



WALDZUSTANDSERMITTLUNG AUS DER LUFT MIT HILFE HYPERSPEKTRALER AUFNAHMEN

Motivation und Zielstellung

Holz ist eine wertvolle Ressource und ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Dessen Erzeugung, Verarbeitung und Nutzung ist deshalb Teil verschiedener Wertschöpfungsketten. Bedingt durch Umwelteinflüsse haben in den letzten Jahren Stresssituationen für Waldbestände zugenommen. Die Erfassung der daraus resultierenden Schäden erfolgt vor Ort durch die für das Gebiet zuständigen Forstbeamten. Bisher werden die Schäden dabei größtenteils visuell bestimmt und die Erfassung ist sehr zeit- und damit kostenintensiv.

Um den Wald auch unter sich verändernden Klima- und Umweltbedingungen ökonomisch und ökologisch nachhaltig bewirtschaften zu können, setzt die Forst- und Holzwirtschaft zunehmend auf innovative Technologien.

Ausgehend von erfolgreichen Entwicklungen des Fraunhofer IFF für die Landwirtschaft zielt das Vorhaben »Hyperspektrale Waldzustandsermittlung« darauf ab, die Möglichkeiten der Hyperspektraltechnik mit einer nachgelagerten dezidierten Mustererkennung bezüglich ihrer Effekte in ausgewählten forstlichen Anwendungsfeldern zu erforschen. Diese Anwendungsfelder sind einerseits die Erkennung des Vitalitäts- und Stoffwechsellustands von spezifischen Baumarten und andererseits die Erkennung stressbedingter Veränderungen, die durch Eichenfraßgesellschaften hervorgerufen werden.

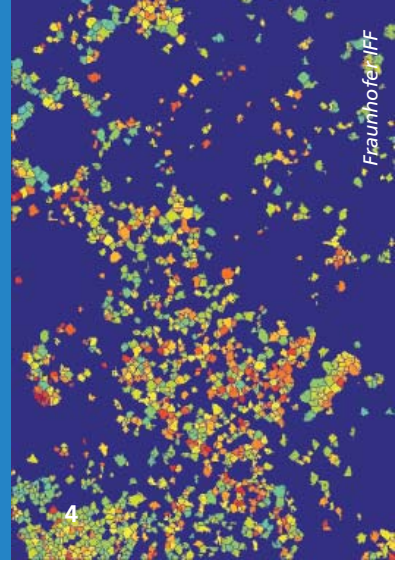
Mit dem Vorhaben soll ein Beitrag zur Vorbereitung schneller, sicherer und umweltschonender Maßnahmen zur Früherkennung und Prävention von Kalamitätsfällen im Forstbereich geleistet werden.

Vorgehensweise

Ausgehend von zuvor festgelegten forstlichen Anwendungsfeldern wurden zwei verschiedene Versuchsstränge durchgeführt. Dabei erfolgte die Ermittlung von Gefährdungen und Schäden durch Eichenfraßgesellschaften sowie eine allgemeine Stressbetrachtung und Vitalitätsansprache ausgewählter Gebiete zur Ermittlung des Waldzustands. Letztere diente gleichzeitig als Ergänzung zur jährlich stattfindenden Waldschadenserhebung.

In beiden Versuchssträngen wurden Überfliegungen identischer Flächen mit modernster Hyperspektralkameratechnik zur Datenerhebung durchgeführt. Parallel dazu erfolgten terrestrische Parallelaufnahmen für die überflogenen Flächen, um Referenzdaten zum tatsächlichen Stresszustand zu erheben. Auf Basis der erhobenen Daten (Spektral- und Referenzdaten) wurden im ersten Schritt mit Methoden maschinellen Lernens und künstlicher Intelligenz dedizierte mathematische Modelle erstellt, welche die Kalibration der Spektraldaten auf die forstwirtschaftlich relevanten Zielgrößen (Stresszustand) ermöglichten. Dies war die Basis für ein Expertensystem (neuronales Netz) zur automatischen Detektion stressbedingter Stoffwechsellustände bei spezifizierten Baumarten und entsprechender Stressfaktoren. Im zweiten Schritt erfolgte die Anpassung (Training) der Auswertungsalgorithmen an spezifische Einsatzfälle (Vorsorge, Erfolgskontrolle) und regionale Spezifika (Kalibrierungsbasis).

- 1 *Hyperspektrale Aufnahme eines Laubwaldbestands in Sachsen-Anhalt.*
- 2 *Die Larve des Schwammspinners.*
- 3 *Fraßschäden an einer Eiche.*
- 4 *Ermittelte Schadstufen eines Eichenbestands aus Hyperspektralaufnahmen.*



Abschließend wurden Handlungsempfehlungen zur Vorbereitung schneller, sicherer und umweltschonender Maßnahmen zur Früherkennung und Prävention bzw. Bekämpfung von Kalamitätsfällen sowie zur Übertragung der Algorithmen und Vorgehensweisen auf andere Flächen und Kalamitätsfälle abgeleitet.

Ergebnisse und Nutzen

Auf der Grundlage der erhobenen forstlichen Parameter und der durchgeführten Hyperspektral-Überfliegungen konnten verschiedene Schadbilder und eine große Bandbreite verschiedener Vitalitätsstufen erfolgreich aufgezeichnet werden und standen für die mathematische Modellierung und den Test der entwickelten Modelle zur Verfügung. Speziell für forstliche Anwendungen wurden Algorithmen entwickelt, die in den Hyperspektralbildern zunächst einzelne Baumkronen separieren und anschließend anhand deren hyperspektraler Signatur Aussagen zur Baumart, Vitalität sowie zu biotischen und abiotischen Stressfaktoren ableiten. So konnten durch das entwickelte Verfahren u. a. für Eichen eines Bestands in Sachsen-Anhalt die Schadstufen für einzelne Bäume ermittelt werden. Die Ergebnisse demonstrieren exemplarisch, welchen Mehrwert ein derartiges System für die routinemäßige Verwendung in der Forstwirtschaft bietet.

Ausblick

Die Realisierung eines zuverlässigen Diagnose- und Frühwarninstruments auf Basis hyperspektraler Messtechnik erfordert weitere wissenschaftliche Arbeiten. Insbesondere ist eine Validierung der entwickelten mathematischen Modelle erforderlich, die aufgrund der kurzen Projektlaufzeit zunächst nur auf Daten einer Saison basieren. Weitere Schwerpunkte liegen u. a. in Entwicklungen zur Verbesserung der Aufnahme der Hyperspektralbilder bei unterschiedlichen Wetter- und Beleuchtungsbedingungen und in Möglichkeiten zur Berücksichtigung

ergänzender Datenquellen (z. B. Meteorologie, Phänologie) in den Auswertelgorithmen zur Erhöhung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Diagnoseverfahren.

Projektpartner

ThüringenForst – Anstalt öffentlichen Rechts, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum, Gotha

Ansprechpartner im

Kompetenzfeld Biosystems Engineering

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert
Telefon +49 391 4090-107 | Fax +49 391 4090-93-107
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Uwe Knauer
Telefon +49 391 4090-135 | Fax +49 391 4090-93-135
uwe.knauer@iff.fraunhofer.de

Geschäftsfeld Logistik- und Fabrikssysteme

Dr.-Ing. Ina Ehrhardt
Telefon +49 391 4090-811 | Fax +49 391 4090-93-811
ina.ehrhardt@iff.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »Erkennung stressbedingter Veränderungen des Vitalitäts- und Stoffwechselzustandes von spezifischen Baumarten auf Basis von Hyperspektralaufnahmen« wurde aus Mitteln des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt finanziert. (Förderkennzeichen A 02/2014)



SACHSEN-ANHALT
Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt