

# Satelliten-Navigation für die Waldinventur

Die Bundeswaldinventur 3 für Bayern liefert bereits erste positive Erfahrungen

Hans-Joachim Klemmt und Michael Neubert

**Waldinventuren dienen der quantitativen Beschreibung des Zustands sowie der Veränderungen von Wäldern. Sie sind unabdingbar für die nachhaltige Waldbewirtschaftung. Bei klassischen Waldinventuren handelt es sich um Stichprobeninventuren. An temporär festgelegten oder dauerhaft markierten Stichprobenpunkten werden hierbei verschiedenste Parameter aufgenommen. Ein kostenintensiver Arbeitsschritt im Rahmen von Waldinventuren ist das Auffinden des Stichprobenpunktes im Wald. Mittels einer optimalen Kombination aus Feldrechner und Navigationssystem lässt sich dieser Arbeitsschritt effizient und kostengünstig gestalten.**



Foto: H.J. Klemmt

Abbildung 1: Das in Bayern im Rahmen der BWI3 verwendete, integrierte MDE-GNSS-System im Einsatz

Im Zusammenhang mit Navigation im Wald fällt häufig das Stichwort »GPS«. GPS ist die Abkürzung für »Global Positioning System« und bezeichnet ein vom US-Verteidigungsministerium entwickeltes, seit 1995 existierendes Satellitennavigationssystem. Neben diesem System existieren noch weitere bereits im Einsatz oder im Aufbau befindliche Satellitennavigationssysteme. So gibt es zum Beispiel GLONASS, ein seit 1997 im Einsatz befindliches System der russischen Föderation. Die Europäische Union (EU) und die Europäische Weltraumorganisation (ESA) entwickeln derzeit das System GALILEO, das voraussichtlich 2013 in Betrieb gehen soll. Eine Sammelbezeichnung für derartige Systeme ist GNSS (Global Navigation Satellite System).

## Grundlagen

Im Grundprinzip arbeiten alle GNSS-Systeme ähnlich. Ein Satellit, dessen Position bekannt ist, sendet ein Zeitsignal, das von einem GNSS-Empfänger aufgenommen wird. Die Geräte-Software wertet dieses Zeitsignal aus bzw. bestimmt die Länge des Laufzeitsignals. Durch die Auswertung von mindestens drei Satellitensignalen lässt sich nach diesem Prinzip bereits eine Position auf einer Kugel (Erdoberfläche) bestimmen. Zur Ermittlung von Positionen auf unebenen Kugeln (Berücksichtigung unterschiedlicher Höhen über bzw. unter NN) sind mindestens Signale von vier Satelliten notwendig. In der GNSS-Technik werden die Zeitsignale derzeit üblicherweise über die Trägerfrequenzen L1 und L2 übertragen. Über diese Trägerfrequenzen werden die Code-Frequenzen (C/A- oder P-Code) diskret oder phasengebunden transportiert – im praktischen Einsatz finden derzeit im Regelfall L1-Trägerfrequenzen Anwendung (C/A-Code von Empfängern außerhalb des militärischen Bereichs).

Derzeit handelsübliche GNSS-Geräte lassen sich nach der erreichbaren Positionsgenauigkeit sowie nach dem Preis in drei Geräteklassen einteilen: Freizeitgeräte ermöglichen die Positionsermittlung im Freiland mit einer Präzision von circa  $\pm 10$  Metern, im Wald liegt dieser Wert in Bereich von  $\pm 30$  Metern. Geräte dieser Kategorie kosten zwischen 100 und



Foto: T. Bosch

Abbildung 2: Das robuste Notebook mit integriertem GNSS-System, eine Hochleistungs-GNSS-Antenne und ein komfortables Rucksacktragesystem für Kleingeräte sind wichtige Ausrüstungsbestandteile der bayerischen Inventurtruppe für die BWI 3.

500 Euro. Sie eignen sich zum Einsatz in der Inventur eventuell zum Wiederauffinden von Inventurpunkten. Für das Einmessen von Inventurpunkten sind sie nach eigenen Tests aktuell nicht geeignet. Semiprofessionelle Geräte ermöglichen eine Positionsermittlung im Freiland mit einer Präzision (ohne Korrektursignal) im Submeterbereich, im Wald liegt ihre Präzision im Bereich von  $\pm 10$  Metern. Ihre Kosten liegen derzeit zwischen 2.000 und 5.000 Euro. Diese Geräte arbeiten im Wald hinreichend genau bei der Einmessung von Punkten und Flächen. Die dritte Gerätekategorie liefert Positionsangaben mit geodätischen Genauigkeitsangaben, das heißt die erreichbare Präzision liegt im Freiland im Zentimeterbereich. Derzeit werden Geräte dieser Kategorie in der zivilen Nutzung schwerpunktmäßig im Bausektor eingesetzt (Einmessen von großen Bauteilen, Straßen etc.).

Geräte der zweiten und dritten dargestellten Geräteklasse sind in der Regel in der Lage, Korrekturdaten von georeferenzierten, terrestrischen Referenzstationen zu verarbeiten. Auf Grund der Differenzbildung zwischen übermitteltem Signal und dem bekannten Signal der Referenzstation spricht man von DGPS-Systemen. Die Korrekturdaten gelangen entweder via Funk (KW, MW, LW oder Mobilfunk insbesondere Telefonnetz) zum Aufnahmezeitpunkt zum Gerät und werden vor Ort verarbeitet (*Real-time processing*) oder sie werden nachträglich zur Korrektur verwendet (*Post-processing*).

Die Genauigkeitsangaben der Hersteller sind nur schwer vergleichbar. Grundsätzlich gilt es, zwischen den Begriffen »Präzision« (precision) und »Verzerrung« (bias) zu unterscheiden. *Präzision* kennzeichnet den Radius des Streukreises einzelner Messwerte, während die *Verzerrung* die Abweichung der ermittelten Position von der tatsächlichen Position angibt. Wünschenswert sind Geräte mit hoher Präzision (geringer Streukreis für verschiedene Positionswerte) sowie geringer

Verzerrung. Grundsätzlich lässt sich der Radius des Streukreises durch die Anzahl der verarbeiteten Satellitensignale beeinflussen, während sich die Verzerrung durch die Verwendung von Korrektursignalen beeinflussen lässt.

Zudem wirken sich externe Einflussfaktoren wie die Abschattung des Satellitensignals (zum Beispiel durch das Kronendach), Reflexionen von Satellitensignalen (beispielsweise an der Vegetation), der Stand der GNSS-Satelliten zueinander sowie Störungen in der Ionosphäre auf die Güte der Messungen aus und erschweren die Vergleichbarkeit von Geräteangaben.

### Der bayerische Weg für die Bundeswaldinventur 3

Die Bundeswaldinventur stellt eine bundeseinheitliche Stichprobeninventur zur Erfassung des Zustandes aller Wälder im gesamten Bundesgebiet über alle Waldbesitzarten dar. Die Durchführung der Messarbeiten obliegt den Bundesländern.

Neben den allgemeinen, oben beschriebenen Qualitätsanforderungen an GNSS-Systeme ergaben sich für Bayern einige spezifische Anforderungen und Wünsche, die nachfolgend unter den Stichworten »Hardware«, »Korrektursignal« sowie »Fernwartung« schlaglichtartig dargestellt werden:

#### Hardware

Nach intensiven Hardwaretests in Verbindung mit den Systemanforderungen der Bundesinventurleitung fiel in Bayern die Wahl auf hochrobuste (*full-ruggedized*), mobile Notebooks mit integriertem Hochleistungs-GNSS-Board. Diese besitzen unter anderem vollwertige Tastaturen sowie tageslichttaugliche, passive Touchscreen-Bildschirme. Durch einen Dreh- und Schwenkmechanismus lassen sich die Notebooks in robuste Tablet-PCs verwandeln, die für den rauen, alltäglichen Feldeinsatz geeignet sind. Das integrierte MDE-GNSS-System hat zum Beispiel den Vorteil, dass im Wald keine fehleranfälligen Funkverbindungen (beispielsweise via Bluetooth) zwischen externen GNSS-Empfängern und den Feldrechnern aufgebaut werden müssen. Ein weiterer Vorteil liegt in der Wartung, da die Aufnahmetrupps am Abend jeweils nur den Akku eines Gerätes aufladen müssen. Die eingesetzten Geräte wiegen circa 1.200 Gramm mehr als vergleichbar ausgestattete Notebooks ohne GNSS-Einheit. Mit der Verwendung eines Rucksacktragesystems, an dessen Schulterriemen die MDE-GNSS-Einheit befestigt ist, fällt dieses Mehrgewicht im praktischen Einsatz kaum auf. Die Verbindung zwischen einer kompakten Antenne, die im Rucksack befestigt ist und der MDE-GNSS-Einheit erfolgt über ein Kabel, das in die Schultertragegurte integriert eng am Körper des MDE-Bedieners geführt wird und somit auch einen reibungslosen Einsatz zum Beispiel in jüngeren, dichten Waldbeständen ermöglicht. Abbildung 1 zeigt das in Bayern verwendete MDE-GNSS-System.

#### Korrektursignal

Aus der Menge der in Bayern potentiell möglichen Korrektursignale wurde im Vorfeld der BWI3 das *Beacon-Signal* sowie der SAPOS-Dienst des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation (LVG) getestet. Obwohl der Bea-

Con-Dienst kostenfrei via MW-Signal genutzt werden könnte und mit einer Referenzstation in Bad Abbach weite Teile Bayerns mit diesem Signal versorgt werden könnten, fiel für die BWI3 in Bayern die Wahl auf den Korrekturdatendienst des LVG, da dieser eine noch bessere Abdeckung der meisten Landesteile (insbesondere Unterfranken und Alpenraum) verspricht und er von öffentlichen Verwaltungen ebenso kostenfrei genutzt werden kann. Als Transportmedium werden Mobilfunkverbindungen genutzt, die über entsprechende Rahmenvereinbarungen zwischen den Mobilfunkanbietern und öffentlichen Verwaltungen nur sehr geringe Zusatzkosten erwarten lassen.

## Fernwartung via VPN-VNC

In Bayern sind für die Bundeswaldinventur in den Jahren 2011 und 2012 sieben Inventurteams unterwegs. Die Inventur wird von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) aus geleitet. Erfahrungen aus Vorgängerinventuren haben gezeigt, dass notwendige Wartungsarbeiten an Feldrechnern oder gegebenenfalls der Support durch persönliche Anwesenheit des Systemverantwortlichen bei den Aufnahmetrupps zu hohen Kosten geführt haben. Um diese Kosten zu reduzieren, sind die bayerischen MDE-Geräte der BWI3 mit UMTS-Modems ausgestattet. Über eine Desktop-Verknüpfung auf den Feldrechnern kann eine gesicherte Verbindung über einen VPN-Server an der LWF mit einem anderen Rechner aufgebaut werden. Durch entsprechende VNC-Server auf den Feldrechnern können die Systemverantwortlichen an der LWF jederzeit die Rechner im Feld warten und den Aufnahmetrupps bei Problemen im Wald weiterhelfen.

## Ausblick und Dank

Die bisherigen Erfahrungen mit den skizzierten Systemen erwiesen sich als äußerst positiv und sehr effektiv. Der weitere Verlauf der BWI3 in Bayern wird zeigen, ob sich dieser Trend weiter bestätigen wird.

Die Grundlagenbeschreibung basiert im Wesentlichen auf einer Vorstudie des Johann Heinrich von Thünen Instituts (vTI) zur Vorbereitung von Waldinventuren. Unser besonderer Dank geht in diesem Zusammenhang an Herrn Frank Schwitzgebel. Weiterhin gilt unser Dank für zahlreiche kollegiale Diskussionen im Vorfeld zu diesem Thema Herrn Uli Riemer von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.

---

Dr. Hans-Joachim Klemmt ist Landesinventurleiter für die BWI3 in Bayern; [Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de](mailto:Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de)  
 Michael Neubert ist Mitarbeiter des BWI3-Projektteams an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; [Michael.Neubert@lwf.bayern.de](mailto:Michael.Neubert@lwf.bayern.de)

## Internationales Jahr der Fledermäuse



Foto: H.-J. Hirschfelder

Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*)

Das Übereinkommen zur Erhaltung wandernder wild lebender Tierarten (CMS) und das Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen (EUROBATS) des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) haben 2011 und 2012 zu den Internationalen Jahren der Fledermäuse ausgerufen. Im Jahr 2011 stehen die Fledermäuse in Europa im Vordergrund, 2012 sollen sie auf der ganzen Welt mehr Aufmerksamkeit bekommen.

Obwohl die nützlichen Säugetiere ein wichtiges Element vieler Ökosysteme sind, werden ihnen oft Vorbehalte entgegengebracht oder ihre Lebensräume zerstört. Mehr als ein Fünftel der weltweit 1.200 Fledermausarten ist vom Aussterben bedroht. Im ebenfalls 2011 ausgerufenen Internationalen Jahr der Wälder wird deutlich, wie wichtig Wälder für Fledermäuse sind. Ein Großteil unserer 24 in Bayern heimischen Fledermausarten braucht unsere Wälder zur Nahrungssuche oder zur Jungenaufzucht. Die am stärksten an Wald gebundene Fledermaus ist die Bechsteinfledermaus (Foto). Für ihren Erhalt haben wir in Bayern eine hohe Verantwortung.

Bereits zum 15. Mal wird am letzten Augustwochenende (27./28. August 2011) in über 30 europäischen Ländern die Europäische Fledermausnacht stattfinden. In welchen Regionen Aktionen zur »Nacht der Fledermäuse« angeboten werden, kann der örtlichen Presse entnommen werden.

K. Weber

---

Mehr Informationen zum Internationalen Jahr der Fledermäuse unter [www.yearofthebat.org](http://www.yearofthebat.org) und <http://www.eurobats.org/>

