

# Erfassung von Sturmschäden mithilfe von ANDROMEDA®-Daten

Von Herbert Sagischewski, Sergej Chmara, Jörn Uth und Iris Sossna

In den Abendstunden des 28. Februar 2010 verursachte das Sturmtief „Xynthia“ im Forstamt Bad Salzungen starke Schäden. Im Gegensatz zum Orkan „Kyrill“ im Jahr 2007, der zu großen Windwurfflächen führte, entstanden dabei hauptsächlich Einzelbrüche und Einzelwürfe, die über die gesamte Waldfläche verstreut waren. Die betroffenen Reviere zeichnen sich durch ein wellenförmiges Relief und teilweise sehr dichte Bestockung aus, was das Erkennen von Einzelbrüchen im Gelände erschwerte und einen sehr hohen personellen Aufwand verursachte. Da einzelne Forstbezirke aufgrund krankheitsbedingter Ausfälle nicht permanent besetzt waren, konnte eine vollflächige Schadensaufnahme bis zum ersten Käferflug im April nicht gewährleistet werden. Um in diesen Revieren das Risiko für eine Borkenkäfer-Massenvermehrung zu verringern, wurde nach einer anderen Methode zur vollflächigen Erfassung der Schäden gesucht. Die Wahl fiel auf eine Lösung, die im Rahmen des ANDROMEDA®-Projektes<sup>1)</sup> entwickelt wurde.

## ANDROMEDA®-Verfahren

Beim ANDROMEDA®-Verfahren handelt es sich um eine Technologie zur Luftbildaufnahme, bei dem die Bilddaten mit einem selbstständig fliegenden Kleinflugzeug (Drohne) aufgenommen werden. Darin enthalten ist auch die Weiterverarbeitung der Bilddaten zu Bildmosaikern, d.h. die Einzelbilder werden zu einem georeferenzierten Gesamtbild zusammengefasst. Di-

ese Mosaikere lassen sich zu Geoprodukten (Karten oder Informationen für ein Geoinformationssystem) weiterverarbeiten. Alle Arbeitsschritte sind dabei standardisiert und weitgehend automatisiert, sodass die Ergebnisse wenige Arbeitstage nach der Befliegung für den Revierleiter zur Verfügung stehen.

Es wurden 3 Waldblöcke mit insgesamt 3 100 ha Waldfläche befliegen. Die Befliegung wurde von der Firma GEODATIK



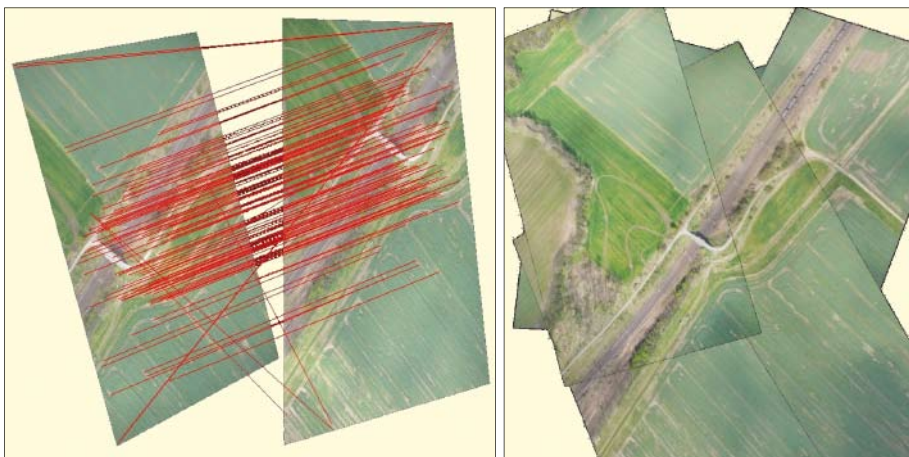
**Abb. 1: Das Kleinflugzeug Carolo P 200**  
 • Startgewicht 6 kg; Nutzlast 0,8 kg;  
 • Spannweite 200 cm; • Reisegeschwindigkeit ca. 20 m/s;  
 • Flugzeit ca. 60 min; • maximale Flughöhe 2 500 m

GmbH Erfurt<sup>2)</sup> mit einem unbemannten Kleinflugzeug vom Typ Carolo P 200 (Abb. 1) durchgeführt. Diese Drohne ist mit einem Autopilotensystem, das ein selbstständiges Abfliegen der Flugbahn mit hoher Präzision ermöglicht, mit einer Kommunikationsverbindung zur Bodenstation sowie mit spezieller Kamertechnik ausgestattet. Sämtliche Flugparameter wie Lage, Position und Geschwindigkeit werden permanent aufgezeichnet und an die Bodenstation weitergeleitet. Die bestehende Kommunikationsverbindung gewährleistet darüber hinaus eine ständi-

<sup>1)</sup> Das ANDROMEDA®-Projekt war ein gemeinsames Forschungsprojekt des Lehrstuhls für Geoinformatik, Geohydrologie und Modellierung der Universität Jena, des Instituts für Luft- und Raumfahrtssysteme der Technischen Universität Braunschweig und der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei. Der Abschlussbericht des Projektes wird demnächst von der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei veröffentlicht.

Weitere Informationen: [www.andromeda-projekt.com](http://www.andromeda-projekt.com)

<sup>2)</sup> Die Firma GEODATIK GmbH Erfurt ist einer der Projektpartner, die die ANDROMEDA®-Technologie kommerziell anbieten.



**Abb. 2 (links):** Identische Punkte in zwei benachbarten Bildern. Die stark abweichenden Vektoren zwischen den Bildpaaren werden bei der Erstellung der Bildmosaik nicht berücksichtigt.  
**Abb. 3 (rechts):** Ergebnis einer Bildmosaikbildung

H. Sagischewski und S. Chmara sind Mitarbeiter der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei in Gotha. J. Uth ist Leiter des Thüringer Forstamts Bad Salzungen. I. Sossna ist Mitarbeiterin des Vermessungsbüros Lencer in Gotha.



**Herbert Sagischewski**  
[herbert.sagischewski@forst.thueringen.de](mailto:herbert.sagischewski@forst.thueringen.de)

Tab. 1: Qualitätsvergleich der „Xynthia“-Befliegungsblöcke			
Befliegungsblock	1	2	3
Flächengröße in ha	1 398,6	1 162,9	548,4
Kartierte Sturmschäden (Anzahl der Bäume)	1 428	2 379	1416
Tatsächliche Sturmschäden (Anzahl der Bäume)	1 606	2 391	k.A.
Richtig erfasste Sturmschäden (Anzahl der Bäume)	1 426	2 379	k.A.
Falsch erfasste Sturmschäden (Anzahl der Bäume)	2	0	k.A.
Nicht erfasste Sturmschäden (Anzahl der Bäume)	180	12	k.A.
Herstellergenauigkeit	99,9 %	100 %	k.A.
Nutzergenauigkeit	88,8 %	99,5 %	k.A.

ge Eingriffsmöglichkeit des Piloten in den Flug.

## Erstellung von Bildmosaiken

Bei einem einstündigen Flug der Drohne werden über 3 000 Luftbilder erzeugt. Die Auswertung von Einzelaufnahmen ist hier nur mit einem enorm großen Arbeitsaufwand möglich. Aus diesem Grunde werden im ANDROMEDA®-Verfahren die Bilder automatisch zu Bildmosaiken zusammengefügt.

Für die Erstellung dieser Mosaik werden sowohl die gespeicherten Positions- und Lagedaten der Drohne als auch in benachbarten Bildern automatisch erkannte identische Punkte genutzt (Abb. 2).

Mithilfe dieser beiden Informationen können nun die Einzelbilder hochgenau zu einem Mosaik zusammengefügt werden (Abb. 3). Die Genauigkeit der Georeferenzierung ist sehr hoch. Im konkreten Fall betragen die Abweichungen zur Waldeinteilung der Forstgrundkarte nur 1 bis 4 m.

## Kartierung der Sturmschäden

Die visuelle Interpretation der Sturmschäden erfolgte im GIS-System der Thüringer Landesforstverwaltung anhand des Gesamtluftbildes eines Befliegungsblockes. Die ANDROMEDA®-Bildmosaik wurden in einem Maßstab von 1 : 400 ausgewertet, da dieser Maßstab und die hohe Auflösung der Bilder die Ansprache jeder einzelnen Baumkrone erlaubten (siehe Abb. 4). Dabei kann von einer Person eine Fläche von ungefähr 1 000 ha pro Tag ausgewertet werden.

Die digital erfassten Schadbäume wurden anschließend in einer Arbeitskarte (Maßstab 1 : 3000) dargestellt (Abb. 5), in der zur besseren Orientierung der vor Ort eingesetzten Kräfte neben den Luftbild-daten auch die Grenzen der Abteilungen, Unterabteilungen und Teilflächen sowie das Wegenetz abgebildet sind. Mit diesen Karten ausgerüstet, konnten die betroffenen Flächen von den Mitarbeitern des Forstamtes gezielt aufgesucht werden.

Abb. 4:  
Beispiel für erfasste  
Schadbäume  
(rot markiert)



## Ergebnisse

Die Bewertung der Qualität der Kartierung erfolgte durch die Revierleiter, die in einer Ergebniskarte markierten, welche Punkte korrekt erkannt bzw. falsch waren, und wo gegebenenfalls Sturmschäden nicht erkannt wurden.

Die Tab. 1 zeigt die hohe Qualität der Auswertung. Bei der Analyse der wenigen Fehlerfassungen wurden folgende Ursachen festgestellt:

- Bereits vor dem Sturmereignis liegende Bäume wurden miterfasst, da in vielen Fällen die Unterscheidung der Ursache für liegende Bäume im Luftbild nicht möglich ist.
- Vor allem in jungen, sehr dichten Beständen wurden einige wenige Brüche und Würfe nicht erkannt.
- Bei Nesterbrüchen mit vielen übereinander liegenden Stämmen wurden häufig zu wenige Bäume erfasst.

Da Nesterbrüche von Waldarbeitern bzw. Harvestern aber generell komplett aufgearbeitet werden, ist der zuletzt genannte Fehler zu vernachlässigen. Die Erfassung

von bereits vor dem Sturmereignis liegenden Bäumen führt nicht zu einem Mehraufwand für den Revierleiter, weil er abschätzen kann, in welchen Beständen es sich um frischen Holzeinschlag handelt.

Die Ergebnisse stehen dem Revierleiter aufgrund des standardisierten und weitgehend automatisierten ANDROMEDA®-Verfahrens bereits wenige Arbeitstage nach der Befliegung zur Verfügung, so dass forstliche Maßnahmen früher eingeleitet werden können. Aufgrund der vollständigen Flächenübersicht durch die Luftbilder und der hohen Auswertungsgenauigkeit reduziert sich der Arbeitsaufwand für die betroffenen Revierleiter deutlich.

Mithilfe der gewonnenen Ergebnisse lässt sich das Risiko von Folgeschäden durch Borkenkäferbefall erheblich senken. Unter der Annahme, dass bei einer nicht systematischen Begehung durch den Revierleiter 10 % der kartierten Sturmbäume nicht gefunden würden und dass der Wertverlust bei Käferholz 15 €/Fm beträgt, konnten im konkreten Fall durch rechtzeitige Kartierung und nachfolgende



Abb. 5: Beispiel einer Arbeitskarte mit eingetragenen „Xynthia“-Sturmschäden

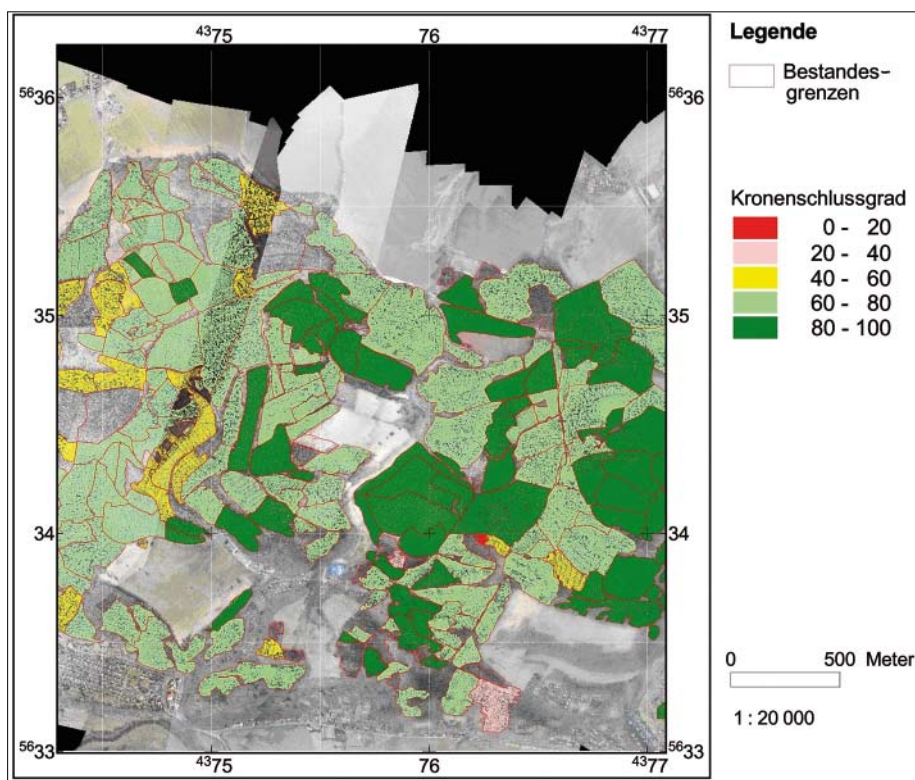


Abb. 6: Beispiel der automatisierten Kartierung der Bestandesgrenzen und des Kronenschlussgrades (Befliegungsblöcke 1+2 der „Xynthia“-Befliegung im Forstamt Bad Salzungen)

zügige Aufarbeitung finanzielle Schäden von über 150 000 € vermieden werden.

Die Kosten für die Befliegung und Auswertung der Daten inkl. der Erstellung von Kartenmaterial sind vergleichbar mit den Kosten für eine Kartierung mittels vollflächiger Waldbegehung.

Nach den Erfahrungen des Projektes kann die ANDROMEDA®-Technologie als praxisreifes Verfahren für die Kartierung von ähnlichen Schadereignissen empfohlen werden.

## Ausblick

Neben der Kartierung von Waldschäden aller Art ist der Einsatz der ANDROMEDA®-

Technologie für die Rationalisierung anderer forstlicher Aufgaben bei kleinen bis mittleren Flächengrößen denkbar, z.B.:

- die Aktualisierung der Bestandskartierung in Gebieten, wo keine aktuellen amtlichen Luftbilder vorliegen und aufgrund der Ereignisdynamik erhebliche Veränderungen der Waldstruktur vorliegen (Waldrodung infolge von Baumaßnahmen, flächige Schäden, intensive Nutzung),
- die Ermittlung von Taxationsparametern (Stammzahl, Kronenschlussgrad, Verteilung von Kronengrößen, Baumartenanteile in Mischbeständen). Hier ist insbesondere in „einfachen“ Beständen eine erhebliche Reduzierung des Taxations- und Kartierungsaufwandes bis hin zur Volumenermittlung denkbar sowie

- die detaillierte Kartierung und Dokumentation von geschützten Objekten in FFH-Gebieten (z.B. Kartierung von stehendem Totholz in geschützten Biotopen).

Ein Beispiel hierfür ist die automatisierte Kartierung der Bestandesgrenzen und der Kronenschlussgrade, die im Rahmen des Versuches für das Befliegungsgebiet erstellt wurde (Abb. 6). Diese und ähnliche Kartierungen von anderen Taxationsparametern könnten den Erfassungsaufwand für die Forsteinrichtung deutlich reduzieren.

## Folgerungen

- Die Kartierung von Einzelbruchschäden auf der Grundlage von Luftbildern der ANDROMEDA®-Technologie liefert sehr gute und praxistaugliche Ergebnisse, die eine erhebliche Entlastung der Revierleiter zulassen.
- Die klassische Methode der Schadenskartierung durch vollständige Flächenbegehung ist vergleichbar teuer, jedoch bei der heutigen Personalausstattung in den Forstämtern in der vorgegebenen Zeit kaum noch realisierbar.
- Die Qualität der Ergebnisse ist deutlich höher als bei der üblichen terrestrischen Erfassung von Bruch- und Wurfschäden.
- Mithilfe der gewonnenen Ergebnisse lässt sich das Risiko von Folgeschäden durch Borkenkäferbefall nach großen Schadereignissen erheblich reduzieren.
- Forstliche Maßnahmen können früher eingeleitet werden, da die Ergebnisse dem Revierleiter schneller zur Verfügung stehen.
- Die erstellten Luftbilder können auch für andere forstliche Anwendungen genutzt werden. ◀