

# AFZ DerWALD

FORSCHEN. WISSEN. VERSTEHEN.

2. Juli 2025  
www.forstpraxis.de

13

**+ JOBS**  
Der größte  
**Stellenmarkt**

im Forst  
in Kooperation  
mit agrajo

**WALDSCHUTZ**  
Fraßschäden mit Satelliten kartieren

**BAUMKUNDE**  
Weißtannen aus den Karpaten

**WALDWIRTSCHAFT**  
Digitalisierung im Forst



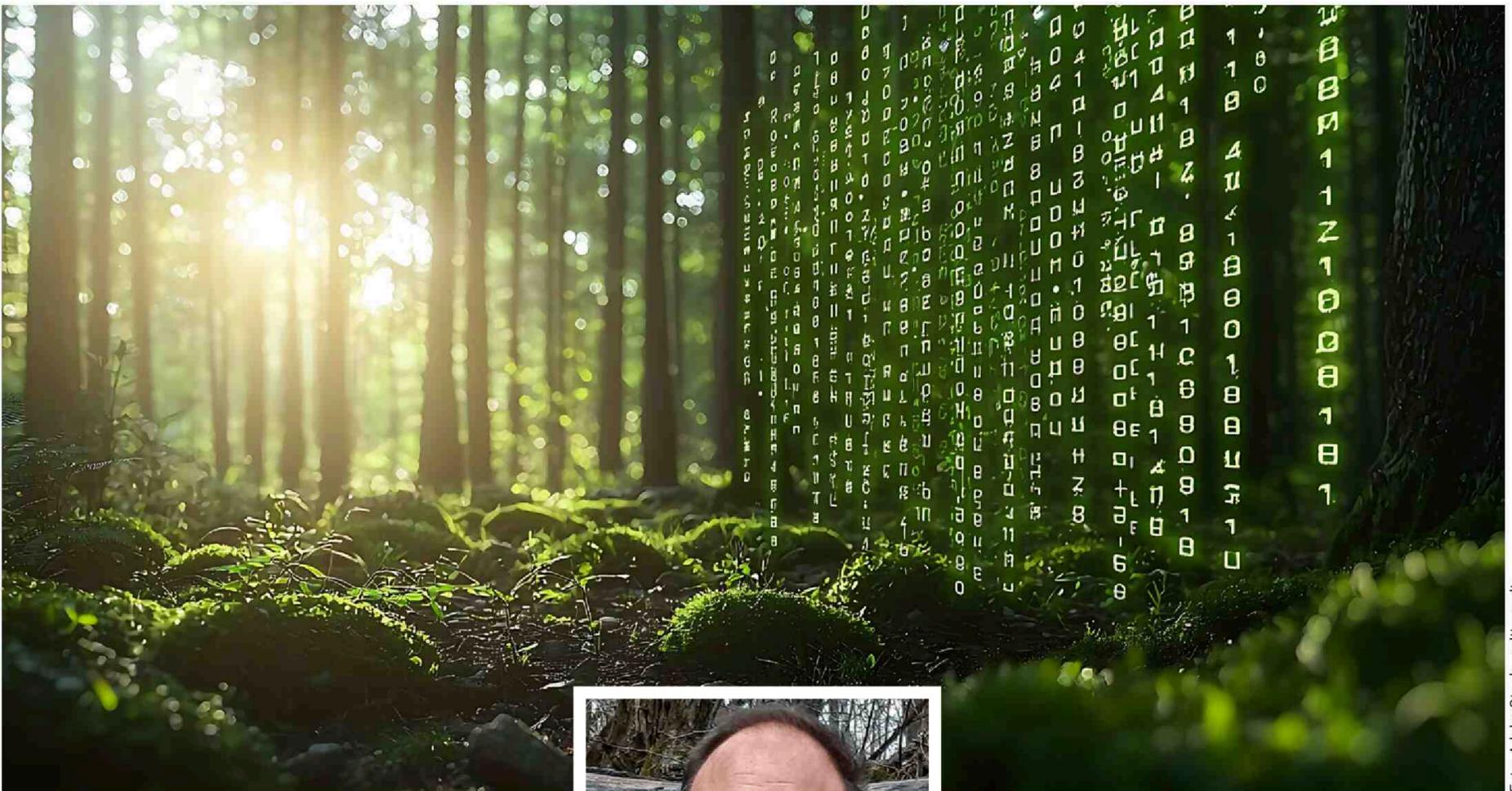


Foto: Adobe Stock - nditzmedia



## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Ohne moderne Softwaresysteme geht auch in der Forstwirtschaft nichts mehr. Ganz im Gegenteil immer stärker sind Forstleute und Waldeigentümer auf die möglichste intelligente Vernetzung von Informationen – Holzmengen, Holzpreise, Bestands- und Geodaten oder Kundenspezifikationen – angewiesen. In dieser Ausgabe geben wir Ihnen einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen in diesem Feld. Nahezu unbegrenzt scheinen die Möglichkeiten der Fernerkundung, wie gleich mehrere Beiträge zeigen. Um mit modernen Softwaresystemen effizient zu arbeiten, ist der Datenaustausch zwischen Geschäftspartner unabdingbar. Viele treibt bei diesem Thema die Frage um: „Sind meine Daten sicher?“ Hier sollen sogenannte Datentreuhänder für Sicherheit sorgen. Für mehr Sicherheit bei der Waldarbeit können wiederum Satelliten sorgen. Wie, das erfahren Sie im Heft.

Viele Freude beim Lesen und allzeit digitalen Durchblick wünscht

Ihr *Marc Walz*



Foto: Palos

12

**Der Palos-Praxistag in Sparbach zeigt viele praktische Anwendungen der Palos-Software.**



Foto: nowa+

42

**nowa+: Die satellitenbasierte Rettungskette im Wald.**

### Zum Titelbild

Das ERASMUS+- Projekt FOREE zeigt, wie digitale Tools, neue Lernformate und europäische Zusammenarbeit die forstliche Aus- und Weiterbildung verändern.



Foto: Wenzel Weber / Michael Obermeier, ProLehre Medienproduktion

## Verbände und Tagungen

### 12 Der Wald im Netz

*Anton Friedrich*

### 16 Keine Angst vor Datenklau: Sicherer Datenaustausch mit Datentreuhändern

*Dorothea Mayer, Alexander Kaulen, Frank Heinze*

## Forstbetrieb

### 18 Holzernte-Daten effizient nutzen und austauschen

*Marie-Charlotte Hoffmann, Thilo Wagner, Frank Heinze*

### 19 Tradition trifft Technologie: Digitale Tools sparen Zeit und Ressourcen bei der Wiederbewaldung

*Anton Wadenspanner*

### 22 Von Insellösungen zur eierlegenden Wollmilchsau

*Christoph Deselaers*

### 26 IntelliWay: Methoden und Techniken einer modernen Forstwegepflege

*Matthias Nagel, Thomas Lotz, Simon Baier, Ina Ehrhardt*

## Aktuell

### 6 Aus Bund und Ländern

Mehrheit fordert weniger Bürokratie

### 10 Holzmarkt

Eichenexport nach Asien stagniert



# 46

**Tannenherkünfte aus den Karpaten könnten künftig deutsche Wälder anreichern.**

Foto: Adobe Stock – dudlajzov

## **28 Wissensvermittlung von Morgen: Digital und Nachhaltig**

*Marie-Charlotte Hoffmann, Dagmar Karisch-Gierer,  
Thilo Wagner*

## **32 Die Bedeutung der Fernerkundung in der modernen Forstwirtschaft nimmt zu**

*Sina Bittkow, Christof Ipsen, Marcus Nasarek*

## **36 Kartierung von Kiefern-Fraßschäden mit Hilfe von Satelliten-Daten**

*Delira Hanelli, Frank Schmidt, Matthias Wenk,  
Katrín Möller*

## **43 nowa+: Die satellitenbasierte Rettungskette im Wald**

*Jan Bergeest*

## **Baumkunde**

## **46 Weißtannen aus den Karpaten – klimaplastische Herkünfte bewähren sich**

*Randolf Schirmer, Martin Tubes, Manuel Karopka,  
Dagmar Schneck, Volker Schneck, Monika Konnert*

## **Rubriken**

**42 Stellenmarkt**

**52 Produktschau**

**54 Leute**

**54 Impressum**

**55 Termine**

**55 Vorschau**

## **KONTAKT**

**Redaktion:** Martin Steinfath, Tel. +49 89 12705-469  
redaktion@afz-derwald.de

**Leserservice:** Andrea Killer, Tel. +49 89 12705-396  
leserservice.afz-derwald@dlv.de

**Anzeigen:** Panagiota Herbrand, Tel. +49 89 12705-263  
Susann Misgajski, Tel. +49 511 67806-169  
anzeigen@afz-derwald.de



# Die Bedeutung der Fernerkundung in der modernen Forstwirtschaft

Mit der zunehmenden Bedeutung der Wälder für den Klimaschutz und den technologischen Fortschritten in Fotografie und Luftfahrt ist die Fernerkundung zu einem zentralen Instrument geworden. Ziel der Fernerkundung ist es, Baumarten, CO<sub>2</sub>-Speicherkapazität, Biomasse, Holzvorrat und Vitalität von Wäldern automatisiert und mit Hilfe künstlicher Intelligenz (KI) zu bestimmen.

TEXT: SINA BITTKOW, CHRISTOF IPSEN, MARCUS NASAREK

Die Fernerkundung ermöglicht eine schnelle, großflächige und detaillierte Bestandsaufnahme von Wäldern, die eine wichtige Grundlage für waldbauliche Entscheidungen darstellt. Nach der Definition der DIN 18716:2017-06 umfasst die Fernerkundung Verfahren zur Gewinnung von Informationen über entfernte Objekte ohne direkten Kontakt, basierend auf der Messung und Interpretation reflektierter und emittierter elektromagnetischer Strahlung [3].

## Erkennung von Baumarten und Baumparametern

Ein zentraler Aspekt der Fernerkundung in der Forstwirtschaft ist die Erkennung von Baumarten und Baumparametern. Der Prozess zur Erstellung flächendeckender Datensätze umfasst mehrere Schritte, von der Prozessierung der Eingangsdaten über die Modellierung bis hin zum Endprodukt.

Airborne Laser Scanning (ALS) oder Light Detecting And Ranging (LiDAR) haben sich als zuverlässige Werkzeuge zur Bereitstellung hochauflösender dreidimensionaler Informationen etabliert.

Beim ALS werden Laserstrahlen von einem Flugzeug aus gesendet und die Zeit bis zum Empfang der Reflexionen gemessen, um Entfernungen zu bestimmen. Die genaue Position des Flugzeugs wird durch GPS (Global Positioning System) und INS (Inertial Navigation System) bestimmt. Der Sensor erfasst die zurückgestrahlte Energie, was eine detaillierte Analyse der gesamten Rückstrahlung ermöglicht. Insbesondere, da bei Vegetationsflächen nicht die gesamte Energie direkt an der Oberfläche reflektiert wird, sondern auch tiefer eindringt, erlangt man mit einem einzigen Impuls

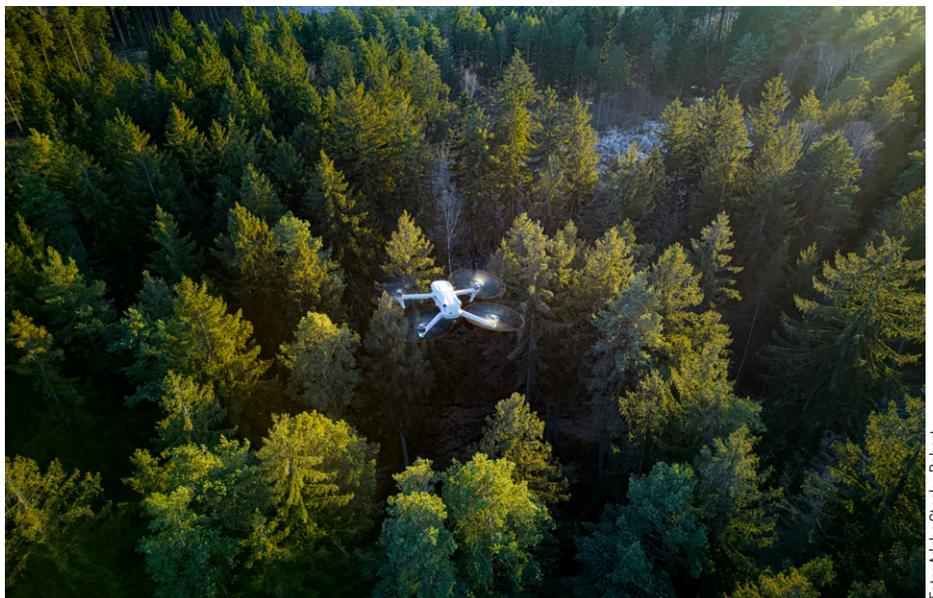


Foto: AdobeStock – Robert

Neben Satelliten werden auch Drohnen zur Fernerkundung im Wald eingesetzt.

eine hohe räumliche Punktdichte [6]. Zur Bestimmung der Baumhöhe werden aus den Daten zwei Oberflächenmodelle generiert: Das Digitale Oberflächenmodell (DOM) und das Digitale Höhenmodell (DHM). Aus der Differenz dieser Modelle ergibt sich schließlich die Baumhöhe [1].

Die Modellierung spielt bei der Fernerkundung eine entscheidende Rolle, denn gemeinsam mit den hochauflösenden Daten des ALS ermöglicht sie es, einzelne Bäume zu identifizieren und deren Höhe und Kronendurchmesser zu berechnen. So kann ein umfassendes Bild des Waldzustandes erstellt werden, das sowohl für die Waldbewirtschaftung als auch für den Naturschutz von großer Bedeutung ist.

Basierend auf den erhobenen Daten werden Modelle erstellt, die es ermöglichen, verschiedene Parameter des Waldes zu analysieren und zu inter-

pretieren. Dazu gehören u. a. die Baumartenbestimmung, die Schätzung der Biomasse und des Holzvorrates sowie die Beurteilung des Waldzustands.

Ein wesentlicher Bestandteil der Modellierung ist der Einsatz von maschinellem Lernen (ML) und KI-Algorithmen. Diese Techniken ermöglichen es, Muster in den Daten zu erkennen und Vorhersagen über verschiedene Waldparameter zu treffen. Durch die Verwendung von Trainingsdatensätzen, die aus Feldmessungen und Fernerkundungsdaten bestehen, können die Modelle kontinuierlich verbessert und ihre Genauigkeit erhöht werden.

Endprodukte der Fernerkundung sind detaillierte Karten und Berichte, die verschiedene Waldparameter und deren räumliche Verteilung darstellen. Diese Informationen sind für Förster, Naturschützer und Entscheidungsträger von großem Wert, da sie eine fun-

## „Fernerkundung ist unverzichtbar, um umfassende und genaue Daten über Wälder zu erhalten und ihren Zustand zu überwachen.“

SINA BITTKOW

dierte Grundlage für die Waldbewirtschaftung und den Naturschutz bieten.

Ein praktisches Beispiel für die Anwendung der Fernerkundung ist die Erstellung von Baumartenverteilungskarten. Diese Karten zeigen die räumliche Verteilung der verschiedenen Baumarten innerhalb eines Waldes und ermöglichen die Planung spezifischer Schutz- und Bewirtschaftungsmaßnahmen für bestimmte Baumarten. Darüber hinaus können Veränderungen des Waldzustandes über die Zeit verfolgt und entsprechende Maßnahmen zur Bekämpfung von Schädlingen oder Krankheiten ergriffen werden.

### Bewertung des Gesundheitszustandes durch Fernerkundung

Die Bewertung des Gesundheitszustandes von Bäumen und Wäldern ist ein weiterer zentraler Aspekt der Fernerkundung. Vor Ort lässt sich der Gesundheitszustand eines Baumes

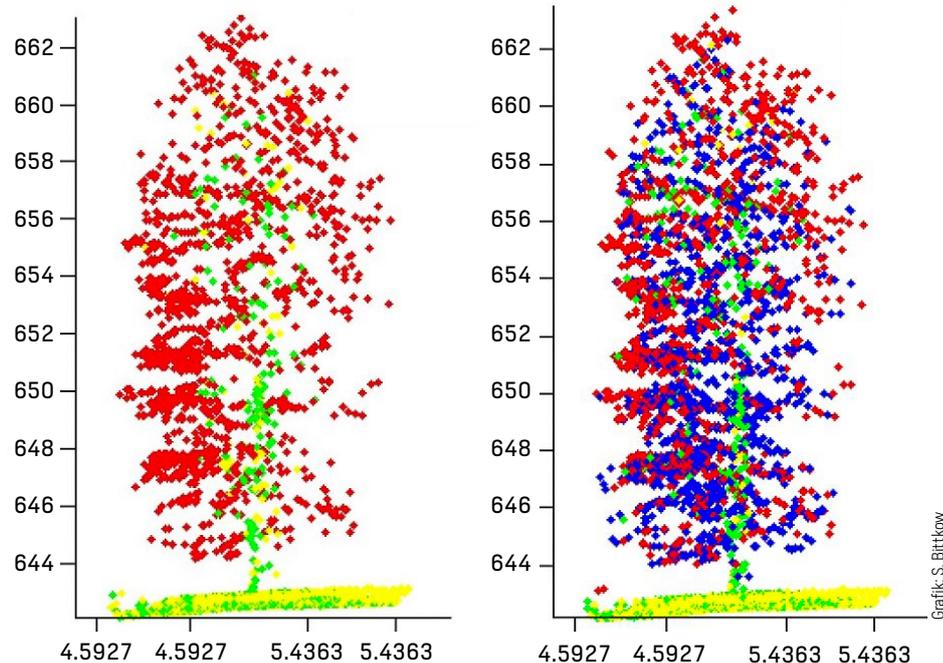


Abb. 1: Punktwolken für einen Einzelbaum [12]

durch z. B. Pilzbefall, Stammform oder den Zustand der Belaubung vergleichsweise leicht beurteilen. Diese Parameter und Indikatoren eignen sich zwar gut für die Vor-Ort-Beobachtung, nicht aber für eine großräumige, satellitengestützte Erfassung. Daher müssen andere Methoden zur Einschätzung des Gesundheitszustandes genutzt werden. Hierfür haben sich verschiedene Methoden und Indikatoren entwickelt.

Der Phänotyp, d. h. die sichtbaren Merkmale der Bäume, spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des Gesundheitszustandes. Durch die Analyse von Satellitenbildern im sichtbaren Spektrum können Baumarten identifiziert und ihr Gesundheitszustand beur-

teilt werden. Wichtige Parameter sind die Farbe und Größe der Krone sowie die jährliche Entwicklung der Bäume. Ein Beispiel ist die charakteristische weiße Blüte der Kirsche, die auf Satellitenbildern leicht zu erkennen ist.

Im Projekt „ForDroughtDet“ wurde für einige Baumarten eine phänologische Datenbank erstellt, die die jahreszeitliche Entwicklung verschiedener Baumarten umfasst [10]. Mit Hilfe von KI konnte eine Erkennungsgenauigkeit von 66% erreicht werden. Abweichungen von diesen typischen Werten in Farbe oder Größe der Krone oder eine untypische Blütenentwicklung können auf einen schlechten Gesundheitszustand hinweisen [4].

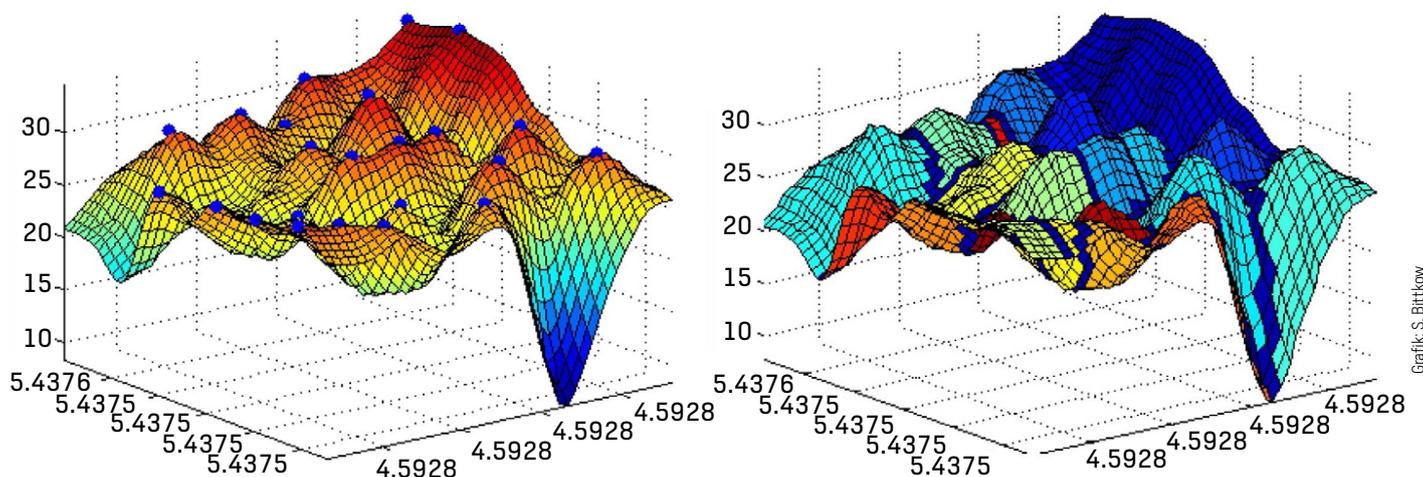


Abb. 2: Anwendung des Watershed Algorithmus für die Segmentierung von Bäumen [12]



Neben der optischen Analyse eignet sich auch die Spektralanalyse zur Beurteilung des Gesundheitszustandes. Vegetation hat eine charakteristische spektrale Reflexion, die von verschiedenen Faktoren wie dem Chlorophyllgehalt beeinflusst wird. Chlorophyll absorbiert Licht im blauen und roten Bereich, während grünes Licht reflektiert wird. Der sogenannte „Red Edge“ Bereich (690 bis 730 nm), indem sich der Reflexionsgrad der Vegetation rasch ändert, und der nahe Infrarotbereich (780-3000 nm) sind für die Vegetationsanalyse und die Erkennung der Baumgesundheit besonders nützlich.

Die Analyse der spektralen Reflexion und die Veränderung dieser im Laufe der Jahre erlaubt Rückschlüsse auf den Chlorophyllgehalt und damit auf die Vitalität der Bäume. Bei der Untersuchung des Gesundheitszustands mittels Colorinfra-

rot, kurz CIR, Bildgebung reflektieren gesunde Bäume i. d. R. mehr Licht im nahen Infrarotbereich, während kranke oder gestresste Bäume weniger stark reflektieren. Diese Informationen können genutzt werden, um den Gesundheitszustand von Wäldern großflächig zu überwachen und frühzeitig auf negative Veränderungen zu reagieren [5].

### Analyse vorhandener Satellitendaten

Ein wichtiger Bestandteil der Fernerkundung ist die Auswertung von Satellitendaten. Bei der Auswahl von verfügbaren Satellitendaten ist auf räumliche, zeitliche und spektrale Auflösung zu achten. Die zeitliche Auflösung beschreibt den Abstand zwischen den Aufnahmen eines bestimmten Gebietes. Eine hohe Aufnahmefrequenz ist insbesondere für die phänologische Erfassung notwendig, um eine kontinuierliche Beobachtung der Vegetationsentwicklung zu ermöglichen.

Das Copernicus-Programm der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) bietet kostenlose Satellitendaten an, darunter die Sentinel-Satelliten [2]. Für die forstliche Fernerkundung sind insbesondere Sentinel-2 und Sentinel-3 grundsätzlich interessant, die über optische Instrumente in den benötigten Spektralbereichen verfügen. Da diese Satelliten nur über eine geringe räumliche Auflösung (maximal 10 m) verfügen, müssen diese Daten ggf. zusätzlich mit kommerzielle verfügbaren Satellitendaten angereichert werden.

Durch die Kombination von hochauflösenden Satellitendaten und fortgeschrittenen Analyseverfahren können detaillierte Informationen über den Zustand und die Entwicklung von Wäldern gewonnen werden. Diese Daten sind nicht nur für die forstliche Planung, sondern auch für den Naturschutz und die Überwachung des Klimawandels von großer Bedeutung.

### Anwendungen und Fallbeispiele

Die praktischen Anwendungen der Fernerkundung in der Forstwirtschaft reichen von der Überwachung des Gesundheitszustandes von Bäumen bis hin zur Planung von Waldentwicklungsmaßnahmen. Anhand von Fallbeispielen werden die Möglichkeiten und Vorteile der Fernerkundung aufgezeigt.

#### Fallstudie 1: Waldbrandüberwachung

Eine wichtige Anwendung der Fernerkundung ist die Überwachung von Waldbränden. Mit Hilfe von Satellitendaten können Waldbrände in Echtzeit erkannt und überwacht werden.

Der Ansatz von „Overstory“ [7] zeigt, wie durch die Kombination von Satellitendaten und KI-gestützten Analyseverfahren Waldbrände frühzeitig erkannt und bekämpft werden können. Der Einsatz von Infrarotsensoren ermöglicht es, die Wärmeemissionen von Bränden zu erkennen und genaue Informationen über deren Ausdehnung und Intensität zu liefern. Durch die Integration dieser Daten in ein Frühwarnsystem können Brände schneller und effizienter bekämpft werden.

## Schneller ÜBERBLICK

- » Die Fernerkundung hat sich durch technologische Fortschritte zu einem zentralen Instrument in der modernen Forstwirtschaft entwickelt.
- » Satellitendaten, Luftbilder und LiDAR-Technologie ermöglicht eine automatisierte und großflächige Erfassung von Waldparametern.
- » Zur Bewertung des Gesundheitszustands von Wäldern werden verschiedene Methoden eingesetzt, darunter die Analyse des Phänotyps, spektrale Analysen der Lichtreflexion sowie die Beurteilung weiterer Indikatoren wie Belaubung und Kronenzustand.
- » Die Zukunft der Fernerkundung liegt in der Weiterentwicklung der Sensortechnik, der verstärkten Integration von künstlicher Intelligenz für die Datenanalyse und dem Ausbau von Satellitenprogrammen wie Copernicus.
- » Dadurch wird eine noch genauere und effizientere Waldüberwachung möglich.

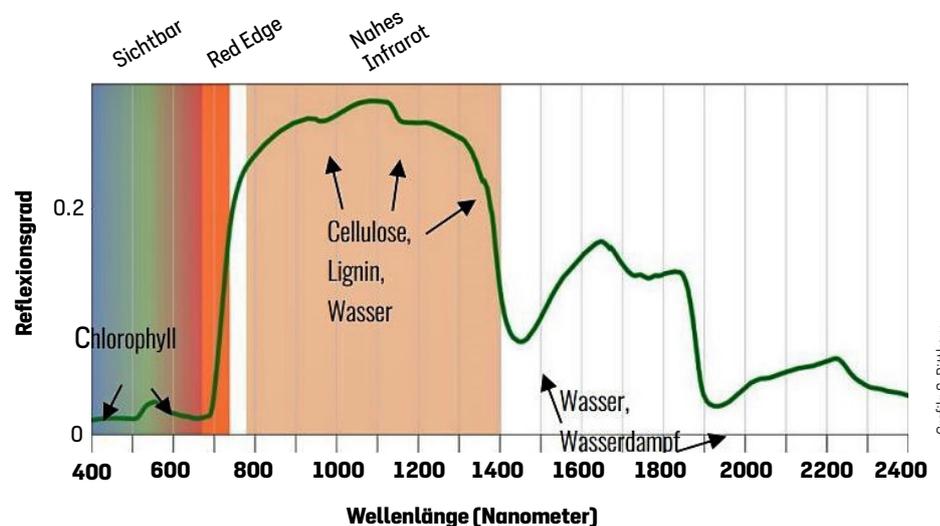


Abb. 3: Multispektraler Reflexionsgrad von Vegetation [11]

## Fallstudie 2: Überwachung von Schädlingsbefall

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Fernerkundung ist die Überwachung von Schädlingsbefall. Schädlinge wie der Borkenkäfer können erhebliche Schäden in Wäldern verursachen, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und bekämpft werden.

Mit Hilfe des Monitoring-Tools „ForestWatchDE“ [8] wurde gezeigt, wie durch den Einsatz spektralanalytischer Methoden befallene Bäume identifiziert und ein Befall frühzeitig erkannt werden kann. Die Analyse der spektralen Reflexion der Vegetation ermöglicht es, Veränderungen im Gesundheitszustand von Bäumen zu erkennen, die durch Schädlingsbefall hervorgerufen werden. Diese Informationen können genutzt werden, um gezielte Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung zu planen und durchzuführen.

## Zukunft der Fernerkundung in der Forstwirtschaft

Die Zukunft der Fernerkundung in der Forstwirtschaft ist vielversprechend. Die Möglichkeiten zur Analyse und zum Monitoring von Wäldern werden mit dem stetigen technologischen Fortschritt und den wachsenden Datenmengen weiter zunehmen. Insbesondere die Integration von KI in Form von ML in die Fernerkundung eröffnet neue Perspektiven.

Die Weiterentwicklung der Sensortechnologie wird eine noch detailliertere Erfassung von Waldparametern ermöglichen. Neue Sensoren mit höherer Auflösung und erweiterten Spektralbereichen werden die Genauigkeit und Präzision der Fernerkundungsdaten verbessern. Darüber hinaus wird die Kombination verschiedener Sensortypen wie optische, Infrarot- und Radarsensoren eine umfassendere Analyse ermöglichen.

Die Integration von KI und ML in die Fernerkundung wird die Automatisierung und Effizienz der Datenanalyse weiter vorantreiben. Durch die Verwendung von Trainingsdatensätzen und fortschrittlichen Algorithmen können Modelle entwickelt werden, die in der Lage sind, verschiedene Waldparameter präzise zu erkennen und zu analysieren. Diese Techniken werden die Genauigkeit von Prognosen erhö-

hen und die Entscheidungsfindung in der Forstwirtschaft unterstützen.

Der Ausbau von Satellitenprogrammen wie Copernicus wird die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Satellitendaten weiter verbessern. Neue Satelliten mit erweiterten Funktionen und höherer zeitlicher und räumlicher Auflösung werden ein noch detaillierteres Waldmonitoring ermöglichen. Darüber hinaus werden internationale Kooperationen und Datenplattformen den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit in der Forstwirtschaft fördern.

## Fazit und Ausblick

Die Fernerkundung bietet große Chancen für die Waldinventur und -bewertung. Sie ermöglicht eine detaillierte und großflächige Erfassung von Waldparametern und des Gesundheitszustandes der Bäume. Durch den Einsatz von LiDAR, spektralanalytischen Methoden und Satellitendaten können die Waldinventur und das Monitoring des Waldzustandes effizienter und genauer durchgeführt werden. Projekte wie „ForDroughtDet“ zeigen das Potenzial von KI bei der Baumartenerkennung und der Beurteilung des Gesundheitszustandes.

Dieser Artikel zeigt, dass Fernerkundungstechniken in der Forstwirtschaft unverzichtbar sind, um umfassende und genaue Daten über Wälder zu erhalten und ihren Zustand zu überwachen. Die Kombination von hochauflösenden Sensordaten, fortschrittlichen Analyseverfahren und KI eröffnet neue Möglich-

keiten für die nachhaltige Bewirtschaftung und den Schutz unserer Wälder. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Technologie und die internationale Zusammenarbeit werden die Fernerkundung in der Forstwirtschaft weiter voranbringen und ihren Beitrag zum Klimaschutz und zur nachhaltigen Nutzung der Wälder erhöhen [9].

## Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnisses in der digitalen Ausgabe von AFZ-DerWald (<https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald>) sowie unter: [www.forstpraxis.de/downloads](http://www.forstpraxis.de/downloads)



**Sina Bittkow**

[sina.bittkow.w19a@nordakademie.org](mailto:sina.bittkow.w19a@nordakademie.org)

ist Studentin im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Nordakademie – Hochschule der Wirtschaft – in Hamburg. **Prof. Dr. Christof Ipsen** ist dort Professor für Wirtschaftsinformatik und Studiengangsleiter für Digital Finance in Elmshorn und Hamburg. **Marcus Nasarek** ist Physiker und Technologie-Experte im Bereich künstlicher Intelligenz und Infrastrukturen für Digitale Assets in Berlin.

# forestX

Digitale Innovation für die  
Forst- und Holzwirtschaft  
mit Know-how aus Schweden

[www.forestx.se](http://www.forestx.se)