

Einsatzmöglichkeiten von Laserscannern für Wald- und Landschaftsinventuren

Von Michael Thies, Barbara Koch und Heinrich Spiecker, Freiburg

In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt mit einer Laufzeit bis Oktober 2004 haben sich Unternehmen der Privatwirtschaft und die Forstwissenschaftliche Fakultät Freiburg, vertreten durch das Institut für Waldwachstum und die Abteilung für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme sowie die Landesforstverwaltung Baden-Württembergs zusammengeslossen. Gegenstand des „natscan“-Verbundes ist die Überprüfung und Anpassung der Möglichkeiten des Einsatzes moderner Laserscanner-Messverfahren für die Wald- und Landschaftsinventur.

Situationsanalyse

Planer und Entscheidungsträger auf staatlicher, kommunaler und industrieller Ebene sind in zunehmendem Maße auf aktuelle und präzise Informationen angewiesen, um zielsichere Weichenstellungen für die zukünftige Entwicklung einer Gemeinde, eines privaten Unternehmens oder einer staatlichen Forstverwaltung vornehmen zu können. Die dafür erforderlichen Kenngrößen werden gegenwärtig vorwiegend terrestrisch erfasst. Darüber hinaus werden optische Fernerkundungsdaten genutzt (Luftbilder, Satellitenbilder), die aber nur einen Teil der Informationsanforderungen liefern können und deren Erfassung stark wetterabhängig ist. Schließlich werden Informationen durch Fortschreibung älterer Inventuren gewonnen, mit den entsprechenden Einschränkungen in Bezug auf die Genauigkeit. Gestiegene Anforderungen an eine zeitnahe, effiziente und reproduzierbare Erhebung hochwertiger Daten und eine problemorientierte Datenverarbeitung erfordern neue schlüssige Konzepte im Bereich des Umweltmonitorings, mit denen auf Basis eines begrenzten Mitteleinsatzes eine vielseitige Verwendbarkeit der erhobenen Daten ermöglicht wird.

Aus dieser Situationsanalyse lassen sich die Anforderungen an ein integriertes Inventurkonzept ableiten. Die Daten sollten kostengünstig, detailgenau, objektivierbar und zeitnah erhoben werden. Darüber hinaus wird ein flexibles Inventurverfahren angestrebt, d.h. es sollte in Wäldern ebenso einsetzbar sein wie auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Da-

tenaufbereitung und die Datenauswertung einschließlich der kartografischen Darstellung mit weiterverarbeitender Software, wie Bildverarbeitungssoftware, CAD- oder GIS-Software, sollte ohne großen Aufwand möglich sein.

Projektziele und grundlegende Methoden

Die übergeordneten Zielsetzungen innerhalb des Verbundprojektes sind auf drei unterschiedlichen Ebenen angesiedelt (s. Tab. 1). Im Bereich der Hardware soll jeweils für bereits existierende terrestrische und flugzeuggetragene Laserscannersysteme die Präzision und die Messpunktdichte erhöht werden. Darüber hinaus soll der bisher ausschließlich im Innenbereich eingesetzte terrestrische Laserscanner an die besonderen Anforderungen im Freilandeinsatz angepasst werden. Der zu erwartende Datenumfang (der terrestrische Laserscanner ermöglicht zurzeit die Vermessung von bis zu 625.000 Raumpunkten je Sekunde) setzt ein effizientes Datenmanagement voraus. Im Rahmen des Projektes sollen verschiedene Systeme und Verfahren auf ihre Funktionalität geprüft werden.

Im Mittelpunkt der Arbeiten der beteiligten Institute steht die Umsetzung der Datenfülle in planungs- und entscheidungsrelevante Informationen. Dazu soll Software für die Objekterkennung und -klassi-

fizierung und die Visualisierung der abgeleiteten Modelle entwickelt werden. Abb. 1 zeigt exemplarisch das Reflektivitätsbild eines Einzelbaumes. Diese dem menschlichen Auge vertraute Darstellung wird unmittelbar aus den terrestrisch erhobenen Laserscannerdaten abgeleitet, wobei lediglich dunkle Flächen schwarz und helle Flächen weiß dargestellt werden. Ziel der Arbeiten des **Instituts für Waldwachstum** ist es, aus diesen Punktwolken, die durch kartesische Raumkoordinaten, den Reflektivitätswerten und zusätzlich erhobene Farbinformationen (durch einen CCD-Sensor) charakterisiert sind, Oberflächen einzelner Bäume zu extrahieren und mithilfe von geometrischen Körpern und dazugehörigen Oberflächenmustern darzustellen (s. Abb. 1 unten rechts). Diese Modelle ermöglichen z.B. eine dreidimensionale Darstellung aus verschiedenen Blickwinkeln oder die Ableitung von Durchmessern in verschiedenen Baumhöhen und dienen als Grundlage für die anschließende Datenaggregation (s.u.).

Die Daten des flugzeuggetragenen Laserscanners werden in der **Abteilung Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme** bildanalytisch ausgewertet. Über die Signallaufzeit werden aus flugzeuggetragenen Laserscannerdaten Entfernungen zwischen Objekt und Aufnahmesystem und schließlich Höhen abgeleitet. Daraus kann neben absoluten Höhen auch die Objektgeometrie beschreiben werden. Synchron zu den Laserscannerdaten werden während des Überflugs Spektraldaten aufgezeichnet. Für größere Landschaftseinheiten kann aus den genannten Datensätzen eine automatisierte Objektansprache und -beschreibung erfolgen. Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer flugzeuggetragenen Laserscanneraufnahme über einem Waldgebiet in der südlichen Oberrheinebene, in das eine Kläranlage eingebettet ist. Die Farbcodierung repräsentiert die Höhe

Tab. 1: Übergeordnete Ziele im Rahmen des „natscan“-Projektes

	Ziele:
Hardware	Verbesserung eines flugzeuggetragenen Laserscannersystems mit hoher Messpunktdichte
	Methoden zur Realisierung eines terrestrischen Laserscanners mit hoher Positioniergenauigkeit in Kombination mit einem integrierten CCD-Sensor
Software	Verfahrensuntersuchung zur Datenhaltung und -verknüpfung Konzeption von Algorithmen zur Mustererkennung, Visualisierung und Aggregation von Laserscannerdaten
Praxisbeispiele	Exemplarische, themenbezogene Auswertungen und Fehleranalysen

FR M. Thies ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg und Koordinator des Verbundprojektes „natscan“. Prof. B. Koch, Leiterin der Abteilung Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme und Prof. H. Spiecker, Direktor des Instituts für Waldwachstum, sind die verantwortlichen Projektleiter der Universität Freiburg.

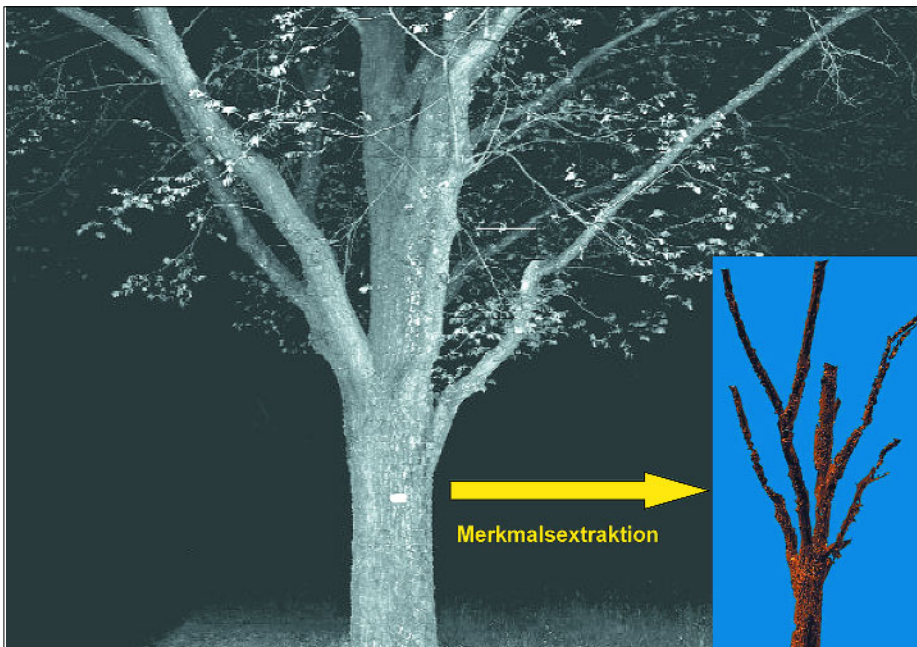


Abb.1: Reflektivitätsbild (aufbereitete Rohdaten) und abgeleitetes Modell eines Einzelbaumes

über dem Meeresspiegel jedes einzelnen Bildelements. Anhand dieser beispielhaften Visualisierung lässt sich das Potenzial der Laserscannerdaten gut erkennen.

Zur Sicherstellung der Praxisrelevanz der gewonnenen Informationen wurden weitere Partner in das Projekt integriert, für die Ansätze exemplarischer Datenauswertungen erstellt werden sollen und die ihrerseits Vergleichsdaten herkömmlicher Aufnahmen zur Überprüfung der Ergebnisse in das Projekt einbringen.

Zusammenarbeit im Projektverbund

Der Projektverbund im Überblick (s. Abb. 3) lässt sich in die Bereiche der Datengewinnung, Datenverarbeitung und der themenspezifischen Informationsbereitstellung und -nutzung gliedern. Die Datengewinnung erfolgt einerseits durch einen flugzeuggetragenen Laserscanner (**TopoSys GmbH/Ravensburg** [2]), bei dem für den im Rahmen des Projektes zu entwickelnden Versuchsaufbaus die Realisierung einer gleichförmigen Messpunktdichte von 0,4 m x 0,4 m bei einer Flughöhe von 1.000 m angestrebt wird. Andererseits werden terrestrische Detailscans ergänzt, die mit einem Laserscanner der Firma **Zoller&Fröhlich/Wangen i.A.** durchgeführt werden [1]. Dieser Laserscanner soll ein horizontales Sichtfeld von 360° mit > 10.000 Messpunkten abdecken und ein vertikales Sichtfeld von 150° mit mehr als 4.000 Raumrichtungen. Da die Daten georeferenziert erfasst werden, um eine Verschneidung der terrestrischen mit den vom Flugzeug aus gewonnenen Daten zu ermöglichen, erarbeitet die Firma **Micos GmbH/Eschbach** ein Positioniersystem, das neben der automatischen Nivellierung des terrestrischen Laserscanners dessen absolute Orientierung über ein GPS-System ermöglicht.

Die Analyse und Auswertung dieser Daten auf Grundlage der oben genannten Methoden erfolgt unter Federführung der beiden Einrichtungen der Universität Freiburg. Neben der Algorithmenentwicklung zur Mustererkennung und Objektklassifizierung steht die Ableitung von Anwendungsbeispielen im Mittelpunkt, die in Kooperation mit den unter [5] genannten Praxispartnern erfolgen. Im Einzelnen werden folgende Themen bearbeitet:

RWE AG

In Zusammenarbeit mit der RWE AG werden aus den Laserscannerdaten (vorrangig die aus der Luft gewonnenen Daten) grundlegende Informationen für die Unterhaltung und Pflege bestehender Stromleitungstrassen abgeleitet. Einerseits besteht ein Bedarf an exakten Topografieinformationen, die auch relevante Objekte wie Gebäude und Straßen im Bereich von Leitungstrassen einschließen und andererseits sind für das Biotopmanagement der Flächen unterhalb der Stromleitungen Informationen über den Bewuchs, den Abstand zwischen der Vegetation und den Stromleitungen und die Breite der Schutzstreifen unerlässlich. Die Ergebnisse sollen in einem VRML-lesbaren¹⁾ Format vorliegen.

Landesforstverwaltung Baden-Württemberg

Die Kooperation mit der Landesforstverwaltung Baden-Württembergs umfasst die Untersuchung einer Methode zur automatisierten Erfassung und Vermessung forstlich relevanter Parameter mit Hilfe der Laserscannertechnik. Zu diesem Zweck werden Daten von flugzeuggetragenen Laserscannern mit den terrestrisch erhobe-

¹⁾ Virtual Reality Modelling Language: ein Standardformat im WorldWideWeb, das es erlaubt, dreidimensionale Szenen darzustellen.

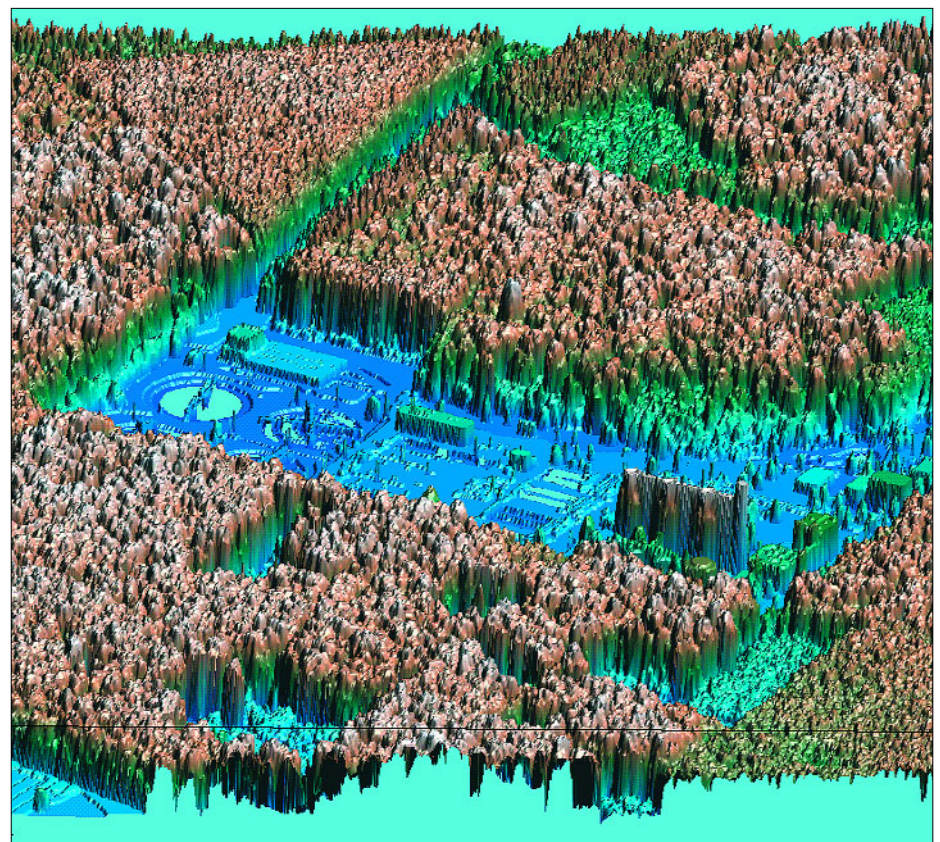


Abb.2: Ausschnitt eines Waldgebietes auf Grundlage eines flugzeuggetragenen Laserscanners nach Post-Processing

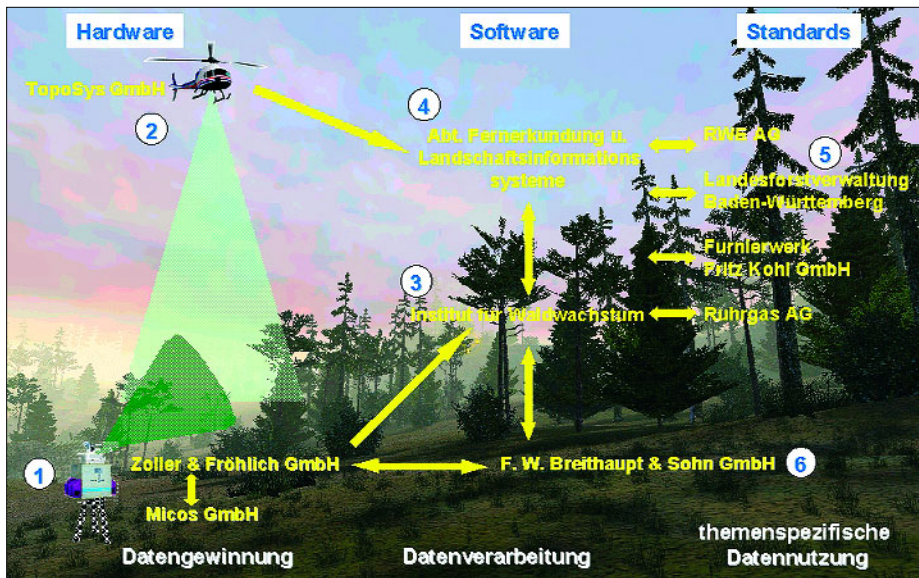


Abb. 3: Partnerverbindung und Projektstruktur

nen Daten verschnitten, sodass eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auch auf größere regionale Einheiten ermöglicht wird. Darüber hinaus soll eine Schnittstelle zum Forstlichen Geografischen Informationssystem (FOGIS) der Landesforstverwaltung geschaffen werden.

Furnierwerk Fritz Kohl GmbH

Die Erfassung von Merkmalen zur Gütesortierung an stehenden Bäumen auf Grundlage von terrestrischen Laserscannerdaten stehen im Mittelpunkt der Zusammenarbeit mit dem Furnierwerk Fritz Kohl GmbH/Karlstadt a.M. Für diese Fragestellung werden zunächst Einzelbäume der Baumarten Eiche, Buche und Kirsche stehend vermessen, dann eingeschlagen und zu Messerfurnier verarbeitet. Aus den Scans der stehenden Bäume lässt sich ein dreidimensionales Drahtmodell erstellen, in das die auf den digitalisierten Furnierblättern erkennbaren Holzfehler (z.B. Äste, Beulen etc.) eingepasst werden können, sodass unter Berücksichtigung der erhobenen Textur (Rindenmerkmale) auf die inneren Holzfehler geschlossen werden kann.

Ruhrgas AG

Zur Durchführung von Technikfolgenabschätzungen bei der Neuplanung von Gasleitungsstrassen sind auf effiziente Art und Weise erhobene 3D- Landschaftsmodelle für die Ruhrgas AG von großem Wert. In Kombination mit terrestrisch erhobenen Laserscannerdaten können Planungsalternativen simuliert und so bereits vor der Eröffnung des Verfahrens zur Beantragung einer neuen Gasleitungsstrasse konfliktminimierte Lösungen ausgearbeitet werden.

Innerhalb des Projektverbundes nimmt das auf geodätische Instrumente spezialisierte Unternehmen **F.W. Breithaupt & Sohn/Kassel** [6] eine Sonderstellung ein. Im Hinblick auf potenzielle Verwertungsmöglichkeiten der Ergebnisse über die Projektlaufzeit hinaus stellt das Unternehmen neben Anlagen zur Eichung der Hardware des terrestrischen Laserscanners umfangreiches Know-how in Bezug auf Gerätespezifikationen im Freilandinsatz und im Hinblick auf einen weltweiten Vertrieb möglicher neuer Vermessungsverfahren zur Verfügung.

Parallel zur schrittweisen Realisierung der Projektinhalte werden zusammen mit dem Projektträger, dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Möglichkeiten für weitere Anwendungsmöglichkeiten diskutiert. Beispielsweise soll der terrestrische Laserscanner auf einen fahrbaren Untersatz montiert werden, sodass ohne Teilsperren von Autobahnen die Vermessung des Lichtraumprofils von Autobahnbrücken ermöglicht wird und daraus abgeleitet eine Aussage über den geringsten Abstand zwischen Fahrbahnoberfläche und Brückenunterkante.

Ausblick

Aktuelle Informationen und einen Überblick über den jeweiligen Stand des Projektes können im Internet unter www.natscan.de abgerufen werden.

weitere Informationen (Kosten für Unterkunft) und Anmeldung bis zum 1.5.2002 über das Kirchliche Forschungsheim.

Veranstaltungen

Forstverein M-V

Am **23. Mai** findet die Jahrestagung und Hauptversammlung des Forstvereins Mecklenburg-Vorpommern e.V. in Rostock-Warnemünde statt. Als Vortrags- und Exkursionsveranstaltung steht sie unter dem Thema „750 Jahre Rostocker Stadtwald – Die Rolle des Kommunalwaldes in der modernen Gesellschaft“.

Auskunft: Forstverein Mecklenburg-Vorpommern, Vors. Dr. MANFRED SCHORCHT; Tel.: 0385/6700-171

Tagung Kirchenwald

Für alle am Kirchenwald interessierte Personen findet vom **5. bis 7. Juni** in Fischerbach (Mittlerer Schwarzwald) eine Tagung unter dem Thema „Naturkatastrophen und andere Einflüsse auf die künftige Waldbewirtschaftung“ statt. In Fachvorträgen und -diskussionen sowie während einer Exkursion zu den vom Orkan „Lothar“ gezeichneten Wäldern der Evangelischen Pflege Schönau stehen u.a. folgende Themen auf dem Programm:

- Die Evangelische Pflege Schönau, Abt. Forst
- Landeswaldpolitik und ihre Einflüsse aus Brüssel
- Weizen heizen!?
- „Lothar“ – und wie weiter?
- Bäume in der Bibel
- Der Wald in der Arbeit der agrarsozialen Beauftragten der EKD.

Weitere Informationen (Kosten für Unterkunft) und Anmeldung bis zum 1.5.2002 über das Kirchliche Forschungsheim.

Auskunft: Kirchliches Forschungsheim, W.-Weber-Straße 1a, 06886 Lutherstadt Wittenberg; Tel.: 03491/467092; Fax: 03491/400213; E-Mail: forschungsheim@kfh-wb.de

Nordischer Waldkongress

Forstfachleute der fünf nordischen Länder kommen schon seit mehr als einem halben Jahrhundert alle vier Jahre zum Nordischen Waldkongress zusammen. Vom **16. bis zum 19. Juni** findet der Kongress nach 16 Jahren Pause wieder in Finnland statt. Für den Kongress wurden 22 Exkursionen in verschiedenen Teilen Finnlands und seine Nachbarländer vorbereitet. Bei sieben von ihnen ist Englisch die Seminarsprache, auf den übrigen 15 Exkursionen wird Schwedisch gesprochen. Fast alle Exkursionen beginnen am Abend des 16.6. (Sonntag) mit einer Zusammenkunft der Teilnehmer. Den Abschluss des Kongresses (auch in englischer Sprache) bildet am Mittwoch dem 19.6. die Plenarversammlung in Helsinki.

Auskunft: www.smy.fi/nsu