

# Erfassung von Sturmschäden mithilfe von CIR-Orthobildern

Von Karina Hoffmann und Katrin Kranz

Die Unwetter am 24. Mai 2010 haben in einigen Waldgebieten Sachsens eine Spur der Zerstörung hinterlassen. Flächig umgebrochene und umgeworfene Wälder sind die Folgen des Wirbelsturms auf einem eng begrenzten Gürtel Torgau – Belgern – Großenhain – Ottendorf-Okrilla – Großbröhrsorf.



Abb. 1:  
Sturmschaden  
im FoB Neustadt  
vom 24. Mai 2010

Foto: Rother, SBS

Nach ersten terrestrischen Erhebungen schätzte der Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS) den Schaden am 25. Mai auf insgesamt 50 000 Kubikmeter Sturmholz in den Forstbezirken Taura (10 000 m<sup>3</sup>), Dresden (20 000 m<sup>3</sup>) und Neustadt (20 000 m<sup>3</sup>). Zwei Wochen später wurde der Schaden auf mehr als das Doppelte (108 500 m<sup>3</sup>) berichtigt.

Zur Erfassung der Schadholzmengen sollten neben terrestrischen Erhebungen der Revierleiter auch Color-Infrarot-Orthobildern (CIR, verzerrungsfreie, von der Zentralperspektive in eine Orthogonalprojektion gebrachte Luftbilder) eingesetzt werden. Hierbei kann der Staatsbetrieb Sachsenforst auf seine langjährigen Erfahrungen bei der Organisation von Befliegungen und der Nutzung von CIR-Luftbildern für forstliche Zwecke zurückgreifen. „Nahezu die Hälfte der Schäden trat in privaten, kommunalen und kirchlichen Wäldern auf. Die Waldbesitzer verfügen oftmals nur über Kleinstflächen, die häufig total zerstört wurden. ... Wir haben eine Befliegung des Sturmgebietes zur Anfertigung von digitalen Orthofotos durchführen lassen. Damit können die Aufräumarbeiten noch effektiver unterstützt werden...“, sagte Prof. Dr. HUBERT BRAUN, Geschäftsführer SBS, am 10. Juni 2010.

In den 80er- und 90er-Jahren wurden analoge CIR-Luftbilder (dreikanaliges Bild: Nahes Infrarot, Grün, Blau) vorwiegend

für die Interpretation der Waldschäden (stereoskopische Auswertungen) eingesetzt. Luftbildkarten 1 : 5 000 erleichtern seit über einem Jahrzehnt die Arbeit der örtlichen Wirtschafter.

In zahlreichen Projektstudien (Auswahl s. Kasten) wurde der Einsatz von Fernerkundungsdaten (Luftbilder, optische Satellitendaten, Radar-Daten) für forstliche Fragen wie die automatisierte Erfassung von Baumarten oder der Borkenkäferbefall untersucht.

Zur Unterstützung der Aufräumarbeiten und der genauen Abschätzung der Schadholzmengen wurde im Staatsbetrieb Sachsenforst das Kompetenzzentrum für Wald und Forstwirtschaft (KC), Referat FGIS/Kartografie/Vermessung beauftragt, das Schadgebiet befiegen und digitale CIR-Orthofotos anfertigen zu lassen.

Die Abgrenzung der geschädigten Flächen und die Erfassung von Schadprozenten, die unmittelbar nach den Fotoaufnahmen begannen, liefen in enger Zusammenarbeit mit dem Referat Forsteinrichtung (KC) und der Abteilung Staatsforstbetrieb. Mithilfe der Digitalen Orthofotos (DOP) konnten die erfassten Schadinformationen mit den Daten des Forstlichen Geoinformationssystems (Forstgrundkarte) verschnitten und der Bezug zur Walddatenbank (WIS) hergestellt werden. Da die Forstbezirke dringend eine genaue Abschätzung der Schadholzmenge und Informationen zu deren räumlicher Lage benötigten, um Käferbefall zu verhindern, war der Zeitdruck groß (Abb. 2).

## Befliegung des Schadgebietes

### Abstimmung des Befliegungsgebietes

Das Befliegungsgebiet wurde in enger Abstimmung mit den betroffenen Forstbezirken Taura, Dresden und Neustadt festgelegt. Da sich die Forstbezirke am zweiten

Tag nach dem Wirbelsturm erst selbst einen Überblick verschaffen mussten, erfolgte die Zuarbeit durch die einzelnen Forstbezirke etappenweise und unterschiedlich. Sie reichte von ersten Ortsnamen über Abgrenzungen nach Gemarkungen bis hin zu von Hand gefertigten Kartenskizzen.

Diese Informationen wurden gesammelt, das Schadgebiet eingegrenzt und der Schadkorridor digital erfasst. Im Ergebnis entstand die Karte des Befliegungsgebietes (Abb. 3).

## Projektstudien zur Fernerkundung

- [1] COENRADIE et al. (2002): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt „Verbessertes Waldzustandsmonitoring mit MOMS-Prioritäts-Daten“. Landesforstpräsidium Sachsen, TU Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Freiraumplanung. [2] COENRADIE, B. (2008): Abschlussbericht zum Werkvertrag „Automatisierte Erfassung von Schadensflächen mittels Satellitenbilddaten“. Auftraggeber: Staatsbetrieb Sachsenforst. [3] GRIESSMANN, P. (2007): Erfassung von Waldstruktur- und Waldzustandsparametern aus Digitalen Luftbilddaten der sachsenweiten Befliegung 2005. Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Kartographie. [4] HOFFMANN, K. (2008): Erfassung von Waldstruktur- und Waldzustandsparametern aus digitalen Luftbilddaten der sachsenweiten Befliegung 2005. In: Der gepixelte Wald, Forstliche Forschungsberichte München Nr. 209. [5] KENNEWEG, H.; KERSTING, M. (2007): Abschlussbericht zum Werkvertrag „Aufbereitung und Interpretation von digitalen Luftbilddaten mit StereoAnalyst für die Beschreibung von Naturwaldzellen“. Unveröffentlicht, Auftragnehmer: Luftbild und Planung Potsdam, Auftraggeber: Staatsbetrieb Sachsenforst. [6] MARTIN, K. (2007): Abschlussbericht zum Werkvertrag „Beurteilung der digitalen Luftbilddaten von DMC und Ultra-Cam-D, Vergleich mit dem analogen/digitalisierten Luftbild, Definition der Befliegungsparameter künftiger Befliegungen“. Unveröffentlicht, Auftragnehmer: Sachverständigenbüro für Luftbilddatenauswertung und Umweltfragen, Auftraggeber: Staatsbetrieb Sachsenforst. [7] MARTIN, K. (2008): Abschlussberichte zu den Werkverträgen „Entwicklung von Methoden zur Nutzbarkeit hochauflösender Terrasar-X-Band-Daten für die Erfassung von Waldstrukturparametern“. Auftraggeber: Staatsbetrieb Sachsenforst. [8] RapidEye AG (2009): Schlußbericht zur Pilotstudie „Erkennung von Borkenkäferbefallsflächen mit Hilfe von Satellitenbilddaten der Firma RapidEye AG“, Auftraggeber: Staatsbetrieb Sachsenforst. [9] REIKE, J. (2006): Abschlussbericht zum Werkvertrag „Interpretation von digitalen CIR-Orthobildern der sachsenweiten Befliegung 2005 inklusive der Erstellung eines Interpretationsschlüssels“. Auftraggeber: Landesforstpräsidium Sachsen. [10] TRÖLTZSCH, K. (2004): Nutzung der Software eCognition zur Erfassung von Waldstrukturparametern. Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Kartographie.

K. Hoffmann ist Referentin für Fernerkundung im Referat FGIS / Kartografie / Vermessung des Kompetenzzentrums Wald und Forstwirtschaft des Staatsbetriebes Sachsenforst. K. Kranz ist Leiterin dieses Referates.



Karina Hoffmann  
karina.hoffmann@smul.sachsen.de

Tab. 1: Befliegungsparameter zur Ermittlung des Sturmschadens (Tornado 24. Mai 2010)	
Bodenauflösung	0,15 m im Objektbereich für panchromatischen Kanal (aufgrund tiefer Wolkendecke)
radiometrische Auflösung	12 bit
Kanäle	PAN (hochauflösend) CIR (hochauflösend) RGB (hochauflösend)
Georeferenzierung	DGPS-gestützt, INS
Bildwanderungskompensation	FMC
Längsüberdeckung	60 %
Querüberdeckung	24 %
Sonnenstand	mindestens 30°
Flugtermin	29. Mai 2010 bis 5. Juni 2010
Kamera	DMC

## Leistungsbeschreibung, Musterwerkvertrag, Auftragsvergabe

Bei der Vorbereitung der Auftragsvergabe zur Befliegung, der Erstellung eines Musterwerkvertrages inklusive einer Leistungsbeschreibung (Befliegungsparameter) konnte auf die mehrjährigen und umfangreichen Erfahrungen zurückgegriffen werden. Außerdem fanden die Befliegungsparameter, die vom Staatsbetrieb für Geobasisinformation und Landesvermessung (GeoSN) verwendet werden, Berücksichtigung.

Damit die digitalen Orthobilddaten schnell verfügbar waren, mussten die technischen Aufnahmeparameter der Luftbildaufnahmen (z.B. GPS-Aufzeichnung, Lagegenauigkeit, Bodenauflösung, Bildanzahl) so gewählt werden, dass die Entzerrung (Orthorektifizierung) schnell und korrekt erfolgen konnte. Da die Meteorologen für die nächsten Tage schlechte Witterung prognostizierten, berücksichtigte die Leistungsbeschreibung sowohl die Befliegung mit einer Bodenauflösung von 0,20 m als auch optional mit 0,50 m.

Die Leistungsbeschreibung umfasste im Wesentlichen die

- Abgrenzung des Fluggebietes (shape-Datei und Karte, siehe Abb. 3);
- Befliegungsparameter (vgl. Tab. 1);
- Datenbereitstellung vom SBS an Auftragnehmer (Digitales Geländemodell);
- Lieferumfang:
  - Bildflugprotokoll,
  - Kalibrierungsprotokoll der Kamera, nicht älter als zwei Jahre,
  - Bildmittenübersicht im Shape-Format (\*.shp): Koordinaten der Projektionszentren im DE\_RD/83/GK3 im 4. Streifen, georeferenzierte Luftbilddaten (PAN, RGB, CIR),
  - Orientierungsdaten,
  - digitale CIR- und RGB-Orthobilddaten;

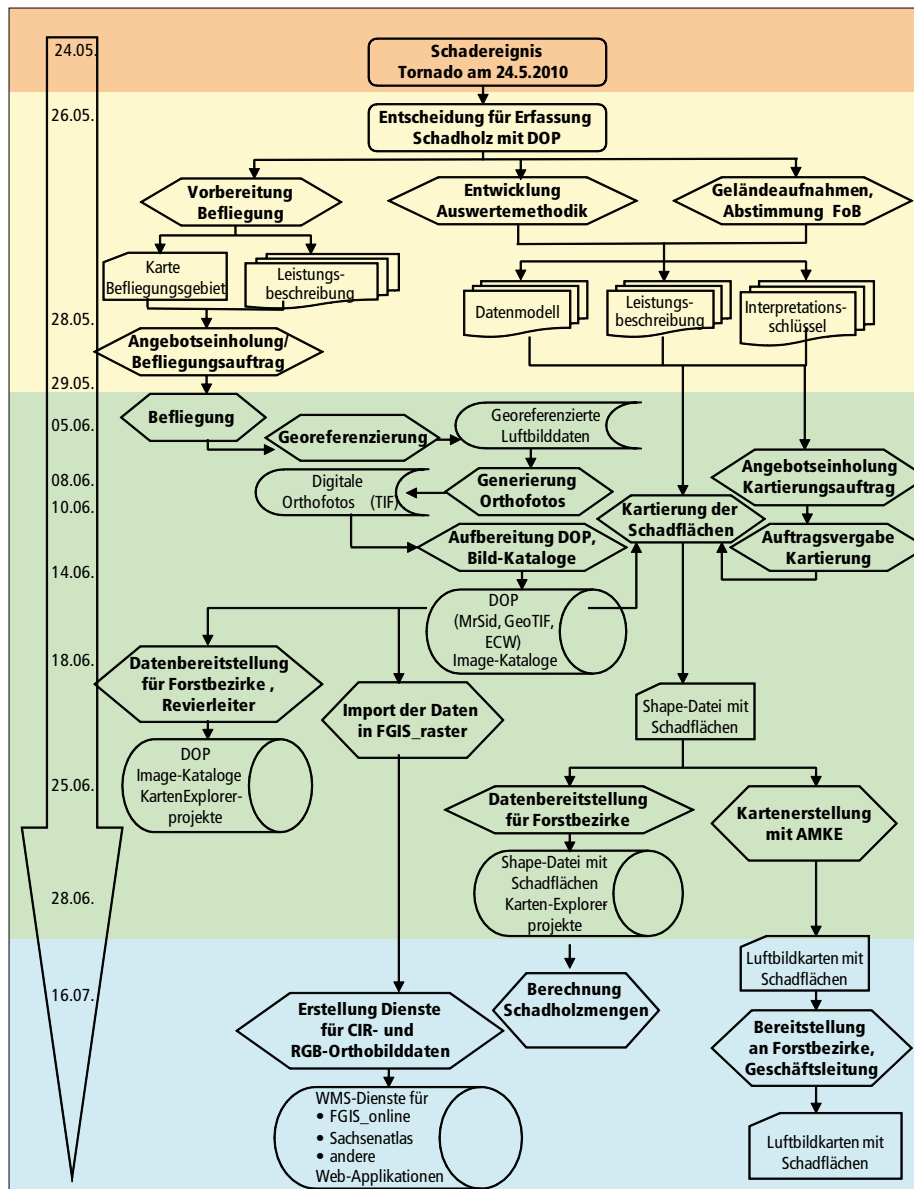


Abb. 2: Ablauf der Erfassung von Sturmschäden mithilfe von CIR-Orthobilddaten (DOP = Digitales Orthofoto, FoB = Forstbezirk)

- Lieferbedingungen:
  - Bildflugprotokoll, Bildmittenübersicht, georeferenzierte Luftbilddaten bis zwei Tage nach der Befliegung,
  - digitale CIR-Orthobilddaten bis spätestens zwei Wochen nach der Befliegung,
  - digitale RGB-Orthobilddaten, Orientierungsdaten, Kalibrierungsprotokoll der Kamera bis spätestens vier Wochen nach der Befliegung,
  - Bereitstellung der Daten auf USB-Festplatten.

Den Befliegungsauftrag erhielt gemäß VOL/A die ILV Fernerkundung GmbH.

## Befliegung

Für die Herstellung der Senkrechtaufnahmen wurden bei dem Bildflug durch die ILV Fernerkundung GmbH aufgrund der schlechten Witterung in Abstimmung mit dem SBS die in Tab. 1 angeführten Parameter zugrunde gelegt.

Die georeferenzierten Bilder wurden im TIFF-Format unkomprimiert und ungekachelte im amtlichen Lagereferenzsystem DE\_RD/83/GK\_3 und dem amtlichen Höhenreferenzsystem DHHN92 im 4. Streifen (12°-Mittelmeridian) abgespeichert. Die Zuordnung der Koordinaten (Georeferenzierung) erfolgte beim Werkvertragnehmer durch eine kombinierte DGPS/INS-Lösung [Aufzeichnung der Position der Bildzentren durch Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung unter Verwendung von einem Globalen Positionssystem mit Differentialsignal (DGPS) und einem Inertialen Navigationssystem (INS)] und eine Aerotriangulation (Verfahren der Bildorientierung) automatisch.

## Erstellung der Digitalen Orthobilddaten

Aus den georeferenzierten Daten des Bildfluges und aus den Digitalen Geländemodellen

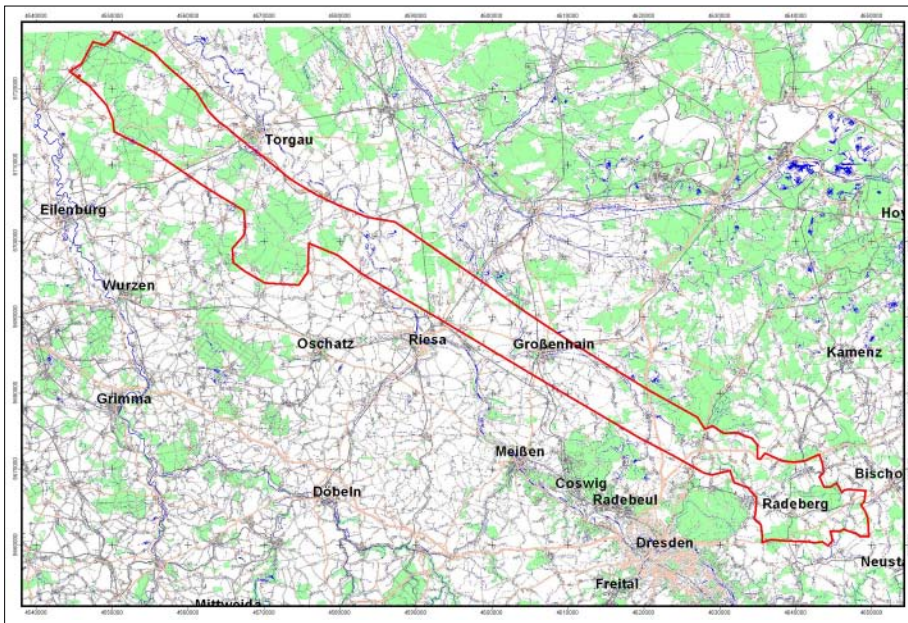


Abb. 3: Übersichtskarte des Befliegungsgebietes

demodelldaten des Amtlichen Topographisch-Kartografischen Informationssystems (Geobasisdaten ATKIS-DGM2- und ATKIS-DGM25-Daten) des GeoSN erstellte die ILV Fernerkundung GmbH flächendeckend für das Gebiet Color-Infrarot-Orthofotos (CIR) und Echtfarben-Orthofotos (RGB, dreikanaliges Bild: Rot, Grün, Blau).

Die automatisch erstellten DOP weisen folgende Eigenschaften auf:

- orthorektifiziert, georeferenziert und radiometrisch ausgeglichen,
- unkomprimiert, ungekachelte,
- Bodenauflösung 0,20 m,
- radiometrische Auflösung 8 bit pro Kanal.

Die Digitalen Orthofotos wurden im amtlichen Lagereferenzsystem DE\_RD/83/GK\_3

abgebildet, im 4. Streifen (12°-Mittelmeridian) berechnet und in Kacheln von 2 x 2 km<sup>2</sup> im Geo-TIF-Format abgelegt.

#### Aufbereitung und Bereitstellung der DOP

Die von der ILV Fernerkundung GmbH bereitgestellten Digitalen Orthofotos mussten entsprechend den Anforderungen der weiteren Datennutzung speziell aufbereitet werden.

Dazu wurden die Orthobilddaten im SBS (KC, Standort Graupa) auf dem Rasterdaten-Server zentral abgelegt und die entsprechenden Bild-Kataloge erzeugt.

Für die Forstbezirke mussten die Digitalen CIR-Orthobilddaten als MrSid-Daten komprimiert (Komprimierungsfaktor 10)

und die entsprechenden forstbezirksspezifischen Bild-Kataloge aufgebaut werden. Die Bodenauflösung von 20 cm wurde beibehalten, um die Schäden möglichst detailliert betrachten zu können.

Der Datentransfer zu den Forstbezirken erfolgte über den XML-Blaster und parallel für die Reviere, die nur über Netzanschlüsse mit geringer Bandbreite verfügen, per DVD.

Die im SBS eingesetzte Web-Applikation FGIS\_online sowie die Nutzung der Daten durch Anwender außerhalb des Intranets erforderten die Bereitstellung der Daten als Web-Dienste. Dazu wurden aus den kachelweise vorliegenden Orthobilddaten jeweils ein CIR- bzw. RGB- Mosaik (ecw-Format) mit ERDAS-IMAGINE berechnet. Die Daten wurden in das im SBS vorhandene Rasterdaten-Managementsystem FGIS\_raster auf der Basis von ERDAS-APOLLO importiert sowie Kartendienste für CIR- und RGB-Orthobilddaten erzeugt. Die Bereitstellung der Dienste für FGIS\_online und die GDI Sachsen bzw. den Sachsenatlas (<http://www.atlas.sachsen.de>) erfolgte mittels ImageWebServer (IWS) mit Unterstützung der GEOSYSTEMS GmbH.

#### Kartierung der Schadflächen

Die Kartierung der Schadflächen begann unmittelbar nach Lieferung der Digitalen Orthobilddaten. Als hilfreich erwies sich das im Kompetenzzentrum des SBS laufende Projekt „Kalamitätsfolgeinventuren“, welches sowohl die methodischen Entwicklungen und die Erfassung der Schadflächen unterstützte als auch anschließend nahtlos mit der methodischen Entwicklung und Berechnung der Schadholzmenngen begann.

#### Auswertemethodik

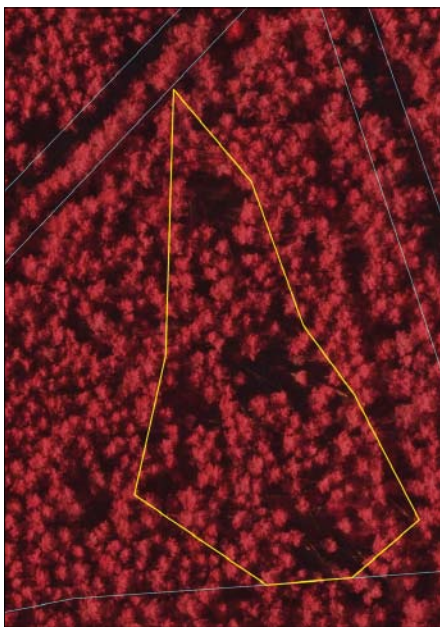
Die Erfassungsmethodik der Schadflächen wurde aufbauend auf den bei bisherigen Schadinventuren gesammelten Erfahrungen und in enger Abstimmung mit der forstlichen Praxis festgelegt. Da die Praktiker sehr schnelle Kartierungsergebnisse forderten, fiel die Entscheidung zugunsten der 2-D-Auswertung basierend auf Digitalen Orthobilddaten. Aufgrund der Größe des Kartierungsgebietes von ca. 600 km<sup>2</sup>, davon ca. 28 000 ha Waldfläche, war eine stereoskopische Auswertung (3-D-Auswertung) mit den zur Verfügung stehenden personellen, technischen und finanziellen Kapazitäten kurzfristig nicht möglich.

Die Ermittlung der Schadflächen umfasste folgende Arbeitsschritte:

- Abstimmung der Erfassungsmethodik im SBS,
- Erstellung eines Interpretationsschlüssels,
- Erstellung des Datenmodells,

Tab. 2: Kartierung des Sturmschadens vom 24.5.2010 mit CIR-Orthobilddaten													
Schad-prozent [%]	Schadflächen [ha]												
	Gesamt	FoB Taura				FoB Dresden				FoB Neustadt			
		LW	PW	KoW	KiW	LW	PW	KoW	KiW	LW	PW	KoW	KiW
0	402,4	286,0	61,0	54,0	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	582,1	174,0	109,0	39,0	0,1	29,0	180,0	15,0	5,0	26,0	4,0	0,0	1,0
10	456,4	158,0	82,0	40,0	0,0	6,0	136,0	15,0	7,0	8,0	3,0	0,4	1,0
20	226,0	48,0	34,0	29,0	0,0	8,0	95,0	5,0	1,0	3,0	1,0	0,0	2,0
30	175,0	29,0	22,0	27,0	0,0	5,0	75,0	4,0	3,0	6,0	3,0	1,0	0,0
40	106,4	21,0	18,0	16,0	1,0	6,0	34,0	4,0	0,2	5,0	1,0	0,0	0,2
50	115,3	9,0	10,0	27,0	0,2	10,0	41,0	3,0	3,0	9,0	3,0	0,0	0,1
60	82,3	8,0	17,0	9,0	0,1	9,0	29,0	3,0	2,0	3,0	3,0	0,0	0,2
70	123,0	6,0	10,0	17,0	0,0	6,0	70,0	4,0	2,0	6,0	2,0	0,0	0,0
80	124,9	13,0	21,0	16,0	0,6	12,0	41,0	4,0	3,0	9,0	5,0	0,0	0,3
90	116,3	13,0	15,0	11,0	2,0	20,0	31,0	1,0	0,3	16,0	6,0	0,0	1,0
100	124,1	10,0	13,0	6,0	2,0	13,0	18,0	4,0	2,0	40,0	14,0	0,1	2,0
Gesamt	2 635,2	775,0	413,0	291,0	7,0	124,3	750,1	62,0	28,5	131,0	45,0	1,5	7,8

Schadfläche = Fläche der Schadpolygone;  
LW = Landeswald, PW = Privatwald, KoW = Kommunalwald, KiW = Kirchenwald



◀ **Abb. 4:**  
**FoB Taura**  
 (1501 47 f 19 a4),  
 CIR-Orthobild mit  
 Schadfläche 40 %,  
 Fläche mit gruppen-  
 weisen Schäden



▶ **Abb. 5:**  
**Foto der**  
**zugehörigen**  
**Fläche**

- Vorbereitung der Arbeitsumgebung, Datenstrukturen,
- Kartierung der Schadflächen,
- Bereitstellung der Daten an die Forstpraktiker,
- Erstellung von Schadkarten.

#### Erstellung eines Interpretationsschlüssels

Zur Eineichung der Luftbildinterpretationen und zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der luftbildgestützten Kartierungsergebnisse mit der terrestrischen Realität musste ein Interpretationsschlüssel erstellt werden. Dieser umfasst Bildbeispiele für unterschiedlich stark geschädigte Bestände bzw. Bestandesteile. Im Gelände aufgenommene Bilder wurden den entsprechenden Orthobildausschnitten und festgelegten Schadprozenten gegenübergestellt (vgl. Abbildungen 4 bis 7).

#### Kartierung der Schadflächen

Die Interpretation der Digitalen Orthobild-daten umfasste folgende Arbeitsschritte:

- **digitale Abgrenzung der Schadflächen:** Als Grundlage diente die Waldeinteilung der digitalen Forstgrundkarte. Vorzugsweise, wenn der gesamte Bestand betroffen war, wurde die Bestandesabgrenzung übernommen. Waren nur klar abgrenzbare Teile des Bestandes betroffen, wurden diese extra digitalisiert. Bei Flächen, in denen sich die Einzel-, Trupp-, Gruppenbrüche/-würfe über die Gesamtfläche verteilen und die Schadflächen zu klein für eine sinnvolle Digitalisierung waren, wurde ein geringes Schadprozent (i.d.R. 5 %) für den gesamten Bestand erfasst.
- **Schätzung des geschädigten prozentualen Flächenanteiles in 10%-Stufen:** Für die kartierte (abgegrenzte) Schadfläche wurde der geschädigte Flächenanteil prozentual in 10%-Stufen eingeschätzt. Als Sonderfall wurde die 5%-Stufe eingeführt.

Die Kartierung der Schadflächen erfolgte für den Gesamtwald (alle Eigentumsformen außer Bundeswald) unter Nutzung

der Software ArcGIS in den Versionen 9.2 und 9.3.

Um möglichst kurze Bildaufbauzeiten zu gewährleisten, wurden die Rasterdaten auf den jeweiligen PCs der Bearbeiter in der gleichen Verzeichnisstruktur lokal gehalten.

Um die parallele Bearbeitung durch mehrere Interpreten zu ermöglichen, war eine Unterteilung des Gesamtgebietes in Arbeitsbereiche erforderlich. Zur Kennzeichnung der bereits bearbeiteten Flächen diente der Layer „Abteilungsgrenzen“ (shape) der digitalen Forstgrundkarte (verwendetes Attribut: Status der Bearbeitung). Wenn der gesamte Bestand geschädigt war, wurden aus dem Layer „Waldeinteilung“ der Forstgrundkarte die Bestände in den Schadflächen-Layer kopiert.

Die Kartierung erfolgte in großen Maßstäben (mindestens 1 : 2 000) und ggf. unter Einbeziehung der georeferenzierten Luftbilddaten in Schattenbereichen. Als vorteilhaft erwies sich der Vergleich mit



**Abb. 6 und 7:** Luftbild (links) aus dem FoB Taura (3036 47 F 2 c1), Unterteilung des Bestandes in zwei Flächen mit unterschiedlich starker Schädigung, rechts: Schadprozent 100 %, links: 80 %.  
 Foto der zugehörigen Schadfläche (rechts)

CIR-Orthobilddaten aus den Jahren 2008 bzw. 2009 (je nach Verfügbarkeit), um Fehlinterpretationen von früheren Schäden oder Nutzungen auszuschließen. Im Forstbezirk Taura waren die Sturmschäden vom 24. Mai 2010 von den Schneebruchschäden von Anfang 2010 nicht auseinanderzuhalten.

Aufgrund der kurzen Zeit, die für die visuelle Interpretation der Schadflächen zur Verfügung stand, unterstützten die Firmen Digitale Dienste Berlin und ILV Fernerkundung GmbH die Kartierungsarbeiten.

Die Werkvertragnehmer arbeiteten in den Räumlichkeiten des SBS, um die Abstimmung der Interpretationen untereinander (tägliche Eineichung) zu gewährleisten. Insgesamt waren sechs Interpreten (davon vier Werkvertragnehmer unterschiedlich lange) in die Auswertungen einbezogen. Die beiden Mitarbeiter des SBS wiesen die Werkvertragnehmer ein und standen ständig als Betreuer zur Verfügung.

Die Zusammenführung der Bearbeitungsgebiete zu einem Datenbestand sowie deren stichprobenweise Prüfung auf Plausibilität und Homogenität oblag den beiden Mitarbeitern des SBS. Dieses Qualitätsmanagement ist unabdingbar, um sowohl subjektive als auch objektive Fehler zu minimieren und die Homogenität der Auswertung sicherzustellen.

In der Tab. 2 sind forstbezirksweise, getrennt nach Eigentumsarten und Schadprozenten, die kartierten Schadflächen dargestellt.

Im Anschluss an die Schadflächenkartierung wurden die Schadflächen mit der Forstgrund- und Standortkarte verschnitten und mit der Walddatenbank verknüpft. Aus dem relativen Schadflächenanteil und den in der Walddatenbank gespeicherten Vorratswerten wurden die Schadholzmengen berechnet und Empfehlungen für die Wiederaufforstung der geschädigten Flächen gegeben.

**Bereitstellung der Daten**

Nach Kartierungsende und Datenprüfung am SBS erfolgte die Konvertierung der erfassten Daten in die endgültige Datenstruktur und die Speicherung der Daten auf dem zentralen Geodaten-Server des SBS. Von hier wurden die Daten über den XML-Blaster auf die Forstbezirks-Server automatisiert übertragen. Parallel erfolgte die Bereitstellung der Daten per E-Mail.

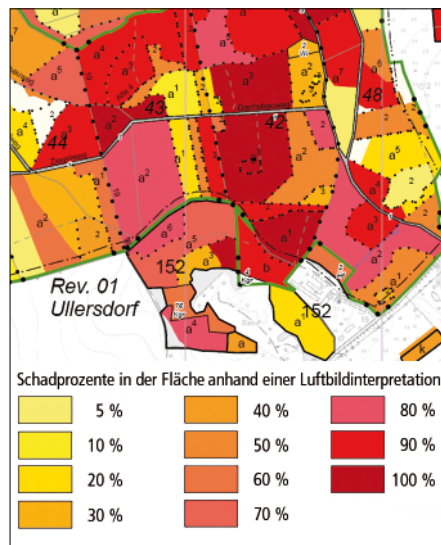
**Schadkarten**

Für die Sächsischen Forstbezirke Taura, Dresden und Neustadt wurden

- Luftbildkarten 1 : 5 000 mit Waldeinteilung und Schadflächen (60 Kartenblätter, vgl. Abb. 8),



**Abb. 8: Ausschnitt aus einer Luftbildkarte der Sturmschäden vom 24.05.2010 – Forstbezirk Dresden (grün umrandete Flächen = Schadflächen), verkleinerte Darstellung**



**Abb. 9: Ausschnitt aus einer Forstbezirkkarte der Sturmschäden vom 24.5.2010, Forstbezirk Dresden (verkleinerte Darstellung)**

- Luftbildkarten 1 : 5 000 mit ALK und Schadflächen (54 Kartenblätter),
- Forstbezirkskarten mit Schadflächendarstellung (drei Kartenblätter, vgl. Abb. 9)

unter Nutzung der am SBS verfügbaren Kartenerstellungs-Applikation AMKE (ArcMapKartenErweiterung) unter ArcGIS 9.3 erstellt.

**Folgerungen**

Der Einsatz großmaßstäbiger digitaler Orthobilddaten hat sich erwartungsgemäß bei der Kartierung von Sturmschäden bewährt.

Die in vorangegangenen Schadinventuren und vielen kleinen Projekten gesammelten Erfahrungen garantierten eine zügige Bearbeitung sowie die schnelle Bereitstellung von Orthobilddaten und Kartierungsergebnissen (Schadflächenlayer) für die Forstbezirke.

Die gute Zusammenarbeit von GIS- und Fernerkundungsspezialisten, Forstpraktikern und IT-Verantwortlichen ist gerade

bei hohem Zeitdruck wichtig für zuverlässige Ergebnisse. Die Abstimmung und Zusammenarbeit mit der Befliegungsfirma sowie deren sofortige Datenbereitstellung unterstützten diesen Prozess.

Durch das am SBS derzeit laufende Projekt „Kalamitätsfolgeinventuren“ stand zusätzlich Personalkapazität zur Verfügung. Der Mitarbeiter dieses Projektes konnte die Kartierungsarbeiten unterstützen und die weitere methodische Entwicklung zur Berechnung der Schadholzmengen vornehmen.

Das Qualitätsmanagement ist eine unabdingbare Voraussetzung für ein homogenes und plausibles Kartierungsergebnis. Sowohl die Erstellung eines Interpretationsschlüssels, die ständige Abstimmung der Interpreten (Eichung) als auch der Abgleich der Interpretationsergebnisse sind unerlässlich. Die Interpreten müssen über GIS-Grundkenntnisse und Interpretationserfahrungen verfügen. Nur dann ist eine relativ schnelle Einweisung und sichere Einarbeitung der Bearbeiter möglich.

Für die weitere Optimierung der Datenaufbereitung und Datenbereitstellung sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- Datenaufbereitung und Komprimierung der Orthobilddaten sowie die Nutzung der georeferenzierten Luftbilddaten erfordern zeitweilig große Speichermengen.
- Für nicht vorhersehbare Schadereignisse ist auf dem zentralen Rasterdaten-Server entsprechender Speicherplatz vorzuhalten, damit die Orthobilddaten umgehend in das Rasterdatenmanagementsystem FGIS\_raster integriert bzw. als Dienst (z.B. für FGIS\_online oder den „Sachsenatlas“) bereitgestellt werden können.
- Insbesondere die Dauer für die Übertragung der Rasterdaten von der vom Werkvertragnehmer gelieferten Festplatte auf den zentralen Rasterdaten-Server muss verkürzt werden.

Im Nachgang der Schadkartierung auf Basis der visuellen Interpretation der Orthobilddaten prüft der SBS, inwieweit Methoden der (halb-)automatisierten Erfassung von Sturmschäden aus satellitengestützten Fernerkundungsdaten (TerraSAR, WorldView2, RapidEye) künftig den Erfassungsprozess noch effektiver gestalten können.

Des Weiteren ist eine Prüfung geplant, ob die von Digitale Dienste Berlin im Auftrag des SBS entwickelten Modelle zur automatisierten Erfassung von Sturmschäden (unter Nutzung multitemporaler Orthobilddaten) den Erfordernissen einer schnellen Schadensermittlung angepasst werden könnten. Ein zweistufiges Verfahren – automatisierte Erfassung von Schadgebieten/-regionen und visuelle Nachbearbeitung der Ergebnisse zur Verbesserung/Konkretisierung der Ergebnisse – könnten den Auswerteprozess weiter beschleunigen. ◀