

Baumartenspezifische Waldstörungen in Deutschland 2018–2024: Ein satellitengestützter Monitoring-Ansatz

Marco Wegler^a, Frank Thonfeld^a, Sarah Asam^a, Patrick Kacic^{a,b}, Claudia Kuenzer^{a,b}

^a German Aerospace Center (DLR), German Remote Sensing Data Center (DFD), Münchener Straße 20, 82234 Oberpfaffenhofen, Wessling, Germany

^b University of Würzburg, Institute of Geography and Geology, Department of Remote Sensing, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

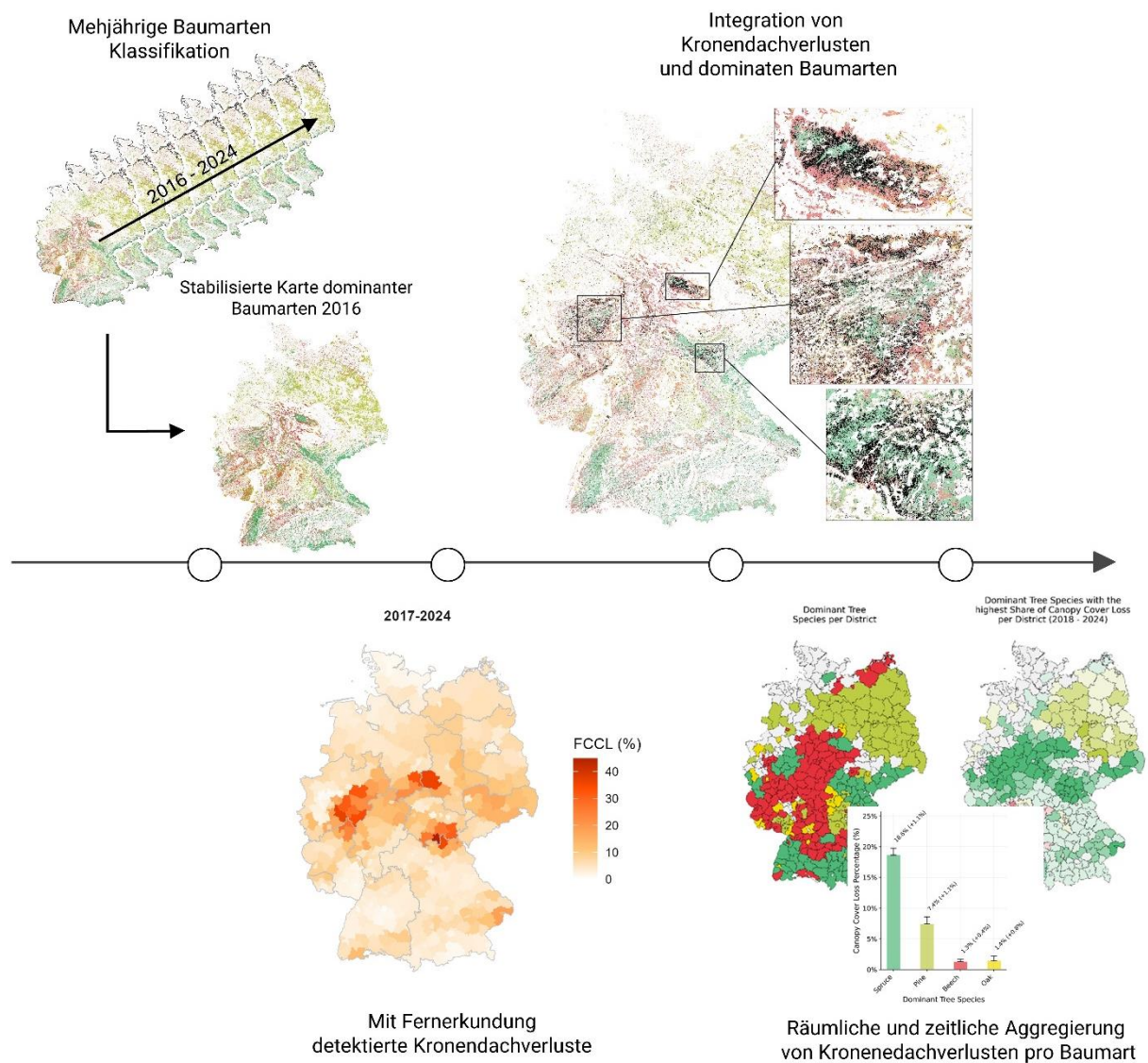


Abbildung 1. Graphical Abstract

Waldstörungen haben in Mitteleuropa seit den außergewöhnlichen Dürrejahren ab 2018 deutlich an Häufigkeit und Intensität zugenommen, wobei die Auswirkungen stark zwischen Baumarten variieren. Forstwirtschaft, Waldbesitz, Naturschutz und Politik benötigen daher baumartenspezifische Störungsinformationen für Bewirtschaftungsentscheidungen und Anpassungsstrategien, die bislang jedoch nicht flächendeckend vorliegen.

Zur Erfassung der Baumartenverteilung wurde eine stabilisierte Baumartenkarte für das Jahr 2016 entwickelt. Diese basiert auf einer Mehrheitsentscheidung aus neun jährlichen Sentinel-2-Klassifikationen (2016–2024) basierend auf der Methodik entwickelt von Wegler et al. (2025). Die Karte erreicht F1-Scores über 0,90 für neun von zehn Baumartklassen bei einer räumlichen Auflösung von 10m. Eine zusätzliche Unsicherheitsklasse quantifiziert Fehlklassifikationen in Mischbeständen und bei spektral ähnlichen Baumarten, welche insbesondere zwischen Laubbaumarten auftreten. Damit steht erstmals eine konsistente, deutschlandweite Basisinformation zur Baumartenverteilung unmittelbar vor den großflächigen Dürre- und Störungsepisoden ab 2018 zur Verfügung.

Zur Erfassung von Störungsdynamiken wurde der Datensatz Forest Canopy Cover Loss (FCCL) (Thonfeld et al. 2025) verwendet, der monatlich Kronendachverluste aus Sentinel-2 und Landsat-8/9 Zeitreihen auf 10 Meter räumlicher Auflösung ableitet. FCCL kartiert den Verlust der Baumkronenbedeckung und ermöglicht die zeitlich hochaufgelöste Erfassung von Störungen wie Trockenheit, Borkenkäfer, Windwurf oder forstliche Nutzung. Durch die Kombination beider Produkte konnten erstmals deutschlandweit baumartenspezifische Kronendachverluste für den Zeitraum 2018–2024 erfasst werden.

Die Ergebnisse zeigen ausgeprägte Unterschiede zwischen Baumarten. Fichtenbestände waren am stärksten betroffen, mit Verlusten von mindestens 450.000 ha (knapp 20 % ihrer Fläche, 51 % aller Störungen), konzentriert in den Mittelgebirgsregionen Harz, Thüringer Wald, Sauerland und Sächsische Schweiz. Die Verluste erreichten 2020–2021 ihr Maximum, mit charakteristischen spätsommerlichen Peaks zum Ende der Borkenkäfer-Massenvermehrungen. Kiefernbestände wiesen einen Gesamtverlust von etwa 7% auf (21 % aller Störungen), hauptsächlich im Winter und Frühjahr. Buche und Eiche zeigten mit 1–2 % deutlich geringere relative Verluste.

Der Ansatz nutzt vollständig frei verfügbare Satellitendaten und liefert monatlich aktualisierbare, baumartenspezifische Störungsinformationen, die in bestehende Waldinformationssysteme integrierbar sind. Die Methodik ermöglicht reproduzierbare Analysen von nationaler bis kommunaler Ebene und ergänzt die Bundeswaldinventur durch kontinuierliches und flächenhaftes Monitoring. Die Ergebnisse verdeutlichen die hohe Vulnerabilität nadelholzdominierter Bestände und bieten eine quantitative Grundlage für Waldumbaustrategien hin zu artenreichen und klimaresilienten Mischwäldern.

Referenzen:

Wegler, M., Kacic, P., Thonfeld, F., Holzwarth, S., Jaggy, N., Gessner, U., & Kuenzer, C. (2025). Tree species from space: a new product for Germany based on Sentinel-1 and -2 time series. *International Journal of Remote Sensing*, 46.

Thonfeld, F., Kacic, P., Holzwarth, S., Wegler, M., Asam, S., & Kuenzer, C. (2025). Forest canopy cover loss dynamics in Germany between 2017 and 2024: Revealing regional differences. Preprint