

## 5 Ausblick

### 5.1 EDV-gestützte Entscheidungshilfe

Grundsätzlich könnte die Entscheidungsfindung durch den Waldbesitzer im Rahmen des Beratungsgesprächs mit dem forstfachlichen Personal durch eine geeignete Software unterstützt werden. Bei der von der LWF in Zusammenarbeit mit einem professionellen Anbieter derzeit in Entwicklung befindlichen Testversion einer EDV-gestützten Beratungshilfe gelten folgende Grundsätze:

- ◆ Bündelung des Wissens für die waldbauliche Beratung, dabei soll das Instrument die Beratung vor Ort durch das Forstfachpersonal nicht ersetzen, sondern unterstützen;
- ◆ Sicherstellung einer mehr oder weniger einheitlichen Beratungsempfehlung, d. h. bei vergleichbaren Ausgangssituationen werden ähnliche Ergebnisse erzielt;
- ◆ Transparenz der Entscheidungswege; es wird dokumentiert, auf Grund welcher Kriterien eine Empfehlung ausgesprochen wird und ob es vergleichbar günstige Handlungsalternativen gibt;
- ◆ das zugrundeliegende Fachwissen im System ist hinterlegt und kann vom Berater abgerufen (ausgedruckt) werden;
- ◆ die Empfehlungen gründen sich stets auf die Berücksichtigung verschiedener Faktoren;
- ◆ die Einflussfaktoren können individuell unterschiedlich stark gewichtet werden;
- ◆ digital vorliegende Informationen sollen über das System direkt abrufbar und nutzbar sein;
- ◆ die Beratungshilfe soll über das Internet verfügbar sein, es ist keine Programminstallation notwendig. Aktualisierungen werden an zentraler Stelle vorgenommen und sind dann allgemein verfügbar;
- ◆ die tatsächlich ausgesprochenen Beratungsempfehlungen können gesammelt und zu Evaluierungen genutzt bzw. zur Weiterentwicklung der Beratungshilfe ausgewertet werden.

### 5.2 Ansätze für eine methodische Weiterentwicklung zur Erfassung von Flächendaten

Zur Ermittlung der Lage und Ausdehnung der Kalamitätsflächen sowie für die Zustandsanalyse

und die Ableitung von Behandlungsempfehlungen kamen im Rahmen dieser Studie verschiedene Technologien und Daten aus Geographischen Informationssystemen, der Positionsbestimmung mittels GPS und der Fernerkundung zum Einsatz. Dabei mussten auf Grund der knappen Zeitvorgaben sowie einer heterogenen oder unzureichenden Datenbasis unterschiedliche Wege beschritten werden. Für einen zügigen Fortschritt der Flächenerfassung wurde daher sowohl mit GPS-Vermessung als auch mit analogen Kartiervorlagen gearbeitet. Eine denkbare digitale Bestandsaufnahme aus den Orthophotos der Bayernbefliegung war mangels Aktualität der Bilder und des nicht ausreichenden Informationsgehalts der Daten nicht möglich. Hinderlich war zudem, dass auch andere wichtige Datengrundlagen wie z. B. Standortdaten aus dem Privatwald nicht flächendeckend digital zu Verfügung standen.

Die modernen Informationstechnologien bieten zahlreiche Möglichkeiten, ähnlich gelagerte Aufgaben effizient zu lösen. Aus diesem Grund werden im folgenden das gewählte Vorgehen und alternative Methoden diskutiert und vergleichend bewertet.

#### a) Mögliche Wege der Zustandserfassung sind zum Beispiel:

- ◆ *Terrestrische Flächenerfassung mittels mobiler GPS-gestützter Systeme*

Wie eingangs erwähnt, kamen zur Erfassung der Kalamitätsflächen zwei Methoden zum Einsatz (siehe Tabelle 8). Mit diesen Methoden wurde zwar eine zügige Bestandsaufnahme erreicht, die erhobenen Geoinformationen waren jedoch von sehr unterschiedlicher Qualität. Dies gilt insbesondere für die „low-cost“-Methode, die allenfalls für eine erste Übersicht geeignet erscheint.

Ein optimales Vorgehen in der terrestrischen Flächenerfassung ließe sich durch den Einsatz GPS-gestützter, mobiler Datenerfassung erreichen, was im Rahmen der Studie mangels Zeit und fehlender technischer Ressourcen nicht erfolgen konnte. Die entsprechenden Geräte werden den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten in Bälde zur Verfügung stehen. Je nach GPS-Empfängerleistung und Einsatz von differentiellem GPS (dGPS) könnte hiermit eine relativ

Art der Erfassung	Kurzbeschreibung	Bewertung
„low-cost“ GPS (z. B. Garmin)	<p>Verfahren der Einmessung mit kostengünstigen GPS-Empfängern aus dem Freizeitsektor mittlerer bis geringer Genauigkeit; Einzelpositionen werden als Punktkoordinate gespeichert, ausgelesen und können ins GIS überspielt werden.</p> <p>Die Größe der Flächen musste hierbei geschätzt werden; für die weitere Verarbeitung wurden über Pufferung der Punkteinformation die Flächengrößen geographisch simuliert.</p>	<p>+ günstig, Gerätepreis ab 130,- €</p> <p>+ kurze Einarbeitungszeit (10 min)</p> <p>– liefert nur Punktinformation!</p> <p>Bei kleinen Käferlöchern bis ca. 0,5 ha ist diese Information ausreichend. Bei großen Flächen ist dieses Verfahren ungeeignet, da Flächen nicht berechnet und dargestellt werden können.</p> <p>– alle Flächen müssen für die Erfassung aufgesucht werden</p>
Einzeichnen der Flächen in Luftbildkarten	<p>Revierleiter zeichnen bei dieser Methode die Schadflächen möglichst genau in Kartiergrundlagen ein, in denen die Orthophotos und die digitalen Flurkarten zur Orientierung hinterlegt werden. An der LWF werden die gezeichneten Flächen digitalisiert.</p>	<p>+ schneller Arbeitsfortschritt, da RL auch „aus dem Kopf heraus“ die Flächen einzeichnen kann</p> <p>+ vergleichsweise hohe Genauigkeit im Vergleich zu Schätzungen der Flächengrößen</p> <p>+ einfache Digitalisierung an der LWF</p> <p>– vergleichsweise hoher Aufwand beim Erstellen der Luftbildkarten</p>

Tab. 8: Aufstellung und Bewertung der angewandten Methoden zur Flächenerfassung

exakte Vermessung von Flächen im Gelände vorgenommen werden. Mit Hilfe der integrierten GIS-Software können bereits während der Aufnahme im Gelände ergänzende Sachdaten zu den Flächen, z. B. über den Zustand miterfasst werden.

Die Aufnahme von Kalamitätsflächen in die Arbeitsabläufe der Förderpraxis würde dadurch leicht möglich. Schließlich ist die Erfassung der zu bepflanzen Teilflächen ohnehin die wesentliche Grundlage für die Förderung.

◆ *Erfassung der Befallsflächen mit Hilfe der Fernerkundung*

Zu Beginn der Studie wurden die Möglichkeiten der Fernerkundung für die Flächen- und Zustandserfassung geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass eine Erfassung der Flächen aus den Echtfarben-Orthophotos der Bayernbefliegung nicht zielführend ist, da das Datenmaterial auf Grund der Befliegungspraxis (dreijähriger Turnus) nicht aktuell genug ist. Zudem erschweren zahlreiche Schattenwürfe die Interpretation des Bildmaterials.

Auch ein Einsatz von Satellitendaten aus ASTER- oder SPOT-Daten erscheint auf Grund der geringen räumlichen Auflösung dieser Information (je nach Kanal bestenfalls 15 m bzw. 20 m Auflösung) nicht geeignet.

Eine Möglichkeit zur Erfassung der Daten und Interpretation der Strukturverhältnisse auf den Befallsflächen bietet die Aufnahme der Flächen mit Farbinfrarot-Luftbildern und anschließender Stereointerpretation der Flächen. Dabei muss im Rahmen der Anfertigung analoger Farbinfrarot-Luftbilder mit Kosten von 0,6-0,8 €/ha kalkuliert werden. In diesen Kosten ist die Anfertigung von Digitalen Orthophotos mitenthalten.

Diese Methode hat den Vorteil, dass außer der Abgrenzung der Schadflächen (Auflösung 10 - 40 cm) auch eine Zustandserfassung hinsichtlich vorhandener Altbäume, Überschirmung, Entwicklungsphasen, Mischungsformen und -anteile, Baumarten und Vorschädigungen möglich ist. Der Nachteil liegt in einer relativ aufwändigen, visuellen Interpretation im Rahmen einer digitalen, stereoskopischen Auswertung, die die Erstellung eines Interpretationsschlüssels im Vorfeld der Interpretationsarbeiten durch den Interpreten voraussetzt und auch eine stichpunktartige Verifizierung der Ergebnisse vor Ort mit einschließen sollte (Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpreten 2003) und der Notwendigkeit eines hochauflösenden zu Grunde liegenden Gelände- und Oberflächenmodells (FISCHER et al. 2005).

Durch die momentane Umstellung der Befliegungspraxis von analogen hin zu digitalen Aufnahmesystemen zeichnet sich bereits eine deutliche Verbesserung des Bildmaterials hinsichtlich der Kontrastwiedergabe, der Anzahl der erfassten Spektralkanäle und durch die gleichzeitige Aufnahme von Laserscanningdaten eine verbesserte Geländereferenzierung des Luftbildmaterials ab (HEURICH 2006).

Durch die Möglichkeit, mittels Laserscanningdaten neben den optischen Informationen in hoher Präzision (Auflösung ca. 1 m) zusätzliche Gelände- und Oberflächen-Strukturparameter zu erfassen, können bereits aus den Befliegungsdaten nicht nur Schadflächen abgegrenzt werden, sondern über Methoden der Einzelbaumerkennung und der Bestimmung der Höhen der Vegetationsschichten wertvolle Informationen über die aktuelle Situation sowie der potentiellen Weiterentwicklung einer Schadfläche weitgehend automatisiert abgeleitet werden. Erste Untersuchungen hierzu (WEINACKER et al. 2004) lassen vielfältige Einsatzmöglichkeiten für den Forstbereich erkennen, die gerade auch für den Fall der Schadflächenerfassung in Betracht gezogen werden sollten.

Das größte Potenzial der Fernerkundung wird jedoch in der Möglichkeit der regionen- und besitzartenübergreifenden Erfassung von Flächeninformationen durch Entwicklungen im Bereich der Satellitenfernerkundung gesehen. Dies bedeutet, dass statt der bislang gängigen, gebietsbezogenen Befliegung nach Ausschreibung künftig hochauflösende optische und Radar-Systeme wie Rapid Eye oder TerraSAR zum Einsatz kommen könnten, die in der Lage sind, multisaisonale Aufnahmen zum Zwecke einer Erstinventur oder der langfristigen Beobachtung bereitzustellen.

Dies würde eine schnelle, überregionale Zustandserfassung nach Extremereignissen (Windwürfe oder massive Schädlingskalamitäten), aber auch besitzartenübergreifende Inventuren und das Monitoring von Flächenentwicklungen ermöglichen. So kann z. B. eine Klassifizierung von Spot5-Daten im Bereich des kurzweiligen Infrarot Hinweise auf eine erhöhte Käferdisposition von Nadelbäumen geben (FÖRSTER 1988).

#### **b) Mögliche Wege der Datenanalyse, der Parameterextraktion für Entscheidungsunterstützungssysteme und des Daten- und Informationsaustauschs**

Um bei der Entwicklung einer Beratungshilfe alle zur Verfügung stehenden Datengrundlagen

ausschöpfen zu können und in eine EDV-gestützte Entscheidungshilfe zu integrieren, sind der Aufbau und die Bereitstellung einer umfassenden forstlichen Informationsbasis erforderlich. Daraus können die Informationen zur aktuellen Ausdehnung der Kalamitätsfläche, den Gelände- und Standortverhältnissen, dem aktuellen Zustand hinsichtlich vorhandener Baumarten, Altbestandsresten, Verbißbelastung, Überschirmung etc. und den daraus resultierenden Entwicklungsmöglichkeiten nach einheitlichen Standards ausgewertet und genutzt werden.

Die Möglichkeiten moderner GIS und relationaler Datenbank-Management-Systeme bei der Verwaltung und Analyse von geographischen Informationen und Sachdaten wurden im Rahmen dieser Studie bereits genutzt. Als problematisch hierbei erwies sich die Verteilung der zur Analyse erforderlichen Datenbestände auf verschiedene Stellen und die oftmals damit verbundenen nutzerrechtlichen Einschränkungen. Im vorliegenden Fall konnten z. B. die digitalen Standortinformationen aus den Privatwäldern nicht genutzt werden, da hierzu das Einverständnis der Waldbesitzer erforderlich ist - eine Bedingung, die unter den aktuell vorliegenden Besitzverhältnissen (siehe Kap. 2.4.1) im Projektgebiet eine wesentliche Einschränkung für eine umfassende und vollständige Zustandsanalyse darstellt und somit auch die daraus abzuleitende Behandlungsempfehlung auf einer unzureichenden Informationsbasis aufsetzt. Bei der Entwicklung eines EDV-gestützten Systems zur Entscheidungsunterstützung für die Behandlung der Kalamitätsflächen müssen für derartige Einschränkungen Lösungen gefunden werden.

In enger Kooperation sollten der Verein für forstliche Standortserkundung und die Forstverwaltung die existierenden Behandlungsempfehlungen oder Baumeignungstabellen inhaltlich abstimmen, damit bei der Entwicklung von EDV-gestützten Lösungen eine Integration der digitalen Standortinformation zumindest in anonymisierter oder abgewandelter Form, bei der keine nutzerrechtlichen Bedenken entgegen stehen, in Betracht gezogen werden kann.

Um die Informationen aus terrestrischen Aufnahmen z. B. im Zuge der forstlichen Förderpraxis in vollem Umfang nutzen zu können, muss der Datenaustausch zwischen einer forstlichen Datenhaltungsstelle und den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten standardisiert werden. Entwicklungen, wie sie bereits für das Borkenkäfermonitoring existieren, können hierzu Lösungen bereitstellen (siehe hierzu: [www.borkenkäfer.org](http://www.borkenkäfer.org)).

Für den Bereich der Fernerkundung müssen bestehende Kooperationen, z. B. die des GMES (GMES: Global Monitoring for Environment and Security <http://www.dlr.de/rd/rp6/gmes.html>) oder des DeCOVER-Vorhabens ([www.de-cover.de](http://www.de-cover.de)) stärker genutzt und ausgebaut werden. Hierzu ist es erforderlich, die Anforderungen an das Datenmaterial der Fernerkundung zu definieren, um die Erstellung von Datendiensten nach forstlich relevanten Gesichtspunkten zu fördern.

Schließlich sollte bei der Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems daran

gedacht werden, dies so offen anzulegen, dass andere, bereits zur Praxisreife entwickelte Verfahren als ergänzende Module genutzt werden können. So wäre die Erweiterung eines solchen Systems um einen Wachstumssimulator, der die Entwicklung der Flächen nach erfolgreicher Wiederbestockung aufzeigen kann bzw. um Komponenten, die sich für logistische Zwecke bei der Schadholzaufarbeitung eignen, ebenfalls denkbar.