

# KURZFASSUNG

## ANLAGE 2 ZUM SCHLUSSBERICHT

<b>Projektbezeichnung</b>	Digitalisierung der Planung und Prozesssteuerung für die Walderschließung auf Basis von Modellen und Algorithmen zur optimalen Ressourcenschonung
<b>Förderkennzeichen</b>	815 705
<b>Zuwendungsempfänger</b>	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
<b>Ausführende Stelle</b>	Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
<b>Vorhabenszeitraum des Projektes</b>	1. Januar 2017 bis 30. Juni 2019

## **Kurzfassung des wesentlichen fachlichen Inhalts des Schlussberichts**

Das Vorhaben *Gassenaufschluss 2.0* hatte das Ziel, zu einer deutlich verbesserten Erschließungsplanung und -durchführung beizutragen, indem Revierleitern und Forstunternehmen auf der Grundlage vorhandener, geodatenbasierter Informationen und mathematischer Optimierungs- und Bewertungsalgorithmen Hilfen angeboten werden. Die wesentlichen Schritte der Umsetzung und die erreichten Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

### **Methodische Grundlagen**

Um grundlegende Voraussetzungen für die Bearbeitung des Vorhabens zu schaffen, wurden im ersten Aufgabenschwerpunkt methodischen Grundlagen erarbeitet. Hierzu erfolgten Arbeiten zur Auswahl von Basisalgorithmen für die mathematische Modellierung sowie zur Aufarbeitung forstlicher Grundlagen für die Festlegung von Planungs- und Zielkriterien für die algorithmenbasierte Planung. Zeitgleich und in enger Abstimmung mit den Praxispartnern im Forstbetrieb Oberharz (Sachsen-Anhalt) erfolgte der Aufbau einer geeigneten Entwicklungs- und Testumgebung und deren Adaption an die Arbeits- und Systemwelt eines Revierleiters im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt.

### **Konzeption**

Aufbauend auf den theoretischen Vorarbeiten und methodischen Grundlagen erfolgte die Umsetzung der Modelle, Verfahren und Algorithmen für die beiden im Projekt zu unterstützenden, aufeinander aufbauenden Schritte im betrieblichen Prozess des Feinaufschlusses:

1. Planung des Feinaufschlusses durch Revierleiter und
2. Operative Steuerungsprozesse bei der Anlage von Rückegassen.

Für die Unterstützung beider Prozesse wurde zunächst eine Konzeption erstellt, die, aufbauend auf die beschriebenen SOLL-Prozesse, wesentliche Komponenten der Umsetzung definiert. Diese zunächst theoretisch-wissenschaftlich auf Basis der methodischen Grundlagen erstellte Konzeption wurde in einem iterativen Prozess mehrfach mit den Partnern des Landesforstbetriebs Sachsen-Anhalt an die Anforderungen und Bedingungen in den betriebspraktischen Abläufen angepasst und anschließend schrittweise umgesetzt. Eine fortlaufende Evaluierung der Teilergebnisse der Entwicklungsarbeiten diente der Verbesserung und Korrektur der Komponenten und Algorithmen. In ausgewählten Fällen war im Verlauf der Umsetzungsarbeiten ein Change-Management in Bezug auf die Priorisierung und Kapazitätsverteilung für die Entwicklungen im Rahmen des Projektes erforderlich, um eine spätere Einführung und Nutzung der Projektergebnisse sicherzustellen.

### **Entwicklung und Umsetzung der Revierleiterlösung**

Die Unterstützung für Revierleiter bei der Feinerschließungsplanung wurde als teilautomatisierter Prozess definiert, in dem der planende Revierleiter zunächst den Planungsfall digital beschreibt und geeignete Algorithmen ihn bei der Ermittlung aller zulässigen Planungsvarianten sowie der Auswahl der für den konkreten Fall

besten Variante unterstützen. Die Entscheidung über die im folgenden Schritt in die Praxis umzusetzende Variante obliegt letztlich dem Revierleiter.

Kurzfassung des wesentlichen fachlichen Inhalts des Schlussberichts

---

Im Rahmen der Umsetzung wurden Modelle, Verfahren und Algorithmen für die in der nachstehenden Abbildung dargestellten Komponenten entwickelt.



Abbildung 1: Schritte und Komponenten der algorithmenbasierten Planungsunterstützung des Revierleiters beim Gassenaufschluss.

Die entwickelten Komponenten wurden in Form eines Gasse2.0-Demos aufgearbeitet. Das Gasse2.0-Demo kann als ausführbare Datei auf einem Rechner installiert werden und präsentiert den auf Basis von Algorithmen möglichen Funktionsumfang einer Planungsunterstützung für Revierleiter.

## Entwicklung und Umsetzung der Lösung für Forstunternehmer

Die Zielsetzung bei der Planungsunterstützung für die Forstunternehmen war es, nicht nur erkennbar zu machen, ob der Fahrer mit seiner Maschine noch auf der geplanten Gasse fährt und den Gassenverlauf entsprechend dokumentiert, sondern insbesondere bei auftretenden Störungen und/ oder Abweichungen entsprechende Empfehlungen für den weiteren Arbeitsverlauf zu geben.

Die Lösung für Forstunternehmer wurde ebenfalls als teilautomatisierter Prozess konzipiert und umfasst drei Komponenten:

- Komponente 1: Planung übernehmen,
- Komponente 2: SOLL-IST-Vergleich und
- Komponente 3: Planung anpassen.

Für die Umsetzung der Lösung zur Unterstützung der operativen Ausführung von Gassenaufschlüssen in Form geeigneter Steuerungsmechanismen wurde aufbauend auf die Konzeption eine Demonstrationsumgebung aufgebaut. Diese Demonstrationsumgebung ist auf mobilen Geräten einsetzbar. Im Ergebnis der Entwicklungen für den Forstunternehmer stehen neben einer detaillierten Prozessbeschreibung zum Zusammenwirken von Forstbetrieb und Forstunternehmen im Prozess auch eine Festlegung der algorithmenbasiert zu unterstützenden Schritte bzw. Entscheidungen zur Verfügung. Die Algorithmen zur Unterstützung der Forstunternehmen sind, soweit diese sinnvoll umsetzbar waren, als Demonstrationsanwendung in eine Entwicklungs- und Testumgebung für den Forstunternehmer eingebettet.

Nach Auswertung der mit verschiedenen Testgeräten aufgezeichneten Bewegungsmuster hat sich ergeben, dass die Ungenauigkeit in den Lokalisierungsdaten noch zu groß für eine algorithmenbasierte Prüfung von Abweichungen im Gassenverlauf ist. Daher wird eine algorithmenbasierte Ermittlung von Abweichungen im realen Arbeitsverlauf einer Forstmaschine erst dann möglich, wenn die Lokalisierungsgenauigkeit in der Größenordnung von etwa einem Meter liegt.

Unabhängig von den dargestellten Herausforderungen bezüglich der Lokalisierungsgenauigkeit wurde im Projektverlauf das generelle Zusammenwirken zwischen Landesforstbetrieb und Forstdienstleister bzgl. des Auftrags zur Feinerschließung erprobt. Im Ergebnis wurde hierbei auf Möglichkeiten zur weiteren Umsetzung der entwickelten Algorithmen und die perspektivische Praxiseinführung einer Revierleiterlösung bei einer erfolgreichen Umsetzung laufender Aktivitäten im Forstbetrieb verwiesen.

## Ergebniszusammenfassung

Entsprechend dem Ziel, zu einer deutlich verbesserten Erschließungsplanung und -durchführung beizutragen, indem Revierleitern und Forstunternehmen auf der Grundlage vorhandener, geodatenbasierter Informationen und mathematischer Optimierungs- und Bewertungsalgorithmen Hilfen angeboten werden, können folgende Ergebnisse zusammengefasst werden:

- Es wurde die Möglichkeit geschaffen, richtungs- und technikabhängige Höhenhindernisse auf Basis des digitalen Geländemodells zu berechnen, zu visualisieren und für eine algorithmenbasierte Planung als ergänzende Datengrundlage zur Verfügung zu stellen.
- Es wurden Verfahren bereitgestellt, die die Erzeugung von Gassenetzvarianten mit mathematischen Optimierungsalgorithmen ermöglichen. Mit der Lösung werden mehr als 80 % der betrieblich auftretenden Fälle bei neu anzulegenden Gassenaufschlüssen abgedeckt.
- Algorithmen erlauben die Ermittlung und vergleichende Auswertung ökonomischer und ökologischer Auswirkungen verschiedener Gassenetzvarianten. Diese führen zu einer deutlichen Verbesserung im Planungsprozess für den Revierleiter und leisten einen Beitrag zur Sensibilisierung für planerische Entscheidungen.
- Ein Forstbetrieb kann die algorithmenbasierten Planungsunterstützung durch betriebsspezifische Einstellungen mit maximaler Flexibilität nutzen.
- Der erstellte Schulungsleitfaden für Revierleiter zur GIS-basierten Erstellung von Planungsgrundlagen ist für betriebliche Einführungen geeignet und entspricht den aktuellen Bedarfslagen sowohl im Anwendungsbetrieb des Projektes als auch in weiteren Forstbetrieben.
- Die Unterstützung für Forstdienstleister durch algorithmenbasierte Steuerungsmechanismen wurde konzipiert und umgesetzt, steht derzeit jedoch aufgrund technischer Restriktionen (GPS-Genauigkeit sowie mobiler Datenempfang auf der Fläche) noch vor Herausforderungen, die sich erst künftig lösen lassen.

Mit den entwickelten Verfahren kann im Ergebnis nicht nur die Effizienz im Planungsprozess erhöht, d.h. der Aufwand für Revierleiter gesenkt, sondern auch eine ökonomische und ökologische Bewertung der Planungen unter Berücksichtigung betriebsspezifischer Ziele verwirklicht werden. Damit wird gleichermaßen auch ein Beitrag zur Erhöhung der (langfristigen) Planungssicherheit und zur Sensibilisierung des Forstpersonals für Konsequenzen planerischer Entscheidungen geleistet.