

Operationeller Einsatz von Drohnen bei ThüringenForst



THÜRINGENFORST



Unsere Förster brauchen nicht unbedingt Drohnen oder andere Fernerkundungssysteme, um ihre Reviere zu verwalten...



Was sie brauchen...

Aktuelle Informationen zu Vitalität + Waldstruktur

Luftbilder als Entscheidungshilfe & für schnelles Handeln

Kartierung von Waldschäden



THÜRINGENFORST



Bilder: Mathias Stürtz, FFK Gotha

Insekten

Dürre

Spät-
frost

Feuer

Krankheit

Sturm

Hagel



Großer Achtzähniger Fichtenborkenkäfer

Ips typographus



THÜRINGENFORST



Bild: Mathias Stürtz, FFK Gotha



Spätfrost-Schäden an Buchen



THÜRINGENFORST





UAV-Technologie bei ThüringenForst

- UAV-Flugteam in Gotha
- Bildprozessierung + Datenanalyse
- Externe Dienstleister
- Quadrocopter (DJI + Scarabot)
- RTK-Genauigkeit
- RGB / Multispektral (Micasense Altum)





Aktuelle Situation: Großflächiger Waldverlust durch Dürre & Fichtenborkenkäfer



Schadflächenkartierung & Planung der Wiederbewaldung

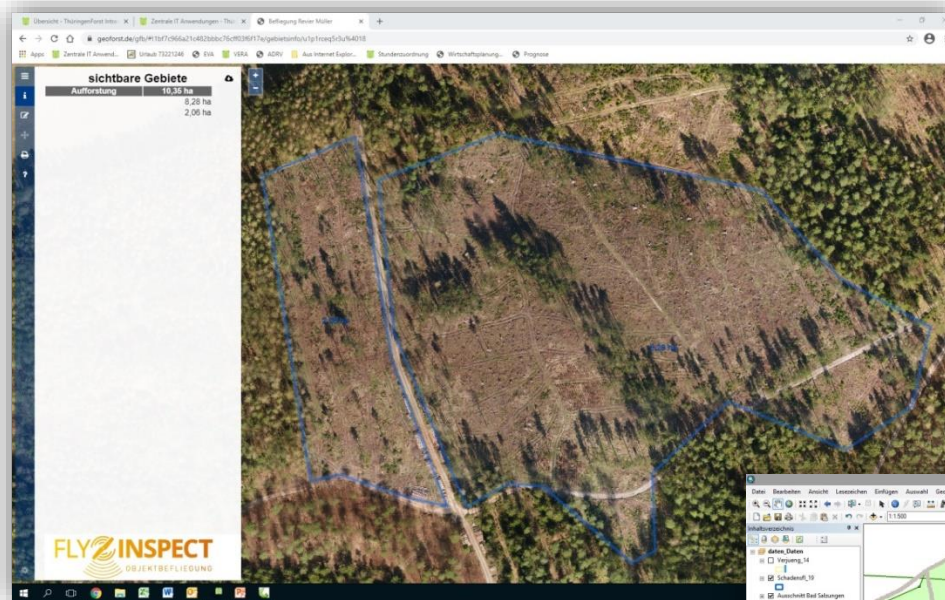


THÜRINGENFORST



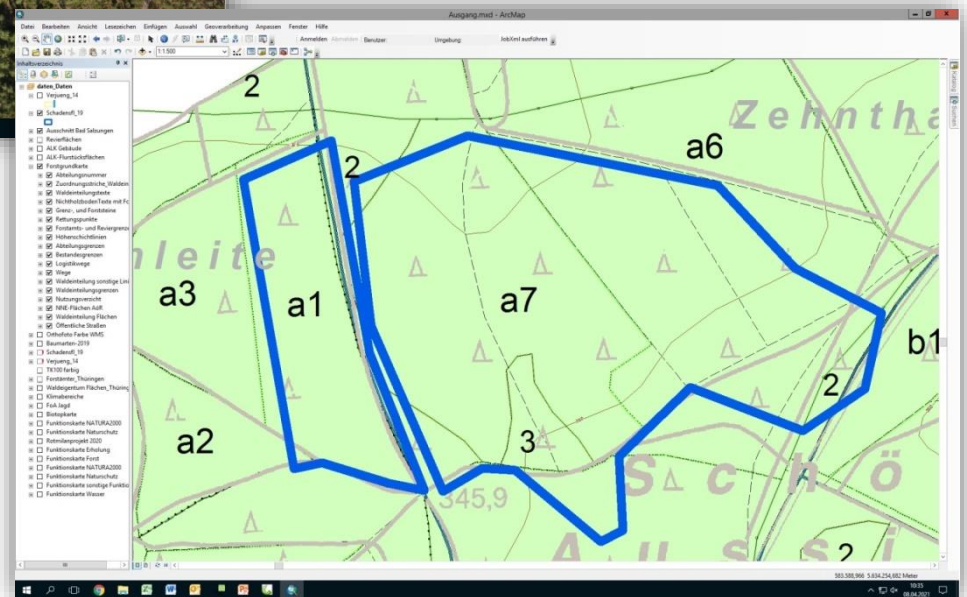
14000 ha Waldfläche von externer Firma befliegen
2021, Forstamt Bad Salzungen
Räumliche Auflösung: 10cm

Schadflächenkartierung & Planung der Wiederbewaldung



1 Zuständige Revierleiter digitalisieren Waldschäden + Wiederbewaldung am PC (Online Geo-Portal)

2 Grundlage für weitere Planungen und zur Dokumentation des Wiederbewaldungsprozess



Schadflächenkartierung & Planung der Wiederbewaldung

Detaillierte, vollständige Übersicht der geschädigten Flächen auf Revierebene



Terrestrische Einschätzung des Ist-Zustandes der Flächen durch Revierleiter/-in



Ableitung der Handlungsnotwendigkeit + Priorität für aktive Wiederbewaldungsmaßnahmen

	A	B	C	F	G	H	I	J	K	L	
1	Eichenpflanzung Planung 2021										
2											
3	Revié	Los-Nr.	Fläch	Teilfläche	Größe [ha]	BA	Alter	HSN	Größe	Stückzä	Schu
38	09	BS 8	8A	5a6/7	1,35	TEi	2/0	818 11	30-50	10800	
39	09	BS 8	8A	5a6/7	0,35	HBu	2/0	806 04	30-50	2800	
40	09	BS 8	8B	5a6/7	0,35	WLI	2/0	823 07	30-50	2300	
45					(Strg)						
46											



Zentrales Planungs- und Steuerungselement der Wiederbewaldung auf Forstamts- und Revierebene



Früherkennung von Buchdruckerbefall



Früherkennung von Buchdruckerbefall durch Drohnen

Seit 2015 besteht das Angebot eines Dienstleisters zur Früherkennung von Buchdruckerbefall (*ips typographus* L.) durch die automatisierte Auswertung drohnenbasierter Luftbilder. Die rechtzeitige und genaue Lokalisierung befallener Bäume soll es ermöglichen, die notwendigen forstwirtschaftlichen Maßnahmen zu ergreifen und so die Ausbreitung des Buchdruckers effektiv zu verhindern. Ein attraktives Angebot – doch funktioniert das in der Praxis?

Jörg Ackermann, Petra Adler, Karina Hoffmann, Rainer Hurling, Reinhold John, Lutz Florian Otto, Herbert Sagitschewski, Rudolf Seitz, Christoph Stramb, Matthias Stürze

Um die aktuellen Möglichkeiten der fernerkundungsbasierten Früherkennung von Buchdruckerbefall anhand eines konkreten Dienstleistungsangebotes zu testen, führten Waldschutz- und Fernerkundungsexperten der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, des Staatsbetriebs Sachsenforst sowie des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums Gotha der ThüringenForst-AöR während der Buchdruckerersaison 2017 Freilanduntersuchungen durch. Der beauftragte Dienstleister ließ von den betroffenen Gebieten Luftbilder durch Drohnen anfertigen und analysierte diese auf Buchdruckerbefall. Mit den Freilanduntersuchungen sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Werden von Buchdruckern befallene Bäume im green-attack-Stadium, d. h. noch bevor eine für das menschliche Auge sichtbare Kronenverfärbung eintritt, in ausreichendem Umfang und

- rechtzeitig erkannt, um durch forstnützliche Maßnahmen eine weitere Ausbreitung der Käfer effektiv zu verhindern zu können?
- Wie hoch ist der Anteil fälschlicherweise als befallene bzw. als unbefallene eingestuft Bäume?
- Lassen sich als befallene ausgewiesene Bäume im Gelände praxisgerecht finden?

Früherkennung

Der Buchdrucker ist neben abiotischen Einflüssen (Stürme, Dürre, Schneebruch) Hauptfaktor in Fichtenbeständen. Die bisher praktizierte terrestrische Suche nach befallenen Bäumen ist sehr aufwändig und teuer. Hier verspricht die Unterstützung durch Fernerkundungsverfahren eine wesentliche Effizienzsteigerung. Allerdings müsste ein System zur Früherkennung Informationen über frisch befallene Fichten so rechtzeitig liefern, dass die Forstpraxis Chancen zur Entnahme der Bäume vor dem Käferschlupf hat. Damit die Erkennungsmethodik Akzeptanz in der Forstpraxis findet, sind außerdem eine hohe Erkennungsrate befallener Fichten, eine geringe Fehlerquote (falsch positive bzw. negative Befallserkennung) und ausreichend genaue Lageangaben befallener Bäume bzw. Baumgruppen unabdingbar.

Versuchsanordnung

Es gab insgesamt 11 Untersuchungsflächen mit Größen zwischen wenigen Hektaren und 170 ha. In einigen Versuchen wurde Befall durch die Ausbringung von Pheromonen künstlich induziert, in anderen wurden natürlich verlaufende Befallsentwicklungen beobachtet. Pro Fläche wurden von beauftragten Befallungsunternehmern drei bis zwölf Wiederholungsflüge im Zeitraum Mai bis zum Teil in den Oktober hinein durchgeführt. Begleitend fanden, in hervorragender Weise unterstützt durch Revierleiter und Praktiker vor Ort, intensive terrestrische Arbeiten statt. Dies diente einerseits dazu, mit klassischen Methoden gewonnene Befallsdaten als Referenz zu erhalten und andererseits Ergebnisse der Bildanalyse vor Ort in den Beständen zu verifizieren.

Technologie und Bilddatenauswertung

Als Fluggeräte kamen Multikopter zum Einsatz (Abb. 1), die zur Gruppe der unmanned aerial vehicle (UAV) gehören und umgangssprachlich auch als Drohnen bezeichnet werden. Die eingesetzten Drohnen waren jeweils mit einer kleinen Spezialkamera bestückt, welche die gleichzeitige Aufnahme mehrerer Spektralkanäle ermöglicht. Hierzu zählen Rot, Grün und Blau aus dem Bereich des sichtbaren Lichts sowie Nahes Infrarot und Red Edge. Durch geringe Flughöhen unter 100 m werden hohe Bodenauflösungen von wenigen Zentimetern erreicht.

Die fernkundliche Detektion von Borkenkäferbefall basiert auf der Annahme, dass sich die spektralen Eigenschaften von gesunden und befallenen Bäumen unterscheiden. Die Bilddatenauswertung zur Lokalisierung und Identifizierung befallener Fichten besteht daher aus einer Verrechnung aufgenommener Spektralwerte. Der genaue Algorithmus dafür ist Firmengeheimnis des Dienstleisters. Aufbereitet werden die Analyseergebnisse durch den Dienstleister in Form von Übersichtskarten, welche befallene Bäume vor einem Luftbildhintergrund zeigen (Hotspots)

Schneller Überblick

- Von vier Institutionen wurde geprüft, ob mit Drohnen erstellte Luftbilder helfen können, einen Buchdruckerbefall kostengünstig, rechtzeitig und mit ausreichender Genauigkeit zu erfassen
- Eine praxistaugliche Früherkennung von Buchdruckerbefall ist in den vier parallel durchgeführten Versuchen nicht gelungen



THÜRINGENFORST

Möglichkeiten und Grenzen eines Fernerkundungsverfahrens

STAATSBETRIEB SACHSENFORST



NW-FVA Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

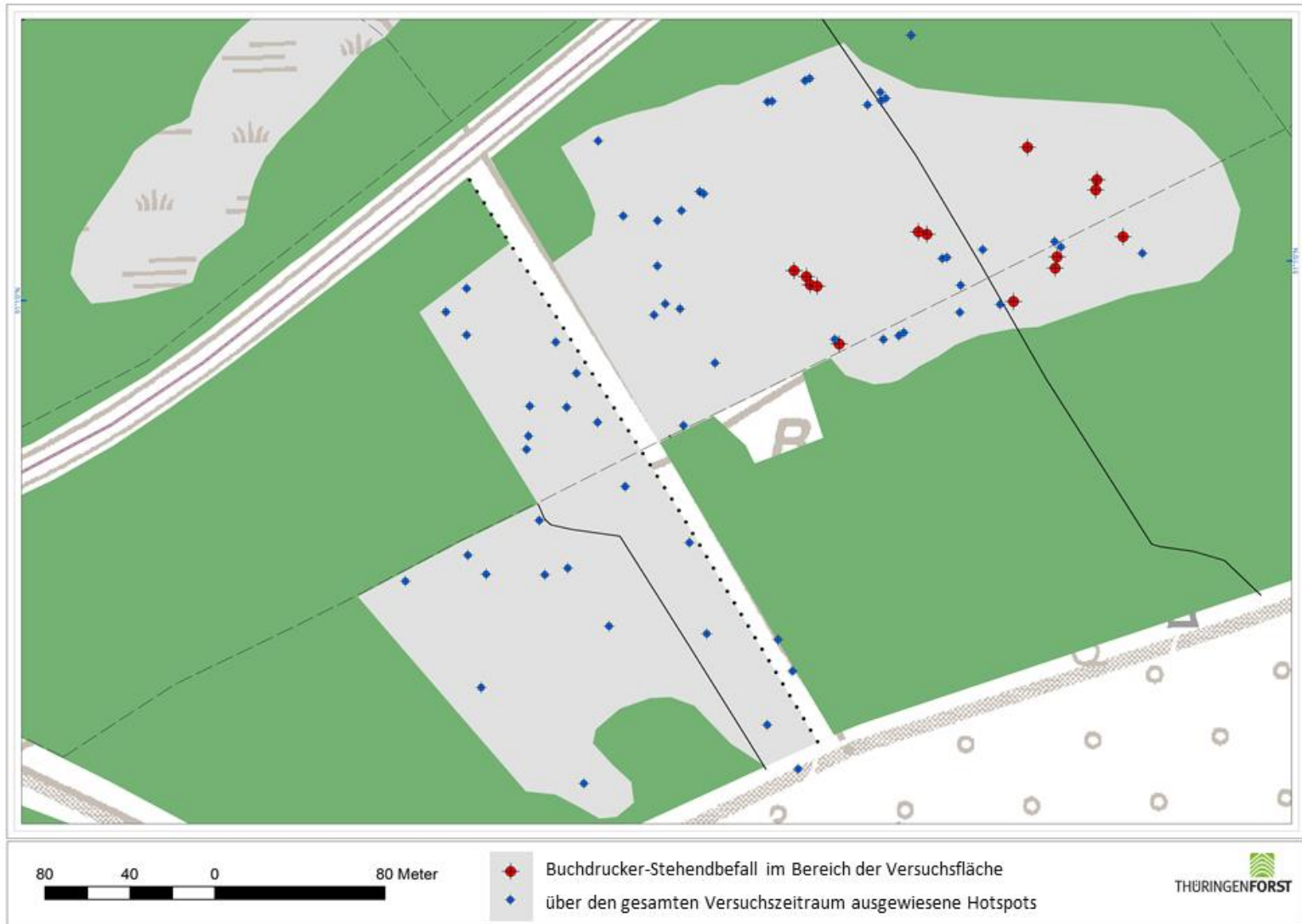


Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

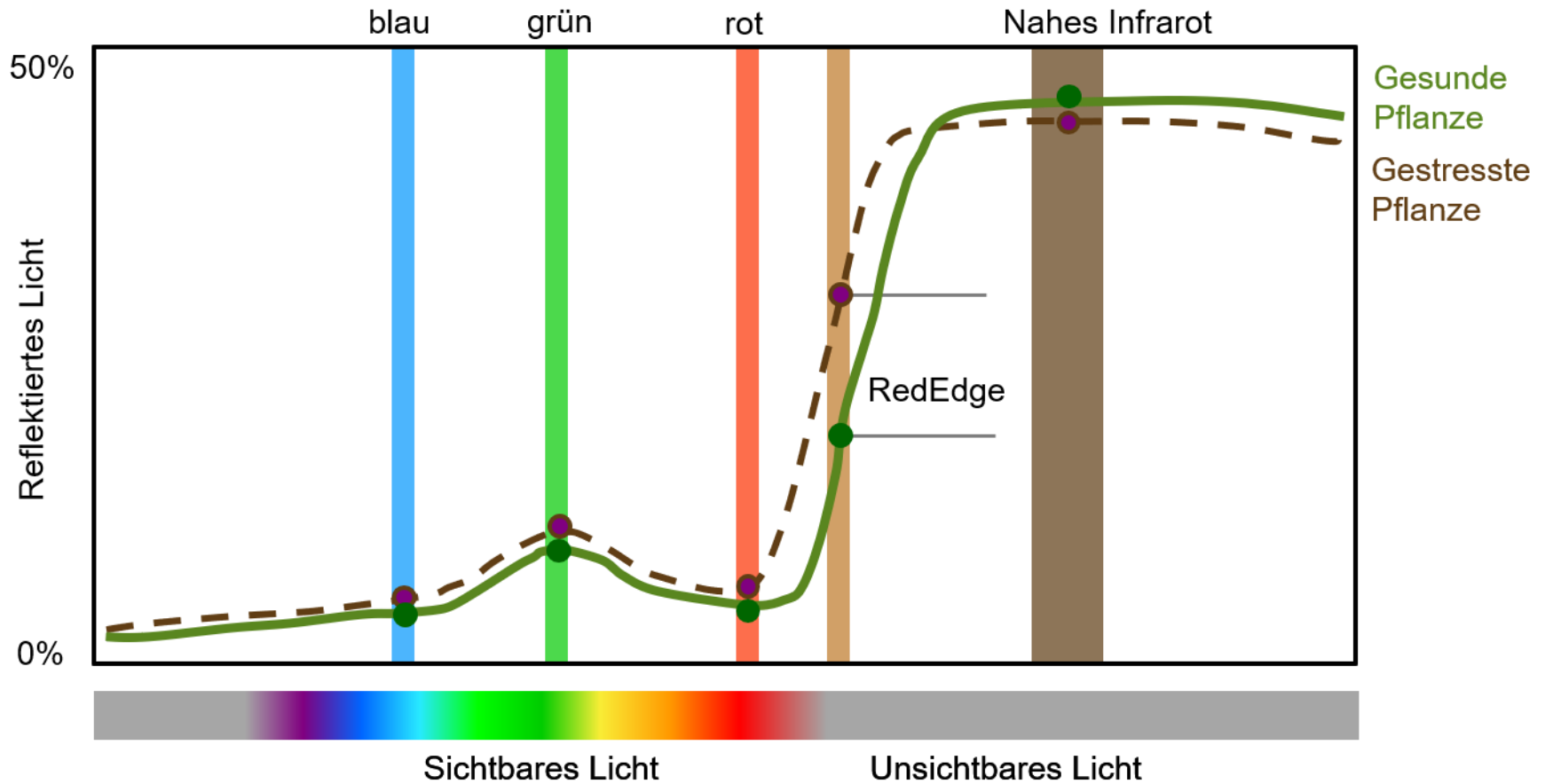


THÜRINGENFORST

Früherkennung von Buchdruckerbefall durch Drohnen

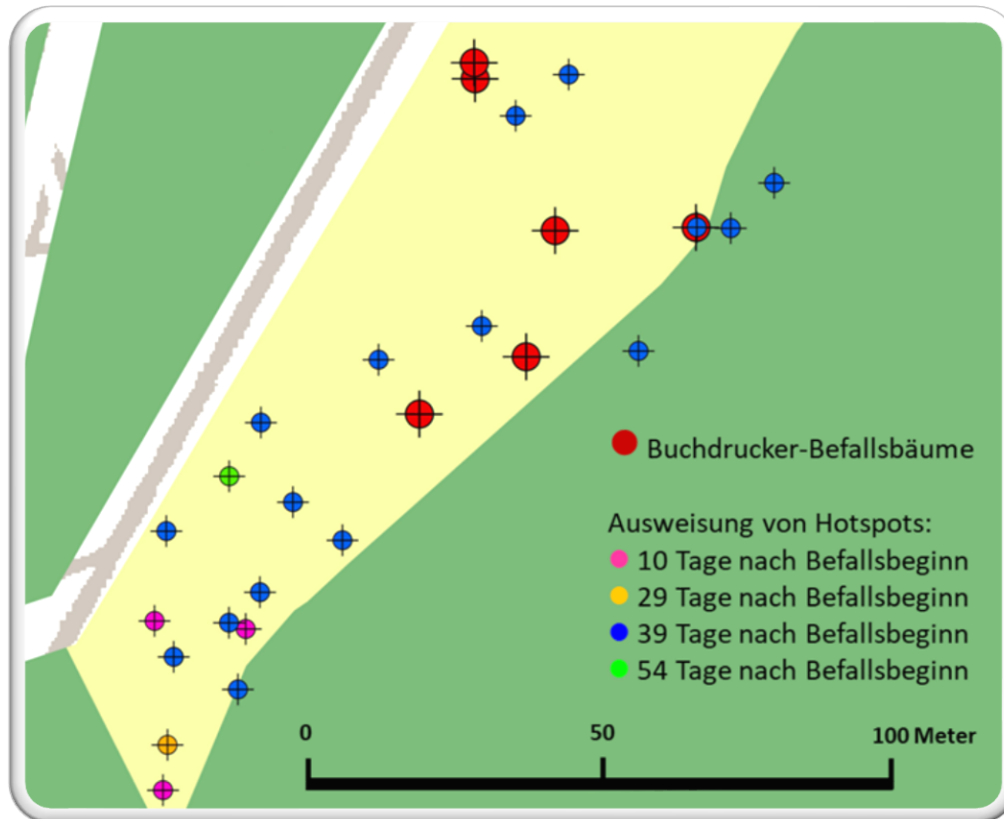


Theorie zur fernerkundlichen Detektion von Buchdruckerbefall

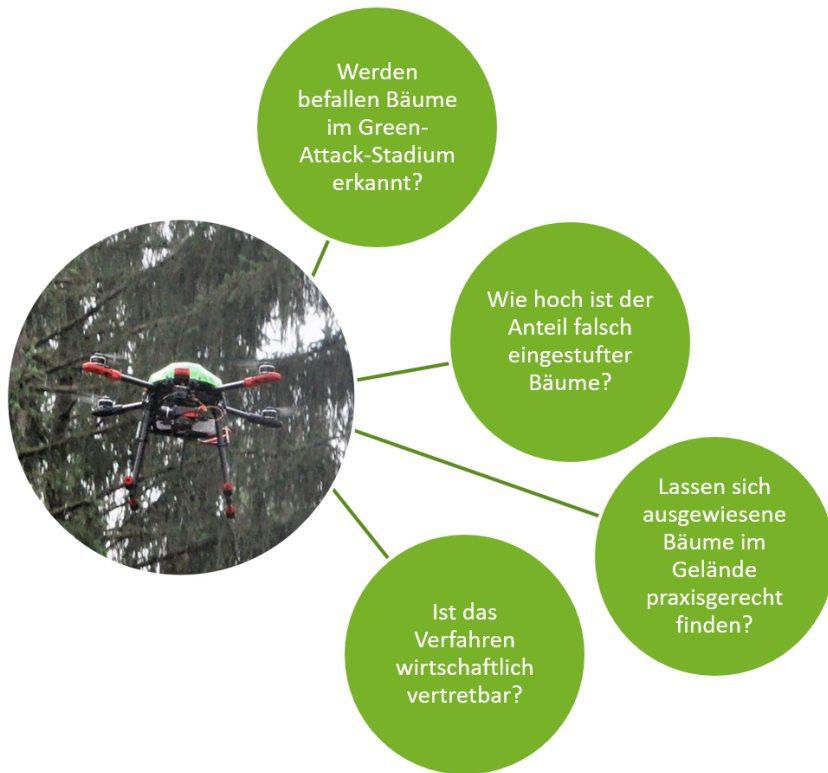


Früherkennung von Buchdruckerbefall durch Drohnen





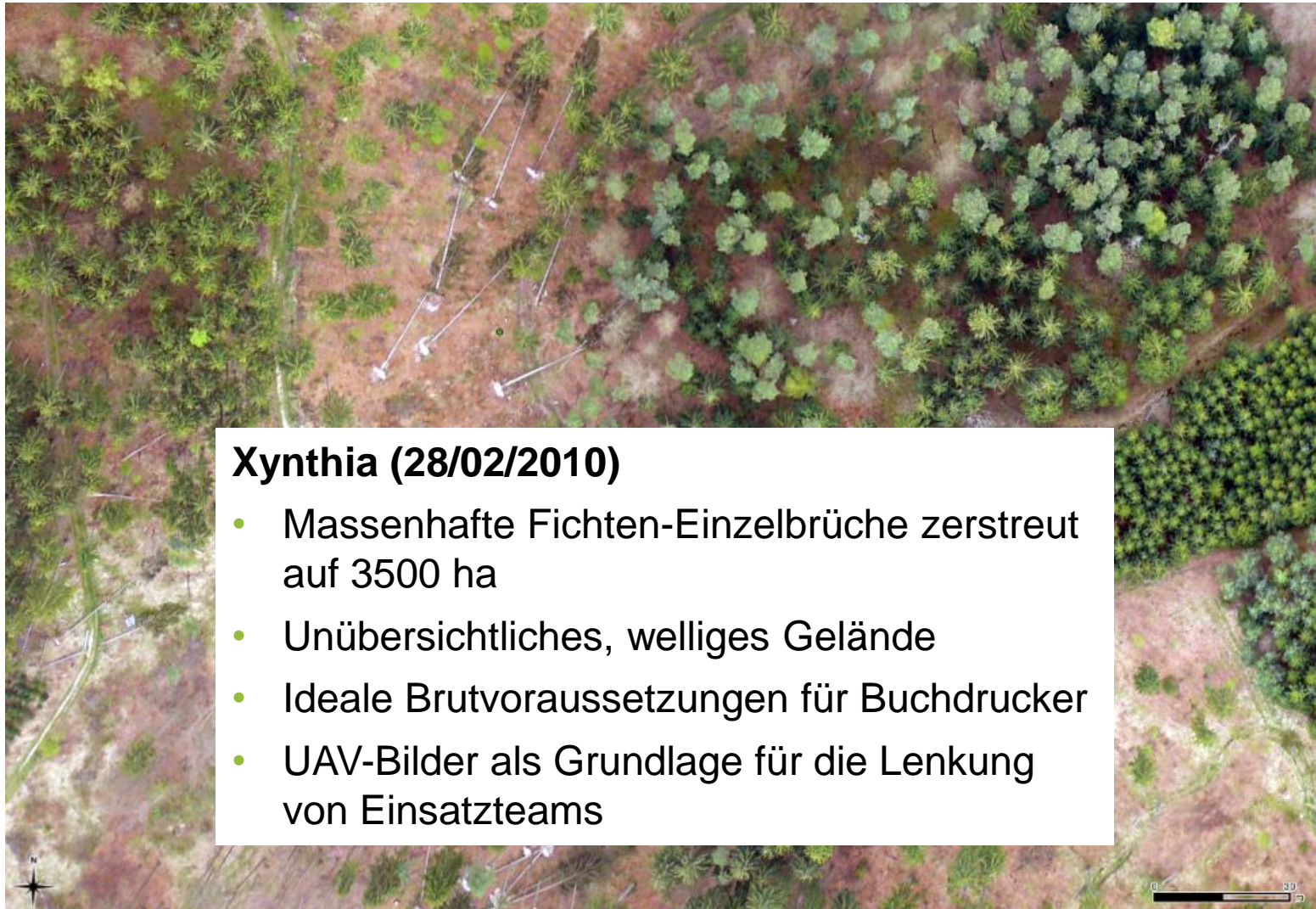
- Befallene Fichten ließen sich nicht in ausreichendem Umfang und rechtzeitig erfassen.
- Ø Übersehfehler: 82%
- Ø Fehllalarm: 6,1%
- 39 Tage nach Befall: erste Jungkäfer im Brutbild + deutliche Veränderung der Krone + Ablösen der Rinde



Keine praxistaugliche Früherkennung im *Green-Attack-Stadium* (höhere Trefferquoten erst im *Red-Attack-Stadium*)

Zu hoher Anteil falsch eingeschätzter Fichten – zu hoher Kontrollaufwand in der Praxis

Kein ausreichend schnelles Auffinden der Bäume in den Beständen mit forstpraxistauglicher GNSS-Technologie



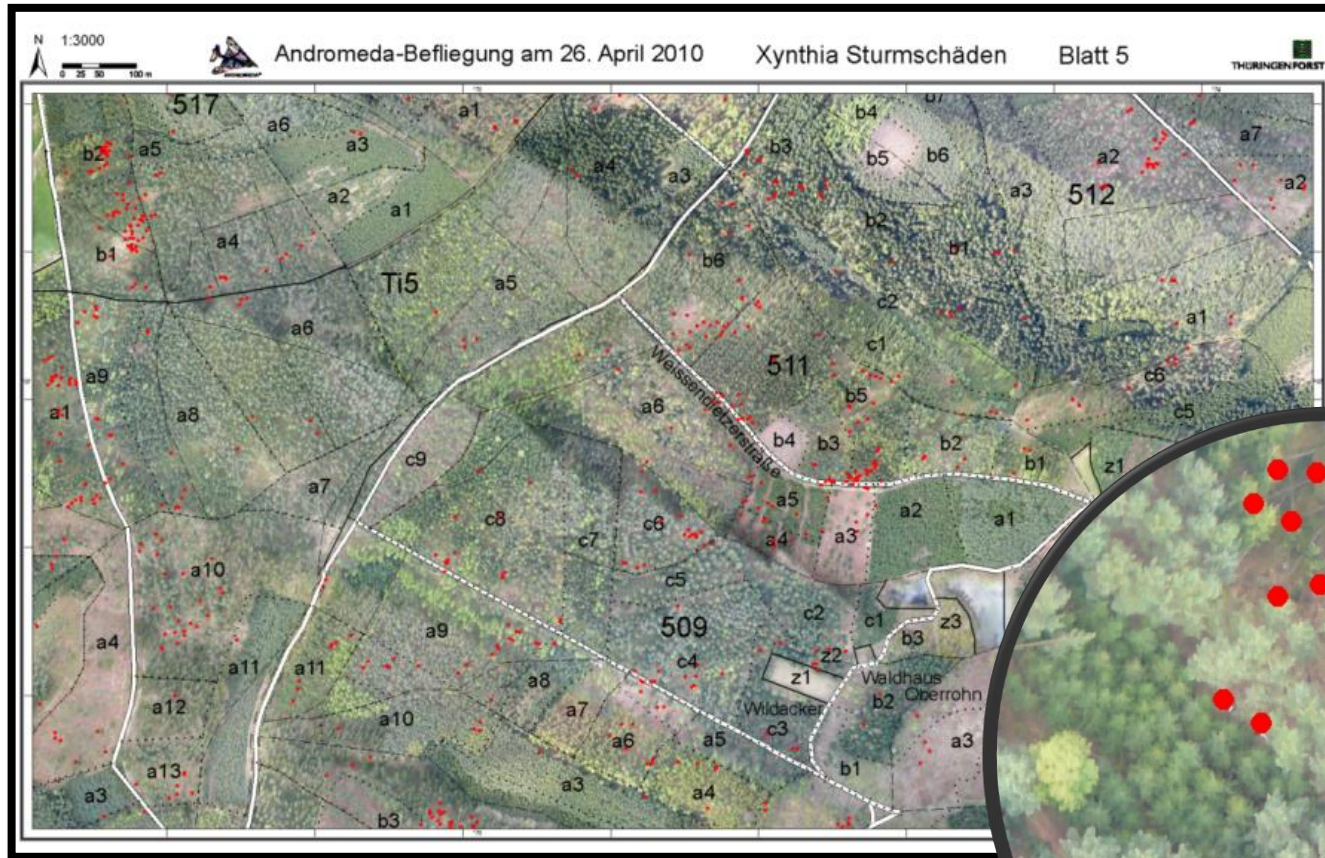
Xynthia (28/02/2010)

- Massenhafte Fichten-Einzelbrüche zerstreut auf 3500 ha
- Unübersichtliches, welliges Gelände
- Ideale Brutvoraussetzungen für Buchdrucker
- UAV-Bilder als Grundlage für die Lenkung von Einsatzteams

Visuelle Interpretation von UAV-Bildern



THÜRINGENFORST



- Manuelle Kartierung von Einzelbrüchen
- Kartenerstellung für Einsatzteams

Bewertung der vermiedenen Schäden



THÜRINGENFORST

Kartierte Einzelbrüche

5.223 Bäume

Klassische Bodenkartierung: 10% der Einzelbrüche
nicht kartiert

522 Bäume

1 Sturmbaum verursacht 20 Käferbäume, wenn nicht
rechtzeitig beräumt

10.440 Bäume

1 durchschnittlicher Käferbaum besitzt einen
Holzvorrat von 1 fm

10.440 fm

Vermiedener Werteverlust (15/fm)

156.600 EUR



Vielen Dank

ThüringenForst AÖR
Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha
Referat Digitale Waldinformationssysteme
kerstin.arnold@forst.thueringen.de



THÜRINGENFORST