

Verwendungsmöglichkeiten von GPS bei der BWI II

Von Joachim Hamberger und Eckhard Kennel, Freising

GPS (Global Positioning System) ist ein satellitengestütztes Verfahren zur Vermessung und Navigation auf der Erdoberfläche. Es ist zu überlegen, wie weit GPS zur Erleichterung bei einer Bundeswaldinventur (BWI) II Zeit und Kosten sparen könnte, aber auch, wo die derzeitigen Grenzen für den Einsatz liegen.

Über die Funktionsweise von GPS wurde in AFZ/DerWald bereits mehrfach berichtet (z. B. Nr. 14/93, 15/94, 22/95, 4/96, 6/96). Bei der Verwendung von GPS hat man mit drei Problemkreisen zu kämpfen:

- mit der künstlichen Verfälschung des Signals, die das Betreiben einer Basisstation und die Nachbearbeitung der Daten erfordert,
- mit ständig wechselnder Zahl und Stellung der Satelliten am Himmel, was eine genaue Vorplanung der Außenaufnahmen notwendig macht,
- mit speziellen Schwierigkeiten im Wald, wo vor allem durch Stämme und Äste Abschattungen verursacht werden.

Satelliten, die für kurze Zeit hinter Ästen „verschwinden“, tauchen plötzlich wieder auf. Dies kann zu großen Genauigkeitssprüngen bei der Aufnahme führen. Der Effekt ist um so stärker, je weniger Satelliten sichtbar sind. Sind Nadeln oder Blätter mit Feuchtigkeit benetzt, wird das Signal diffus gestreut, was eine weitere Unschärfe in der Positionsbestimmung bewirkt. Deshalb arbeitet GPS auf Freiflächen am besten. Im Wald sind bei günstiger Satellitenkonstellation auf Wildäckern und Wegeschneisen ebenfalls gute Ergebnisse zu erzielen, die mit geeigneten Geräten Dezimeter-Genauigkeit erreichen können.

Eine Positionsmessung dauert etwa eine Sekunde. Es ist deshalb stets eine größere Anzahl von Messungen durchzuführen, deren Ergebnisse gemittelt werden. Erst nach etwa 180 dreidimensionalen Messungen kann man mit einem verlässlichen Mittelwert rechnen. Bei dem Meßbeispiel in einem Kiefernbestand (Abb.1) liegt der sich nach 378 Messungen ergebende Mittelwert des Rechtswertes nach den ersten 40 Messungen noch völlig außerhalb des erfaßten Bereiches, das Ergebnis verbessert sich mit zunehmender Zahl von Messungen. Dabei gilt allerdings: die Qualität der Satellitenkonstellation wirkt sich auf die Genauigkeit

wesentlich stärker aus als die Anzahl der Einzelmessungen.

Als Beispiel hierfür sei die Messung in einem Buchenbestand mit 102 Positionsbestimmungen aufgeführt (Abb.2). Bei 58 Messungen waren vier oder mehr Satelliten „sichtbar“, es konnten also dreidimensionale Lagebestimmungen durchgeführt werden. Bei 44 Messungen konnten nur weniger als vier Satelliten empfangen werden. Die dreidimensionalen Aufnahmen weisen eine wesentlich geringere Streuung um das Gesamtmittel auf als die mit weniger Satelliten bestimmten Positionen. Bei GPS-Einsatz im Wald sollten daher generell nur dreidimensionale Messungen berücksichtigt werden.

Möglicher Einsatz von GPS bei Wiederholung der BWI

Feststellen übergeordneter Koordinaten der Traktecken: Ein BWI-Trakt ist in seiner Lage durch seine vier Traktecken festgelegt. Ihr Ursprung ist der Einhängpunkt, von dem aus eine Traktecke mit Entfernung und Azimut eingemessen ist (lokales Koordinatensystem). Den Einhängpunkt findet man derzeit nur mit Hilfe einer Kartenskizze und des Einmeßprotokolls. Ist der Einhängpunkt verloren, ist meist auch der ganze Trakt nicht mehr auffindbar. Deshalb wäre es wünschenswert, wenn die Lage aller Traktecken in übergeordneten Koordinaten (z.B. GAUß-KRÜGER) bekannt wären. Damit wäre jeder Punkt für sich alleine gesichert. Die Punkte könnten dann durch Messung aus trigonometrischen Punkten (TP) rekonstru-

iert oder mit der Navigationsfunktion von GPS aufgesucht werden. Allerdings existieren im Wald kaum TP, von denen aus die Ecken eingemessen werden können.

Ein weiterer Vorteil der Festlegung übergeordneter Koordinaten für die Traktecken liegt darin, daß die BWI-Ergebnisse damit auch für eine Kombination mit Daten der Fernerkundung erschlossen sind. In georeferenzierten, d. h. in ein amtliches Koordinatensystem eingepaßten Luftbildern läßt sich die Lage der Inventurtrakte exakt feststellen. Damit wären zu den terrestrischen Erhebungen der BWI ergänzende Auswertungen aus Luftbildern möglich.

Eine GPS-Ortsbestimmung an den vier Traktecken wäre denkbar, zumal hier der Inventurtrupp wegen der Winkelzählprobe länger verweilt und dadurch genügend Zeit für eine GPS-Aufnahme mit ausreichend vielen Positionsbestimmungen zur Verfügung stünde. Da die Aufnahmebedingungen von Bestand zu Bestand aber sehr unterschiedlich sind, würde dies eine sehr inhomogene Qualität in bezug auf die Genauigkeit der Punktmessungen ergeben. Deshalb kann eine direkte Vermessung der Traktecken im Bestand mit GPS derzeit nicht empfohlen werden.

Bestimmung der Koordinaten der Einhängpunkte und Berechnung der Koordinaten der Trakteckpunkte: Der Einsatz von GPS auf Waldwegen und Schneisen ist weitgehend unproblema-

Grobkalkulation für Bestimmung der Koordinaten der Trakteinhängepunkte

| Zeitbedarf | |
|---|---------------------|
| Zahl aufzunehmender Trakte | 13.760 |
| Zeitbedarf für Aufnahme je Trakt (Anfahrt, Anmarsch nach Karte, Aufstellen des Gerätes, 15 min Meßzeit) | 35 min |
| = Arbeitstage à 8 Stunden | 1.000 Tage |
| Kosten | |
| Personalkosten bei DM 75/Std. | 600.000 DM |
| Fahrtkosten und Spesen | 170.000 DM |
| Auswertung der Außenaufnahmen (1 Std./Aufnahmetag à DM 75,-) | 75.000 DM |
| Geräte | |
| 10 GPS-Empfänger - mobil | 250.000 DM |
| 5 GPS-Empfänger - stationär | 125.000 DM |
| 10 PC | 40.000 DM |
| Software für Korrektur und Koordinatentransformation | 50.000 DM |
| Summe | 1.310.000 DM |

Dr. E. Kennel ist Professor für Forsteinrichtung am Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Forstwissenschaftlichen Fakultät der LMU München in Freising. FR J. Hamberger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik an der selben Fakultät.

Probebaummeßwerte definierten Dimensionsklasse korrigiert. Insgesamt erhält man damit eine Schätzung der baumindividuellen Quotienten bei der Wiederholungsinventur gemäß:

$$\bullet \text{ do.}3_2 = \text{do.}3_1 + [d^*o.3_2 - d^*o.3_1].$$

Die mittleren Formquotienten können mit Hilfe des von der FVA entwickelten Programms zur Volumen- und Sortenermittlung (BDAT) aus den BWI-Daten oder aus einer gängigen Massentafel unter Berücksichtigung regionaler Differenzierungen abgeleitet werden. Alternativ dazu können auch mittlere Formquotienten aus bekannten Ausbauchungsreihen verwendet werden [7].

Das o.a. Fortschreibungsmodell wurde anhand von Stammanalysendaten überprüft. Dabei zeigte sich, daß sich der Volumenfehler bei einer Fortschreibung der Schaftform gegenüber einer ausschließlich auf den Probebaumdimensionen (Bhd_2 , H_2) aufbauenden Volumenermittlung (Massentafel) deutlich reduzieren läßt [5].

Fortschreibung der Baumhöhe über den periodischen Zuwachs

Bei der BWI wurde für jeden Probebaum ab 10 cm Bhd die Baumhöhe gemessen. Der dafür benötigte Zeitaufwand lag bei rund 30 % des gesamten Meßaufwands für die in die Winkelzählprobe einbezogenen Probepflanzen. Die Höhenmessung bleibt trotz dieses vergleichsweise hohen Meßaufwands mit einer beträchtlichen Unsicherheit belastet, die aufgrund der Erfahrungen aus der BWI bei Nadelbäumen mit rund 3 % und bei Laubbäumen mit 5 % zu veranschlagen ist. Technische Grenzen bei der Handhabung der Meßgeräte (Relaskop u. dgl.) und die Einsehbarkeit des Baumwipfels sind die fehlerbestimmenden Faktoren. In Anbetracht des hohen Meßaufwands und der vergleichenden Meßgenauigkeiten liegt es nahe, zu prüfen ob zur Verringerung des Meßaufwands bei einem Teil der Probepflanzen die Höhenmessung durch eine Fortschreibung ersetzt werden kann.

Eine Möglichkeit der Höhermittlung, die in einigen Nachbarländern praktiziert wird, besteht darin, die Höhe lediglich an einer kleinen Unterstichprobe zu messen und daraus baumartenspezifische Höhenkurven abzuleiten, mit denen die Höhe der nicht vermessenen Probepflanzen berechnet wird. Bei dieser Vorgehensweise ist ein Vergleich der Anfangshöhe mit den für die Wiederholungsinventur aus den Höhenkurven abgeleiteten Schätzwerten mit einem beträchtlichen Fehler behaftet.

Bei einzelnen Probepflanzen muß darüber hinaus mit negativen Schätzwerten für

den Höhenzuwachs gerechnet werden. Eine kombinierte Schätzung der aktuellen Baumhöhe, die aus der gemessenen Anfangshöhe und einem modellmäßig ermittelten Höhenzuwachs berechnet wird, hat demgegenüber den Vorteil, daß sich wie beim Fortschreibungsmodell für die Schaftform baumindividuelle und damit implizit auch standörtliche Wachstumsfaktoren berücksichtigt lassen und (ein adäquates Zuwachsmodell vorausgesetzt) negative Höhenzuwächse für den Einzelbaum vermieden werden.

In der biometrischen Literatur findet man ein breitgefächertes Modellspektrum für die mathematische Beschreibung des Höhenwachstums. Dabei wird der Zuwachs häufig in Abhängigkeit vom Alter und der erreichten Höhe in Form einer Regressionsgleichung angegeben:

$$iH = F(\text{Alter}, \text{Höhe}).$$

Als Zuwachsfunktion werden Polynome, linearisierbare und nichtlineare Regressionsfunktionen verwendet, deren Parameter anhand von Zuwachsreihen nach der Kleinst-Quadrat-Methode bestimmt werden [10, 3].

Mit Zuwachsreihen von Fichten und Tannen aus den immissionsökologischen Untersuchungen in Baden-Württemberg wurden verschiedene Zuwachsmodelle miteinander verglichen, wobei neben dem Alter und der Höhe auch der Bhd und der Bhd-Zuwachs in unterschiedlichen Kombinationen als erklärende Variable in das Regressionsmodell einbezogen wurden. In methodischer und praktischer Hinsicht, d.h. unter Berücksichtigung des numerischen Aufwands und der Güte der Modellanpassung einerseits sowie der Erfassungskosten und der Meßgenauigkeit bei den erklärenden Variablen andererseits, erwies sich ein Modell, bei dem der periodische Höhenzuwachs aus dem aktuellen Baumalter und dem Bhd erklärt wird

$$\bullet iH = \text{SPLINE}(\text{Bhd}, \text{Alter})$$

den in die Untersuchung einbezogenen Modellalternativen überlegen [11]. Die Kleinst-Quadrat-Schätzung für die Regressionsfunktion und deren mittlere Abweichung von den empirischen Mittelwerten für den periodischen Höhenzuwachs innerhalb einer durch das Baumalter und den Bhd definierten Klasse sind in der Abb. 2 dargestellt. Die Splinefunktion ist aus zwei Polynomflächen zusammengesetzt, deren Nahtstellen durch eine verstärkte Gitterlinie (Alter = 80) hervorgehoben sind. Von Randbereichen abgesehen, werden die beobachteten Zuwachsverhältnisse durch das Regressionsmodell gut nachgebildet.

Aktuelle Zuwachsdaten können an einer Unterstichprobe durch Höhenmessungen an stehenden Bäumen gewonnen werden oder in Form von langjährigen Zu-

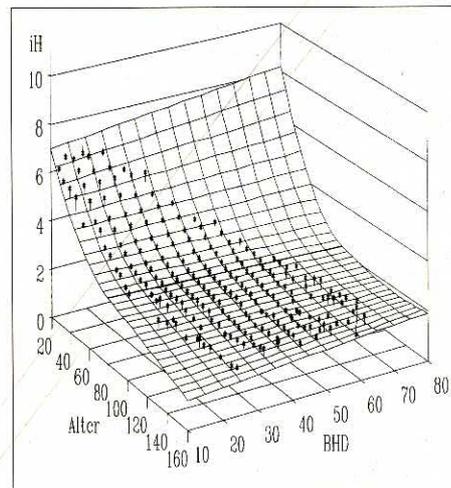


Abb. 2: Periodischer Höhenzuwachs - Regressionsmodell: $iH = \text{Spline}(\text{Alter}, \text{Bhd})$ und residuale Abweichungen von den empirischen Mittelwerten.

wachsreihen an gefällten Probebäumen, die für das Inventurgebiet repräsentativ sind. Die Fällung der Probebäume muß zeitgleich zu den Feldarbeiten bei der Wiederholungsinventur durchgeführt werden. Zu empfehlen ist der Weg über Probebäume, weil diese Zuwachsmessungen sehr viel genauer sind und der benötigte Stichprobenumfang daher wesentlich geringer ist. Mit den langjährigen Zuwachsreihen stünde darüber hinaus ein aktuelles und nach einheitlichen Kriterien erhobenes Datenmaterial für die großräumige Untersuchung von Zuwachsveränderungen zur Verfügung.

Literaturhinweise:

- [1] FVA BADEN-WÜRTTEMBERG, ABT. BIOMETRIE UND INFORMATIK (1994): Untersuchungen zur Zuwachsmethodik und zur Rationalisierung der Aufnahmen bei der BWI II. Untersuchungsbericht zum Forschungsauftrag des BML vom 3.2.1994 AZ. 614 -7146/13. [2] GUTTENBERG, A.; RITTER V. (1915): Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Wien und Leipzig: Verlag Franz Deuticke. 153 S. [3] HRADETZKY, J. (1972): Modell eines integrierten Ertragstafel-Systems in modularer Form. Mitt. d. FVA Baden-Württemberg, Heft 45. [4] HRADETZKY, J.; KUBLIN, E.; SCHARNAGL, G.; SCHÖPFER, W. (1986): Volumen- und Sortenermittlung bei der Bundeswaldinventur (BWI). AFZ, 32, 804-807. [5] KRACHT, A. (1995): Überlegungen zur Rationalisierung bei einer Folgeinventur der Bundeswaldinventur (BWI II) unter besonderer Berücksichtigung der Messung des oberen Durchmessers (D7) als Parameter für die Schaftformbeschreibung. Diplomarbeit, Forstwissenschaftliche Fakultät, Uni Freiburg, unveröffentlicht. [6] KUBLIN, E.; KRACHT, A.; SCHÖPFER, W. (1995): Rationalisierung des Meßaufwands bei Wiederholungsinventuren. Forst und Holz, 50, 608-612. [7] KUBLIN, E.; SCHARNAGL, G. (1988): Verfahrens- und Programmbeschreibung zum BWI-Unterprogramm BDAT. FVA Baden-Württemberg, 87 S. [8] POLLANSCHÜTZ, J. (1965): Eine neue Methode der Formzahl- und Massenbestimmung stehender Stämme. Neue Form- bzw. Kubierungsfunktionen und ihre Anwendung. Mitt. d. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn, Heft 68, 186 S. [9] ROIKO-JOKELA, P. (1976): Die Schaftformfunktion der Fichte und die Bestimmung der Sortimentsanteile am stehenden Baum. Mitt. d. eigen. Anstalt für das forstl. Versuchswesen, Bd. 52/Heft 1, 1-84. [10] SLOBODA, B. (1971): Zur Darstellung von Wachstumsprozessen mit Hilfe von Differentialgleichungen erster Ordnung. Mitt. d. FVA Baden-Württemberg, Heft 32. [11] WEISER, M. A. (1996): Untersuchung über Rationalisierungsmöglichkeiten bei der Höhenmessung für die geplante zweite Bundeswaldinventur. Diplomarbeit, Forstwissenschaftliche Fakultät, Uni Freiburg, unveröffentlicht. [12] WENK, G.; ANTANAITIS, V.; SMELKO, S. (1990): Waldertragslehre. Dtsch. Landwirtschaftsverlag, Berlin

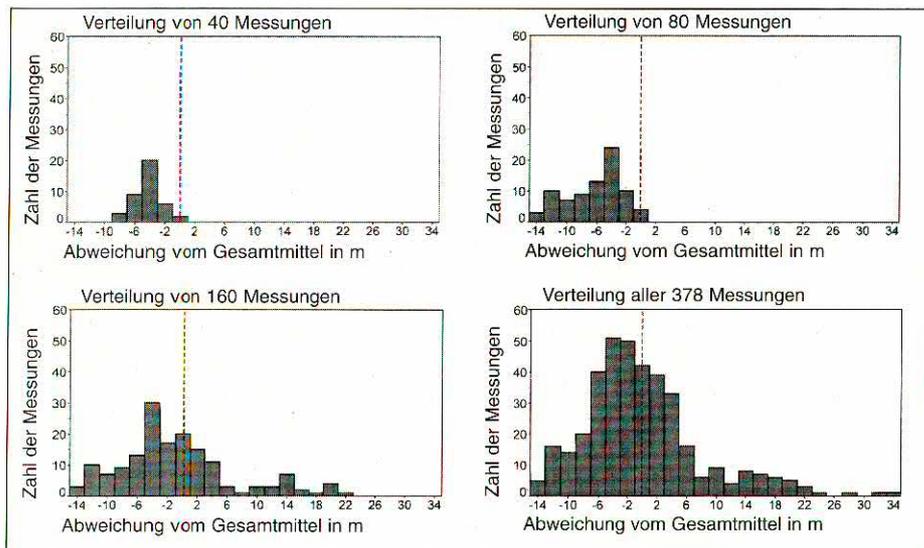


Abb. 1: Beispiel wiederholter Positionsbestimmungen am gleichen Punkt. Dargestellt sind die Häufigkeiten der Abweichungen der Einzelmessungen vom Mittelwert von 378 Messungen, jeweils nach 40, 80 und 160 Aufnahmen.

tisch. Dort liegen in der Regel die Einhängpunkte für die BWI-Trakte. Diese kann man direkt mit GPS vermessen, wenn sie an Stellen mit guter Himmelssichtbarkeit liegen. Andernfalls wäre der Einhängpunkt auf eine geeignete Stelle zu verlegen, Azimut und Entfernung zum ehemaligen Einhängpunkt wären zu messen. Sind erst einmal die Koordinaten des Einhängpunktes bekannt, lassen sich die Koordinaten der vier Traktecken mit den bereits vorhandenen Werten aus dem Einmessprotokoll der BWI I berechnen. Sie müssen nicht mehr separat mit GPS vermessen werden. Die erreichbare Genauigkeit ist dann abhängig vom Vermessungsfehler, mit dem die Traktecken bei der BWI I eingemessen wurden.

Durch dieses Vorgehen wird zum einen die teure Aufnahme von vier Traktecken auf eine einzige Aufnahme reduziert, zum anderen kann auf Wegen und Lichtungen gemessen werden, was die Genauigkeit der Messung deutlich erhöht. Die Genauigkeit der Methode entspricht dem Fehler der GPS-Aufnahme (wenige dm) plus dem Fehler, mit dem die Traktecken bei der BWI I eingemessen wurden. Die Aufnahmeanweisung der BWI fordert, daß nach Einmessen von vier mal 150 m Traktlinie der Endpunkt näher als fünf Meter bei der ersten Traktecke liegt. Im Vergleich dazu ist die im Dezimeter-Bereich liegende Ungenauigkeit der Bestimmung des Einhängpunktes mit GPS relativ unbedeutend.

Wiederauffinden von Punkten (Navigation): Liegen übergeordnete Koordinaten der Traktecken vor, kann GPS auch für die Navigation zu den gesuchten Punkten eingesetzt werden. Dabei nähert sich der Inventurtrupp mit dem GPS-Empfänger dem Zielpunkt. Der Empfänger zeigt stets

die aktuelle Entfernung und den Azimut zum gesuchten Punkt. Die Navigation mit GPS bringt dabei große Probleme, da sich beim Gehen die Position des Empfängers ständig ändert, für die jeweilige Ortsbestimmung also nur wenige Messungen vorliegen. Außerdem ist eine technisch aufwendige Echtzeit-Korrektur nötig.

Das Verfahren ist daher für die BWI zur Zeit noch Vision, da der Aufwand wegen der künstlichen Verfälschung des Signals für ein praktikables Verfahren viel zu hoch ist. Der amerikanische Präsident BILL CLINTON hat in Aussicht gestellt, daß bis zum Jahr 2005 das „künstliche Rauschen“ militärisch nicht mehr notwendig sein wird und wegfallen kann. Damit wäre die Vision von der Navigation für eine BWI III durchaus denkbar. Voraussetzung wäre jedoch die Bestimmung übergeordneter Koordinaten im Zuge der BWI II oder in einem gesonderten Arbeitsgang.

Vermessen der Stratenzen auf der Traktlinie: Eine Vermessung der Stratenzen entlang der Traktlinien mit GPS ist derzeit wegen der Störempfindlichkeit der GPS-Messung im Bestand nicht möglich. Die höchste mit GPS erreichbare Genauigkeit fiel weit hinter die bisher übliche dm-genaue Vermessung mit Ultraschall-Entfernungsmessern zurück.

Derzeit ist also nur die Festlegung der Einhängpunkte in einem übergeordneten

Koordinatensystem durch GPS und die Berechnung der Koordinaten der Trakteckpunkte aus den Einmeßprotokollen der BWI I zu empfehlen.

Arbeitsverfahren

Die Vermessung der Einhängpunkte mit GPS ist ein separater Arbeitsgang. Aus verfahrens- und arbeitstechnischen Gründen sollte diese Aufgabe nicht vom Inventurtrupp miterledigt, sondern separat von einem GPS-Aufnahmetrupp durchgeführt werden.

Die GPS-Vermessung ist prinzipiell im Vorlauf, also vor Beginn der Inventuraufnahmen, oder im Nachlauf, also nach Ende der Inventuraufnahmen möglich.

Vermessung im Vorlauf oder Nachlauf

Eine Vermessung im Vorlauf bedeutet, daß der GPS-Aufnahmetrupp den alten Einhängpunkt wiederfinden und eventuell die Distanz- und Winkelmessung zu einem verlagerten, für die GPS-Messung geeigneten Punkt durchführen muß. Während der GPS-Empfänger mißt, besteht dafür ausreichend Zeit. In den neuen Ländern sind noch keine Einhängpunkte vorhanden. Der GPS-Trupp muß dort also entscheiden, wo die beste Lage des Einhängpunktes ist, um eine möglichst schnelle und genaue Einmessung zur nächstgelegenen Traktecke zu gewährleisten.

Bei der GPS-Vermessung im Nachlauf müßte sich der GPS-Trupp in jedem Fall, also auch in den neuen Ländern, an den Einhängpunkten der Inventurtrupps orientieren. Diese sind relativ schnell auffindbar, da sie frisch angelegt sind. Dies bedeutet eine Zeiteinsparung für den GPS-Trupp, der allerdings dann während der GPS-Messung weitgehend Leerlauf hat. Die Zeit für das Wiederauffinden und Sichtbarmachen der Einhängpunkte bzw. deren Neuanlage in den neuen Ländern wird dann von den Inventurtrupps aufzubringen sein.

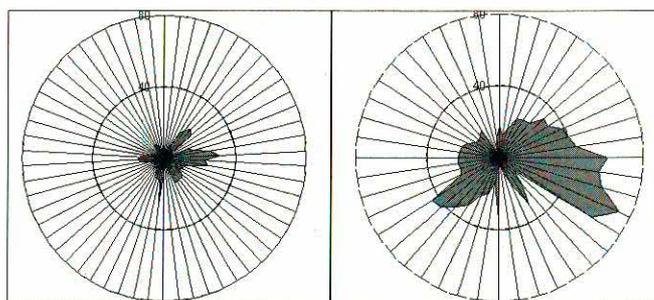


Abb. 2: Ergebnis von 102 Positionsbestimmungen eines Punktes in einem Buchenbestand. Links sind die Abweichungen von Messungen mit Empfang von vier und mehr Satelliten, rechts mit weniger als vier Satelliten aufgetragen. Es ist nicht die Richtung der Abweichung dargestellt, sondern die zeitliche Abfolge der Messungen im Uhrzeigersinn.

Aus diesen Gründen ist zumindest in den neuen Ländern eine GPS-Vermessung im Nachlauf zu empfehlen, damit sichergestellt ist, daß die Einhängpunkte für den Inventurtrupp optimal gewählt werden. In den alten Ländern kann die GPS-Vermessung auch im Vorlauf erfolgen, da die optimalen Einhängpunkte bereits festliegen. Durch die dann frisch markierten Einhängpunkte wird Zeit beim Aufsuchen durch die Inventurtruppe eingespart.

Kosten für Geräte und Aufnahme

Bei der BWI II müssen etwa 13.760 Trakte eingemessen werden (alte Bundesländer ohne NRW, da dort bereits mit GPS eingemessen wurde, zuzüglich neue Bundesländer). Um eine Genauigkeit zu erreichen, die im Bereich von 0,5 m liegt, ist unter günstigen Bedingungen eine Aufnahme von ca. 15 min Dauer ausreichend. Die dabei entstehenden Gesamtkosten für Geräte und Arbeitszeit betragen für das Bundesgebiet ca. 1,3 Mio DM. Umgerechnet auf jeden gemessenen Einhängpunkt entspricht das DM 95,- (siehe Tab.). Bei Verdoppelung der Aufnahmezeit auf 30 Minuten erhöhen sich die Kosten auf 1,6 Mio DM, bzw. auf DM

120,- je Aufnahmepunkt. Dabei wird unterstellt, daß 5 Basisstationen zur Messung der Korrekturdaten angeschafft werden. Bei Zukauf der Daten vom Vermessungsamt ließen sich diese Kosten noch reduzieren.

Die Herleitung der Koordinaten der einzelnen Traktecken aus den Daten der BWI I und der GPS-Vermessung des Einhängpunktes wurde hier nicht mitkalkuliert. Diese Umrechnung braucht nicht durch den GPS-Trupp zu geschehen, sondern kann durch Programme im Rahmen der allgemeinen Auswertung erfolgen.

Folgerungen

Noch liegen die Positionen der Traktecken nur in lokalen Koordinaten vor. Diese in ein übergeordnetes Koordinatensystem zu überführen bringt folgende Vorteile:

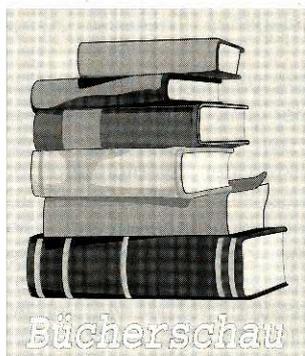
- Unabhängigkeit vom Verlust des jeweiligen Einhängpunktes (Punkte-Sicherheit)
- Die Öffnung zur Fernerkundung
- eine sichere Basis für künftige Navigation, sei es mit Lasergeräten oder mit verbesserten GPS-Empfängern.

Um die übergeordneten Koordinaten zu erfassen, ist GPS in hohem Maße geeig-

net, da keine Sichtverbindung zu trigonometrischen Punkten gegeben sein muß. Mit einer einzigen GPS-Messung können aus den bereits vorhandenen lokalen übergeordnete Koordinaten errechnet werden. Dieses Verfahren ist hinreichend genau und sehr wirtschaftlich. Für die Anlage der BWI-Trakte in den neuen Ländern sollten die Einhängpunkte von den Inventurtruppen ausgewählt und im Nachhinein mit GPS eingemessen werden.

Literaturhinweise

[1] AN., (1986): Bundeswaldinventur, Instruktion für die Traktaufnahme. Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn. [2] BACHMANN, P. (1993): Handbuch der Satellitennavigation. GPS Technik - Geräte - Anwendung. Motorbuch Verlag, Stuttgart. 189 S. [3] BICK, U. (1993): Bundeswaldinventur Bilanz und Ausblick. AFZ 23/1993, S. 1175. [4] HELLSTRÖM, CLARA (1993): GPS/GIS Forestry Application in Sweden - Experiences and Possibilities. Unveröffentlichtes Papier der SkogForsk, Uppsala. [5] HELLSTRÖM, C. und JOHANSSON, S. (1993): Exakta positioner och arealer med GPS. Skog Forsk Resultat Nr. 13, 1993 [6] HOFMANN-WELLENHOF, LICHTENEGGER, H., COLLINS, J. (1992): GPS. Theory and Practice. Springer, Wien, New York, 355 S. [7] JASUMBACK, T. (1993): Evaluating GPS under a dense tree canopy. Timber Tech Tips, USDA Forest Service, Technology and Development Center, Missoula, MT. [8] LÜKE, P., HEELING, V. (1996): GPS beim Testlauf zur Landeswaldinventur in Nordrhein-Westfalen. Der Vermessungsingenieur Jg. 47, H 2/96, S.79. [9] MÜLLER, A. (1993): Bestehende und künftige geodätische Bezugssysteme in Europa und im wiedervereinigten Deutschland. In Schriftenreihe des Studiengangs Vermessungswesen der Universität der Bundeswehr München, Heft 45, S. 185 - 202. [10] OEFVERBERG, TH. ET AL. (1995): Nutzung des GPS bei der Aufnahme von Waldwegen. Interner Bericht des Geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe. 71 S. [11] SEEBER, G. (1989): Satellitengeodäsie. Walter de Gruyter, Berlin - New York, 489 S. [12] ZÖHRER F. ET AL. (1994): DFS/BWI-Bericht Nr. 12-2/BWI II, Mai 1994



Behörden und Organisationen der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 1995

594 Seiten, DIN A5, DM 185,-, im Abonnement DM 175,- zzgl. Vertriebskosten und MwSt. B. Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg.

Wo frage ich nach? Wen rufe ich an? Von Behörden, Verbänden, Organisationen bis hin zu Lehr- und Forschungsanstalten, die im Agrarbereich tätig sind, enthält das Adreßbuch mehr als 8.000 inländische und internationale Adressen mit Telefon, Telefax, Telex, Teletext sowie wichtige Ansprechpartner z. B. Präsidenten, Direktoren, Abteilungsleiter, Referenten.

Der klare Aufbau mit numerischer Gliederung umfaßt 14 Sachgruppen: • Bundesbehörden • Bundesländer • Landwirtschaftskammern • Untersuchungsanstalten • Beratung • Ausbildung und Forschung • Landwirtschaftliche Produktion, Forstwirtschaft • Tierische Veredelungswirtschaft • Wirt-

schaft, Handel, Gemeinschaftsverpflegung, Verbraucher, Verpackung • Marketing, Messen, Ausstellungen, Informationen • Geld, Kredit, Buchführung, Versicherungen • Struktur und Siedlungswesen • Internationale Organisationen.

Besonders hervorzuheben ist, daß die Adressen innerhalb der Sachgruppen, nach Bundesländern untergliedert, zu finden sind.

Bekämpfung von Waldbränden, Moorbränden, Heidebränden

Von Peter Lex. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage. 168 S., kart. 18,- DM. Die Roten Hefte 26, Kohlhammer Stuttgart.

Dieses Rote Heft zeigt auf, wie Feuerwehr- und Forstleute Waldbrände verhindern bzw. den Schaden durch vorbereitende und einsatztaktische Maßnahmen minimieren können.

Der Autor, ein in der Waldbrandbekämpfung erfahrener Forstdirektor aus Lüneburg, hat sowohl die nationalen Erfahrungen von Waldbränden in Niedersachsen und Brandenburg berücksichtigt als auch eine Vielzahl von internationalen Erkenntnissen eingearbeitet.

Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald

Von Andreas König. 194 S., 54 Abb., 45 Tab., kart., 20,80 DM. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M.

Da auch künftig mit Stürmen und Orkanen zu rechnen ist, entwickelte König

ein Modell für die Abschätzung der Gefährdung der Waldbestände anhand der empirisch untersuchten wichtigsten Einflußgrößen für den Schadensfall und diskutiert Maßnahmen und waldbauliche Strategien für die Verringerung der Schadensdisposition.

Waldarbeiter in Hessen. Kulturwissenschaftliche Analyse eines Berufsstandes

Von Klaus Schriewer. Arbeitskreis Volkskunde und Kulturwissenschaften e.V., Lebens- und Staatsformen Bd. 2 Marburg 1995. 499 Seiten, 34 Abb. 34,- DM, zu beziehen bei: AVK, Postfach 1122, 35001 Marburg.

Der Autor hat in seiner Dissertation das Leben und die Kultur der Waldarbeiter in Hessen von der Nachkriegszeit bis heute analysiert. Ein Ergebnis ist, daß die Lohnarbeiter im Staat- und Kommunalforst unter gänzlich anderen Bedingungen leben und arbeiten und auch andere Interessen vertreten als die selbständigen Forstunternehmer. Es werden die unterschiedlichen Arbeitsbedingungen und Freizeitgestaltung dieser Gruppen dargestellt. Die Arbeit basiert auf der in der dänischen Forschung entwickelte Lebensformanalyse. Besonders die Darstellung der Arbeits- und Lebensformen der selbständigen Unternehmer, einer Gruppe, die sonst in der Literatur wenig Beachtung findet, machen dieses Buch interessant.

Allgemeine Botanik

Von Wilhelm Nultsch. 10. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 602 S., mit

234 Abb., Taschenbuch, 44,- DM, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Das erstmals 1964 erschienene Buch wurde nicht nur inhaltlich überarbeitet, sondern auch leserfreundlicher gestaltet. Auch wenn es vor allem für (Biologie-)Studenten als einleitende Lektüre gedacht ist, so kann es auch bei der Auffrischung der botanischen Grundkenntnisse gute Dienste leisten.

Buchenwälder - ihr Schutz und ihre Nutzung

Bd. 8 der Schriftenreihe der Stiftung Wald in Not; 100 S., zahlr. Abb. und Farbfotos. Zu erhalten gegen Voreinsendung von 1,50 DM in Briefmarken bei: Stiftung Wald in Not, Mirbachstraße 2, 53173 Bonn.

Die Broschüre enthält neun Beiträge zur Buche, von den Buchenwaldökosystemen bis hin zur Rolle der Buche in der bildenden Kunst und der Verwendung des Buchenholzes. Insgesamt lautet das Ziel: Schützen durch nützen.

Der Biber im Spessart

Von Hubertus Langer und Dietrich Heidecke; 18s. Broschüre, herausgegeben vom FA Sinntal in Zusammenarbeit mit der Oberen Naturschutzbehörde Darmstadt. Zu beziehen über das FA Sinntal, Forststraße 2, 36391 Sinntal.

In knapper, aber informativer Form werden Lebensweise und Lebensraumansprüche des Bibers dargestellt, der seit 1987 wieder im Spessart eingebürgert worden ist. Zugleich wird darauf aufmerksam gemacht, daß Voraussetzung für Wiedereinbürgerung des Bibers die Wiederherstellung intakter Flußauen ist.