

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 111 (2013)

**Heft:** 2

**Artikel:** R-Pod-Test im dichten Wald der Elfenbeinküste mit einer Drone

**Autor:** Delley, Nicolas / Chatelain, Cyrille

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-309927>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# R-Pod-Test im dichten Wald der Elfenbeinküste mit einer Drone

In einem früheren Artikel «R-Pod: eine photogrammetrische Drone im Dienste der Landschaft»<sup>1</sup>, wurde das auf Anfrage der HEIG-VD entwickelte photogrammetrische Konzept vorgestellt als ein System, welches eine gewisse Reife erreicht hat. Dieses kartografische Werkzeug öffnet neue Türen für die Geomatik. So hat das Konservatorium und Botanischer Garten (CJB) der Stadt Genf mit dem R-Pod-Team Kontakt aufgenommen, um Bereiche des dichten Waldes in der Elfenbeinküste abzubilden.

*N. Delley, C. Chatelain*

## Elfenbeinküste: Problem der Wolkendecke über letzten dichten Regenwäldern

Seit Jahrzehnten sind Satelliten als Bildquellen extrem nützlich, weil sie es erlauben, grosse Flächen kartografieren zu können. Allerdings wird in tropischen Waldzonen die Verfügbarkeit von Bildern durch die Anwesenheit von Bewölkung oder Hochnebel reduziert (über die Fläche des Tai National Parks ist z. B. nur ein Bild von hundert verwendbar). Zudem erfordert die Erfassung neuer Bilder relativ hohe Mittel für ein Forschungsprojekt, das nur einen kleinen Teil des Satellitenbildes abdeckt. Eine Alternative ist daher der Einsatz von Flugzeugen, welcher aber, je nach Region, auch schwierig werden kann auf Grund des Wetters und wegen organisatorischen Fragen.

## Nutzen des Projekts

Das ursprüngliche Ziel war es, diese kartografische Anwendung im dichten Regenwald sempervirente<sup>2</sup> der Elfenbeinküste zu testen. Die Herausforderung bestand in der Fähigkeit des Systems, Bilder mit nur Waldaufnahmen zusammenzusetzen, aber auch um mehrere Tage unter Selbstversorgungsbedingungen zu fliegen, dies zusammen mit allen generierten praktischen Problemen. Das CJB hat sich in das Projekt involviert, indem es nicht nur seine Kenntnisse der Problematik der Kartografie im natürli-

chen ivoirischen Gelände zur Verfügung stellte, sondern auch seine Erfahrung auf dem Feld und deren Netzwerk in Bezug auf die Zusammenarbeit mit akademischen Institutionen der Elfenbeinküste. Das Konzept R-Pod, mit einem Flügel von hinreichenden Herstellungskosten und praktisch neuwertig, sollte perfekt auf die Bedürfnisse der wissenschaftlichen Forschung der Naturalisten und der Aussen-dienstmitarbeiter passen.

## Ziele des Projekts

- Prüfung der Möglichkeit der Kartierung des dichten Waldes mit einem Flügel des Typs *swinglet* CAM<sup>3</sup> und die automatisierte Verarbeitung über die Software Pix4D<sup>4</sup>.
- Bestimmen der Nutzungsgrenzen auf dem Gebiet sowie die ökologischen und technischen Beschränkungen in Bezug auf das Klima.
- Aufzeigen der Anwendungen in Nicht-Wald-Umgebungen (Savannen, Bepflanzungen, Plantagen, Sumpfwäldern, bebauten Gebieten).

## Beobachtete Gebiete

Der erste Testort war der dichte Regenwald des Banco Nationalparks (3000 ha). Aus botanischer Sicht ging es um die Bewertung der Bodenbedeckung und der Waldschäden sowie um die Möglichkeiten der Artbestimmung. Aus kartografischer Sicht war es erforderlich, die technischen Grenzen der Zusammensetzung der Bilder des Schirms (Waldkronen) zu testen.

Im Norden des Parks wurde die Aufnahme des Sangbé-Dreiecks gewählt, um das Ausmass und die Dynamik der illegalen menschlichen Besiedlung durch Garagisten zu messen.

Dann wurden, um die Grenzen und Möglichkeiten der Einmessung von Sumpfgeländen zu bewerten, der Nationalpark Azagny und der Sumpfwald von Tanoé (befindet sich nahe bei Nouamou im Süd-Osten des Landes, 50 km von Ghana entfernt) zu Teststellen bestimmt.

Um das Potenzial für die Kartografie einer Savanne zu beurteilen, fiel die Wahl auf die Reserve Lamto, und schliesslich wurde der Wald Adiopodoumé gewählt, um die Möglichkeiten der Identifizierung von Waldschädigungen zu bestimmen.

## Ergebnisse

Was den dichten Regenwald betrifft, ist die Qualität der Rohbilder ausreichend detailliert, um die Identifikation verschiedener Arten vorzusehen, mit z.B. charakteristischen Blättern (grosse Blätter, helle Farben und glänzend).

Was das Ortho-Mosaik betrifft, hängt seine Qualität von folgenden Faktoren ab: Genauigkeit des digitalen Oberflächenmodells (DOM, hier «NMC» [Schirm]), Georeferenzierung der Aufnahmen, Kenntnis des Bezugssystems und Qualifikation des Operators. Im Fall der automatischen Berechnung Pix4D ist es fast unmöglich, Passpunkte oder Kontrollpunkte für den Block zu verwenden. Das Ergebnis hängt nur von der automatischen Zusammensetzung ab.

In dichter Wald-Zone ist die Möglichkeit der Montage über die automatisierte Suche nach Passpunkten möglich, mittels einer grossen Überlappung (z.B. 75% seitliche Überdeckung) und einer Höhe von 400 m über Boden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass ein DOM von hoher Dichte im Fall von solchen Wäldern für den Botaniker, der das Bild interpretiert, nicht unbedingt günstig ist. Tatsächlich ist es vorteilhafter, ein Ortho-Mosaik mit ungenauer Geometrie zu besitzen, welches aber dafür nicht durch das DOM verzerrte Bilder der Baumkronen liefert. Diese

positiven Ergebnisse lassen uns ein Projekt vorschweben, welches eine Bestandsaufnahme durch GPS der grossen Bäume über einige Hektaren verwendet, mit nachfolgendem Übertrag der erhobenen Daten auf die Bilder, um diese Identifikationen dann auf grossen Flächen zu extrapolieren. Die Nutzung des DOM scheint hingegen sehr nützlich für die Beurteilung der Waldschädigung. Tatsächlich ermöglicht die Messung von Höhenunterschieden die Berechnung von Öffnungen in der Waldkrone, hervorgerufen durch den Schlag grosser Bäume.

In schwer zugänglichen Sumpfböden zeigen die Ortho-Mosaik eine homogene und flache Schirm. Flüge, durchgeführt mit Standard-Parametern der Überlappung (80% längs, 60% quer) und einer Höhe von 300 m über Boden, erlauben die Zusammensetzung auf der gesamten Oberfläche, ausser in dichten Waldbereichen. Trotzdem sollten die Produkte für das Verständnis dieser so schwer zugänglichen Wälder sowie die kartografische Erhebung der dynamischen Landwirtschaft äusserst nützlich sein.

Die ausgeführten Flüge über die Savanne ermöglichen die Herstellung eines Ortho-Mosaiks einer GSD<sup>5</sup> von 10 cm. Die Montage gelingt gut mit einer Einschränkung für breite Waldbänder, dies wegen der seitlichen Standard-Überdeckung. Schliesslich wurde die Auslegung der Bilder im Pflanzenbereich auf die Zählung und Identifizierung von einigen Arten beschränkt. Die Unterscheidung der verschiedenen Savannen im Bezug auf die Topografie scheint schwierig im November, weil in dieser Saison die trockensten Savannen hangaufwärts oder die feuchten Savannen alle die volle Vegetation tragen. Dennoch ist das Interesse an Bildern eines Projekts der Beobachtung einer Reserve, sowie der Überwachung der Veränderung von Waldflächen, nicht zu verleugnen.

Schlussendlich zeigen die Bilder des Gebiets Adiopodoumé einen stark degradierten Wald auf, wo nur noch wenige grosse, allein stehende Bäume überleben. Auf dem Feld, hindurch einige restliche, mit Schlingpflanzen bedeckte Büsche, ist

es immer sehr schwierig, eine angemessene Bewertung zu erhalten, wogegen es diese Bilder erlauben, diesen Abbau zu kartieren und zu messen.

## Systemgrenzen

Im dichten Regenwald ist die von der Drohne abgedeckte Fläche in den meisten Fällen zu klein. In der Tat ist es oft schwierig, eine Waldzone zu erreichen, und die Reichweite des Flügels (1–2 km) ist oft unzureichend. Ideal wäre eine Mindestreichweite von 3 km, um beispielsweise den gesamten Nationalpark von Banco abzubilden.

Trotz des Gelingens der automatischen Zusammensetzung mittels einer grossen Überlappung erleiden die Bilder im Gebiet des dichten Waldes unangemessene Verformungen aufgrund der Ungenauigkeiten des DOM. Das Ortho-Mosaik ist dadurch direkt betroffen. Die Anwendung eines verallgemeinerten 3D-Modells ist dann erforderlich, damit die Baumkronen auf dem Bild noch immer interpretierbar sind; die Folge davon ist allerdings eine Verringerung der geometrischen Qualität des Produktes.

Start und Landung aus dem Herzen des Waldes sind natürlich abgeraten, auch wenn das Experiment im Nationalpark von Asagny durchgeführt wurde. Eine weitere Beobachtung ist die häufig vorhandene Bewölkung bereits in einer Höhe von 200–250 m über dem Boden. Darüber hinaus stellen wir fest, dass Raubvögel besonders aggressiv sind. R-Pod wurde gelegentlich schnellstens zurück beordert, weil Milane den Flügel sofort angriffen.

## Schlussfolgerungen

Mit dem benutzten Flügel wäre es illusorisch, einen ganzen Nationalpark zu erheben. Das Konzept kann aber im dichten Wald mittels einer grossen Bildüberdeckung funktionieren. Diese Bilder bringen eine Fülle von Informationen über die Baumkronen, bis anhin sehr schwer zu erheben, und bieten Anwendungen im Bereich der Überwachung (illegaler Holz-

schlag, Feuer), der Forstwirtschaft (Bestand, Dichte, Bedeckung) und der Waldökologie (Phänologie, Verfall). In anderen Umgebungen generierte diese Technologie keine grösseren Probleme. Die Entwicklung auf dem Gebiet der photogrammetrischen Drohnen ist dermassen, dass in sehr naher Zukunft die Produktion von Waldbildern möglich sein wird. Es scheint, dass Institute wie das Schweizer Zentrum für wissenschaftliche Forschung (Elfenbeinküste) an einem Kauf dieses Tools in Zusammenarbeit mit anderen Instituten interessiert wären. Die Interessen sind vielfach in einem Land, in welchem der menschliche Druck auf die Umwelt enorm und die Bedarfsanalyse der Bodenbedeckung des Landes beträchtlich sind, sowohl in Wäldern als auch in städtischen Gebieten.

Hinweis: Projekt Finanzierung CSRS-PNUD2 / Projekt der wissenschaftlichen Partnerschaftsverstärkung Ivoir-Schweiz. Die Feldmissionen wurden mit dem Botaniker Bakayoko Adama der Universität von Adjamé, dem Hydrogeologen John Kouamé Kan und Leutnant Roger Brou, Ivoirischer Dienst für Parks und Reserven sowie mit Inza Kone, Lazare Tia und Doudjo Ouattara durchgeführt.

*Anmerkungen:*

siehe französische Version

Nicolas Delley

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)  
Route de Cheseaux 1  
CH-1401 Yverdon-les-Bains  
nicolas.delley@heig-vd.ch

Cyrille Chatelain

Konservatorium und Botanischer Garten von Genf  
Case postale 60  
CH-1292 Chambésy  
Cyrille.Chatelain@ville-ge.ch

Quellenangabe: FGS Redaktion