

IntelliWay: Methoden einer modernen Forstwegepflege

Im Sommer 2021 bewilligte die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) das Budget für das Verbundvorhaben IntelliWay. Ein breit aufgestelltes Konsortium unter der Leitung von ThüringenForst sollte Methoden und Techniken einer Wegzustandserfassung (condition monitoring) und der vorausschaunden Wartung (predictive maintenance) von Waldwegen evaluieren.

TEXT: MATTHIAS NAGEL, THOMAS LOTZ, SIMON BAIER, INA EHRHARDT

Ein erster Einblick in das Thema gibt die Befragung von vier Landesforstverwaltungen, die von Fraunhofer IFF und INTEND konzipiert und durchgeführt wurde. Das Wegenetz der dieser Landesbetriebe umfasst zwischen 5.000 und 16.000 km. Über dieses Wegenetz werden Holzmengen im Umfang von 500.000 bis 2 Mio. Fm pro Jahr transportiert. Die jährlichen Instandhaltungskosten der Abfuhrwege betragen zwischen 2 Mio. und 10 Mio. €. Das entspricht für die Forstbetriebe jährlichen Kosten von etwa 300 € je km Abfuhrweg oder 3 €/Fm/a. und ist damit ein ökonomisch relevanter Faktor. Informationen über den Wegzustand sind für die Forstwirtschaft von großer Bedeutung. Sie bilden die Grundlage für die Einschlagsplanung und Holzabfuhr. Die Befahrbarkeit der Waldwege ist darüber hinaus für Waldbrandprävention und die Rettung Verletzter notwendige Voraussetzung. Investive Maßnahmen des Forstbetriebes für die Instandhaltung und die Entwicklung eines optimalen Wegesystems basieren auf den Wegeinformationen. Die klassifizierten Wegedaten der

NavLog GmbH stehen auch den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) zur Verfügung. Kostenfrei sind die Wegeinformationen der NavLog GmbH für kommunale und private Waldbesitzer in BY, BW, RP, NW, HE. Die strategische Bedeutung der Wegeinformationen liegt im zielgerichteten Einsatz der Daten für die Wegepflege, die Optimierung des Waldwegenetzes sowie für die Planung von Maßnahmen zur Wegeinstandsetzung

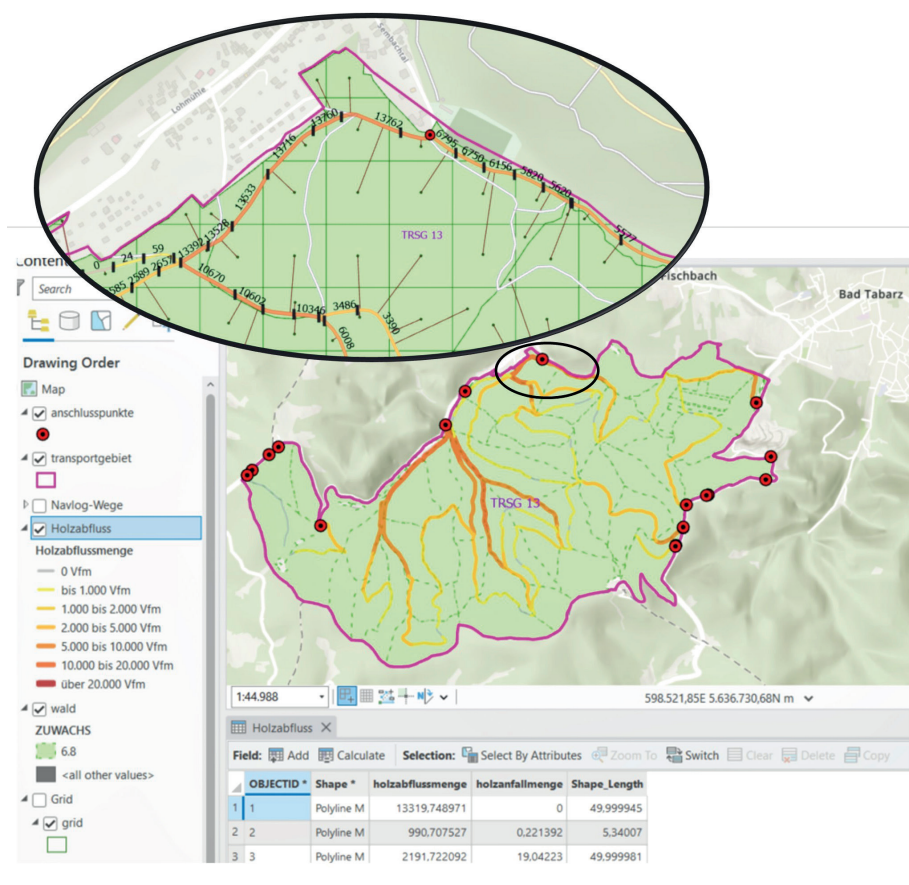


Abb. 1: Die Karte zeigt das Ergebnis errechneter Holzmengen, die über die Waldwege in einem 10 Jahres Zeitraum bei homogener Holzuwachsrate 6,8 m³/ha/Jahr „abfließen“ könnten. Der Ausschnitt verdeutlicht das Prinzip zum Rücken von Holz aus der Fläche auf den Weg.

und -unterhaltung. Die Zusammenfassung der Wegeinformationen verspricht neue und verbesserte Auswertungen. Bei den Landesbetrieben besteht der Bedarf zur Steuerung der investiven Mittel im Wegebau bzw. dem Wegeunterhalt, der Wege-Priorisierung nach Belastung sowie Verbindung von Sach- & Geodaten. Im Projektverlauf wurden

verschiedene Themen bearbeitet, von denen hier zunächst das Holzabflußmodell und die iFOS Meßblanze vorgestellt werden sollen.

Holzabflussmodelle

Im Rahmen des IntelliWay Projektes wurden zwei Holzabflussmodelle ent-



Foto: M. Nagel/Intend

Abb. 2: iFOS-Wegemesslanze v.3.0, mit sieben Ultraschallsensoren, sowie integrierter Sensorbox mit Recheneinheit zur Rohdatenerfassung.

wickelt. Eine Modell, entwickelt von Intend, unterstützt die Ermittlung der Relevanz einzelner Wege(abschnitte) eines Gebietes für den forstlichen Wegebau. Es gibt Auskunft über die potenzielle jährliche Belastung der Wege in Abhängigkeit von der Bestockung der Flächen und kann in forstlichen Wegebau zu einer allgemeinen Priorisierung der Wege für wegebauliche Maßnahmen und für eine proaktive Zustandsüberwachung des Waldwegenetzes herangezogen werden. Die jährlichen Holzzuwachsraten können pro Waldfläche individuell parametrisiert werden. Die Holzmengen werden modellhaft von den Flächen auf den nächstgelegenen Lkw-befahrbaren Weg gerückt und über die kürzeste Strecke zum öffentlichen Straßennetz transportiert. Ergebnis ist eine Linien-Datensatz der Lkw-befahrbaren Waldwege, attribuiert mit den zu erwartenden Holzmengen in Vorratsfestmetern (Vfm), die über die jeweiligen Wegestücke transportiert werden. Als Eingangsdaten werden folgende Geodatenätze genutzt: Waldflächen (Polygone) mit einem numerischen Attributfeld für Zuwachs pro Hektar und Jahr. Anstelle dieses Attributfeldes kann dem Skript auch ein Pauschalwert vorgegeben werden, der allen Waldflächen zugrunde gelegt wird. Forstwege (Linien) auf denen Holz abtransportiert wird. Anschlusspunkte (Punkte) der Forstwege an das öffentliche Straßennetz. Diese dienen in der Netzwerkanalyse als Ziel-Punkte (Facilities) zu denen Holz transportiert wird. Transportgebiete (Polygone) mit einem eindeutigen numerischen Attributfeld zur Identifikation eines Transportgebietes. Für Waldflächen, Forstwege und Anschlusspunkte kann jeweils eine Filterbedingung bezogen auf die verfügbaren

Attributfelder vorgegeben werden, um die Verarbeitung auf eine Teilmenge von Features zu beschränken. Ein weiteres Holzabfluss- oder Holzabfuhrmodell, entwickelt vom Fraunhofer IFF, ermöglicht Auswertungen von Wegebelastrungen, die durch die konkrete jährliche Holzabfuhr, d. h. durch die Abfuhr der angelegten Holzpolter entstehen. Die mit diesem Modell erzeugten Daten bilden einerseits die Grundlage für die Analyse spezifischer Zusammenhänge z. B. von Witterung, Wegebelastrung und Wegeschäden, andererseits sind sie Grundlage für den Aufbau von Prognosemodellen, die jeweils die Abfuhrplanung eines kommenden Jahres als Eingangsparameter berücksichtigen. Unter Berücksichtigung ermittelter Wegezustände, z. B. durch Sperrung schadhafter Abschnitte, kann dieses Modell ebenfalls in der Logistikplanung zur Steuerung der Holzabfuhr angewendet werden.

Wegezustandserfassung mittels iFOS-Messlanze

Die Qualität der Datengrundlage ist entscheidend für die Präzision und Verlässlichkeit der Wegezustandsklassifizierung. Durch die gezielte Erfassung relevanter Daten kann eine fundierte Analyse und Bewertung des Wegezustands erfolgen. Das Messlanzen-Sensorsystem stellt sicher, dass nur die Daten erfasst werden, die wirklich notwendig sind, um präzise und aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen. Zum Sensorsystem: Die am Pkw montierbare iFOS-Wegemesslanze in ihrer neuesten Version (v. 3.0), verfügt zur Erfassung des Wegezustands über sieben Ultraschallsensoren und einen 9-Achs-Bewegungssensor. Die Ultraschallsensoren erfassen das Querprofil des Weges, während der Bewegungssensor den Zustand in Längsrichtung erfasst. Ein hochgenaues Positionsbestimmungssystem (RTK-GNSS, Real-Time Kinematic Global Navigation Satellite System) welches die Nutzung von Korrekturdaten von Basisstationen (beispielsweise über die deutschen SAPOS-Dienste) zulässt, sorgt für die präzise Verortung der Daten. Die Echtzeitüberwachung der Rohdatenerfassung erfolgt während der Befahrung der Forststraßen über eine Android-App oder einen Windows-PC. Zur Datenauswer-

tung: Die Datenauswertung erfolgt gemäß der im Intelliway-Projekt mit den Partnern erarbeiteten Standards nach einem Klassifizierungssystem in vier Wegezustandsklassen. Die Verarbeitung der Rohdaten, sowie Klassifizierung der Wege mittels speziell entwickelter Algorithmen wird von der iFOS GmbH als Service angeboten. Dank der offenen Standards ist eine Auswertung jedoch auch durch den Kunden selbst oder durch Dritte wie den Projektpartner Fraunhofer IFF möglich. Das IFF entwickelte in einem vollintegrierten Ansatz eine Software die mit Hilfe von KI den Wegezustand aus den Messlanzen-Rohdaten ableitet. Fazit: Mit dem iFOS-Sensorsystem erhält der Nutzer eine präzise, zuverlässige und anwenderfreundliche Lösung zur Bewertung des Wegezustands. Die Technologie spart Zeit und Ressourcen, indem sie es ermöglicht, fundierte Entscheidungen auf Basis genauer und relevanter Daten zu treffen. Der Anwender profitiert vom iFOS-Know-how und der innovativen Technik, um sein Wegezustandserfassung effizienter und erfolgreicher zu gestalten. Das Projekt IntelliWay wird mit Mittel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) unter dem Kennzeichen 2220NR051 A-H gefördert.



Matthias Nagel

nagel@intend.de, ist Leiter Kundenkommunikation und Netzwerke bei der Intend Geoinformatik GmbH in Kassel. **Thomas Lotz** ist dort Teamleiter IT Service. **Simon Baier** ist Mitarbeiter der iFOS GmbH.

Dr.-Ing. Ina Ehrhardt leitet am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF federführend die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zum Aufbau und zur Gestaltung biobasierter Wertschöpfungsketten.