jedem Bild grosse Bereiche abdecken, d.h., es wird in wenig Flugzeit viel Flächeninformation geliefert. Um aber fliegen zu können, braucht es mindestens einen Tag Vorlauf-

zeit für die Planung und Organisation der Mission und es müssen recht gute Sicht- und Flugbedingungen herrschen. Helikopter hingegen erlauben einen flexibleren Einsatz, weil für Helikopter eine deutlich geringere Wetterabhängigkeit besteht und die Ausdehnung der Schadensgebiete mit der daraus resultierenden Aufnahmendisposition während dem Flug erkannt und dementsprechend angepasst werden kann. Der Einsatz von digitalen Kleinbildkameras ist bei grösseren Aufnahmeflächen nachteilig, dafür stehen die Bilder sehr schnell zur Verfügung und können einfach verbreitet werden.

Bildflug vom 23. August 2005

Das Oberhasli im Berner Oberland war direkt betroffen. Nach einer Nacht des Umschau felns von Sand aus Kinderspielplätzen in Plastiksäcke, des notdürftigen Verriegelns, Schaufelns und Zusehens kam der neue Tag: wolkenverhangen und trübe. Die Flotron AG erhielt am 23. August den Auftrag, im Berner Oberland photogrammetrische Aufnahmen zu machen. Die genauen Orte und Gebietsabgrenzungen waren unbekannt: irgendwo im Diemtigtal, im ganzen Lüttschental, bei Guttannen, im Raum Bödeli, Brienz und Meiringen. Der Auftrag lautete, Luftbilder für folgende Zwecke aufzunehmen:

- fotogrammetrische Auswertungen zur Bestimmung von Mächtigkeit und Ausdehnung des Schuttes
- Erkennen der Prozess- und Schadensgebiete
- Übersicht über die Schadensdimension und die Intensität
- Grundlage zum Setzen von Prioritäten des Einsatzes von Maschinen, Geräten und des Wiederaufbaus von Infrastruktur
- Feststellen von maximalen Hochwasserständen
- hohe Detailerkennbarkeit.

Aufgrund der schlechten Wetterbedingungen sowie der hohen Dringlichkeit kam nur eine Helikopterbefliegung mit unserer kalibrierten und sofort einsatzbereiten Digitalkamera Canon EOS 1Ds als Aufnahmegerät in Betracht.

Das Team bestand neben dem Piloten aus einem Spezialisten der Abteilung Naturgefahren sowie zwei Photogrammetern der Flotron AG, die sich öfters mit Naturgefahren befassen. Der Mitarbeiter der Abteilung Naturgefahren hatte die aufzunehmenden Gebiete zu bestimmen, dem Kameramann oblag das Festlegen der Fluglinien und das Auslösen der Aufnahmen in Abstimmung mit dem Piloten. Der vierte im Team speicherte und kontrollierte die aufgenommenen Bilder und half mit beim Erkennen der Schadens- und Prozessgebiete.

Der Flug dauerte rund vier Stunden. Dabei wurden etwa 500 Aufnahmen gemacht, die am nächsten Tag den Behörden und Einsatzleitern zur Verfügung gestellt werden konnten. Eine der Herausforderungen lag darin, dass alle wichtigen Flächen aufgenommen wurden, was aufgrund der knappen Vorinformation nicht einfach war. So wurden einzelne betroffene Gebiete am Hasliberg, im Kandertal und auf dem Bödeli nicht aufgenommen. Im Verlauf der nachfolgenden Arbeiten zeigte sich aber, dass das Vorgehen und der gewählte Zeitpunkt insgesamt ideal waren. Die Bilder lieferten für die Sofortmassnahmen und die späteren mittel- und längerfristigen Massnahmen eine bedeutende Informationsquelle.

Sofortmassnahmen am Beispiel Guttannen

Wie die allgemein bekannt gewordenen Bilder aus Brienz zeigen, sind in den Berg-



Abb. 1: Bilder hoher Auflösung erlauben die genaue Rekonstruktion der beteiligten Prozesse.

gebieten die betroffenen Gebiete eher kleinräumig, die Schäden aber durch die Kombination von Murgängen, Erosion und Hochwasser gewaltig. Die Abbildung 3 zeigt das Schadensgebiet von Guttannen. Die vielen Murgänge im Rotlauigraben brachten rund 500 000 m³ Geschiebe in das Haupttal und begruben die Grimselpassstrasse und das Flussbett der Aare bis zu einer Mächtigkeit von zwanzig Metern (A). Als Folge davon wurde die Aare gestaut (B) und abgelenkt. Der Überflutung des untenliegenden Dorfes Guttannen sollte mit einem eilig errichteten Durchlass (C) und einem Damm (D) begegnet werden. Der Gewalt des Wassers konnten diese jedoch vorerst nicht stand-

halten und das Dorf wurde am 22. August von der Aare überschwemmt. Als Sofortmassnahme musste für die Aare ein neues Bett gegraben und eine Notstrasse zur Sicherstellung des Zugangs zu den Kraftwerkenanlagen der KWO gebaut werden (Abb. 4). Nach der Befliegung vom 23. August wurden die Luftbilder noch in derselben Nacht orientiert und ausgewertet. Damit standen zur Planung und Ausführung dieser riesigen Erdarbeiten bereits am 24. August die photogrammetrischen Daten der neuen Topographie und die Mächtigkeit der Schuttablagerung bereit. Ähnliche Beispiele wären aus Brienz, dem Diemtig- und dem Lüttschental zu zeigen.



Abb. 2: Der Aarelauf und die Strasse oberhalb Guttannen vor dem Ereignis.

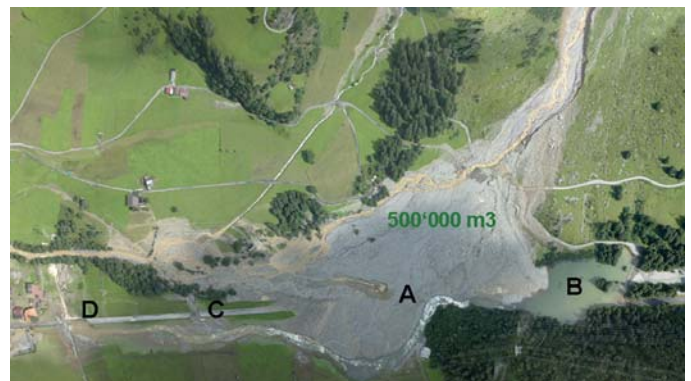


Abb. 3: Übermuerung der Grimselpassstrasse, was zur Ablenkung der Aare und zur Überschwemmung des Dorfes Guttannen führte.

Prozessverständnis sowie mittel- und längerfristige Massnahmen

Nach den Sofortmassnahmen bedingen Naturereignisse neben dem mittel- und längerfristigen Wiederaufbau von Infrastruktur- und Wohnanlagen eine Überarbeitung der bestehenden Schutzmassnahmen. Dazu sind die Prozessdokumentation sowie das Prozessverständnis von zentraler Bedeutung. Neben Grundlagen wie z.B. Photo- und Filmdokumentationen sowie der Befragung von Augenzeugen sind Luftbilder für diesen Arbeitsschritt sehr hilfreich. Dabei ist insbesondere der Zeitpunkt der Aufnahmen von grosser Wichtigkeit, da eine Kartierung und Interpretation eines Ereignisses deutlich vereinfacht wird, wenn eine Momentaufnahme zeitlich möglichst nahe an das

Ereignis anschliesst. Nur so besteht die Möglichkeit, die Prozesse in vollem Ausmass und ungestört von bereits eingeleiteten Räumungsarbeiten betrachten und beurteilen zu können. Im Folgenden werden zwei Anwendungsbeispiele kurz vorgestellt:

Ein wichtiges Resultat bildet die *Prozessraumkarte*, die vom Oberingenieur Kreis I in Auftrag gegeben wurde. Ziel dieser Karten war eine flächige Darstellung der Prozessräume, aufgeteilt nach den Prozessarten Wasser, Murgang und Erosion (vereinfacht). Detailinformationen zu den einzelnen Prozessen wurden nicht nachgefragt. Mit Hilfe von Luftbildern vom 23. August 2005 konnten die betroffenen Flächen einfach und eindeutig identifiziert und erfasst werden, da die maximalen Wasserstände noch sehr deutlich sichtbar waren.



Abb. 4: Um in den Ablagerungsbergen die Übersicht zu behalten, müssen gute geometrische Grundlagen zur Verfügung stehen.

Ein weiteres Produkt ist die *Ereignisdokumentation*. Im Unterschied zu den Prozessraumkarten wurde hier explizit Wert auf eine Erfassung möglichst vieler Informationen wie Fliessrichtung, Mächtigkeit der Ablagerungen, Fliessgeschwindigkeiten etc. gelegt. Diese Angaben sind für das Prozessverständnis von grosser Bedeutung. Im Zusammenhang mit dieser Aufgabenstellung ist der hohe Detaillierungsgrad der Aufnahmen hervorzuheben, der oftmals eine Identifizierung der entscheidenden Formen und Strukturen ohne aufwändige und dadurch teure Feldbegehungen ermöglichte.

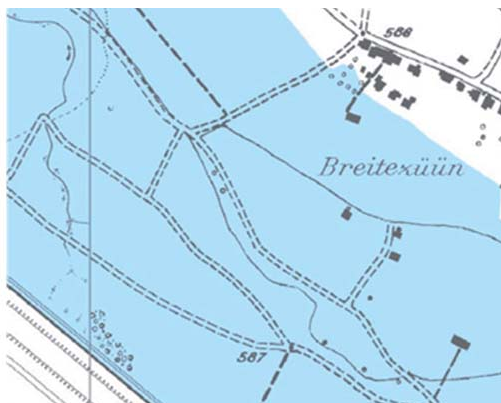


Abb. 5: Gebiet des Aaredammbuchs bei Meiringen im Originalbild (links) und im entsprechenden Ausschnitt Prozessraumkarte (rechts, hier nur Prozess «Wasser» dargestellt).



Abb. 6: Provisorische Handskizze für die Ereignisdokumentation am Beispiel des Aaredammbuchs bei Meiringen.

Schlussfolgerungen

Berggebiete sind von vielen einzelnen Ereignissen betroffen, die in ihrer Ausdehnung eher klein sind. Die Hochwasser treten oft zusammen mit Erosion und Murgängen auf. Dadurch sind gewaltige Erdmassen in Bewegung mit einem entsprechend hohen Gefahrenpotenzial. Sowohl für die Sofort- als auch für die mittel- und längerfristigen Massnahmen gehören die photogrammetrischen Aufnahmen und Auswertungen zu den wichtigsten Grundlagen. Der richtige Zeitpunkt dieser Aufnahmen ist dabei von grösster Bedeutung: Die Prozesse können nur solange erkannt werden, bis das Wasser abgeflossen ist oder Erdarbeiten durchgeführt wurden. Andererseits kann

Photogrammetrie/Fernerkundung

es durchaus sinnvoll sein, in einzelnen Gebieten erst (oder zusätzlich) Aufnahmen nach erfolgtem Abfluss des Wassers oder der Räumung von grobem Schwemmholz zu machen, weil oft erst dann die für die weiteren Arbeiten wichtigen Geländestrukturen zum Vorschein kommen.

Sowohl eine hohe Auflösung der Bilder als auch die gesamte Flächenabdeckung des Schadensgebietes sind wichtig: Beispielsweise durften wir im Raum Bödeli nicht das gesamte Gebiet in gewünschter Aufnahmedisposition aufnehmen, weil der Helikopter in gleicher Höhe und quer zu den anderen Helikopterwegen hätte fliegen müssen. Eine Hochaufnahme mit weniger Auflösung aber Gesamtdeckung als Minimallösung wäre sinnvoll gewesen, wurde aber wegen Zeitmangels leider unterlassen.

Bei der Aufnahme sind nicht nur die offensichtlichen Schadensgebiete zu erfassen, sondern auch die Anriss- und Transitgebiete von Rutschungen, Felsstürzen und Murgängen. Diese liefern für eine akute Risikoabschätzung, das Prozessverständnis und die Massnahmenplanung wichtige Informationen.

Aufnahmen aus dem Helikopter sind für Sofortmassnahmen geeignet, weil die Flexibilität durch geringere Wetterabhängigkeit und der Planung direkt während des Fluges wesentlich grösser ist als bei Flächenflugzeugen. Dafür wird aber ein gut eingespieltes Team von Photogrammetrie- und Naturgefahrenspezialisten benötigt. Nachteilig gegenüber Flächenflugzeugen sind die kleineren Bildflächen der Handdigitalkameras (bei gleicher Auflösung). Neue digitale Sensoren vermin-

dern diesen Nachteil wesentlich, heben ihn aber nicht auf. Die integrale Positionierung der Kamera mit GPS/INS wird in Zukunft die Leistungsfähigkeit der Photogrammetrie bei Naturkatastrophen weiter erhöhen, weil die Passpunktbestimmung in oft schwer zugänglichem Gebiet kaum mehr nötig sein wird.

Klaus Budmiger
Mathias Zesiger
Flotron AG, Ingenieure
Gemeindemattenstrasse 4
CH-3860 Meiringen
budmiger@flotron.ch
zesiger@flotron.ch
