



Monitoring von Waldschäden mittels Fernerkundung

Mithilfe einer im Rahmen des Forschungsprojekts ForstEO durchgeführten Online-Nutzerumfrage wurden die Bedarfe von Forstpraktikern an Fernerkundungsprodukten zur Waldschadenserfassung ermittelt. Besonders relevant sind demnach präzise, räumlich und zeitlich abgestimmte Daten zu Schadensorten und -mengen. Als Hindernisse wurden Datenqualität, Fachkräftemangel und Kosten identifiziert. Empfehlungen beinhalten die stärkere Einbindung der Anwender, den regelmäßigen Austausch und fachliche Schulungen.

TEXT: ADELHEID WALLNER, PAWANJEET DATTA, JAVIER GONZALEZ, STEFANIE HOLZWARTH, FRANK THONFELD, MARCO WEGLER, JAKOB WERNICKE

Zur Abfrage der Bedarfe wurde im Zeitraum vom 19. Januar bis 31. März 2024 eine deutschlandweite, anonymisierte Online-Nutzerumfrage unter dem Titel „Nutzung von Fernerkundungsprodukten für die Erfassung von Schäden im Wald“ durchgeführt. Sie befasste sich mit fünf Schwerpunktthemen zu den Bereichen:

- Ihre Person und Ihr Wald,
- Detektion von Waldschäden mithilfe von Fernerkundungsprodukten,
- Waldschäden,
- zeitliche und räumliche Auflösung sowie
- Anforderungen an die Datenauslieferung.

Insgesamt wurden 18 Fragen zu den Schwerpunktthemen gestellt. An der

Nutzerumfrage beteiligten sich 183 Personen mit unterschiedlichen Blickwinkeln auf den Wald, wie Privatwaldbesitzende, Waldbesitzervereinigungen oder Waldbesitzerverbände bis hin zu Angehörigen von Staatsforstbetrieben und Ministerien sowie Personen aus der Wissenschaft und der Privatwirtschaft. Um eine praxisnahe Abschätzung der Bedarfe zu erhalten, wurde zusätzlich der Waldbesitz bzw. Wald im Verantwortungsbereich abgefragt.

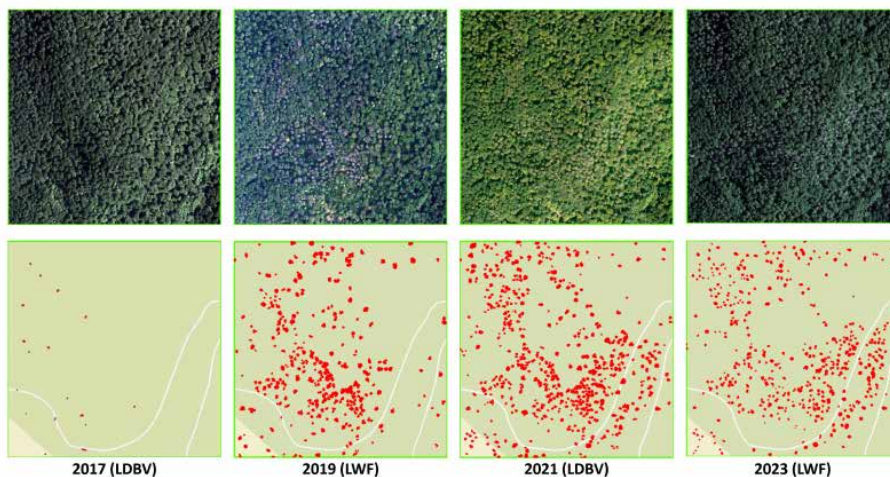
Monitoring von Waldschutzproblemen per Fernerkundung

Die Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur 2022 belegen, dass von den deutschlandweit 11,5 Mio. ha Wald etwa 2 Mio. ha von Kalamitäten betrof-

fen sind [1]. Die Schädigungen treten an Einzelbäumen, an Baumgruppen oder in ganzen Beständen auf und werden durch Sturm- und/oder Trockenschäden, wärmeliebende Schadinsekten, zunehmende Pilzkrankungen und invasive Arten hervorgerufen [2]. Witterungsbedingt werden die häufigsten Schädigungen durch Stürme, Schnee, Hagel und Dürre verursacht. Durch die Vorschädigung und durch das hohe Brutraumangebot werden in der Folge Massenvermehrungen von Insekten wie z. B. Borkenkäfer begünstigt, die durch Wärme und Trockenheit zusätzlich gefördert werden. Aus dem Waldbericht des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus [2] wird deutlich, dass von den vier Hauptbaumarten die Fichte am stärksten durch biotische und abiotische Schäden betroffen ist. Am zweitstärksten leidet die Buche primär unter den Folgen der deutschlandweiten Dürreperiode von 2017 bis 2023 (Abb. 1). Deutschlandweit leiden auch Eichen und Kiefern, die starke Vitalitätsverluste aufgrund biotischer Faktoren (z. B. Massenvermehrung des Eichenprozessionsspinners) aufweisen.

Die Online-Nutzerumfrage verdeutlichte, dass mehr als die Hälfte der Personen mit Waldbesitz bzw. Wald im Verantwortungsbereich ihren Laub- und/oder Nadelwald als in einem schlechten Zustand befindlich beschreiben. Die Umfrage ergab zudem, dass 60 % der Befragten den Vitalitätszustand von Mischwäldern als insgesamt positiver einschätzten (Abb. 2a). Von den Teil-

Luftbilder von 2017 bis 2023



Quelle: Gonzalez (LWF)

Abb. 1: Der Blick von oben auf die Zeitreihe der Luftbilder eines geschädigten Waldes von 2017 bis 2023: im Vergleich die erfassten Schäden aus den Fernerkundungsdaten in Rot



Waldtypen

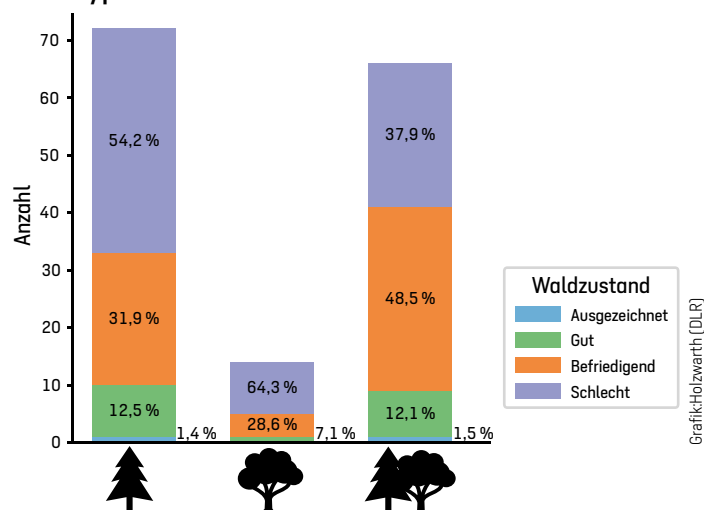


Abb. 2a: Waldzustand der Befragten nach Waldtyp

Vitalitätseinschränkungen

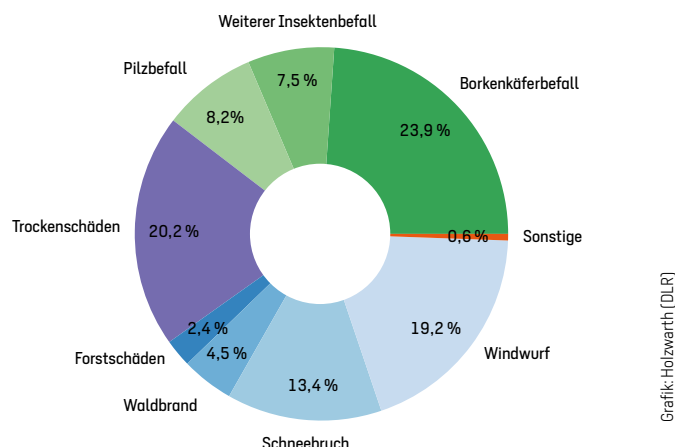


Abb. 2b: Waldzustand der Befragten nach spezifischen Vitalitätseinschränkungen

nehmenden wurden als Schadursachen aus den multiplen Antwortmöglichkeiten Borkenkäferbefall, Trockenschäden und Windwurf mit jeweils etwa 20 % am häufigsten gewählt, gefolgt von Schneebruch und Pilzbefall. Diese Antworten unterstützen die These, dass Extremereignisse, die häufig mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden können, abiotische und biotische Störungen begünstigen und somit aktuell die größten Verursacher von Waldschäden sind (Abb. 2b).

Wünsche an die Fernerkundungsprodukte

Angesichts der drastischen Veränderungen im Wald in den letzten Jahren wird verstärkt versucht, den Zustand der Wälder mithilfe verschiedener Fernerkundungsmethoden zu analysieren [3]. Für die Öffentlichkeit sind bereits einige frei verfügbare Produkte zugänglich [4]. Darüber hinaus werden zukünftig aufgrund zahlreicher Projekte im Bereich des erdbeobachtungs-basierten Waldmonitorings und der Waldkartierung in Deutschland weitere hinzukommen. In der durchgeführten Nutzerumfrage wurden die Bedarfe und die Anforderungen an Fernerkundungsprodukte zum Monitoring von Waldschäden untersucht. Dabei wurde ermittelt, welche Informationen und welche Monitoringfrequenz für eine effektive Waldbewirtschaftung bevorzugt werden und wie Fernerkundungsprodukte bereitge-

stellt werden sollten, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Eine der wichtigsten konkreten Informationen über Waldstörungen, die von den Nutzern für die Planung oder Beratung gefordert werden, ist der Störungs-ort. Ebenfalls von großer Bedeutung sind Angaben zur Schadmenge sowie zur Flächenausdehnung der betroffenen Gebiete. Informationen über potenzielle Gefahren für angrenzende Bestände sind auf Platz drei der Prioritätenliste. Dagegen wurden der betroffene Bestandstyp und das Schadbild als weniger wichtig eingestuft. Besonders für die Schadbilder „Blatt-Verfärbungen bei Laub- und Nadelbäumen“ und „Verlust von Blättern oder Nadeln“ wurde die Unterstützung durch Fernerkundungsprodukte als „extrem wichtig“ eingestuft. Zudem sollten bestimmte Baumarten im Hinblick auf Waldschutzaspekte stärker überwacht werden, wobei die Fichte mit erster Priorität genannt wurde, gefolgt von Buche und Kiefer (Priorität 2) sowie Eiche (Priorität 3).

Hinsichtlich der Frequenz des Monitorings wurden klare Wünsche in Bezug auf verschiedene Schadbilder geäußert. Für die Ausbildung der Sekundärkrone bei Buchen, die ein baldiges Absterben des Baums bedeutet, halten die Nutzer ein jährliches Monitoring für ausreichend, während bei Laub- und Nadelverfärbungen ein wöchentliches Monitoring bevorzugt wird. Schneebruch sollte je nach Jahreszeit, speziell im Winter und Frühjahr, kontrolliert werden, während Windwurf monatlich überwacht werden sollte. Auch für Entlaubung und Nadel-

„Fernerkundungsprodukte sollten sich für eine bessere Nutzbarkeit stärker am Bedarf der Praktiker orientieren.“

FRANK THONFELD

verlust wird eine höhere zeitliche Auflösung gewünscht, idealerweise wöchentlich, mindestens jedoch vierteljährlich. Im Gegensatz dazu reicht für das Monitoring abgestorbener Baumkronen eine niedrigere zeitliche Auflösung, etwa vierteljährlich oder jährlich, aus. Waldbrände erfordern hingegen eine besonders hohe zeitliche Auflösung während des Ereignisses, mit einem spezifischen Monitoring in den Sommermonaten.

Die räumliche Auflösung der Produkte sollte laut den meisten Befragten auf Einzelbaum- oder Baumgruppenebene bis zu 0,1 ha liegen. Die Lagegenauigkeit der Produkte wird überwiegend auf dem Niveau der Forstkartengenauigkeit (etwa 10 m) verlangt, während die Genauigkeit auf Flurstücksebene (1 bis 2 m) weniger häufig gefordert wird.

Zusammenfassend zeigt die Umfrage, dass Nutzer ein differenziertes und gezieltes Monitoring von Waldschäden fordern, das sowohl zeitlich als

auch räumlich präzise auf die jeweiligen Schadbilder und Baumarten abgestimmt ist.

Mehrwert durch die Fernerkundung für Forstpraktiker

Die Fernerkundungsprodukte bieten für Praktiker einen großen Nutzen, indem sie wertvolle Informationen zum Monitoring von Waldschäden liefern. Ein Beispiel ist das Waldschadflächen-Produkt (Abb. 3) von Thüringen-Forst AöR, das seit Sommer 2020 mithilfe von Sentinel-2-Satellitenbildern Waldschäden zweimal jährlich erfasst. Das Produkt ist im Thüringen-Viewer-Portal (www.thueringenviewer.thueringen.de) frei verfügbar und zeigt kumulierte Waldschäden, die im Vergleich zum Ist-Zustand vom 01. Juli 2018 in Thüringen erfasst wurden.

Ein zentraler Aspekt, der in der Umfrage betont wurde, ist die Anforderung, dass Fernerkundungsprodukte über bestehende Geoportale oder GIS-Systeme niederschwellig bereitgestellt

werden (z. B. Thüringen Viewer, Bayerisches Wald-Informationssystem – Bay-WIS). Dadurch wird sichergestellt, dass die Anwender direkten Zugang zu den Daten haben und diese in ihre alltäglichen Arbeitsprozesse einbinden können. Diese Integration erleichtert die Nutzung der Fernerkundungsprodukte und ermöglicht es, effizienter und schneller auf potenzielle Waldschäden zu reagieren.

Bedenken aus der Praxis

Trotz der vielfältigen Vorteile, die Fernerkundungsdaten und -produkte bieten, haben die Ergebnisse der Umfrage gezeigt, dass, unabhängig von ihrem Kenntnisstand bezüglich Fernerkundung, mehr als die Hälfte der Befragten

Bedenken haben oder Schwierigkeiten bei der Nutzung von Fernerkundungsdaten als Kartierungsinstrument von Waldschäden sehen.

Eines der größten Probleme, das von fast allen Nutzergruppen genannt wurde, war die nicht ausreichende Qualität der Fernerkundungsdaten und -produkte. Die Umfrageteilnehmenden wiesen insbesondere auf die begrenzte räumliche und zeitliche Auflösung hin. Auf die Frage nach den Anforderungen an Zusatzinformationen, die in den Fernerkundungsprodukten bereitgestellt werden sollten, nannten mehr als 93 % den Zeitpunkt der Erkennung als wichtig. Dies unterstreicht die Notwendigkeit von fernerkundungsbasierten Monitoringsystemen mit häufigeren Aktualisierungen, wodurch frühzeitig Waldschutzmaßnah-

Schneller ÜBERBLICK

- » **Das Projekt ForstEO** beschäftigt sich mit der Ableitung und Bereitstellung von qualitativ geprüften und robusten Informationsprodukten zu Waldschäden und deren Ursachen aus Fernerkundungsdaten
- » **Im Rahmen einer Online-Umfrage** wurden die Bedarfe zur Nutzung von Fernerkundungsprodukten zur Waldschadenserfassung erhoben
- » **Nutzer fordern** präzise, räumlich-zeitlich abgestimmte Fernerkundungsdaten
- » **Wichtige Informationen:** Schadensort, Schadensmenge, betroffene Schadensfläche und Schadenszeitraum
- » **Hindernisse:** mangelnde Datenqualität, Fachkräftemangel, Kosten
- » **Empfehlungen:** Nutzerintegration, regelmäßiger Austausch, Schulungen

Waldschadensflächen in Thüringen

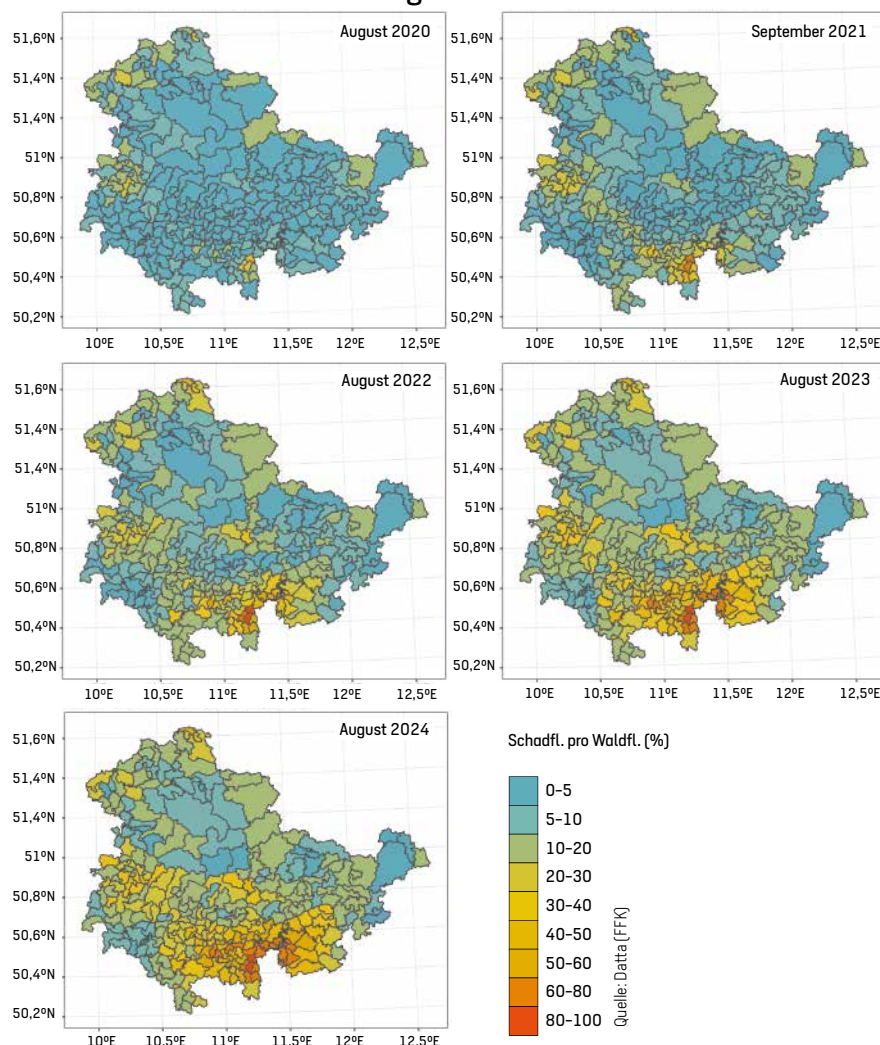
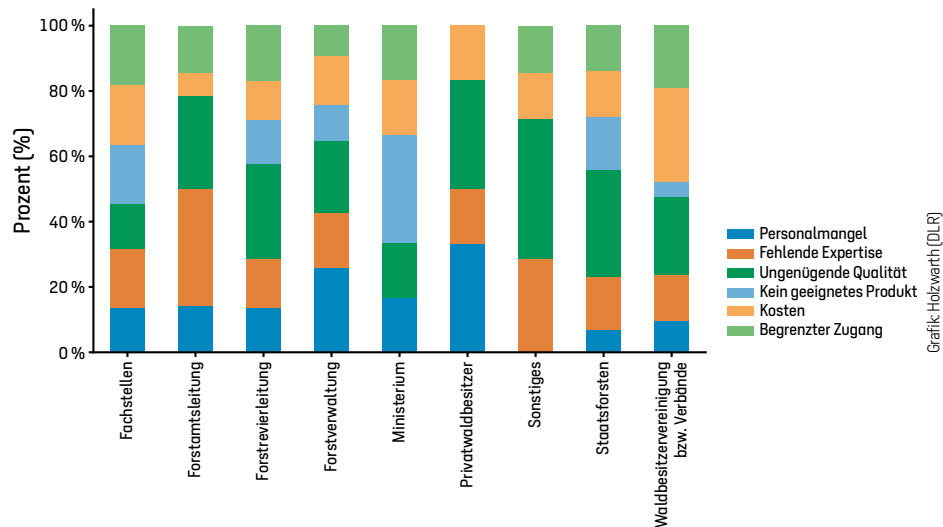


Abb. 3: Entwicklung der Waldschadensflächen in Thüringen, basierend auf der Sentinel-2-Satellitenbilddauswertung



Fernerkundungsdaten und Nutzergruppen



Grafik: Holzwarth (DLR)

Abb. 4: Gründe für die ausbleibende Verwendung von Fernerkundungsdaten/-produkten pro Nutzergruppe

men eingeleitet werden könnten. Darüber hinaus werden die unzureichende räumliche Auflösung zur Erkennung einzelner geschädigter Bäume sowie die Schwierigkeit, einen frühen Borkenkäferbefall zu erkennen, erwähnt.

Ein weiteres in der Umfrage genanntes Thema ist der Fachkräftemangel im Bereich der Fernerkundung, der von über 35 % der Befragten aus der Forstamtsleitung als großes Problem identifiziert wurde. Dieser wurde sowohl bei privaten als auch von öffentlichen Waldbewirtschaftenden thematisiert. Darüber hinaus nannten 15 % der Befragten Personalmangel und die mit der Fernerkundung verbundenen Kosten als erhebliche Herausforderungen. Vor allem bei den privaten Waldbesitzenden stellte dies neben der unzureichenden Ge-

naugigkeit von Fernerkundungsprodukten die größte Herausforderung dar. Die zunehmende Verfügbarkeit von Open-Source-Fernerkundungsdaten hat zwar möglicherweise dazu beigetragen, die Anschaffungskosten zu senken, doch die Kosten für den Zugriff auf diese Daten und für deren effiziente Nutzung sowie die forstfachliche Interpretation bleiben hoch. Diese Herausforderung wurde von über 14 % aller Befragten als Grund dafür genannt, dass sie keine Fernerkundungsdaten einsetzen (Abb. 4).

Empfehlungen aus der Praxis an Ersteller von Fernerkundungsprodukten:

- **Einbindung der Nutzeranforderungen:** Um sicherzustellen, dass Fernerkundungsprodukte die Bedürfnisse der Praxis erfüllen, sollten Anwender, insbesondere Forstexperten, von Anfang an in die Entwicklung solcher Systeme einbezogen werden. Die frühzeitige Abstimmung gewährleistet, dass die Produkte praxisnah und anwendungsorientiert sind.
- **Regelmäßiger Austausch mit Praktikern:** Ein kontinuierlicher Dialog zwischen Wissenschaftlern, Produktentwicklern und Praktikern ist essenziell. Dieser Austausch ermöglicht es, schnell auf neue Herausforderungen im Waldmonitoring zu reagieren und Produkte bedarfsgerecht weiterzuentwickeln.
- **Schulungen zur Anwendung von Fernerkundungsprodukten:** Damit

die Fernerkundungsprodukte effektiv genutzt werden können, sollten Anwender regelmäßig geschult werden. Geschultes Fachpersonal in den Landesforstverwaltungen als fachliche, niederschwellige Anlaufstellen für Waldbesitzende der Länder ist ebenfalls zu stärken. Dies wird gerade vor dem Hintergrund (frei) verfügbarer Fernerkundungsprodukte zunehmend wichtiger.

- **Flexible Anpassung der Fernerkundungstechnologien:** Da Waldschäden unterschiedlich ausfallen können, müssen die Fernerkundungsprodukte in ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung anpassbar sein. Ein flexibler Einsatz unterschiedlicher Technologien, die sowohl großflächige als auch detaillierte Beobachtungen ermöglichen, ist entscheidend.

Über das Projekt

Das Forschungsprojekt „ForstEO – Einsatz der Erdbeobachtung zur Erfassung von klimabedingten Schädigungen des Waldes in Deutschland“ wird von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz über den Waldklimafonds gefördert.

Literaturhinweise:

[1] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2024): Der Wald in Deutschland – Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. 60 S. [2] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND TOURISMUS (STMELF) (2023): Waldbericht 2023. 48 S. [3] HOLZWARTH, S.; THONFELD, F.; KACIC, P.; ABDULLAH, S.; ASAM, S.; COLEMAN, K.; EISELDER, C.; GESSNER, U.; HUTH, J.; KRAUS, T. ET AL. (2023): Earth-observation-based monitoring of forests in Germany – recent progress and research frontiers: a review. Remote Sensing, 15(17), 4234. [4] EOC GEOSERVICE: Forest & Vegetation Products <https://geoservice.dlr.de/web/datasets/forest>.



Dr. Adelheid Wallner

Adelheid.Wallner@lwf.bayern.de

Dr. Pawanjeet Datta, Dr. Javier Gonzalez, Stefanie Holzwarth, Marco Wegler und Dr. Jakob Wernicke sind Projektbeteiligte, Dr. Frank Thonfeld ist Projektleiter von „ForstEO – Einsatz der Erdbeobachtung zur Erfassung von klimabedingten Schädigungen des Waldes in Deutschland“ (FKZ 2220WK81A4).