

# AFoRS – Automatisierter Fotogrammetrischer Rohholz- Vermessungs-Service

Britt Foese, Enrico Gutzeit, Martin Müller, Jörg Voskamp

Scheller Systemtechnik GmbH  
Poeler Straße 85a  
23970 Wismar  
b.foese@scheller.de  
m.mueller@hcn-group.de  
{enrico.gutzeit, joerg.voskamp}@igd-r.fraunhofer.de

**Abstract:** AFoRS verkörpert einen Online-Service inklusive mobiler Endgeräte für den optimierten Datenaustausch entlang der Holzbereitstellungskette. Kernkomponenten von AFoRS sind eine Applikation für mobile Endgeräte zur Datenerfassung und -übertragung, die EIP Serviceplattform und ein Bildverarbeitungsframework zur automatisierten fotogrammetrischen Berechnung des Raumvolumens, der Festmeter, der Stammanzahl sowie der Stärkeklassenverteilung von Rohholzpoltern.

## 1. Einleitung und Motivation

Die Ansprüche im Forstsektor hinsichtlich AdHoc-Logistik, Ortung, Nachverfolgung, Datenverfügbarkeit und -qualität sind in den letzten Jahren enorm angestiegen. Im Rahmen des Forschungsprojektes AFoRS arbeiten die Scheller Systemtechnik GmbH (SST) und das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Standort Rostock, an der Konzeption, Umsetzung und Evaluierung eines neuartigen Vermessungsservices für Rohholzpolter. Durch AFoRS werden die Prozesse vom Wald ins Werk deutlich optimiert. Informationen können zeitnah abgerufen sowie an potenzielle Kunden weitergeleitet werden. Bei Differenzen zwischen dem Lieferanten und dem Käufer, steht mit AFoRS eine nachvollziehbare Bild- und Datendokumentation zur Verfügung.

Derzeit am Markt verfügbare Systeme für die fotooptische Berechnung von Poltern [Ha09] erfordern manuelle Bearbeitung zur Ergebnisermittlung, teure Hardware oder eignen sich nur bedingt für den großräumigen Einsatz. AFoRS grenzt sich durch die vollautomatische Berechnung und mobile Datenerfassungshardware in Form eines Smartphones von diesen Systemen ab und verfolgt über die reine Polterberechnung hinaus das Ziel, eine kollaborative Webplattform für den nahtlosen Austausch prozessrelevanter Daten zwischen allen Beteiligten der Wertschöpfungskette bereitzustellen. Notwendige Ausgangsdaten zur automatisierten Polterberechnung können beispielsweise mit geringem Mehraufwand vom Rucker via Smartphone erfasst werden. Der separate Prozess der manuellen Waldvermessung entfällt.

## 2. Problemstellung

Die für die fotogrammetrische Vermessung nötigen Fotoreihen einer Stirnseite des Polters sowie erforderliche Zusatzangaben werden mit Hilfe eines Kamerahandys erfasst. Durch softwareseitige Unterstützung des Anwenders wird sichergestellt, dass die Qualitätsanforderungen an die Fotos eingehalten werden. Zusätzliche Ansprüche an die mobile Anwendung sind die Positionserfassung des Polters sowie die Sicherung der Datensynchronisation mit dem AFoRS-Server unter Berücksichtigung fehlender oder abbreißender Datenverbindung im Wald.

Der AFoRS-Server stellt die auf den mobilen Geräten erfassten Daten nebst Ergebnissen aus der fotogrammetrischen Berechnung langfristig und nutzerbezogen zu Planungs-, Kontroll- und Angebotszwecken bereit. Zwischen den Benutzern, die sich aus verschiedenen Nutzergruppen entlang der Holzwertschöpfungskette zusammensetzen können, wird ein medienbruchfreier Informationsaustausch ermöglicht, wobei jedem Nutzer eine absolute Kontrolle über dessen Datenbestand eingeräumt werden muss.

Innovative Kernkomponente der Plattform ist die AFoRS-BV-Pipeline. Um aus einer Serie von Bildern einen Rohholzpolter fotogrammetrisch zu vermessen sind prinzipiell drei Herausforderungen zu lösen. So müssen alle Bilder in ein einheitliches Koordinatensystem transformiert werden, so dass jeder Pixel die gleiche Fläche überdeckt. Außerdem müssen die Bilder zueinander registriert und zusammengesetzt werden. Zu guter Letzt müssen die Stammschnittflächen im Bild segmentiert werden, um die Stammgröße und das Volumen zu bestimmen. Gerade die Segmentierung ist eine sehr große Herausforderung in der Bildverarbeitung, da die Stämme wenig Ähnlichkeit in Form und Farbe haben. So können Holzschnittflächen in Bildern schattiert, kaputt, verschmutzt oder auch teilweise mit Schnee bedeckt sein.

## 3. Das AFoRS-System

Zentrales Segment des Systems bildet der AFoRS-Server, der als Plugin für die von der Scheller Systemtechnik GmbH entwickelte Integrationsplattform EIP konzipiert ist. EIP stellt neben der Datenzugriffsschicht ein erweiterbares generisches Datenmodell zur Abbildung von Logistikprozessen. Der eingebettete AFoRS-Server kapselt die spezifische Anwendungslogik zur Nutzer-, Auftrags- und Polterverwaltung sowie die Datenbereitstellung für externe Systeme. Daneben sichert er den Austausch zu berechnender Polterbildserien und Ergebnisdaten mit der Bildverarbeitungs pipeline. Unter der vorgegebenen Zielsetzung der kollaborativen Nutzung des Systems mit verteilten Partnern, wurde zunächst eine Web-Anwendung favorisiert. Basis dessen bildet das Web-Framework Vaadin. Für die mobilen Clients bietet die Android-Plattform das richtige Verhältnis aus Funktionsumfang und verfügbarem Gerätespektrum.

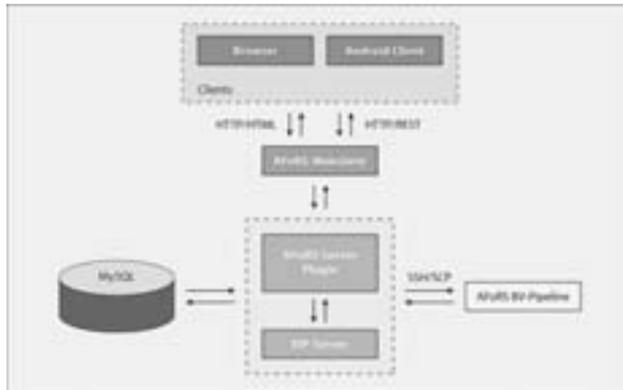


Abbildung 1: Systemarchitektur

### 3.1 Datenerfassung und Verwaltung

Um bei der Datenerfassung den Qualitätsanforderungen an die Fotos gerecht zu werden, wird die Kamera vor der Bildaufnahme automatisch mit den optimalen Einstellungen konfiguriert. Durch die Auswertung der Beschleunigungssensordaten wird der Anwender auf verwackelte und unscharfe Fotos hingewiesen. Ein Hilfsraster im elektronischen Sucher unterstützt bei der korrekten Ausrichtung der Kamera. Die Positionierung der Polter erfolgt durch GPS- bzw. Netzwerksignal zum Zeitpunkt der Bildaufnahme mit der Möglichkeit zur manuellen Korrektur auf einer Karte. Das Problem abreiender Datenverbindungen im Wald wurde durch paketorientierte Datentransfers gelöst, die eine Wiederaufnahme erlauben, ohne bereits übertragene Teile einer Datei erneut senden zu müssen. Nach vollständiger Übertragung wird die Berechnung vom Server angestoßen. Die erfassten Polter inkl. Berechnungsergebnissen stehen somit just-in-time auf der Plattform zur Verfügung und können für die Partner zur Einsicht freigegeben werden.

### 3.2 Bilddatenanalyse und Auswertung auf Basis von Kontextinformationen

Die Erforschung und Umsetzung der Algorithmen zur Auswertung der Bilddaten wurde vom Fraunhofer IGD vorgenommen. Dazu wurde für das AFoRS-System die in sich geschlossene AFoRS-BV-Pipeline entwickelt, welche parallel einkommende Bildserien von Rohholzpoltern abarbeitet. Als Eingang sind pro Polter frontale flächendeckende Bilder und Kalibrierungsdateien nötig, wobei das Ruttelma und die Länge der Stämme enthalten sein müssen. Der aktuelle Stand der Forschung liefert wenig Literatur im Bereich der Holzvermessung. In [Fi04] wird beispielsweise ein halbautomatischer Ansatz basierend auf aktiven Konturen beschrieben, wobei allerdings in jedem Stamm manuell ein Saatpunkt gesetzt werden muss. Folglich wurden zur Problemlösung gängige Algorithmen der Bildverarbeitung [Ja05] angepasst und Neue entwickelt. In 11 Modulen werden die Eingangsdaten sequenziell abgearbeitet. Ergebnisse der Berechnungen sind Volumen in Raum und Festmeter, sowie die Stammklassenverteilung. Im 1. Modul werden Marker im Bild detektiert. Die Bilder werden im 2. und 3. Modul bilateral gefiltert,

deren Randabschattung beseitigt und qualitativ untersucht. Die qualitativ verbesserten Bilder werden anschließend im 4. Modul segmentiert. Zur Trennung von Holz und nicht Holz Pixeln werden Kontextinformationen genutzt. Dazu wurden Stammdetektoren antrainiert. Mit Hilfe der Detektoren und der Vorinformation, dass zwischen den Markern Holz liegt, wird die ungefähre Vorder- und Hintergrundfarbe bestimmt. In einem zweistufigen Prozess [GOK09] wird jedes Bild segmentiert, wobei der Graph Cut Algorithmus von [BK04] adaptiert wurde. Im 5. Modul werden die Bilder im 3D-Raum zueinander registriert und in eine Reihenfolge gebracht. Die Bildverzerrungen werden im 6. Modul herausgereicht, wobei das Bild auf die frontale Polterebene abgebildet wird. In den rektifizierten und segmentierten Bildern werden im 7. Modul die Stämme mittels Blob-Extraktion in Kombination mit der Stammdetektion separiert. Die separierten Stämme und die ermittelten Polterhüllen aus dem 8. Modul werden im 9. und 10. Modul genutzt, um die Volumen und die Stammklassenverteilung zu ermitteln. Für den Endnutzer und zur Kontrolle der Ergebnisse werden abschließend im 11. Modul zusammengesetzte Bilder mit den Berechnungsergebnissen erzeugt.

## 4. Diskussion und Ausblick

Die Genauigkeit der einzelnen Module der AFoRS-BV-Pipeline ist mit verschiedenen Methoden ausgewertet worden, wobei manuell segmentierte Bilddaten genutzt wurden. Die Ergebnisse der gesamten Pipeline sind mit Daten aus anderen Vermessungsverfahren verglichen worden. Im Vergleich zeigt sich eine mittlere Abweichung bei optimalen Ausgangsbedingungen, die kleiner als 5% ist. Eine weitere Genauigkeitsverbesserung ist durch Integration von Algorithmen der 3D-Rekonstruktion im bestehenden System denkbar. Zudem sollen zukünftig die Funktionalitäten im Bereich der kollaborativen Nutzung des Systems und des optimierten Datenaustausches entlang der Wertschöpfungskette weiterentwickelt werden. Hierzu sind Forschungsaktivitäten im Rahmen des WoodWisdom-Net Projektes „WoodApps“ beabsichtigt.

## Literaturverzeichnis

- [BK04] Boykov, Y.; Kolmogorov, V.: An experimental comparison of min-cut/max-flow algorithms for energy minimization in vision; IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2004, vol. 26, pp. 359-374.
- [Fi04] Fink, F.: Foto-optische Erfassung der Dimension von Nadelrundholzabschnitten unter Einsatz digitaler Bildverarbeitender Methoden; Dissertation; Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwig-Uni Freiburg; 2004.
- [GOK09] Gutzeit, E.; Ohl, S.; Kuijper, A.; Voskamp, J.; Urban, B.: Setting Graph Cut Weights for automatic Foreground Extraction in Wood Log Images; International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, Angers 2010; pp. 60-67.
- [Ha09] Haase, H.: Die digitale Fotovermessung der Firma HedeDanmark A/S; Diplomarbeit; Fachbereich Wald und Umwelt der Fachhochschule Eberswalde, 2009.
- [Jä05] Jähne, B.: Digital Image Processing; Springer Verlag; Berlin Heidelberg; 6<sup>th</sup> edition, 2005.