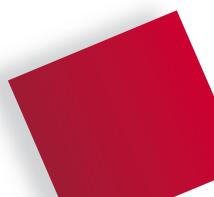
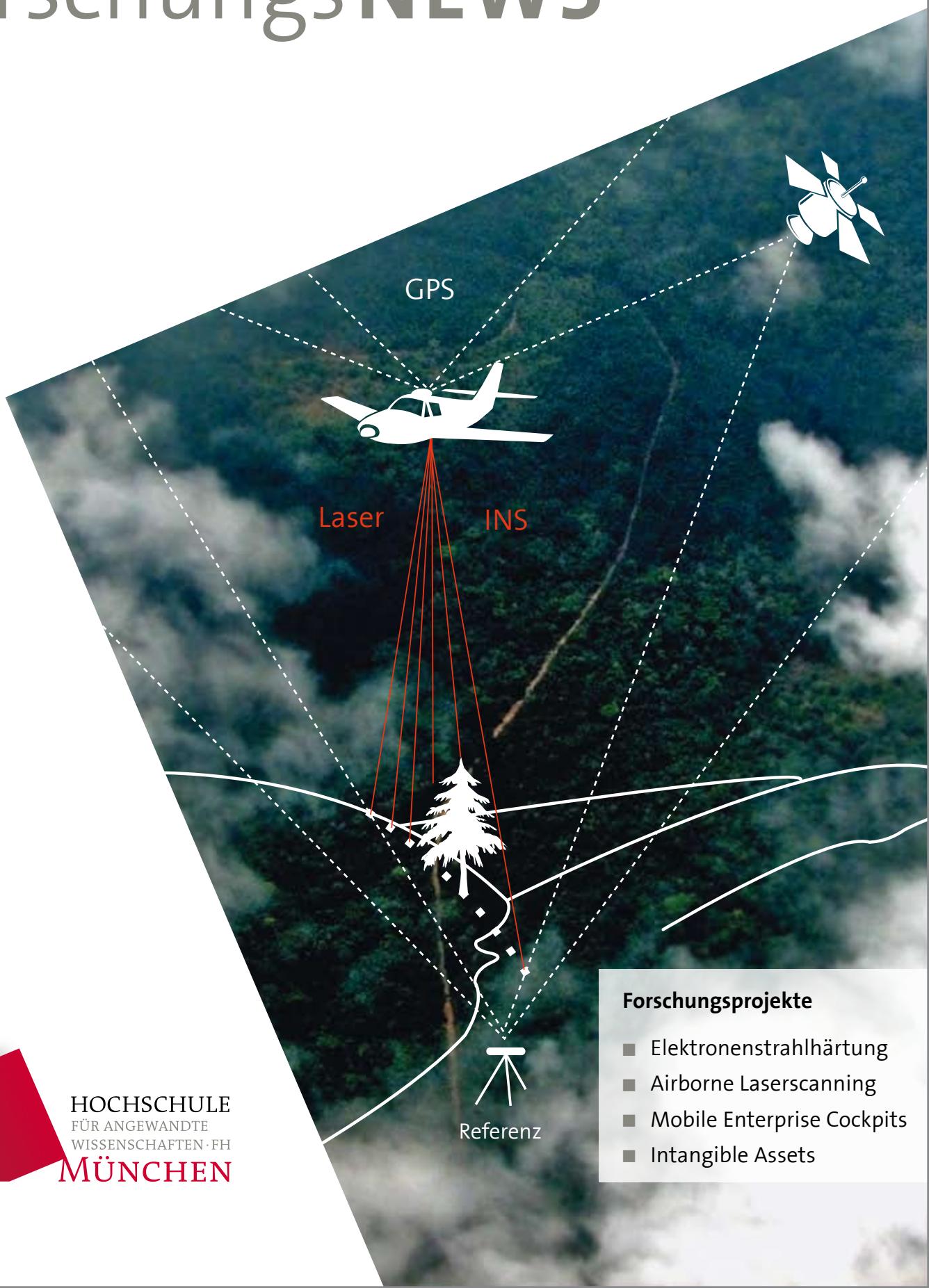


# forschungs NEWS



# VORWORT

## Neu im Team



Mit der Wahl von Prof. Dr. Michael Kortstock zum Präsidenten der Hochschule München und seiner Amtsübernahme im Oktober waren zwangsläufig weitere Veränderungen verbunden, so auch meine Nachfolge als Vizepräsidentin für Forschung und Entwicklung. Als Werkstoffwissenschaftlerin (TU Clausthal) mit zehnjähriger Industrieerfahrung bei einem großen bayerischen Automobilunternehmen wurde ich im April 2003 als Professorin für Angewandte Werkstofftechnik und Qualitätsmanagement an die Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen der Hochschule München berufen. Seit dem Sommersemester 2005 habe ich die Fakultät bei ihrem Prozess der Neugestaltung der Studiengänge zunächst als Prodekanin und ab Wintersemester 2007 als Dekanin begleitet.

Aus dieser Zeit weiß ich, wie wichtig Profilbildung für eine Hochschule ist. Um die Lehre am Puls der Zeit zu gestalten und den eigenen AbsolventInnen attraktive Abschlussarbeiten anbieten zu können, sind auch zukunftsweisende Forschungs- und Entwicklungsprojekte notwendig. Bei der Perspektive der Hochschule München über den Doppelstudienjahrgang 2011 hinaus sind Forschung und Entwicklung wesentliche Gestaltungsfaktoren, weswegen ich mich ganz besonders auf diesen interessanten und wichtigen Aufgabenbereich freue.

Dass die Hochschule München sehr vielseitig ist, wusste ich schon immer, trotzdem habe ich bei der Vorbereitung dieser Ausgabe völlig neue Forschungsgebiete kennen gelernt. Seien Sie so wissbegierig und offen wie ich und lassen sich in die spannende Welt neuartiger Unternehmenswerte, Trend setzender Informationstechnologien, neuer Druck- und richtungsweisender Geoerfassungstechniken entführen. Zusätzlich erhalten Sie einen Überblick über die neuesten Erfolge der Hochschule München auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung.

Viel Spaß beim Lesen,

Prof. Dr. Christiane Fritze  
Vizepräsidentin der Hochschule München

## BERICHTE AUS DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG

### Elektronen – kleine Energieträger mit großer Wirkung

**Prof. Dr. Dirk Burth**  
Fakultät für Versorgungs- und Gebäudetechnik,  
Verfahrenstechnik, Druck- und Medientechnik



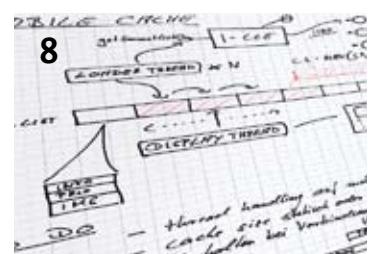
### Die Hilfe aus der Luft – Waldinventur durch Airborne Laserscanning

**Prof. Dr. Peter Krzystek**  
Fakultät für Geoinformation



### Mobile Enterprise Cockpits

**Prof. Dr. Peter Mandl**  
Fakultät für Informatik und Mathematik



### Verborgene Werte hinter den Bilanzen

**Prof. Dr. Winfried Schwarzmann**  
Fakultät für Betriebswirtschaft



## NEUES IN KÜRZE

12

## Elektronen – kleine Energieträger mit großer Wirkung

Prof. Dr. Dirk Burth

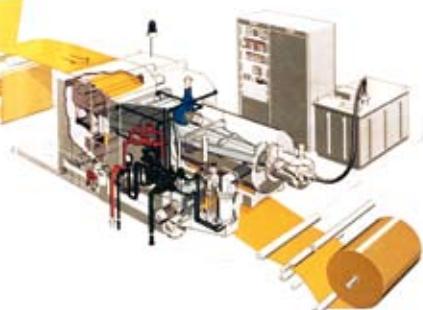
Fakultät für Versorgungs- und Gebäudetechnik,  
Verfahrenstechnik, Druck- und Medientechnik

*Was haben ein Elektronenstrahler und ein Fernsehgerät gemeinsam?*

*Aufklärung gibt es im Labor von Prof. Dr. Dirk Burth.*

*Hier dreht sich zurzeit alles um Elektronenstrahlhärtung.*

*Diese Energie sparende und umweltfreundliche Technologie wird zur chemischen Trocknung von Lacken, Farben und Klebstoffen in der Druckindustrie eingesetzt.*



Elektronenstrahl-Druckmaschine

Die Entscheidung war nicht leicht. Auf die Frage, welches Forschungsprojekt dieser Artikel zum Inhalt haben sollte, hatte Prof. Dr. Dirk Burth gleich mehrere im Kopf. Beim aktuellsten handelt es sich um die Forschungsarbeiten zum Elektronenstrahler-Drucksystem, und darauf fällt letztendlich seine Wahl. Aus gutem Grund. «Zwar ist es eigentlich kein neues System, Elektronenstrahler gab es auch schon in den Siebzigern», erklärt Professor Burth. «Aber momentan ist das Thema wieder in aller Munde. Und außerdem hat sich in den letzten Jahrzehnten technisch ja einiges getan.»

Und das stimmt. Füllten die Ungeüte von damals noch halbe Maschinenhallen, so wird derzeit in der Hochschule München daran gearbeitet, neben der Verfeinerung der gesamten Technik auch die Größe des Elektronenstrahlers in den Griff zu bekommen. «Stünde hier in diesem Büro ein Strahler von früher, hätten wir jetzt kaum noch Platz», lacht Burth und misst den Raum mit den Augen ab. «Unser Elektronenstrahler soll nur noch etwa so breit wie der Tisch sein, an dem wir sitzen, also etwa einen halben Meter.»

Die Elektronenstrahlhärtung wird zur chemischen Trocknung von Lacken, Farben und Klebstoffen in der Druckindustrie eingesetzt. Die weitere

Entwicklung dieser Energie sparenden und umweltfreundlichen Technologie möchte Professor Burth im Rahmen des Forschungsauftrags mit Hilfe von 21 Kooperationspartnern aus allen relevanten Bereichen der Prozesskette vorantreiben. Derzeit befindet sich das Projekt in der wichtigen Phase der Strahlerkonstruktion. Tests werden dabei am laufenden Band gefahren: Wie stark muss der Elektronenstrahler bei verschiedenen Geschwindigkeiten sein? Wie können eventuelle Substratschädigungen ausgeschlossen werden? Wie kann die Beschaffenheit des Elektronenaustrittsfensters verbessert werden? Welche Rohstoffe sollen für die Druckfarben verwendet werden? Um diese Fragen beantworten zu können, wird ein Laborstrahler gebaut, der mit einem Analysegerät gekoppelt ist. So können sämtliche Reaktionen *in situ* verfolgt und ausgewertet werden.

Doch wie kann man sich solch ein hochpräzises und technisch ausgefeiltes Gerät im Detail vorstellen? «Im Prinzip ist die Funktionsweise eines Elektronenstrahlers auch nicht anders als bei einem Fernseher», erläutert Dirk Burth. Ziel des Forschungsprojektes ist es, ein ganzheitliches Elektronenstrahler-Drucksystem zu entwickeln, das erstmalig den Einsatz der Elektronenstrahlhärtungstechnologie in allen Flexo-, Sieb- und Rollenoffset-Druckverfahren ermöglicht. Hierfür wird eine hauchdünne, extrem



chemikalien- und temperaturbeständige Folie (z.B. aus Titan) benötigt. An der Hochschule München ist es bereits gelungen, Folien in einer Dicke – oder besser Dünne – von 7 µm herzustellen. Auch an einer Weiterentwicklung hinsichtlich innovativer Materialien wie beispielsweise Glas wird mit Hochdruck gearbeitet. Eine derartige Folie bestimmt an ihrem Einsatzort, dem Elektronenaustrittsfenster, wie hoch die kleinstmögliche Beschleunigungsspannung ist. Diese Größe wird als Mindestbeschleunigungsspannung bezeichnet und ist notwendig, damit die Elektronen noch nach dem Durchtritt durch das Strahlerfenster und den darauf folgenden Luftspalt auf das zu härtende Material gelangen. Die Energie, die die Elektronen dort abgeben, ist die Strahlungsdosis, die mit speziellen Messfolien gemessen wird.

Besonders im Verpackungs- und Etikettendruck sieht Professor Burth die Zukunft dieser Technologie. Gegenüber anderen Verfahren wie etwa der UV-Härtung zeichnet sie sich durch mehrere Vorteile aus: Farben oder Lacke, die Elektronenstrahl-gehärtet werden, sind außergewöhnlich chemikalienbeständig und hart, ein Pluspunkt beim Einsatz bei Industrieanwendungen. Außerdem liegt der Energieverbrauch um 70% unter dem der UV-Härtung. Durch die geringe Wärme während des Prozesses werden auch sehr temperaturempfindliche

Substrate wie Schrumpfetikettenfolien oder sehr dünne Folien aus orientiertem Polypropylen verarbeitbar. Zudem können extrem dunkle bzw. dicke Schichten vollständig durchgehärtet werden, was mit UV-Strahlern nur begrenzt möglich ist. Diese bewerkstelligen kaum die Trocknung von Schichten, die dicker sind als 8 µm. Ein äußerst wichtiger Vorteil der Elektronenstrahlranlage ist ihre lange Lebensdauer und der sehr geringe Wartungsbedarf. Relativ häufige Strahlerwechsel wie bei UV-Anlagen sind hier nicht nötig.

Der größte Wermutstropfen sind derzeit noch die Kosten für ein solches Gerät. «Aber die», da ist sich Burth sicher, «können durch entsprechende Überarbeitung der einzelnen Faktoren wie beispielsweise des Trafos oder der Bleumanntelung (notwendig wegen der Röntgenstrahlung) noch deutlich gesenkt werden». Wenn die Beschleunigungsspannung vermindert werden kann, muss die Abschirmung nicht mehr so aufwändig sein und der Strahler kann insgesamt viel kompakter ausgelegt werden. Und auch der Trafo kann dann als Standardgerät auf dem Markt eingekauft und muss nicht – wie bisher – als teure Einzelanfertigung eingesetzt werden. Einem flächendeckenden Einsatz dieser hochintelligenten Technologie steht dann wohl nichts mehr im Wege.

*Annette Glaswinkler*

#### Projektpartner

- Universität Stuttgart
- Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg
- Universität Karlsruhe
- Bischoff International AG
- ESE Embedded System Engineering GmbH
- Hornberger Druck GmbH
- Polytype Converting AG
- Tesa AG
- Zeller + Gmelin GmbH Co. KG
- Electron Crosslinking AB
- Epple Druckfarben AG
- KE Technologie GmbH
- Schreiner Group GmbH & Co. KG
- Thieme GmbH Co. KG
- Eltex Elektrostatik GmbH
- Heidelberger Druckmaschinen GmbH
- Linde AG
- Taubert Wilhelm GmbH
- Verband der Hersteller selbstklebender Etiketten und Schmalbahnkonverter e.V.

#### Projektträger

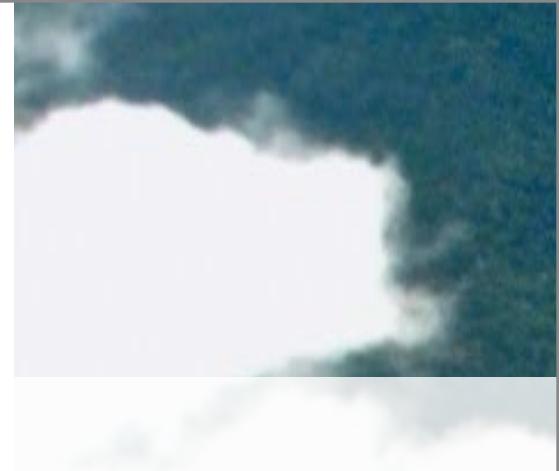
VDI/VDE/IT

#### Förderprogramm

Programm zur «Förderung von innovativen Netzwerken» (Innonet)

#### Zuwendungsgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie



## Die Hilfe aus der Luft – Waldinventur durch Airborne Laserscanning

Prof. Dr. Peter Krzystek  
Fakultät für Geoinformation

*Ökologische Gesichtspunkte erfordern immer mehr Daten über Schäden in der Umwelt. Für das besonders schwierig zu erfassende Problem der Waldschäden hat Prof. Dr. Peter Krzystek in interdisziplinärer Zusammenarbeit ein hocheffektives System mittels Laserscanning erarbeitet.*

Den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen. So lautet eine bekannte Redewendung. Würde sich Prof. Dr. Peter Krzystek von der Fakultät für Geoinformation nicht bereits seit geraumer Zeit mit Forschungsprojekten wie dem Airborne Laserscanning beschäftigen, müsste er dieses Idiom wohl «umdrehen»: den Baum vor lauter Wald nicht sehen. Aber dank neuester Technologie und seiner Forschungsarbeit muss sich Professor Krzystek auch darüber nicht länger den Kopf zerbrechen. Denn jetzt gibt es eine Methode, die mit hoher Wahrscheinlichkeit den einzelnen Baum durch Airborne Laserscanning aus der Luft erkennen und kategorisieren kann. Was hier so kurz und knapp in einem Satz zusammengefasst ist, ist in Wirklichkeit schon ein wenig komplexer.

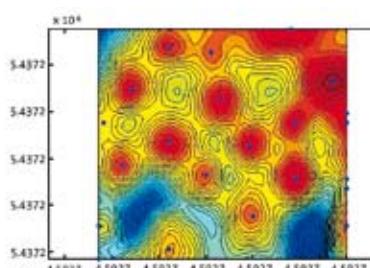
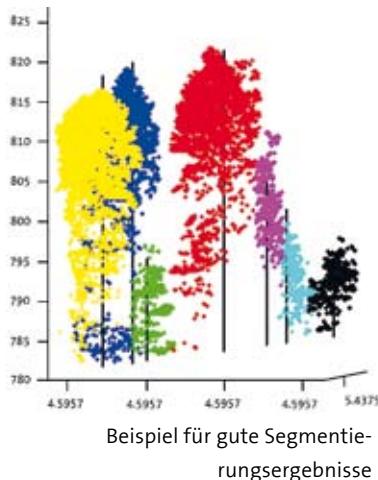
### Die Methode bisher

Bislang werden Waldinventuren vor Ort in ausgewählten Punkten zu Fuß durchgeführt. Man unterteilt die Waldfläche in ein quadratisches Gitternetz mit einer Größe von 200 m x 200 m. Darin werden so genannte Probekreise angelegt, innerhalb derer relevante Parameter wie Bauposition, Baumhöhe, Baumart und -alter, Verjüngung etc. durch tatsächliche Begehung vor Ort erfasst werden. Wichtig sind die Ergebnisse einer Aufzeichnung von Waldstrukturen etwa für die Bewirtschaftung, für Planung und Management, für die Bewertung der Diversität von Wäldern, aber auch für weitere Waldforschung. Im Verhältnis zum Aufwand kann mit dieser Variante der Waldinventur aber nur eine relativ geringe

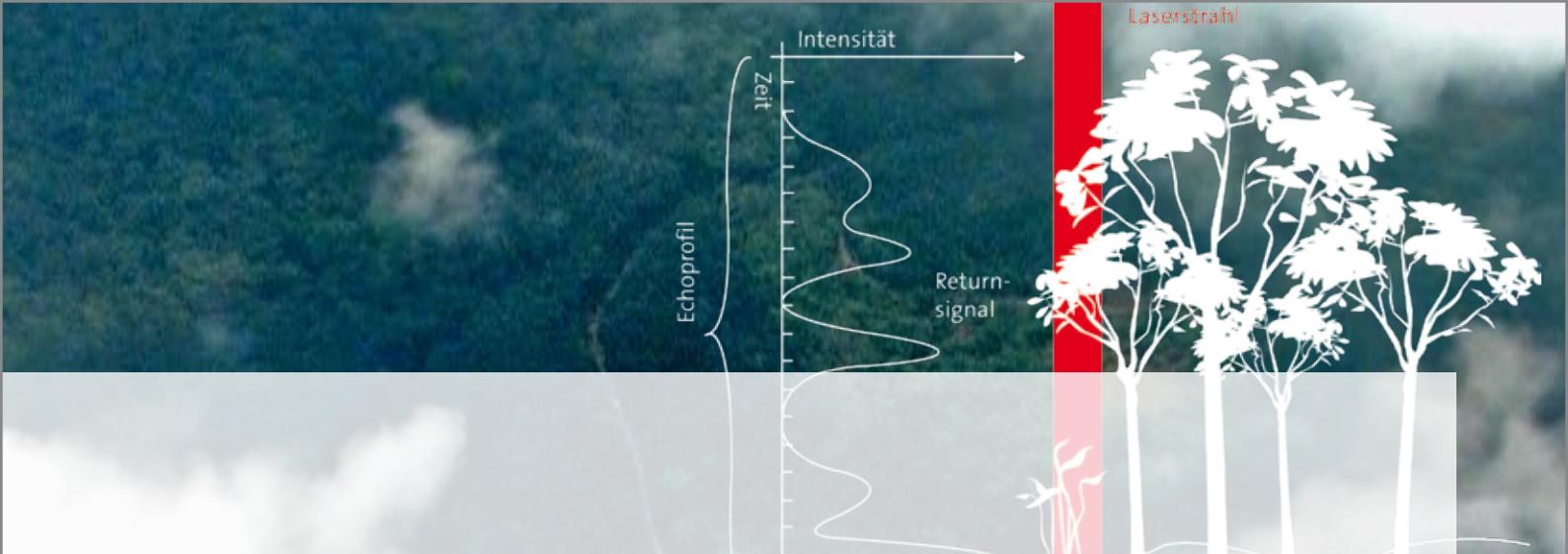
Effizienz erlangt werden: Es ist viel Personal notwendig, was unmittelbar hohe Kosten nach sich zieht. Außerdem werden flächendeckende Informationen nicht direkt durch Einzelbaummessungen gewonnen, sondern es werden statistische Verteilungen der Waldparameter berechnet. Gerade für großflächige und schlecht zugängliche Gebiete wie den Nationalpark Bayerischer Wald, der Krzystek und seinem Team als «Forschungsobjekt» dient, erweist sich diese Methode als wenig geeignet.

### Airborne Laserscanning und Full Waveform

Airborne Laserscanning ist bereits seit rund 15 Jahren zur automatischen Erfassung von Geodatenbeständen im Einsatz. Ursprünglich war diese Methode lediglich für die kostengünstige Vermessung des Waldbodens bestimmt. Doch schnell hat sich die Technik auch in anderen Anwendungsbereichen etabliert. So sind neuartige Full Waveform-Scanner in der Lage, sämtliche Reflektionen als Ergebnis zu liefern, während die konventionelle Laserscanning-Technik nur den ersten und/oder letzten Empfangsimpuls abbildet. Die Messdichte wird dadurch um das Zwei- bis Dreifache höher und die Messpunkte sind räumlich besser verteilt. Mit einer enormen Dichte von ca. 25 Punkten pro m<sup>2</sup> können beispielsweise auch kleine Bäume, die sich unterhalb ihrer größeren Artgenossen befinden, zielgenau erfasst und gescannt werden. Selbst bei dichter Bewaldung oder bei relativ undurchlässiger Belaubung in den Sommermonaten erzielt die



Zuordnung der Baumstammpositionen



Full Waveform-Methodik zuverlässige Ergebnisse. Aus einer Flughöhe von etwa 400 m kann ein Quadratkilometer in ca. 15 Minuten «abgetastet» werden. Dabei wird das entsprechende Waldstück in einem Winkel von maximal 60° erfasst.

Die größte Herausforderung war es, Methoden zu entwickeln, die den hohen Informationsgehalt der neuartigen Daten vorteilhaft nutzen können. Konventionelle Methoden reduzieren das komplexe 3D-Objekt Wald auf ein 2D-Modell und bringen den Vorteil der Full Waveform-Technik nicht zur Geltung. Es können nur die dominanten Bäume erkannt und charakterisiert werden. Kleinere Bäume und Verjüngungen werden ignoriert.

Doch auch hierfür fand sich eine Lösung. Unterstützung erhielt Professor Krzystek hierbei aus den eigenen Reihen, nämlich von der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München. Im Team mit Prof. Dr. Claudius Schnörr und Dipl. Ing. Josef Reitberger, der das Forschungsprojekt seit drei Jahren betreut und zu diesem Thema eine kooperative Promotion an der TU München durchführt, wurde ein neues 3D-Segmentierungsverfahren entwickelt. Damit wird es möglich, einzelne Bäume dadurch zu separieren, dass die Ähnlichkeiten zwischen den Segmenten minimiert und innerhalb der Segmente maximiert werden. «Der durchschlagende Erfolg bei der Detektionsrate von Einzelbäumen hat uns dazu

veranlasst, uns dieses hervorragende System patentieren zu lassen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit hat hier beeindruckende Früchte getragen.» freut sich Peter Krzystek. Großen Eindruck haben zwei Vorträge in Peking hinterlassen, die Krzystek und Reitberger im Juli 2008 zu diesem Thema gehalten haben. «Ich glaube», erzählt der Wissenschaftler schmunzelnd, «die internationalen Kollegen haben sofort danach den konventionellen Watershed-Algorithmus, der ja nur die Oberflächeninformation nutzt, abgeschafft.»

Was hier an der Hochschule München als Nächstes ansteht, weiß Professor Krzystek heute schon ganz genau. In enger Kooperation mit dem Nationalpark Bayerischer Wald wird die Methodik auf einer größeren Fläche angewandt, um einen definitiven Nachweis für die allgemeingültige Funktionalität erbringen zu können. Außerdem soll die richtungweisende Technologie Airborne Laserscanning und Full Waveform weiterentwickelt und somit für andere Bereiche anwendbar gemacht werden. Künftig könnten dann etwa Baumarten noch besser differenziert oder in Verbindung mit entsprechender Sensortechnologie z.B. Vitalitätszustände erkannt werden. In jedem Fall arbeiten Krzystek und Reitberger schon am Nachfolgeprojekt, das genau diese Entwicklung zum Thema hat: die Kombination aus Full Waveform Laser-scanning und Hyperspektraldaten. Die Zukunft hat also bereits begonnen.

*Annette Glaswinkler*



Prof. Dr. Peter Krzystek und Josef Reitberger (v.l.)

#### Projektpartner

- GeoLas Consulting
- TopScan GmbH
- Hochschule für Technik Stuttgart
- Universität der Bundeswehr München
- University of Calgary
- Landesvermessungsamt Baden-Württemberg
- Landesamt für Vermessung und Geoinformation München
- Competence Center Bildverarbeitung München

#### Projektträger

Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen «Otto von Guericke» e.V. (AiF)

#### Förderprogramm

Forschung an Fachhochschulen mit Unternehmen (FHprofUnd), Förderrunde 2008

#### Zuwendungsgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung

## Impressum

### **Herausgeber**

Prof. Dr. Michael Kortstock  
Präsident der Hochschule München

### **Presserechtlich Verantwortliche**

Prof. Dr. Christiane Fritze  
Vizepräsidentin

### **Redaktion**

Christina Kaufmann  
Dr. Jürgen Meier  
Dr. Eva Schlosser

**Hochschule München**  
**Lothstraße 34**  
**80335 München**  
**www.hm.edu**

### **Druck**

Joh. Walch, Augsburg

### **Gestaltung**

Monika Moser

### **Bilder**

Soweit nicht anders gekennzeichnet:  
Hochschule München, Nora Frohmann