REGIO BASILIENSIS 62/1 2021 S. 13-22

Verbesserung der Lebensgrundlage und Resilienz benachteiligter Menschen mithilfe von Kartierungsdrohnen

Andrea Blindenbacher

Zusammenfassung
Kartierungsdrohnen sind eine relativ rasch adoptierte neue und komplexe Technologie. In Fallbeispielen wird in der vorliegenden Arbeit erläutert, wie Kartierungsdrohnen im humanitären Bereich eingesetzt werden, beispielsweise im Einsatz nach Naturkatastrophen und zu deren Risikoreduzierung. Diese von "Drone Adventures" und internationalen Hilfsorganisationen durchgeführten Projekte versuchen zudem gleichzeitig einen Wissenstransfer zu ermöglichen, um diese Technologie für die lokale Bevölkerung anwendbar zu machen. Dies wiederum stärkt die ökonomische Wertschöpfung, Sinnbildung und Eigenständigkeit in solchen oft benachteiligten Ländern.

1 Einführung

Dieser Artikel soll einen Einblick geben, wie neue Technologien und Innovationen durch Luftbildkartierungen mit Drohnen in einem humanitären und umweltbezogenen Umfeld weltweit eingesetzt werden können. Die drei aufgeführten Praxisbeispiele zeigen Hilfsmaßnahmen nach Katastrophen, wie das Katastrophenrisiko reduziert werden kann, und den anschliessenden lokalen Wissenstransfer. Eine kurze Übersicht über die Kartierung mit Drohnen soll Einsicht in diese neue Technologie geben.

In der Folge werden gemeinnützige Organisationen (sogenannte NGOs: "Non Governmental Organisation") erwähnt, welche neue Technologien einsetzen möchten, um den Fortschritt in benachteiligten Bevölkerungen zu verbessern. Eine dieser Organisationen ist "Drone Adventures", eine kleine NGO, die aus Ingenieuren besteht und von grösseren Partnern, wie zum Beispiel das Internationale Rote Kreuz (IRK) oder das World Food Program (WFP), für die technischen Aspekte der Projekte einbezogen wird.

Adresse der Autorin: Andrea Blindenbacher, Les Abreuvoirs 12, CH-1029 Villars-Sainte-Croix; E-Mail: andrea.blindenbacher@sensefly.com

1.2 Der Verein “Drone Adventures”

“Drone Adventures” ist eine gemeinnützige Organisation, die im Jahr 2013 in Lausanne, Schweiz, gegründet wurde. Das Ziel des Vereins ist es, die neuartige Technologie der Drohnen, insbesondere Kartierungsdrohnen, für den Schutz der Umwelt, der Menschen und Tiere weltweit einzusetzen. Seit der Gründung hat der Verein über 40 Projekte in mehr als 10 Ländern durchgeführt. Vereinsmitglieder offerieren während dieser Projekteinsätze ihre Fähigkeiten und ihre Arbeitskraft unbezahlt und auf freiwilliger Basis. Aktuell ist besonders die Mischung verschiedener Kompetenzen in unterschiedlichen Fachrichtungen ein grosser Vorteil, um Projekte jeglicher Art durchführen zu können, beispielsweise durch Piloten mit Fähigkeiten auf verschiedenen Drohnentypen und durch Vereinsmitglieder mit Vermessungs-, Fernerkundungs-, Botanik-, Zoologie-, Umwelt- oder auch Architekturwissen.

2 Luftbildkartierung mittels Drohnen

Luftbildkarten existieren seit dem Aufkommen des menschlichen Fluges. Bei der Kartiermethode der Photogrammetrie wird von einem Flugzeug, welches mit hochwertiger Kameraausrüstung ausgestattet ist, ein reguläres Muster oder parallele Fluglinien mit einem bestimmten Abstand zwischen den Fluglinien geflogen, um eine Überlappung von etwa 25 % zwischen den Bildern sicherzustellen. Mit Hilfe von Stereoplottern oder heute auch mittels spezialisierter Computersoftware werden diese Bilder in 2D-Orthomosaik- und Höhenmodelle zusammengefügt, aus denen die Vektorisierung von Objekten oder Höhendaten extrahiert werden kann.

Die Luftbildkartierung durch Drohnen ist erst seit etwa 2010 mit dem Erscheinen kommerzieller Drohnen und dank den Fortschritten bei Computer-Vision-Programmen entstanden. Durch diesen hochspezialisierten Typ von Software werden aus Bildern mittels Bildverarbeitungsalgorithmen Informationen extrahiert.

Abbildung 1 erläutert den Prozess der Luftbildkartierung in allgemeiner Weise. Als erstes werden die Rohdaten mittels Bildern erfasst. Im Fall der Luftbildkartierung durch Drohnen wird dies über die in der Drohne installierte Kamera während eines vorprogrammierten Flugplanes vorgenommen. Dabei ist es in diesem Fall wichtig, dass sich die einzelnen Bildausschnitte um mindestens 50 % überlappen. Diese Datenredundanz wird dann im zweiten Schritt von der Computer-Vision Software genutzt, um sogenannte zwei-dimensionale Verbindungspunkte (“2D-keypoints”) zu detektieren. Solche Verbindungspunkte sind eindeutige Objekte oder Strukturen in der Bildmatrix eines Bildes, die sich in einem oder mehreren weiteren Bildern wiederholen. Algorithmen bedienen sich dann dieser Verbindungspunkte zusammen mit weiteren Bilddaten, wie der registrierten Bildkoordinaten und dem Rotationswinkel der Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahme, um deren dritte Dimension zu berechnen. Im dritten Schritt werden dann, basierend auf diesem ersten Modell, eine drei-dimensionale Punktwolke, drei-dimensionale Gitter (sogenannte “3D-Meshes”), Orthomosaike und digitale Höhenmodelle berechnet.

Die resultierenden georeferenzierten zwei- und drei-dimensionalen Modelle können dann entweder direkt als Kartengrundlage verwendet werden oder als Basismodell für die Extraktion weiterer Geodaten. Dies erfolgt meist mittels Geographischer Informationssysteme (GIS), wie zum Beispiel das GIS von ESRI oder die Open Source GIS Software QGIS.

Autopiloten in den Drohnen übernehmen den komplexen Teil des eigentlichen Fliegens und steuern die Drohnen, unabhängig von der Interaktion des Bedieners, von Wegpunkt zu Wegpunkt. Dies erhöht die Benutzerfreundlichkeit beträchtlich und macht aus einem Modellflugzeug einen einfach zu bedienenden fliegenden Roboter. Die heutige Kameratechnologie in Bezug auf Auto-

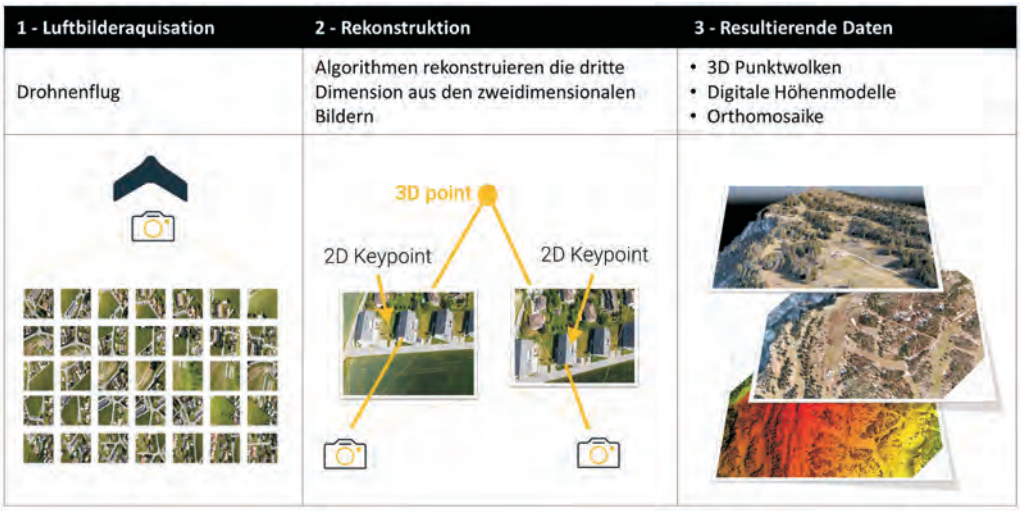

Abb. 1 Schematische Darstellung der Verarbeitung von Drohnenluftbildern. (Quelle: Autor)

matisierung und Gewicht hilft wiederum bei der Erfüllung der Aufgabe, stabilisierte und scharfe Aufnahmen schnell und sicher zu generieren. Die Verarbeitungssoftware, wie zum Beispiel Pix4Dmapper von Pix4D oder Metashape von Agisoft, die sich stark auf Computer-Vision-Algorithmen und Photogrammetrie-Prinzipien stützt, basiert auf leistungsstarken Grafikkarten, Arbeitsspeicher und genügend Speicherplatz, um die digitalen hochauflösenden Resultate zu berechnen.

Tabelle 1 beschreibt die technischen Daten zu einem Datensatz mit 88 Bildern, um eine Idee von Dateigrössen, Berechnungszeiten und Hardware-Kapazitäten zu geben. Je nach Projekt, Drohnentyp, Sensortechnologie und Prozessierungssoftware gibt es sehr grosse Unterschiede. Weitere Auszüge zu Datensatzgrössen werden in den folgenden Fallbeispielen gegeben.

Kommerzielle Drohnenphotographie und Kartierung ist demnach ein Zusammenwirken verschiedener Technologien, im Speziellen Kameratechnologie, Robotik, Rechnungskraft und Softwareentwicklung, die in den letzten zehn Jahren wesentliche Reifungsprozesse durchlaufen haben. Ein Ende ist jedoch nicht in Sicht, all diese Bereiche befinden sich immer noch in der Entwicklungsphase, wodurch sich die Effizienz, Anwendbarkeit und Sicherheit dieser zusammenwirkenden Technologien wiederum verbessern kann und wird. Bis heute haben vor allem die Autopiloten einen guten Entwicklungsstand erreicht, mit einer hohen Garantie an Sicherheit und Versatilität. Auf der Plattformseite wird ständig versucht, die physikalisch limitierenden Faktoren, wie Auftrieb versus Trägheit, soweit wie möglich auszureizen, um eine optimale Effizienz zu erreichen. Die Technologien zur Datensammlung (Kameras und/oder andere Sensoren) stellen die grössten Herausforderungen, da ihr Gewicht und Energieverbrauch dieser die Flugzeit, aber auch die Datenqualität stark beeinflussen. Hersteller von Drohnen sind daher stets auf der Jagd nach den neuesten Fortschritten und investieren in deren Entwicklung.

Tab. 1 Resultierendes Orthomosaik eines Drohnenfluges über diesem Dorf mit den dazugehörenden Daten zum Flug, Anzahl Bilder, Prozessierung und benützte Computer-Hardware. (Quelle: Autor)

Orthomosaik

Anzahl Bilder	88
Fläche	33 Hektar
Auflösung	3.3 cm/Pixel
Flughöhe	150 m über Grund
Flugzeit	10 min
Zeit zur Berechnung	1 Stunde
Computer Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz RAM: 32GB, GPU: Intel(R) UHD Graphics 620
Speicherplatz für gesamtes Projekt	5GB (Bilder: 742MB, 3D Punktwolke: 445MB, Höhenmodell: 312MB, Orthomosaik: 533MB, 3D Mesh: 90MB, plus Software eigene Hilfsdateien)
Software	Pix4Dmapper

3 Fallbeispiele

Folgende drei Projekte sollen einen Einblick in die Anwendung von Kartierungsdrohnen geben. Diese wurden vom Verein “Drone Adventures” in Zusammenarbeit mit Organisationen – wie zum Beispiel dem Schweizerischen Roten Kreuz oder der Weltbank – mit dem Ziel durchgeführt, nicht nur Kartierungsdrohnen einzusetzen, sondern vor allem auch lokal Kapazitäten im Gebrauch dieser Technologie aufzubauen.

3.1 Fallbeispiel 1: Wiederaufbaubemühungen nach einem Taifun auf den Philippinen

Der Taifun Haiyan traf die Südostküste der Philippinen im November 2013. Innert kürzester Zeit wurden über 6'000 Menschen getötet, Gemeinden wurden vollständig verwüstet, und die Lebensgrundlage mehrerer hunderttausend Menschen wurde zerstört. Viele der Betroffenen, vor allem der ärmeren Bevölkerungsschichten, lebten in informellen Siedlungen am oder in der Nähe von Wasser und waren daher der Wucht des Sturmes besonders stark ausgesetzt.

"Medair", eine in der Schweiz ansässige humanitäre Organisation, traf nur 48 Stunden nach dem Taifun Haiyan am Ort des Geschehens ein. Nach einer ersten Schadensanalyse stellte "Medair" fest, dass Hilfsmaßnahmen nur dann effizient und schnell organisiert werden können, wenn genauere und insbesondere aktuelle Karten der Region vorhanden sind. Da weder handgezeichnete Karten noch veraltete Satellitenbilder ausreichend waren, kontaktierte "Medair" die Organisation "Drone Adventures", um aktuelles Bild- und Kartenmaterial mithilfe von Kartierungsdrohnen zeitnah zu erstellen. Der Gebrauch von Drohnentechnologie erwies sich nicht nur aufgrund von Zeit- und Kosteneffizienz als vorteilhaft in diesem Fall, sondern auch aufgrund der klimatischen Eigenheiten auf den Philippinen. Das vorherrschende tropische Tageszeitklima bringt starke Bewölkung und daher nur zeitlich stark begrenzte Abschnitte mit klarem Himmel, welcher für die Erfassung von zeitnahen Satellitenbildern nötig ist. Die Luftbildkartierung über Drohnen erlaubt es, unter der Wolkendecke zu fliegen, und ist somit weniger wetterabhängig.

Um Sicherheit und Einfachheit des Einsatzes zu gewährleisten, wurde die Starrflügeldrohne eBee von der Firma senseFly (mit einem Gewicht von nur 0.7 kg) für den Einsatz gewählt. Ziel war es, Bilddatensätze von den am stärksten betroffenen Gebieten zu sammeln und zu detaillierten Basiskarten zu verarbeiten, welche dann zur Auswertung von Schäden und zur Planung von Schutzeinrichtungen eingesetzt werden können.

Bevor die Kartierung beginnen konnte, mussten lokale Führungskräfte und Regierungen sowie die Gemeinden von dem Projekt überzeugt werden. Das Wort "Drohne" wurde hier oft mit militärischen Drohnen assoziiert, welches bei der lokalen Bevölkerung negativ und als Gefahr betrachtet wurde. Besuche in den Gemeinden und bei lokalen Regierungschefs brachten rasch Klarheit und starkes Interesse für diese Technologie zu Tage.

Eine dieser Gemeinden war Dulag, eine Siedlung mit 50'000 Einwohnern, 36 km südlich der Verwaltungshauptstadt Tacoloban der Insel Leyte. In Dulag begann "Medair" ihre Arbeit und führte ein Projekt ein, um den am stärksten betroffenen Familien in der Gemeinde das zu bieten, was die Organisation als "Kernheime" bezeichnet. Diese Wohnungen bieten ein geschütztes Fundament, einen starken Holzrahmen und ein Dach. Jede Familie muss dann, mit Unterstützung von "Medair", die Verantwortung für ihre Zukunft übernehmen, indem sie den Rest des Hauses selbst fertigstellt.

Um dieses Projekt durchzuführen und auch nachhaltig weiterverfolgen zu können, musste eine geographisch referenzierte Datenbank erschaffen werden, welche den Ort des Kernhauses, die dazugehörende Familie sowie weitere Daten aufführt. Die Basiskarten für diese Geodatenbank wurden mittels der Drohnen von "Drone Adventures" hergestellt. Ähnlich wurde in den Gemeinden Barangay, Cabacongan und Julita vorgegangen.

Während des sechstägigen Kartierungsprojektes wurden 29 Kartierungsflüge durchgeführt (Abb. 2). Eine Gesamtfläche von 48.6 km² Land wurde durch die Aufnahme von 5'139 Bildern kartiert. Die Auflösung des prozessierten Gesamtluftbildes (Orthomosaik) dieser Gemeinden betrug 5 cm pro Pixel. Das Kartenmaterial wurde der lokalen Bevölkerung nicht nur digital, sondern auch gedruckt abgegeben, um eine bestmögliche Wertschöpfung durch diese zu erreichen (Abb. 3).

Abgesehen von der Kartierung dieser Gemeinden wurde schnell klar, dass die Aufnahmen und die verarbeiteten Karten auch für andere Anwendungen nützlich sind, wie zum Beispiel die

Abb. 2 Die hier sichtbaren weißen Linien sind entwurzelte Kokospalmen, die die Lebensgrundlage vieler Einwohner der Gemeinde Dulag bilden. (Quelle: 🌍1)

Abb. 3 Vorführung der Drohnentechnologie an einer Schule des Dorfes Dulag. (Quelle: 🌍1)

Quantifizierung entwurzelter Kokospalmen. Die Kokosnussproduktion stellt auf den Philippinnen einen integralen Bestandteil der Wirtschaft dar. Jede entwurzelte Kokospalme beeinträchtigt grundsätzlich die ökonomische Situation der einheimischen Bevölkerung und stellt einen wirtschaftlichen Schaden dar. Mit der Quantifizierung der geschädigten Kokospalmen kann somit evaluiert werden, wie gross der gesamte durch den Taifun erzeugte wirtschaftliche Schaden ist, um der internationalen Gemeinschaft, aber auch dem philippinischen Staat konkrete Daten zum verursachten Schaden liefern zu können, wobei dies wiederum eine Grundlage für das Zuweisen von Hilfsgeldern oder staatlichen Hilfsmassnahmen sein kann.

"Medair" erklärt in ihrem Abschlussbericht zur ersten Erfahrung mit der Drohnenkartierung, dass sich der Einsatz gelohnt hat und der Einsatz solcher Systeme äusserst vielseitig und flexibel ist. Seither verwendet "Medair" Kartierungsdrohnen, um nach derartigen Ereignissen schneller einen Überblick über die Situation zu haben und gleichzeitig eine Datenbank aufbauen und die Aufbauprojekte besser mit verfolgen zu können. Kartierungsdrohnen werden aber auch unabhängig von "Medair" und dem Taifun Haiyan in den Philippinen verwendet, im Speziellen zur Überwachung des Zuckerrohranbaus und in der Vermessung (🌍1).

3.2 Fallbeispiel 2: Reduktion des Katastrophen-Risikos

Das zweite Fallbeispiel zeigt eine Anwendung zur Reduktion des Katastrophenrisikos durch die Modellierung von Schlammlawinen. Diese Simulationen konnten dann zur Erstellung von Gefahrenkarten genutzt werden, um entsprechende Massnahmen einzuleiten, die die Bevölkerung und deren Lebensgrundlagen besser schützten.

Konkret handelt es sich hierbei um die Stadt Avispa in Honduras, in welcher 2008 neun Menschen durch eine Schlammlawine getötet wurden. Ein tropisches Gewitter hatte einen Erdrutsch ausgelöst. Dieser erreichte die Talsohle und staute den Fluss. Die Mischung aus Sedimenten und Wasser löste sich und raste das Tal als Schlammlawine hinunter. Seither hat die Bevölkerung von Avispa stark zugenommen, und das Wohngebiet hat sich insbesondere in der Talsohle nahe dem Avispa-Bach ausgedehnt. Gründe für die Ausbreitung in diesem Gebiet ist die Nähe zum Wasser sowie zur Hauptverkehrsachse. Ein Team des Honduranischen Roten Kreuzes hat beschlossen, die möglichen Auswirkungen eines weiteren Schlammlawinenereignisses unter den heutigen Umständen zusammen mit Vertretern des Schweizerischen Roten Kreuzes zu untersuchen, da eine Wiederholung eines solchen Ereignisses bei der heutigen Bevölkerungsdichte und bevorzugter Besiedelung der Talsohle verheerende Folgen haben könnte.

Um die lokale Regierung davon zu überzeugen, dass Massnahmen getroffen werden müssen, musste eine Gefahrenkarte erstellt werden, welche die gefährdeten Zonen klar und deutlich darstellt. Dazu hat das Rote Kreuz “Drone Adventures” aufgeboten, um mit deren Kartierungsdrohnen aktuelle Höhenmodelle der umliegenden Täler herzustellen. Höhenmodelle sind für solche Untersuchungen wichtig, da über diese der Neigungsgrad der Hänge ermittelt werden kann. In diesem Fall wurde aufgrund von Eigenschaften von Abbruchkanten in benachbarten Tälern ermittelt, dass insbesondere vegetationsfreie Hänge mit einem Neigungsrad von 22° oder steiler besonders anfällig für Instabilitäten sind und in der Folge Ursprung eines Gravitationsereignisses, wie eines Erdrutsches, sein können.

Mit diesem Verständnis wurde eine Kartierungsdrohne über das Gebiet und die Region geflogen, um Daten in Form von Bildern zu sammeln. Diese Bilder wurden anschliessend mit einer photogrammetrischen Software verarbeitet, um Höhenmodelle zu erstellen. Ein geografisches Informationssystem konnte verwendet werden, um das Gelände nach verschiedenen Neigungen zu klassifizieren und so die Position der Hänge zu ermitteln, die steiler als 22° sind. Durch Überlagerung des RGB-Orthomosaiks konnte bewaldetes und nicht bewaldetes Gelände klassifiziert werden, und bei der Kreuzanalyse dieser beiden Schichten konnten unbewaldete Hänge mit einer Neigung von mehr als 22° identifiziert werden.

Mit dem vom Schweizerischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung entwickelten Modellierungswerkzeug RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation): Debris Flow konnte ein Schlammlawinenszenario basierend auf diesem Modell simuliert werden. Die Gefährdungsstufen wurden aufgrund der Rückkehrperiode und der Intensität zukünftiger Ereignisse definiert. Dies ergab, dass bei einer Wiederholung des Ereignisses von 2008 über 53 Gebäude betroffen sein könnten.

Die daraus hervorgehende Gefahrenkarte wird heute von der örtlichen Gemeinde und den Behörden verwendet, um den Strukturschutz zu planen und städtebauliche Strategien zu verbessern (Abb. 4).

Das Dorf Avispa ist nicht das letzte, welches von diesem Ansatz profitiert. Während der Durchführung der Mission konnte das Honduranische Rote Kreuz für den Einsatz der Starrflügeldrohnen geschult werden. Somit können Kartierungseinsätze zur Risikoverminderung heute durch diese Institution selbstständig durchgeführt werden (🌍2).

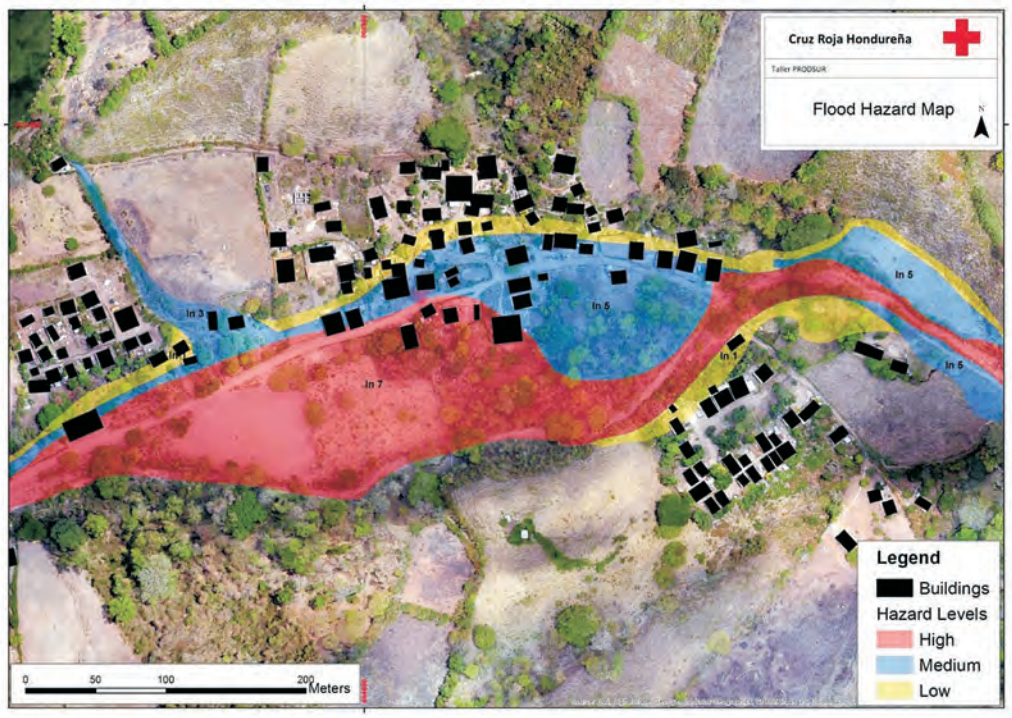

Abb. 4 Gefahrenkarte von Avispa. Die Legende gibt Auskunft über die Gefährdungszonen, wobei mittels des Orthomosaiks erkannt werden kann, welche und wie viele Häuser sich in der jeweiligen Zone befinden. (Quelle: 🌍2)

3.3 Fallbeispiel 3: Wissens- und Technologietransfer

Sansibar, ein Archipel 25–50 km vor der Küste Tansanias im Indischen Ozean, ist bereits heute sehr anfällig für Schäden durch Umweltkatastrophen wie Wirbelstürme, Überschwemmungen, Erdbeben und Tsunamis. Eine wachsende Bevölkerung, der Klimawandel und dessen wirtschaftliche Auswirkungen verschärfen die Bedrohung der Lebensgrundlage der Menschen. Die beiden Hauptinseln Unguja und Pemba beherbergen auf einer Fläche von 2'300 km^2 den größten Teil der Bevölkerung von rund einer Million Menschen.

Sansibar ist Teil der Initiative zur Risikobewertung und -finanzierung im Südwesten des Indischen Ozeans (SWIO-RAFI), einer Initiative der Weltbankgruppe (WBG), der Kommission für den Indischen Ozean (IOC) und vier teilnehmender Inselstaaten der Komoren, Madagaskar, Seychellen und Sansibar. In diesem Rahmen wurde im Jahr 2015 die Kartierungsinitiative Sansibar gestartet, um eine hochauflösende Karte, bestehend aus Höhendaten, Orthomosaik und vektorisierten Objekten wie Häuser, der beiden Hauptinseln des Archipels zu erstellen.

Ziel war es, diese hochauflösenden Karten für eine bessere Planung, Landbesitz und Umweltüberwachung zu verwenden. Angesichts der Tatsache, dass 30 % des BIP aus dem Anbau, der Fischerei und dem Tourismus von Meeresalgen stammen, sollte Sansibar mittelfristig einen Weg finden, um seine Anfälligkeit für Naturkatastrophen und den Klimawandel besser zu bewältigen und so die allfällige Beeinträchtigung seiner Wirtschaftszweige abzufangen (🌍3).

Aus verschiedenen Gründen wurden Kartierungsdrohnen als Mittel der Wahl zur Herstellung dieser Daten gewählt, unter anderem aufgrund des einfachen Transfers von Wissen, wie diese Technologie anzuwenden ist. Diese lokale Kapazitätsbildung wurde erreicht, indem das Projekt in Zusammenarbeit mit der Universität von Sansibar durchgeführt wurde. Hierfür wurden 17 Studenten in der Verwendung der Drohnen, der Datenprozessierung und Verarbeitung ausgebildet. Weiter musste eine gute Planung, genügend Drohnenmaterial und ein Rechenzentrum eingerichtet werden, um die 2'300 km^2 abzufliegen (Abb. 5).

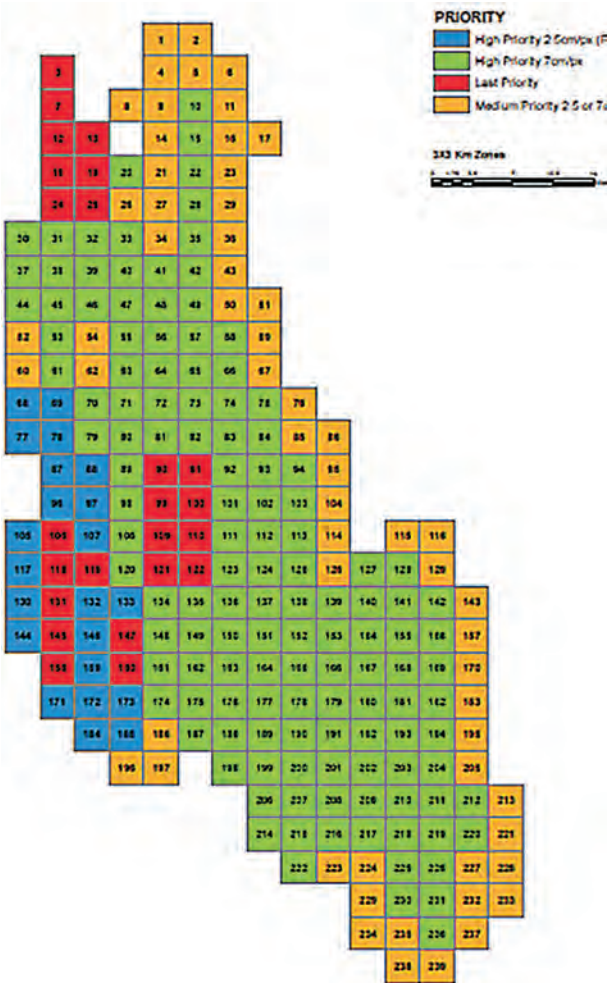

Abb. 5 Befliegungsplanung der Insel Unguja, aufgeteilt in Prioritäten und Status. Eine Zone deckt 85 km^2. Die Flüge wurden so ausgeführt, dass der Datensatz eine Auflösung von 5cm/pixel hat. (Quelle: 🌍$_4$)

Mit diesem Projektansatz konnten die Kosten im Vergleich zu traditionellen Methoden, wie zum Beispiel der Kartierung mittels Flugzeugen, um den Faktor 10 reduziert werden bei der gewünschten Auflösung von 5 cm pro Pixel. Neben der Kostenreduzierung und Verbesserung der Datenqualität sind als weitere wertvolle Aspekte der Wissenstransfer, die Entwicklung von Fähigkeiten und die lokale Eigenverantwortung für den Datenerfassungsprozess zu erwähnen. Die 17 Studenten konnten ihre aufgebauten Kartierungs- und Drohnenkenntnisse so entwickeln, dass zwei Unternehmen aus diesem Projekt hervorgegangen und noch drei Jahre später tätig sind. Ein großer Teil der Studenten hat Arbeit in diesen Unternehmen gefunden, und mehrere reisen sogar als Berater für Drohnenkartierung durch Afrika, um ähnliche Projekte zu unterstützen. Die Studenten des Drohnenbetriebs waren jedoch nicht die einzigen, die Fähigkeiten erlangten. Der gesamte Datensatz beider Inseln musste digitalisiert werden. Für diese Aufgabe wurde eine weitere Gruppe von Studenten für die Verarbeitung und Digitalisierung der Bilder geschult, die für ihre Arbeit auch entlöhnt werden.

Die Luftbilddaten und verarbeiteten Höhenmodelle und Orthomosaike wurden vektorisiert und mit Attributen wie Strassennamen und Nummern erweitert. Natürliche Ressourcen konnten genauer quantifiziert werden, so wie zum Beispiel küstennahes Seegras oder Gebiete, die geeignet für Tourismus sind. Weitere Verwendung finden die Daten auch zur Verbesserung der sanitären Lage in dichter besiedelten Gebieten oder werden genutzt, um Naturschutzgebiete auszuweisen (🌍$_4$).

4 Diskussion

Wie anhand dieser drei Beispiele aufgezeigt, gibt es vielseitige Anwendungsmöglichkeiten von Drohnen, hier im Speziellen Kartierungsdrohnen, die der lokalen Bevölkerung nicht nur helfen können, sondern vor allem auch Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und Bildung bieten. Allgemein wird der Einsatz von Technologie zur lokalen Datensammlung und Aufarbeitung von den Vereinten Nationen, im Speziellen über die "UN Geospatial Information Section" und die GFDRR-Gruppe (Global Facility For Disaster Reduction and Recovery) stark unterstützt, da diese Art der Kartierung und Datensammlung die lokale Bevölkerung mit einbezieht und sie somit auch die Inhaber der Daten sind. Die Vergabe von Kartierungsprojekten an ausländische Firmen birgt doch immer die Gefahr, dass Glaubhaftigkeit der Daten und der Datenschutz von der Bevölkerung angezweifelt werden. In diesem Zusammenhang hat es sich eine Organisation namens "WeRobotics" zum Ziel gemacht, lokale Akteure im Bereich Drohnen weltweit zu fördern ("Power of local"). Kleinunternehmen können Mitglied werden und haben dadurch Zugang zu Weiterbildungen und Austausch im Bereich Drohnentechnologie, sogenannte "Flying Labs" (5).

5 Fazit

Die Kartierung durch Drohnen und die Auswertung der Resultate sind eine komplexe Technologie, die viele verschiedene Bereiche der Ingenieurwissenschaften involvieren, wie aus dem Beginn des Artikels hervorgeht. Dennoch macht der Fortschritt es möglich, dass der Gebrauch solcher Drohnen heute innerhalb von wenigen Tagen erlernt und angewendet werden kann. Dies ist der Ansatzpunkt des Vereins "Drone Adventures", welcher in Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen das Ziel hat, Drohnentechnologie und deren Nutzen benachteiligten Bevölkerungen zu vermitteln. In den drei vorgestellten Fallbeispielen wird aufgezeigt, dass Drohnenkartierungstechnologie einerseits zum Wohle der lokalen Bevölkerung eingesetzt werden kann, andererseits durch den Transfer von Wissen von diesen Bevölkerungen selbst erlernt und angewendet werden kann.

Internetquellen

1 https://droneadventures.org/index.php/2014/03/01/philippines/ [Eingesehen am 12.09.2020]

2 https://drrplatform.org/tools/drone-supported-hazard-and-risk-analysis/ [Eingesehen am 14.09.2020]

3 https://opendri.org/project/zanzibar/ [Eingesehen am 16.09.2020]

4 http://www.zanzibarmapping.org/ [Eingesehen am 12.09.2020]

5 https://werobotics.org/flying-labs/ [Eingesehen am 12.9.2020]