

Satellitengestützte Fernerkundung: Praxistaugliche Informationen für die Zukunft

Neue Fernerkundungsprojekte an der LWF

A. Wallner, M. Immitzer, V. Koch, K. Einzmann, N. Pinnel, C. Atzberger, M. Frost, M. Kanzian, A. Müller, P. Reinartz und R. Seitz

Seit Jahren greifen die Fernerkundungsexperten der LWF zur Erfassung von forstlichen Parametern zu digitalen Luftbildern. Diese liefern preiswerte, hochaufgelöste Informationen. In letzter Zeit werden zunehmend forstliche Informationen auf größerer Maßstabsebene bis hin zur Gesamtfläche Bayerns benötigt. Die hierfür notwendigen Bilddaten können Satellitensysteme liefern. Diese bieten durch ihre großflächigen Abbildungsformate und hohe Wiederholungsfrequenz große Vorteile. Nachteilig ist die im Vergleich zu flugzeuggetragenen Sensoren geringere räumliche Auflösung. Zukünftige Satellitensysteme werden im Rahmen von EU-Initiativen Daten liefern, die den Verwaltungen kostenlos zur Verfügung stehen. An der LWF hat sich ein kompetentes, länderübergreifendes Konsortium aus Wissenschaft und forstlicher Praxis im Rahmen von fünf Forschungsprojekten vereint, um die Möglichkeiten der Bereitstellung großflächiger Datengrundlagen unter anderem für forstliche Planungsaufgaben zu untersuchen.

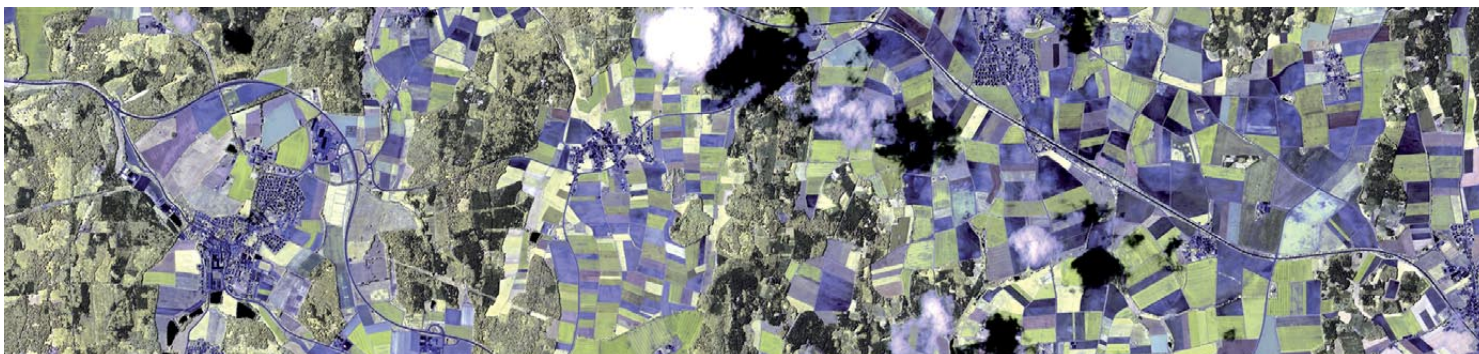
Internationale Projektpartner sind mit im Team

Die Fernerkundungsprojekte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) verfolgen das Ziel, möglichst viele der von der forstlichen Praxis benötigten Informationen über die Waldfläche effizient und nachhaltig zu erfassen. Hierzu ist der Zusammenschluss von wissenschaftlichen Institutionen und forstlichen Praktikern von größter Bedeutung. Damit kann die Praxistauglichkeit der entwickelten Verfahren gewährleistet werden. Das gewählte deutsch-österreichische Projektkonsortium setzt sich aus den folgenden Partnern zusammen:

- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF): Abteilung Informationstechnologie
- Bayerische Staatsforsten AÖR (BaySF): Bereich Informations- und Kommunikationstechnik
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) – Abteilung Landoberfläche, Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF) – Abteilung Photogrammetrie und Bildanalyse

- Österreichische Bundesforste AG (ÖBf)
- Universität für Bodenkultur, Wien (BOKU): Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL)

Abbildung 1: Der Satellit WorldView-2 (rechts) liefert aus einer Höhe von etwa 770 km Bilder in einer Auflösung von 0,5 m bis 2 m. (unten): WorldView-2 Szene aus dem Bereich Monheim (Schwaben), dargestellt in den Spektralbändern Near Infrared 2, Near Infrared 1 und Red Edge



Welche Forschungsziele sollen erreicht werden?

In den kommenden drei Jahren ist eine Erfassung großräumiger Aussagen über die Baumartenverteilung in Bayerns Wäldern und über ihren Gesundheitszustand vorgesehen. Darüber hinaus sollen auch dendrometrische Kenngrößen wie Beschirmungsgrad, Baumhöhen und Lückigkeit etc. erfasst werden. Mit diesen Ergebnissen sollen die Aussagefähigkeit von Großrauminventuren wie zum Beispiel der Bundeswaldinventur (BWI) gesteigert und Vitalitätsuntersuchungen wie beispielsweise die Waldzustanderhebung (WZE) unterstützt werden. Für die Erreichung der Vorhaben kommen neben Hyperspektraldaten und Landsat-Szenen vor allem auch WorldView-2 Daten zum Einsatz. Dieser kommerzielle Satellit liefert seit Anfang 2010 räumlich hochauflösende Daten in acht Spektralkanälen (Abbildungen 1 und 2). Bei senkrechter Aufnahme beträgt die Bodenauflösung des panchromatischen Kanals 50 cm und die der multispektralen Kanäle 200 cm. Zusätzlich zu den vier üblichen Kanälen – Blue, Green, Red und Near Infrared 1 – stehen vier weitere Kanäle – Coastal, Yellow, Red Edge und Near Infrared 2 – zur Verfügung, die ein großes Potenzial für vegetationskundliche Fragestellungen versprechen.

Abgrenzung und Identifikation von Baumarten (Pilotstudie TreelDent)

Anknüpfend an die positiven Erfahrungen des IVFL (Wien) mit der kleinräumigen Klassifikation von Einzelbäumen auf Basis von WorldView-2 Daten (Immitzer et al. 2012a und 2012b) wurde in dieser bereits abgeschlossenen dreimonatigen Pilotstudie eine flächendeckende Umsetzung untersucht. Ziel war die Entwicklung eines semi-automatischen, computergestützten Verfahrens zur Identifikation der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche aus WorldView-2 Daten. Ein solches Verfahren ist für das weiter unten beschriebene Folgeprojekt TreeIdent Fi/Kie unabdingbar.

In der Pilotstudie wurden drei unterschiedliche Verfahren getestet. Zwei Untersuchungsgebiete wurden analysiert: Traunstein (Oberbayern) und Rosalia (Niederösterreich). Von diesen Gebieten waren sowohl aktuelle WorldView-2 Szenen vorhanden als auch ausreichend Referenzinformationen. Der erste Ansatz untersuchte die Brauchbarkeit der Reflexionsinformation einzelner Pixel. Für die beiden anderen Ansätze wurden dagegen objektbasierte Verfahren untersucht. Hierfür wurden einerseits regelmäßige Objekte in Form eines Rasters abgegrenzt, andererseits wurden Objekte durch eine automatisierte Segmentierung erzeugt (Software Trimble eCognition). Die Größe der Objekte war so gewählt, dass mehrere benachbarte Bäume derselben Baumart möglichst zusammen, als Bestände oder Teile von Beständen, abgegrenzt wurden.

Da für das Folgeprojekt TreeIdent Fi/Kie eine flächendeckende Klassifizierung der WorldView-2 Szenen unabdingbar ist, wurden zu den oben genannten Hauptbaumarten – abhängig vom Gebiet – weitere Baumarten ins Modell mitaufgenommen. Zusätzlich wurden die Klassen Straße, Wiese und offe-

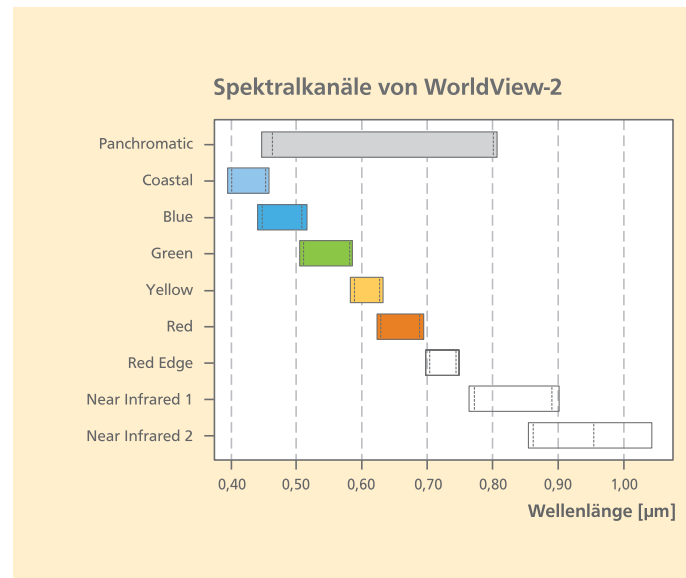


Abbildung 2: Die spektralen Bänder des WorldView-2 Satellitensystems (Immitzer et al. 2012 b)

ner Boden hinzugefügt. Die Klassifikation erfolgte mit Random Forest (RF), einem nichtparametrischen Klassifizierungsverfahren, welches auf einer Vielzahl von Entscheidungsbäumen aufbaut (Breiman 2001). Die objektbasierten Verfahren zeigten dabei mit Gesamtgenauigkeiten um 90 % deutlich bessere Ergebnisse als der pixelbasierte Ansatz (Gesamtgenauigkeit 73 %). Die durch Segmentierung erzeugten Objekte zeichneten sich bei der flächendeckenden Anwendung durch eine höhere Klassenreinheit aus, wodurch diesem Ansatz, trotz höherer Bearbeitungsintensität, der Vorzug für die weiteren Arbeiten gegeben wird (Immitzer und Atzberger 2013).

Flächendeckende Kartierung der Fichten- und Kiefern-Vorkommen in Bayern (TreelDent Fi/Kie)

Das 13-monatige Projekt zur Identifikation anpassungsnotwendiger Fichten- und Kiefernbestände auf Basis von digitalen Standortinformationen und Satellitendaten mit dem Kürzel »TreeIdent Fi/Kie« dient der bayernweiten Erfassung von Fichten- und Kiefern-vorkommen. Diese sollen in einem regelmäßigen 100 m x 100 m Raster abgeleitet werden. Die Fichten- und Kiefernanteile sollen dabei prozentual in den 1 ha Zellen ermittelt werden. Die daraus resultierende thematische Baumarten-Karte (Fichte, Kiefer, sonstige Baumarten, Offenland) bietet zum Beispiel über das Bayerische Wald-Informationssystem (BayWIS) die Möglichkeiten, durch Kombination mit Standortinformationen und Baumarteneignungskarten, Brennpunktgebiete zu lokalisieren, um eine gezielte Beratung bzw. Unterstützung der Waldbesitzer durchführen zu können. Des Weiteren soll die geplante Baumarten-Karte eine Grundlage für die Verschneidung mit Großrauminventuren darstellen und der Durchführung von langfristigen Monitoringkonzepten dienen.

Für die Erstellung der thematischen Karten soll eine zweistufige Methodik zum Einsatz kommen. Ein wesentlicher Faktor für den Klassifizierungserfolg stellen dabei die Referenzdaten dar. Sie müssen in guter Qualität und ausreichendem Umfang vorhanden sein. Dies wird durch die Zurverfügungstellung der Inventurdaten von Seiten der BaySF ermöglicht. Als weitere Zusatzinformationen zur Abgrenzung der Waldfläche stehen die »Tatsächliche Nutzung« sowie Orthophotos und digitale Geländemodelle des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation (LVG) zur Verfügung.

Unter Nutzung dieser Referenz- und Zusatzinformationen werden in einem ersten Schritt kleinflächige Baumarten-Karten aus WorldView-2 Szenen generiert. Die Methodik dazu basiert auf den Ergebnissen der oben vorgestellten Pilotstudie. Die Baumarten-Karten werden verteilt über die Waldfläche Bayerns erstellt, in enger Anlehnung an die forstlichen Wuchsgebiete (circa 25 Karten mit einer Fläche von jeweils 350 km²). Um ein kostensparendes Verfahren zu gewährleisten, werden die aus kommerziellen WorldView-2 Daten abgeleiteten Baumarten-Karten in einem zweiten Schritt als Trainingsflächen für frei verfügbare Landsat-Daten verwendet. Diese Landsat-Daten haben zwar eine deutlich gröbere Auflösung als die WorldView-2 Daten (30 m x 30 m), stehen dafür jedoch flächendeckend (und kostenfrei) zur Verfügung. Entsprechend der Verteilung der WorldView-2 Szenen entstehen mehrere sich überlappende und über ganz Bayern verteilte Baumartenkarten, die letztendlich zu einer Karte verschmolzen werden. Neben dem Vergleich der einzelnen Klassifikationsergebnisse in den Überlappungsbereichen der Teilgebiete ist auch eine stichprobenartige Überprüfung der Klassifikationsergebnisse geplant.

Ableitung von Baumhöhen und Lücken aus Stereo-Satellitendaten (SAPEX-SAT)

Im Projekt »SAPEX-SAT« werden die forstliche Charakterisierung anpassungsnotwendiger Waldbeständen sowie die Regionalisierung von Großrauminventuren auf Basis von Satellitendaten untersucht. Das Hauptziel in dem 17-monatigen Projekt ist die Generierung von Oberflächenmodellen aus stereoskopischen WorldView-2 Satellitendaten. Hierbei soll die Verwendbarkeit dieser Modelle in Bezug auf die Regionalisierung von Großrauminventuren (BWI) geprüft werden. Das Augenmerk liegt dabei auf der Ableitung von dendrometrischen Kenngrößen wie Höhe, Lückigkeit, Beschirmung, Stammzahl, mittlerer Stammdurchmesser und Schichtung. Grundlage für die Studie liefert das Projekt E49 »Semi-automatische Parameterextraktion aus digitalen Luftbilder« (SAPEX-DLB), das seit 2010 an der LWF durchgeführt wird (Straub und Stepper 2013). Die Untersuchungen werden in folgenden Gebieten der aufgeführten Regierungsbezirke durchgeführt:

- Oberbayern: Stadtwald Traunstein (Testgebiet in SAPEX-DLB, hohe Datendichte)
- Schwaben im Bereich von Monheim (Testgebiet in SAPEX-DLB)
- Unterfranken in der Umgebung von Gerolzhofen (Testgebiet in SAPEX-DLB, hohe Anzahl an BWI-Punkten)

Zur Verifizierung der erzeugten Produkte werden die vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) zur Verfügung gestellten Laserscanningdaten, Luftbilder und digitalen Geländemodelle verwendet. Für die Umsetzung der Regionalisierung auf Landkreis- und Regierungsbezirksebene stehen die Daten der dritten Bundeswaldinventur zur Verfügung.

Bei der Schätzung dendrometrischer Kenngrößen aus Fernerkundungsdaten kommen aktuell zwei unterschiedliche Modellansätze zur Anwendung: Schätzung von Einzelbaummerkmalen sogenannter Einzelbaumverfahren bzw. Schätzung von Bestandeskennwerten (Hyypä et al. 2008). Das erstgenannte Verfahren benötigt in der Regel sehr detaillierte Daten und ist durch erheblichen Bearbeitungsaufwand gekennzeichnet. Der zweite Ansatz lässt hingegen eine rasche Umsetzung auf größerer Fläche zu und deckt sich mit den Anforderungen der forstlichen Praxis, die gewonnenen Informationen auf Bewirtschaftungseinheiten zu erhalten (Felbermeier 2010). Bei ausreichender Verfügbarkeit aktueller und georeferenzierter Inventurpunkte können Zusammenhänge zwischen Fernerkundungsmerkmalen und dendrometrischen Kenngrößen an den Stichprobenpunkten untersucht und quantifiziert werden. Diese Zusammenhänge können zur Regionalisierung von Waldinventurergebnissen genutzt werden. Unter Regionalisierung wird hierbei die Übertragung der Stichprobeninformationen auf die gesamte Waldfläche mittels Hilfsinformationen aus Fernerkundungsdaten verstanden. Zur Schätzung können sowohl Regressionsanalysen (z.B. Hollaus et al. 2009) als auch nichtparametrische Verfahren wie k-nearest neighbor (z.B. Koukal et al. 2010) eingesetzt werden.

Fernerkundungsbasierte Erfassung der Baumvitalität (VitTree)

Im Rahmen der semi-automatischen Baumartenerfassung im laufenden LWF-Projekt SAPEX-DLB (Straub und Stepper 2013) wurden konkrete Hinweise geliefert, dass sich Vitalitätsunterschiede von Waldbäumen auch in der Reflexion im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot-Kanals digitaler Luftbilder bemerkbar machen. Auswertungen von WorldView-2 Daten am IVFL haben ebenfalls vielversprechende Ergebnisse bezüglich der frühzeitigen Detektion von Vitalitätsverlusten bei Fichten gezeigt (Immitzer und Koukal 2011).

Auf diesen Erkenntnissen aufbauend, soll mit dem 30-monatigen Projekt »VitTree« eine Methodik entwickelt werden, die großräumige Aussagen mittleren bis hohen Detaillierungsgrades über die aktuelle Vitalität von Waldbäumen ermöglicht. In dem Projekt soll untersucht werden, in welchem Ausmaß und ab welchem Zeitpunkt Veränderungen an bzw. in den Assimilationsorganen von Waldbäumen mit Fernerkundungsdaten automatisiert erfasst werden können. Optimal wäre eine frühzeitige Erfassung, also möglichst bevor sie für das menschliche Auge zum Beispiel im Gelände erkennbar sind. Die zu entwickelnde Methodik soll robust genug sein, um Praktiker in die Lage zu versetzen, die betroffenen bzw. gefährdeten Bäume bzw. Baumgruppen vor Ort eindeutig und frühzeitig identifizieren zu können. Bezüglich der Daten wird neben der ho-

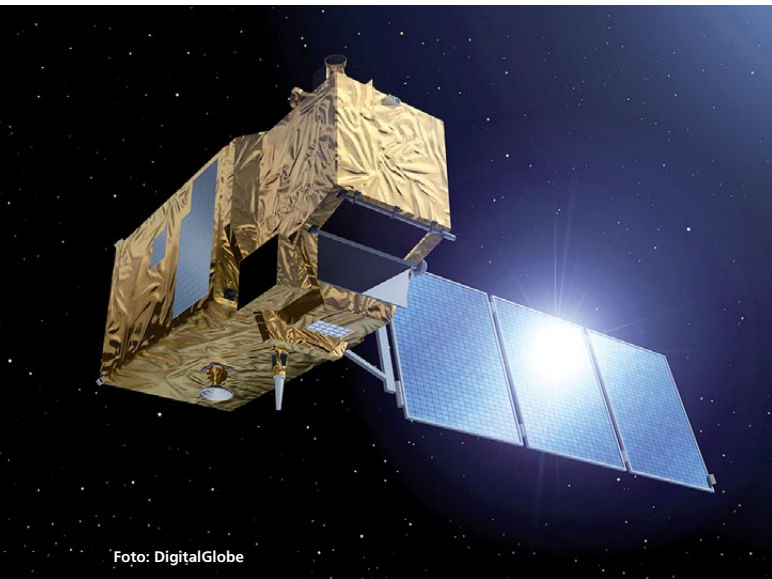


Foto: DigitalGlobe

Abbildung 3: Sentinel-2 ist ein Erdbeobachtungssatellit des Copernicus-Programmes der ESA. Der 1,2 t schwere Satellit umkreist die Erde in einer Höhe von circa 786 km und liefert Bilder mit einer räumlichen Auflösung von 10 bis 60 m. Quelle: ESA / P. Carril

hen spektralen auch auf hohe zeitliche Auflösung gesetzt. Dadurch sollen wichtige Erkenntnisse bezüglich der Eignung zukünftig verbesserter multi- und hyperspektraler Satellitendaten (unter anderem Sentinel-2 und EnMap) gewonnen werden. Im Rahmen des Projektes werden einerseits kleinräumige Zeitreihenanalysen mittels flugzeuggetragenen Hyperspektraldaten vorgenommen. Desweiteren kommen für großflächige Anwendungen wieder WorldView-2 Daten zum Einsatz.

In dem kleinräumigen experimentellen Ansatz wird versucht, über die gezielte Schwächung von Fichten durch Ringelung Erkenntnisse über die Auswirkung der Vitalitätsveränderung auf das spektrale Reflexionsverhalten zu ermitteln. Die geschwächten Bäume werden wöchentlich vom DLR mittels Hyperspektralscanner befliegen und parallel durch terrestrische Kronenansprüche auf visuelle Veränderungen wie Vergilbung, Nadelverlust und Schädlingsbefall hin überprüft. Zusätzlich werden die Spektren von Nadelproben im Spektrometerlabor analysiert. Hierfür wird ein sonnenseitiger Ast von circa 1 m Länge zwischen dem siebten und zwölften Quirl durch Baumsteiger entnommen und die letzten vier Nadeljahrgänge untersucht.

Für die großflächigere Untersuchung wurden Flächen ausgewählt, die unterschiedliche Baumartenzusammensetzungen besitzen und in denen bereits das Auftreten von biotischen Kalamitäten registriert wurden. Zu den Gebieten zählen Bayerisch Eisenstein im Bayerischen Wald (Borkenkäfer), Unterfranken (Eichenprozessionsspinner, Eichenwickler) und Wildalpen in der Steiermark (ÖBf) (Borkenkäfer). In diesen Gebieten sollen die aus der künstlich verursachten Schwächung gewonnenen Erkenntnisse auf die Detektion von natürlich hervorgerufenen Vitalitätsveränderungen angewendet werden. Analysiert werden hierzu WorldView-2 Daten.

Zeitnahe Erfassung von Sturmwurfflächen (Fast Response)

Aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen und Erkenntnissen aus diversen Forschungsprojekten der LWF, des DLR und des IVFL verfolgt dieses 30-monatige Projekt das Ziel, ein fernerkundungsbasiertes Fast-Response-System zur Unterstützung einer möglichst raschen Bewältigung von Kalamitäten im Wald zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der zeitnahen Erfassung von Windwurfflächen. Die Methodik hierfür konzentriert sich darauf, aus bereits existierenden Verfahren und Algorithmen eine »Toolbox« zu erstellen, welche die rasche Detektion von Windwürfen unterschiedlicher Größe ermöglicht. Dabei werden sowohl passive Fernerkundungssysteme im optischen Wellenlängenbereich untersucht als auch aktive Systeme (Mikrowellen).

Durch eine umfangreiche Recherche und detaillierte Analyse verschiedener nationaler und internationaler Studien zur fernerkundlichen Erfassung von Kalamitäten soll ein möglichst vollständiger Überblick über potenziell geeignete Satellitensensoren und Algorithmen erarbeitet werden. Die verschiedenen Sensoren werden hinsichtlich ihrer räumlichen und spektralen Auflösung, Wiederholrate und Verfügbarkeit der Aufnahmen detailliert beschrieben. Datenbeschaffungskosten sind hierbei ebenfalls zu berücksichtigen. Bezüglich der angewendeten Analysemethoden finden »change detection«-Ansätze vorrangig Beachtung, wofür Daten vor und nach dem Schadereignis benötigt werden. Neben aktuell existierenden Sensoren sollen auch die Möglichkeiten zukünftiger (frei verfügbarer) Satellitenmissionen mit betrachtet werden (vor allem Sentinel-1 im Mikrowellenbereich und Sentinel-2 im optischen Bereich). Ebenso wird angestrebt, bereits vorhandene Informationen in besserer Auflösung, wie zum Beispiel digitale Höhenmodelle mit in die Prozessierung einzubinden. Die zu entwickelnde »Toolbox« wird im Zuge mindestens einer Fallstudie pro Land (Bayern und Österreich) auf ihre Anwendbarkeit geprüft. Sollte im Untersuchungszeitraum kein natürliches Schadereignis auftreten, wird ein entsprechender Hieb auf einer geeigneten Fläche durchgeführt.

Den Endpunkt des Projekts stellt der Entwurf eines Systemkonzeptes dar, welches das operationelle Vorgehen zur Erfassung und Bewertung von Extremereignissen wie Windwurf in Form einer Arbeitsanweisung bereitstellt. Die betrieblichen Anforderungen der forstlichen Praxis werden dazu in eine Beschreibung von Systemleistungsparametern und Arbeitsabläufen sowie Handlungsanweisungen umgesetzt. Dabei wird in Schritten wie Definition, Synthese, Analyse, Entwurf, Integration, Test und Erprobung vorgegangen.

Ausblick

Die Ergebnisse aller beschriebenen Projekte sollen dazu beitragen, forstliche Planungs- und Monitoringaufgaben zu unterstützen und die Beratung der Waldbesitzer verstärkt auf solide Grundlagen zu stellen. Die Bereitstellung der Daten erfolgt dabei unter anderem forstverwaltungsintern und wird voraussichtlich über BayWIS abgewickelt werden. Die Projektpartner bedanken sich beim Bayerischen Staatsministerium

für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die Bereitstellung von Fördergeldern.

Literatur

- Breiman, L. (2001): Random forests. *Mach. Learn.* 45, S. 5–32
- Felbermeier, B. (2010): Bedarfsanalyse zum Einsatz der Fernerkundung in der Bayerischen Forstwirtschaft (No. Kurzbericht ST 237). München
- Hollaus, M.; Dorigo, W.; Wagner, W.; Schadauer, K.; Höfle, B.; Maier, B. (2009): Operational wide-area stem volume estimation based on airborne laser scanning and national forest inventory data. *Int. J. Remote Sens.* 30, S. 5159–5175
- Hyypä, J.; Hyypä, H.; Leckie, D.; Gougeon, F.; Yu, X.; Maltamo, M. (2008): Review of methods of small-footprint airborne laser scanning for extracting forest inventory data in boreal forests. *Int. J. Remote Sens.* 29, S. 1339–1366
- Immitzer, M.; Atzberger, C. (2013): Verfahrenstest zur großflächigen Identifikation der in Bayern vorkommenden Hauptbaumarten auf Basis von WorldView 2 (WV2) Satellitendaten (E51 WV2-TreeIdent Pilotstudie) (Endbericht). Universität für Bodenkultur, Wien
- Immitzer, M.; Atzberger, C.; Koukal, T. (2012a): Tree species classification with Random Forest using very high spatial resolution 8-band WorldView-2 satellite data. *Remote Sens.* 4, S. 2661–2693
- Immitzer, M.; Atzberger, C.; Koukal, T. (2012b): Eignung von WorldView-2 Satellitenbildern für die Baumartenklassifizierung unter besonderer Berücksichtigung der vier neuen Spektralkanäle. *Photogramm.-Fernerkund.-Geoinformation* 5, S. 573–588
- Immitzer, M.; Koukal, T. (2011): Früherkennung von Borkenkäferbefall an Fichte mittels WorldView-2 Satellitenbildern (unveröffentlichter Forschungsbericht). Universität für Bodenkultur, Wien
- Koukal, T.; Adelman, C.; Bauerhansl, C.; Schneider, W. (2010): Vom Punkt zur Fläche - vom Pixel zur Karte: Klassifikation der Landbedeckung mit der kNN-Methode. *Vermess. Geoinformation* 2, S. 90–101
- Straub, C.; Stepper, C. (2013): Projekt E49: Semi-automatische Parameterextraktion aus digitalen Luftbildern (SAPEX-DLB) – TEIL II. Zwischenbericht. LWF, Freising

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF): Abt. 1 Informationstechnologie: Adelheid Wallner (Projektbearbeiterin), Rudolf Seitz (Abteilungsleiter)

Universität für Bodenkultur, Wien (BOKU): Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL): Markus Immitzer (Projektbearbeiter), Valerie Koch (Projektbearbeiterin), Kathrin Einzmann (Projektbearbeiterin), Prof. Dr. Clement Atzberger (Institutsvorstand)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit: Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) - Abteilung Landoberfläche: Nicole Pinnel (Projektbearbeiterin), Andreas Müller (Abteilungsleiter); Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF) – Abteilung Photogrammetrie und Bildanalyse: Prof. Dr.-Ing. Peter Reinartz (Abteilungsleiter)

Bayerische Staatsforsten AÖR (BaySF): Bereich Information- und Kommunikationstechnik: Matthias Frost (Mitarbeiter)

Österreichische Bundesforste AG (ÖBF): Bereich Förderung von Wissenschaft und Forschung: Monika Kanzian (Mitarbeiterin)

Korrespondierender Autor: Rudolf Seitz Rudolf.Seitz@lwf.bayern.de

Münchens größter Götterbaum gefällt



Früchte und Blätter des Götterbaumes

Am Marstallplatz stand Münchens größter Götterbaum (*Ailanthus altissima*). Jetzt ist dort nur noch ein beeindruckender Stock zu finden. Immerhin misst der Stock an der breitesten Stelle 1,70 m und an der schmalsten Stelle 1,20 m im Durchmesser, was auf einen BHD von ca. 1,20 m schließen lässt. Der größte Teil des Querschnitts ist aber bereits durch Fäule zerstört, weshalb auch der Baum gefällt werden musste. Verantwortlich dafür ist wohl der Befall durch den Hallimasch (*Armillaria mellea*). Die Jahresringe des noch verbleibenden äußeren Stamm-Mantels weisen in den letzten zehn bis 15 Jahren immerhin noch durchschnittliche Breiten von 1 cm auf. Nur der Jahresring aus dem Jahr 2003 ist mit circa 4 mm deutlich schmaler. Man kann bei diesem Baum von einem Alter von 65 bis 75 Jahren ausgehen, so dass der Baum durchaus aus der Zeit des zerbombten Münchens stammen könnte. Auch aus anderen Städten, z. B. Berlin, weiß man, dass sich der Götterbaum insbesondere auf den Schuttflächen nach dem Zweiten Weltkrieg sehr stark ausbreitete (Kowarik und Höcker 1984). Die klimatischen Verhältnisse in München ließen aber eine solch explosive Entwicklung des Götterbaumes wie in anderen Städten Deutschlands, z. B. Stuttgart, nicht zu.

In München sind Götterbäume derzeit eher seltene Exemplare in den Grünanlagen. Bei fortschreitender Erwärmung, die dem wärmeliebenden Götterbaum sicherlich zugutekommt, kann er aber durch seinen ausgeprägten Pionierbaumcharakter sehr schnell geeignete Standorte besiedeln. Im Tessin gibt es schon Hinweise darauf, dass Götterbäume in die Wälder einwandern. Im Nationalpark Donauauen wurden im Jahr 2011 31.000 Individuen von Götterbaum und Eschenahorn mittels GPS eingemessen und markiert. Das heißt, auch wir müssen, zumindest in Städten, mit dem Götterbaum in Zukunft rechnen.

Olaf Schmidt

Weiterführende Literatur: [1] Kramer, H. (1995): Über den Götterbaum. *Natur und Museum*, S. 101–121; [2] Kowarik, I.; Höcker, R. (1984): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Einbürgerung des Götterbaumes (*Ailanthus altissima*) in Mitteleuropa, *Tuexenia*, S. 9–29