

Erste Validerungsergebnisse der deutschlandweiten Thünen-Waldstörungskarten 2018-2025

Jonathan Wolf, Tobias Schad, Karsten Dunger, Katja Oehmichen

In Deutschland haben lang anhaltende Trockenheitsperioden und der massive Borkenkäferbefall zu einem großflächigen Waldsterben geführt. Unser digitales Schadensmonitoring der Wälder, das mit Sentinel-2-Satellitendaten arbeitet, liefert wertvolle Informationen über Störungen und Schadereignisse. Dieses Monitoringsystem gewinnt besonders im Kontext des Klimawandels immer mehr an Bedeutung und ist eine wichtige Grundlage für die Waldbeobachtung und das Waldmanagement in Deutschland. Die Störungskarten werden derzeit einer deutschlandweiten Validierung unterzogen, bevor sie für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Für die Erstellung der Störungskarten diente der FORCE-Datenwürfel¹ als primäre Datenquelle für vorprozessierte Sentinel-2-Satellitendaten. Es wurden Satellitenbilder aus den Jahren 2017 bis 2025 aufbereitet, um eine wolkenfreie, äquidistante Zeitreihe des Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) zu erhalten. Die Daten wurden pixelweise mit Hilfe des Radial Basis Function (RBF) convolution filter interpoliert, um eine geschlossene Zeitreihe zu erhalten. Dieser Filter ist besonders nützlich bei der Verarbeitung von Satellitendaten, die häufig von Wolken, Schatten oder anderen Faktoren beeinflusst werden. Die interpolierte Zeitreihe wurde als Grundlage für die weitere Analyse verwendet. Die Datenaufbereitung wurde mithilfe der Open-Source Software FORCE auf der CODE-DE Plattform durchgeführt. Die anschließende Weiterverarbeitung wurde mit Hilfe von R prozessiert.

Waldstörungen wurden anhand der Analyse von NDVI-Differenzen zwischen der Referenzperiode 2017 und den Jahren 2018 bis 2025 detektiert. Die Klassifizierung als Waldstörungen erfolgte anhand einer Grenzwertmethode, bei der die NDVI-Differenzen mit einem vordefinierten Schwellenwert verglichen wurden. Die Methodik wurde ausschließlich auf die bestockte Holzbodenfläche² (Stand 2018) angewandt, um sicherzustellen, dass nur Flächen mit einer bestehenden Waldbedeckung berücksichtigt wurden. Zusätzlich wurde ein räumlicher Filter basierend auf einem Resultat des "hungry-beetle"-Algorithmus³ angewandt.

Das Endprodukt bietet eine umfassende Darstellung von Störungsflächen in Deutschland, die auf der Grundlage signifikanter spektraler Veränderungen ermittelt wurden. Diese Veränderungen können verschiedene Ursachen haben, darunter biotische und abiotische Waldschäden sowie Veränderungen durch forstliches Management. Die Genauigkeit der Ergebnisse wurde durch eine Validierung anhand von etwa 11.000 Punkten aus dem FNEWS-Projekt^{4,5} überprüft. Die Gesamtgenauigkeit der Karte (für die Jahre 2019 bis 2022) beträgt $95,6 \pm 1,7$ %, während die Nutzergenauigkeit für die Kategorie "Störungsfläche" bei $72,6 \pm 10,5$ % und die Produzentengenauigkeit bei $92,8 \pm 7,1$ % liegt. Die Karte zeigt für den Zeitraum von 2018 bis 2025 bundesweit Störungsflächen mit einer Gesamtgröße von 574.400 Hektar. Es ist jedoch zu beachten, dass die Validierungspunkte durch den Bezug auf die FNEWS-Untersuchungsgebiete räumlich konzentriert sind. Dies unterstreicht die Notwendigkeit für weitere Validierungen anhand von bundesweiten Daten. So können die Ergebnisse bestätigt oder Anpassungen an der Methodik vorgenommen werden. Ziel ist es, die Validierung auf ganz Deutschland auszudehnen und anschließend die Genauigkeit der Ergebnisse weiter zu verbessern.

Mit unserem Beitrag für die die Konferenz wollen wir die Genauigkeiten und die Methodik der bundesweiten Validierung vorstellen. Darüber hinaus werden wir weitere Diskussionspunkte, wie etwa die Einbeziehung der Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen, erörtern.

¹ Frantz, D. (2019): FORCE – Landsat + Sentinel-2 Analysis Ready Data and beyond: Remote Sensing 11, 1124. <http://doi.org/10.3390/rs11091124>

² Langner, N., Oehmichen, K., Henning, L., Blickensdörfer, L., Riedel, T., 2022. Bestockte Holzbodenkarte 2018. <https://doi.org/10.3220/DATA20221205151218>

³ <https://github.com/davidfrantz/hungry-beetle/tree/main>

⁴ www.fnews-wald.de

⁵ Eike Reinosch, Julian Backa, Petra Adler, Janik Deutscher, Philipp Eisnecker, Karina Hoffmann, Niklas Langner, Martin Puhm, Marius Rüetschi, Christoph Straub, Lars T Waser, Jens Wieseahn, Katja Oehmichen, Detailed validation of large-scale Sentinel-2-based forest disturbance maps across Germany, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 2024;, cpae038, <https://doi.org/10.1093/forestry/cpae0>