

# KI-basierte Schadensdetektion von Kronenschäden an Laubbäumen

Adelheid Wallner<sup>1</sup>, Javier Gonzalez<sup>1</sup>, Frank Thonfeld<sup>2</sup>, Stefanie Holzwarth<sup>2</sup>, Marco Wegler<sup>2</sup>, Pawanjeet Datta<sup>3</sup>, Jakob Wernicke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LWF, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Abteilung 1  
Informationstechnologie

<sup>2</sup>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Deutsches  
Fernerkundungsdatenzentrum (DFD)

<sup>3</sup>Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum (FFK), ThüringenForst AöR, Referat -  
Digitale Waldinformationssysteme

Schlagwörter: Deep Learning, Monitoring, Kronenschäden, Laubholz

Die Waldbesitzenden in Mitteleuropa sehen ihre Wälder immer stärker schwankenden Klimabedingungen ausgesetzt, wie sich in der extremen Dürreperiode von 2018 bis 2023 in Deutschland gezeigt hat. Die Dürre hat zu starken Kronenschädigungen an Laubbaumarten geführt, die sich in der Vertrocknung der Blätter und der Entlaubung der Krone bis hin zum Absterben der Bäume (Sturm et al., 2022) gezeigt hat. Wie kann bei einem flächigen Auftreten dieser Phänomene geholfen werden?

Um diese und weitere Fragen zu beantworten, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes ForstEO - Einsatz der Erdbeobachtung zur Erfassung von klimabedingten Schädigungen des Waldes in Deutschland, Anfang 2024 eine Nutzerumfrage gestartet. Die Online-Nutzerumfrage diente zur Ermittlung der Bedarfe von Forstpraktikern an Fernerkundungsprodukten zur Waldschadenserfassung. Die Umfrage befasste sich mit fünf Schwerpunktthemen zu den Bereichen: Ihre Person und ihr Wald, Detektion von Waldschäden aus Fernerkundungsprodukten, Waldschäden, zeitliche und räumliche Auflösung sowie Anforderungen an die Datenauslieferung (Wallner et al., 2025).

Anhand von Satellitendaten und Luftbildaufnahmen haben Wissenschaftler verschiedene Untersuchungen zum Monitoring von geschädigten Laubbäumen durchgeführt (Gonzalez et al., 2024). Dabei hat sich gezeigt, dass Luftbildaufnahmen ein gutes Gleichgewicht zwischen Flächenabdeckung, Kosten und der räumlichen Auflösung für die Erfassung von geschädigten Laubbäumen bieten. Die hohe räumliche Auflösung von 20 cm in den Luftbildern ermöglicht ein gewisses Maß an Detailschärfe zur Erkennung von Schäden auf Einzelbaumebene für den Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens. Insbesondere Deep-Learning-Methoden haben in den letzten zehn Jahren für diese Aufgabe an Popularität gewonnen, vor allem aufgrund ihrer Fähigkeit, nicht nur spektrale Informationen, sondern auch strukturelle Bildelemente mit hoher Genauigkeit zu verwerten (z.B. Anwander et al., 2024; Ecke et al., 2024).

Im Rahmen des Forschungsprojekts ForstEO wird die Fähigkeit und Robustheit von Deep-Learning-Methoden - basierend auf Luftbildzeitreihen aus den Jahren 2019 bis 2021 und 2023 - zur Identifizierung von Baumkronenschäden in ausgewählten

bayerischen Gebieten evaluiert. Mithilfe des Ansatzes der semantischen Segmentierung werden Modelle erstellt, die auf andere Datensätze übertragbar sind. Um die Auswirkungen der schweren Dürre von 2018 zu analysieren, wurden zwei stark betroffene Regionen in Nordbayern untersucht (Abbildung 1). Dort herrschen Laub- und Mischwälder vor, wobei die am stärksten betroffene Baumart die Rotbuche, gefolgt von Fichte, Kiefer und Eiche ist.

Um eine möglichst hohe Anzahl an Trainingsdaten, die für Deep Learning benötigt werden, zu erhalten, wurden für diese Analyse Bildkacheln und Masken aus vier Jahrgängen gewonnen. Zusätzlich wurden verschiedene Klassifizierungsszenarien sowie mehrere Ansätze der semantischen Segmentierung mit Hilfe von Konvolutionalen neuronalen Netzen (CNNs) getestet. Insbesondere wurden mehrere Varianten der U-Net-Architektur mit den generierten Bildkacheln und Masken trainiert. Um die Übertragbarkeit der Modelle zu analysieren, wurde zusätzlich ein Luftbild vom Juni 2019, das bisher nicht in das Training miteinbezogen war, klassifiziert. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Segmentierungsergebnisse, die für das Testgebiet im August 2019 erzielt wurden. Bei den drei ausgewerteten Waldkategorien variierten die Erkennungsraten je nach Datensatz erheblich. Tendenziell wiesen geschädigte Laubbäume die höchsten Erkennungsraten auf, während Nadelbäume am niedrigsten waren.

Diese Studie hat gezeigt, dass Deep-Learning-Methoden eine zuverlässige Erkennung von Schäden an einzelnen Laubbäumen aus Luftbildern mit einer räumlichen Auflösung von 20 cm ermöglichen, einschließlich einer Unterscheidung zwischen Laub- und Nadelbäumen. Die generierten Modelle zeigten bereits bei allen Datensätzen in Bezug auf die geschädigten Bäume einen stabilen Vorhersagewert. Aber erst bei einem flächigen Ergebnis mit einer robusten Erkennungsrate kann der Ansatz weiter in die Praxis überführt werden. Die Übertragbarkeit dieser Modelle muss deshalb noch weiter untersucht und verbessert werden.

Anwander, J., Brandmeier, M., Paczkowski, S., Neubert, T., Paczkowska, M., 2024: Evaluating Different Deep Learning Approaches for Tree Health Classification Using High-Resolution Multispectral UAV Data in the Black Forest, Harz Region, and Göttinger Forest. *Remote Sens.* 16(3): 561

Wallner, A., Datta, P., Gonzalez, J., Holzwarth, S., Thonfeld, F., Wegler, M., Wernicke, J. 2025: Monitoring von Waldschäden mittels Fernerkundung. *AFZ* in Bearbeitung

Ecke, S., Stehr, F., Frey, J., Tiede, D., Dempewolf, J., Klemmt, J.K., Endres, E., Seifert, T., 2024: Towards operational UAV-based forest health monitoring: Species identification and crown condition assessment by means of deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture* (219)

Gonzalez, J., Straub, C., Seitz, R., Felten, B., Schauer, P., Schmeitzner, N., 2024: Schäden erfassen mit Fernerkundung und KI-Methoden. *LWF Aktuell* 1: 8-11

Sturm, J., Santos, M. J., Schmid, B., Damm, A., 2022: Satellite data reveal differential responses of Swiss forests to unprecedented 2018 drought. *Global Change Biology*, 28(9), 2956-2978.

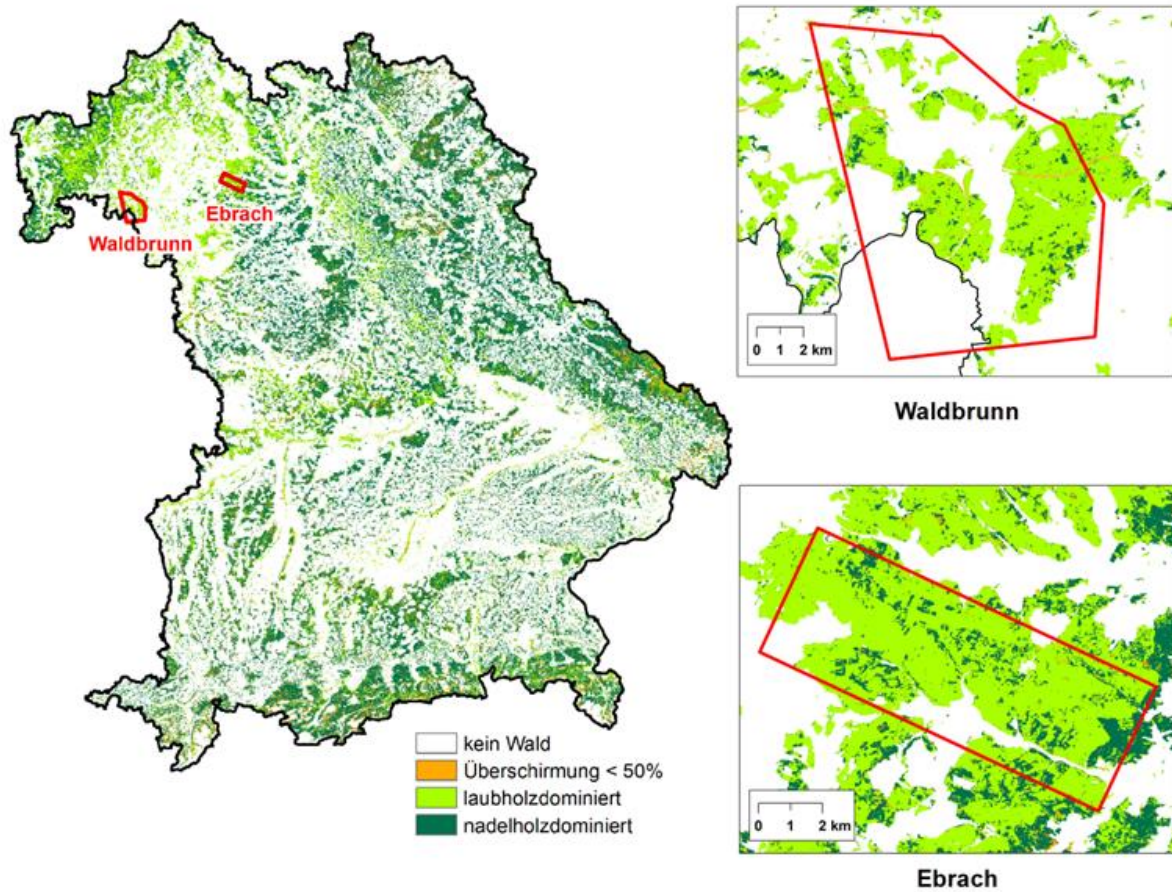


Abbildung 1: Untersuchungsgebiete in Nordbayern, Deutschland.

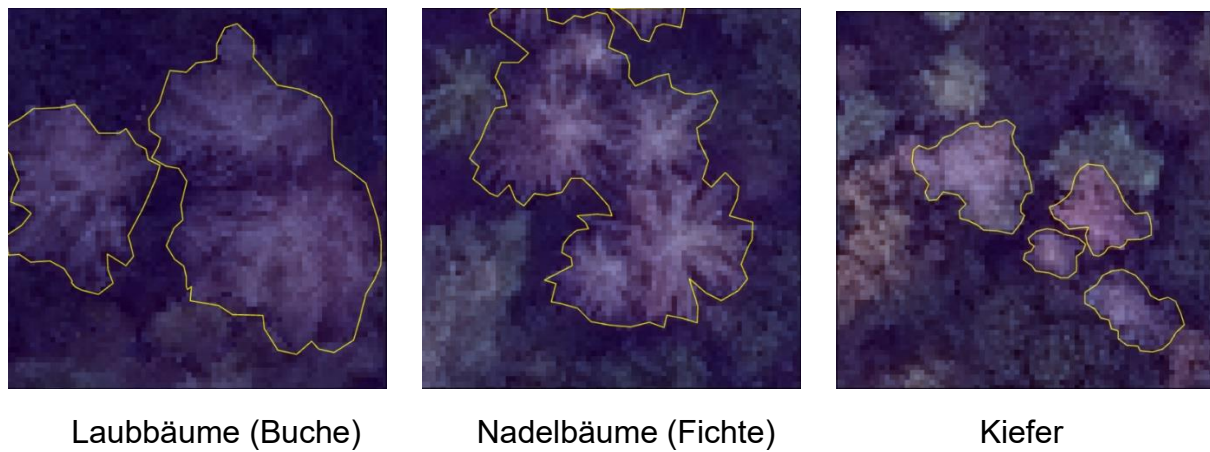


Abbildung 2: Analyisierte Baumarten die von Schädigungen betroffen sind.