



Anwendung von GIS und GPS im Lehrforst der Universität für Bodenkultur

Josef Gasch ¹, Erwin Heine ²

¹ *Universität f. Bodenkultur, Lehrforstzentrum, Heuberg 82, A-7212 Forchtenstein*

² *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82/II, A-1190 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **87** (2–3), S. 117–126

1999

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Gasch_VGI_199915,  
Title = {Anwendung von GIS und GPS im Lehrforst der Universit{"a}t f{"u}r  
Bodenkultur},  
Author = {Gasch, Josef and Heine, Erwin},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {117--126},  
Number = {2--3},  
Year = {1999},  
Volume = {87}  
}
```



- [16] *Rauscher, M.H.* (1999): Ecosystem management decision support for federal forests in the United States: A review. *For. Ecol. Manage.*, **114**, 173–197.
- [17] *Riedl, L., Kalasek, R.* (1998): MapModels – Programmieren mit Datenflußgraphen. In: Strobl J. and Dollinger F. (Eds.): *Angewandte geographische Informationsverarbeitung. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg '98*, Wichmann, Heidelberg, pp. 279–288.
- [18] *Riedl, L., Vacik H., Kalasek, R.* (1999): MapModels: A new approach for spatial decision support in silvicultural decision making. International conference on „The application of scientific knowledge to decision making in managing forest ecosystems“. 3–7 May 1999. Asheville, NC. *Computers and Electronics In Agriculture* (in press).
- [19] *Schmidtko, H.* (1989): Zur Anwendung von Geoinformationssystemen in der Forstwirtschaft. Diss. Universität Freiburg.
- [20] *Schüler, G.* (1993): Zum Einsatz Geographischer Informationssysteme im Forstbereich. Dipl. am Institut für Forsteinrichtung und Forstliche Betriebswirtschaft., Universität Freiburg, unveröffentlicht.
- [21] *Stamper, K., Daxner, P.* (1998): Ein Produktivitätsmodell für ein selbstlahrendes Seilgerät Typ „Woodliner“, *Cbl. f. ges. Forstwesen*, **115**(4): 249–260.
- [22] *Steiner, C.* (1998): Ein klimasensitives statisches Modell zur Beurteilung der Baumarteneignung: dargestellt am Beispiel des Forstbetriebes Kleinszig unter Anwendung von GIS, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- [23] *Steiner, C., Lexer, M. J.* (1998): Ein klimasensitives statisches Modell zur Beurteilung der Baumarteneignung, *Forstarchiv* **69**, 92–103
- [24] *Strobl, J.* (1988): *Digitale Forstkarte und Forsteinrichtung. Salzburger Geographische Materialien. Heft 12. Schriftenreihe Institut für Geographie, Universität Salzburg.*

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Harald Vacik, Dipl.-Ing. Dr. Manfred J. Lexer:
 Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur Wien,
 Peter Jordanstr. 70, A-1190 Wien,
 e-mail: vacik@edv1.boku.ac.at, lexer@edv1.boku.ac.at



Anwendung von GIS und GPS im Lehrforst der Universität für Bodenkultur

Josef Gasch, Forchtenstein und Erwin Heine, Wien

Zusammenfassung

Die forstbetrieblich relevanten Datenbestände des Lehrforstes der Universität für Bodenkultur Wien werden seit 1990 mit einem GIS verwaltet. Dies ermöglicht einerseits eine vereinfachte Nachführung der Forstkarte, andererseits erlaubt es durch Verknüpfung von vorhandenen Datenbeständen besondere Fragestellungen zu bearbeiten. Als Beispiel dafür wird die räumliche Zuordnung von Holzbringungsverfahren gezeigt.

Für die laufende Nachführung der raumbezogenen Daten werden vor allem tachymetrische Verfahren sowie neuerdings satellitengestützte Positionierungsverfahren angewandt. Über die praktischen Erfahrungen im Einsatz von GPS und DGPS-Diensten im Forstbestand wird im 2. Teil berichtet.

Abstract

The forest stand data of the research forest of the University of Agricultural Sciences Vienna have been managed by a GIS since 1990. The use of the GIS both allows to simplify the traditional updating process of the forest map and to tackle new questions by its versatile data processing methods. The letter is shown for the spatial differentiation of logging methods by combining soil and topographic data.

The second part deals with the use of GPS as a GIS data collection tool of growing importance under the special conditions of densely forested areas. Practical experiences and results are presented.

1. Einleitung

Als Lehrforst steht der Universität für Bodenkultur Wien seit 1972 ein Teil des Revieres Ofenbach des Forstbetriebes Wr. Neustadt der Österreichischen Bundesforste AG zur Verfügung. Dieser Reviereteil befindet sich am Westabhang des Rosaliengebirges in 320m–740m Seehöhe mit einer Fläche von 930 ha.

Im Jahre 1990 wurden die forstbetrieblich relevanten Datenbestände im Rahmen einer Diplom-

arbeit [9] mit einem geographischen Informationssystem (GIS) digital erfaßt. Als Grundlage für die Erstdigitalisierung der Karten diente die vorhandene Bestandeskarte im Maßstab 1:5000 und das Operat aus der Forsteinrichtung 1983 und die Standortskarte 1985.

Anlässlich der Revision 1993 erstellten die den Lehrforst bewirtschaftenden österreichischen Bundesforste (ÖBF) die neue Forstkarte ebenfalls mit Hilfe eines GIS.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit ist diese Karte auch für das Lehrforstzentrum die Arbeitsgrundlage für die Forsteinrichtungsperiode 1993 – 2003. Als Datenquelle bzw. Digitalisierungsgrundlage für die „digitale Forstkarte“ der ÖBF mit Datenstand 1994 wurden die Karte 1983 und Luftbilder aus dem Jahr 1988 in Kombination herangezogen. Änderungen nach 1988 und Fehler bei der Erstellung wurden mittels Feldtaxation ergänzt bzw. berichtigt.

Für die laufende Nachführung der Karten am Lehrforstzentrum kommen vor allem terrestrische Verfahren zum Einsatz. Neben der Ausführung von (Bussolen-) Polygonzügen gewinnt die Anwendung des Globalen Positionierungssystems (GPS) zunehmend an Bedeutung. Mit letzterem werden einerseits Fixpunkte im dm – Genauigkeitsbereich für Anschlüsse von Polygonzügen und direkte Positionierung von Punkten (z.B. Grenzpunkte) mit höheren Genauigkeitsanspruch gemessen.

Andererseits werden auch Linienmessungen im m – Genauigkeitsbereich für die direkte Übernahme in den GIS – Datenbestand durchgeführt.

2. GIS im Lehrforst

2.1. Technische Voraussetzungen (Hardware)

Die Datenbearbeitung erfolgt auf einem Personalcomputer (Prozessor AMD K6-II, 128MB RAM) mit dem Betriebssystem MS-Windows NT 4 und dem GIS-Software Paketen ARC/INFO 7.1 und ArcView 3.0a. Zur Dateneingabe steht

ein Scanner und ein Digitalisiertablett zur Verfügung. Die Ausgabe der Karten erfolgt auf einem Großformat-Tintenstrahldrucker.

2.2. Kartengrundlagen im Lehrforst

In Tabelle 1 sind die im Lehrforst vorhandenen Karten und Datenbanken zusammengestellt.

Darüber hinaus existieren noch Karten, welche aus den obigen Grundkarten generiert wurden (z.B. Abteilungskarte aus der Karte der räumlichen Einteilung).

2.3. Anwendung des GIS im Lehrforst

Forstliche Wirtschaftskarte

Hauptanwendung des GIS ist die laufende Nachführung der Forstkarte und der zugehörigen Datenbanken. Dazu werden jährlich die Änderungen der flächenbezogenen Bestandesdaten in der Nachweisungsdatenbank eingetragen. Gleichzeitig werden auch die räumlichen Änderungen in Form von Ausscheidungen unter der Teilflächenebene nachgeführt. Auf diese Weise ist sowohl der Datenstand zum Zeitpunkt der letzten Revision (1993), als auch der aktuelle Stand abruf- bzw. darstellbar (Abbildung 1). Allerdings sind die Standardausgabefenster der Programme für Datenabfragen „vor allem bei umfangreicheren Tabellen“ wenig komfortabel lesbar. Deshalb ist vorzuziehen, nur eine Referenz auf die abgefragten Daten an ein externes Datenbanksystem zu übergeben. Im vorliegenden Fall wurde eine Routine zur Übergabe der

Tabelle 1: Kartengrundlagen im Lehrforst und Aufteilung auf Lagen verschiedenen Typs (F = Fläche, L = Linie, P = Punkt, T = Text)

Karte	Typ	Inhalt	relationale Datenbank
räumliche Einteilung	F	Bestände (Teilflächenebene), Nichtholzboden, Neben Gründe, Fremdeinschlüsse	Operat Nachweisung
Punkte	P	Vermessungspunkte, Grenzpunkte, Punkte d. räumlichen Einteilung, Landmarken	Grenzkataster
Linien	L	flächentrennende und nicht trennende Linien	
Strassen	L	Achsen der flächenwirksamen Forstwege	
Gewässer	L	Oberflächenwasser	
Nutzungen	FP	Nutzungsvorschreibung	Operat Nachweisung
Standort	F	forstliche Standortskartierung	
Winkelzählprobenetz	P	permanente Stichproben im Raster 141x141 m ² (2 ha pro Punkt)	Winkelzählproben- ergebnisse
Digitales Geländemodell DGM	P	Höheninformation im Raster 25x25 m ²	
Beobachtungsflächen	FP	Beobachtungs- und Versuchsflächen der Universität	
Text	T	Beschriftung	

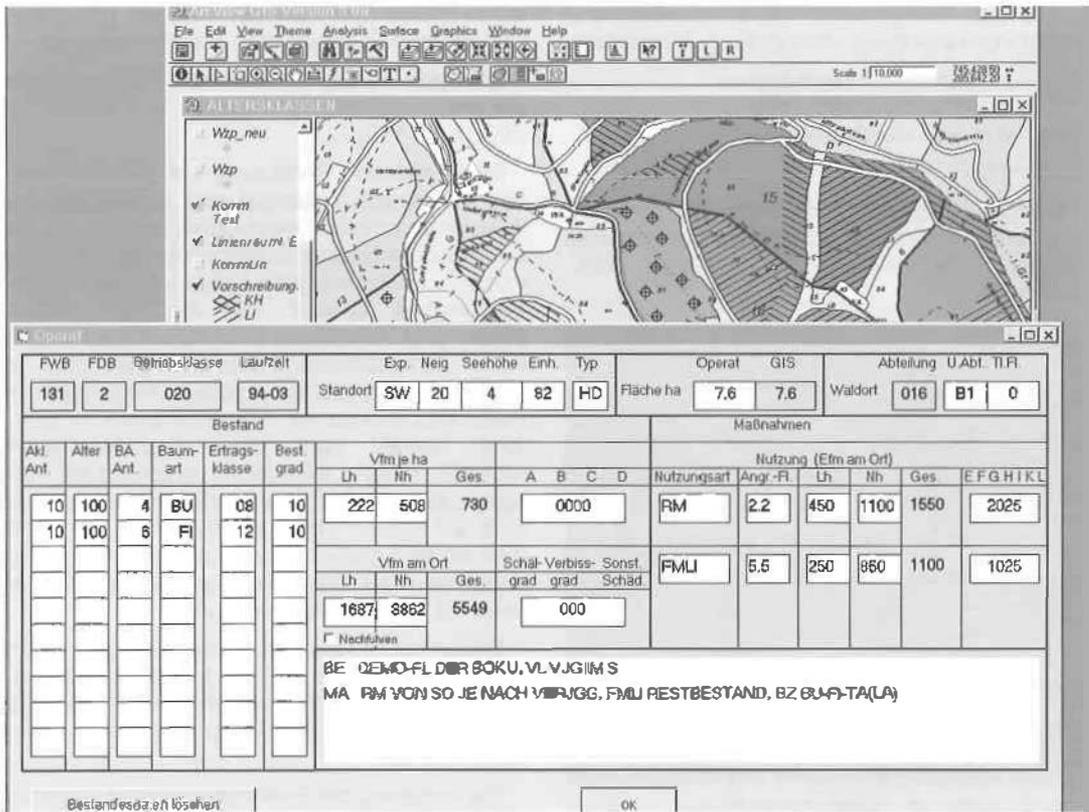


Abb. 1: Bestandeskarte und Operatsauszug zu der ausgewählten Teilfläche

Datensatznummer an eine separat programmierte Editiermaske geschrieben. Diese liest anschließend den Datensatz aus der Datenbank und stellt die Daten übersichtlich dar.

Darüberhinaus wird es leichter als bisher möglich sein, Bestandesgeschichten zu erstellen, da der Datenstand der vorigen Revision (1984) ebenfalls archiviert ist. Damit sind Änderungen von Flächenbezeichnungen und -abgrenzungen wesentlich weniger problematisch als bei der früheren Art der Evidenzhaltung, bei welcher in der Regel das Problem bestand, daß die räumlichen Daten (Karte) nicht immer mit den Operatsdaten in Einklang zu bringen sind.

Räumliche Zuordnung von Holzbringungsverfahren

Ein wesentlicher Teil der Bewirtschaftung des Waldes und auch der Kostenbelastung eines Forstbetriebes ist die Holzernte. Dabei ist eine Hauptaufgabe die Beförderung des geernteten Holzes vom Waldort zur nächsten LKW - befahrbaren Straße (Rückung oder Bringung). Für die Kosten ist das je nach lokaler Situation mögliche

Bringungsverfahren ausschlaggebend. Dabei steigen die Kosten im allgemeinen in der Reihe:

1. frei befahrbares Gelände (Rückegassen)
2. eingeschränkt befahrbare Lagen (ausgebaute Rückewege)
3. unbefahrbare Lagen (mobile Seilanlagen).

In der Regel wird die Unterscheidung aufgrund der Hangneigung vorgenommen [2]. In Abbildung 2 ist für einen Gebietsausschnitt des Lehrforstes die Hangneigung nach obigen Kriterien klassifiziert dargestellt: 1: 0-25% (14°); 2: 25-55% (29°); 3: > 55%.

Für die Hangneigungskarte wurde aus der Punktekarte DGM (siehe Tabelle 1) eine Flächenkarte mit Einzelflächen von 25 x 25 m² Seitenlänge und der Neigungsinformation erzeugt. Dazu verwendet ARC/INFO die „Mittleres Maximum Technik“ für ein 3x3 Zellen Fenster:

```

a b c
d e f
g h i

```

wenn a - i die Höhenkoordinaten der Zellen sind:

$$(dz/dx) = ((a + 2d + g) - (c + 2f + i)) / (8 \cdot x\text{-Zellengröße})$$

$$(dz/dy) = ((a + 2b + c) - (g + 2h + i)) / (8 \cdot y\text{-Zellengröße})$$

$$Nge = \sqrt{\sqrt{(dz/dx)^2} + \sqrt{(dz/dy)^2}}$$

Neigung in e (°) = arctan(Nge)

Quelle: [1]

Wird die Hangneigung nach den oben genannten Werten klassifiziert, so ergeben sich folgende Flächenanteile: 0–14°: 51%; 14–29°: 48%; >29°: 1%.

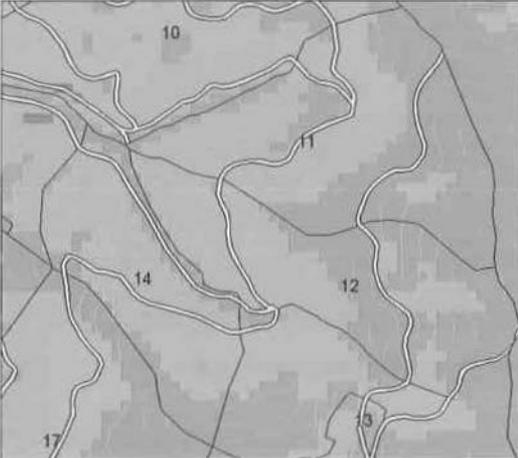


Abb. 2: Karte der Hangneigungsklassen: 1. 0–14° (grün), 2. 14–29° (orange) 3. >29° (rot)

Die Hangneigung allein ist jedoch als Kriterium unbefriedigend. Einen ebenso großen Einfluß auf die Befahrbarkeit haben unter anderem auch der Boden und die Witterung. Zur Beurteilung der Tragfähigkeit des Bodens werden verschiedene Verfahren angewendet [4]. Mit den meisten Verfahren ist jedoch ein mehr oder weniger hoher Aufwand verbunden. Brauchbar sind oft auch forstliche Boden- und Standortskarten unter der Voraussetzung, daß Standortmerkmale auch im Sinne einer technischen Klassifikation definiert wurden. Da die Hangneigung in der Standortskarte nicht detailliert berücksichtigt wird, ist eine Verbesserung der Aussagekraft durch die Kombination beider Merkmale zu erwarten. Dabei kann das GIS wertvolle Hilfestellung bieten. Nach der Verschneidung der Karte der Hangneigungen mit der Standortskarte entstand eine Karte mit 7400 Flächen mit der kombinierten Neigungs- und Standortinformation (Abbildung 3).

Nach den in der Abbildung 3 die angeführten Regeln wurden Bringungsverfahrensklassen ausgeschieden und den Flächen zugeteilt.

Im letzten Schritt wurden angrenzende Flächen gleicher Bringungsklassen vereinigt. Da-

durch wurde die Zahl der Flächen mit unterschiedlichen Eigenschaften auf 930 reduziert.

Die sich daraus ergebenden Flächenanteile der Bringungsverfahrensklassen: Kl 1: 61%; Kl 2: 28%; Kl 3: 11%.

Entscheidende Bedeutung hat die Erstellung des Schlüssels. Während die Einstufung der Hangneigung leicht nachvollziehbar ist, ist die der Standortstypen wesentlich weniger eindeutig möglich. In vorliegendem Fall wurde die Boden-tragfähigkeit anhand von Bodenparametern (Stein- und Tongehalt, Gründigkeit) und praktischen Einsatzbeobachtungen abgeschätzt. In Tabelle 2 sind die Korngrößenverteilungen in Beispielsböden zu den Standortstypen im Lehrforst, sortiert nach dem Grobskelettanteil (Korn $\phi > 2\text{mm}$) angegeben. Aufgrund der Tatsache, daß die Festigkeit natürlicher Böden bereits auf kleinem Raum stark streut [2] und der deshalb sehr großen Anzahl an notwendigen Bodenproben kann die Abgrenzung anhand der Tabelle nur eingeschränkt erfolgen.

Böden mit Feinkornanteil über 30% und einem Grobkornanteil unter 30% können aber besonders bei höherem Wassergehalt als kritisch für eine Befahrung mit schweren Maschinen angesehen werden.

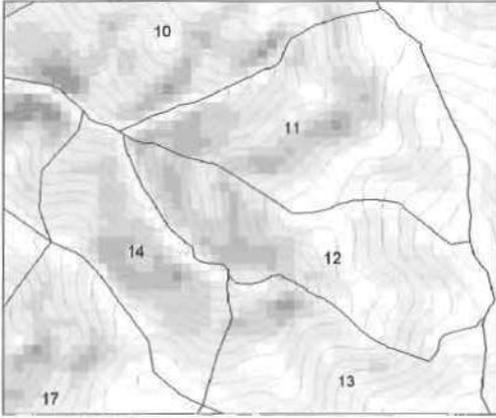
Die Änderung der Bodentragfähigkeit aufgrund des Feuchtezustandes ist ebenfalls ein entscheidender Parameter. Für einen Boden Klasse 3 (mittel plastisch, Schlufflehm – sandiger Lehm) geben [7] in Abhängigkeit vom Bodendruck des Fahrzeuges Wassergehalte von 30–40% als „maximal tolerierbaren Wassergehalt“ an. Die Hangneigung wurde nicht berücksichtigt.

Da jedoch Bodenwassergehaltmessungen vor dem jeweiligen Einsatz nur in den seltensten

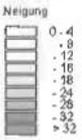
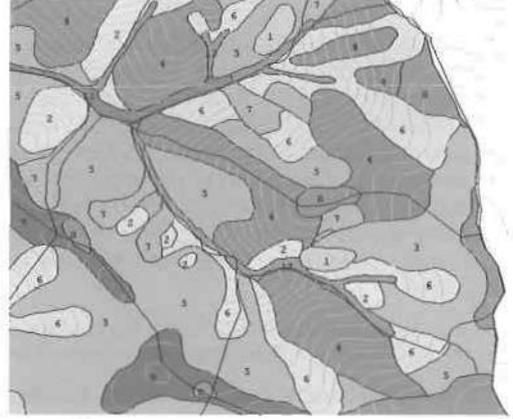
Tabelle 2: Korngrößenverteilung der Böden aller Standortstypen im Lehrforst

Standorts Typ	Korn $\phi > 2\text{mm}$	Korn $\phi 2-0.02\text{mm}$	Korn $\phi < .02\text{mm}$
7	11.1	43.5	45.4
6	12.2	43.8	44.0
2	24.8	50.8	24.4
10	30.6	45.1	24.3
3	30.8	43.9	25.3
13	31.9	38.5	29.6
4	35.8	44.4	19.9
1	38.7	40.8	20.5
9	39.3	42.2	18.5
5	40.7	41.1	18.2
11	41.2	43.1	15.7
8	43.2	40.5	16.3
12	44.7	39.0	16.3

Hangneigungen



Standortstypen



BRINGUNGSVERFAHREN NACH HANGNEIGUNG UND STANDORTSTYP			
Farbe	Bringungsverfahren	Hangneigung	Standortstyp
	1. Schleppergelände I (Leerfahrt bergauf Lastfahrt bergab)	< 10° < 15° < 20°	7,10 (Pseudogley) 6 (pseudovgl. Braunerde) alle anderen
	2. Schleppergelände II (Leerfahrt bergab Lastfahrt bergab)	10-15° 15-20° 20-30°	7,10 (Pseudogley) 6 (pseudovgl. Braunerde) alle anderen
	3. Seilgelände	>= 0° > 15° > 20° > 30°	12 (Gräben), 13 (Naßgalle) 7+10 (Pseudogley) 6 (Pseudovgl. Braunerde) alle anderen

Witterung:
 sehr trockener Boden: eine Stufe Richtung grün
 sehr feuchter Boden: eine Stufe Richtung rot



Abb. 3: Erstellung der räumlichen Abgrenzung verschiedener Bringungsverfahren im Lehrforst

Fällen durchgeführt werden können, wird die Beurteilung der Niederschlagsmenge bzw. Schmelzwasserzufuhr der Vorperiode praktikabler sein.

Die resultierende Skala deckt sich insofern mit jener von [2] als für Klasse 2 (befahrbar nur bergab) ebenfalls die Anlage einer Feinerschließung (Rückewege) wünschenswert ist. Insbesondere in größeren Geländeabschnitten mit dieser Einstufung sind nämlich die erforderlichen Umwege zur Bergfahrt zu groß. Wird dann auch die Bergfahrt in diesem Gelände durchgeführt, resultieren in der Regel Bodenschäden und Unfallgefahr.

Die Brauchbarkeit solcher GIS - Karten ist natürlich abhängig von der Güte der Grundkarten.

Im beschriebenen Fall resultieren Fehleinschätzungen aus Ungenauigkeiten und zu grober Rasterung des Geländemodells. So werden vor allem die starken Hangneigungen im Bereich der schmalen Gräben nicht oder nur unzureichend wiedergegeben (siehe Hangneigungskarte Abbildung 3., Graben entlang Abteilungsgrenze 10/11, 12/14). Das kann aber teilweise durch die Bewertung der Standortstypen in diesem Bereich kompensiert werden.

Ungenauigkeiten oder Generalisierungen von zu kleinen Details in der Standortskarte können ebenfalls Unstimmigkeiten zwischen der Befahrbarkeitskarte und den Verhältnissen im Gelände verursachen.

3. Vermessung im Wald

Die Kartierung von Merkmalen mittels Fernerkundung (Luftbilder, Satellitenbilder) gewinnt zunehmend an Bedeutung. Trotzdem gibt es nach wie vor Bedarf an terrestrischer Vermessung, zum einen, wenn keine aktuellen Bildgrundlagen zur Verfügung stehen oder wenn ein Merkmal zu klein oder verdeckt ist.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist die jährliche Nachführung der Karte. Beispiele für den zweiten Fall sind die Aufnahme von Grenzpunkten etc. Verdeckt können Merkmale insbesondere durch Bewuchs sein wie z.B. die Abgrenzungslinien für forstliche Standortskarten.

Die traditionelle Vermessung von Linienzügen im Wald ist arbeitsaufwendig. Es ist dafür mindestens ein 2 - Personenteam erforderlich. Außerdem stößt die Vermessung im schlecht gangbaren Gelände und vor allem bei dichterem Bewuchs auf Schwierigkeiten. Ein Problem ist oft auch die Verfügbarkeit von geeigneten An- und

Abschlusspunkten für Polygon- und Bussolenzüge.

3.1. Einsatz von GPS

Wenngleich im Bereich der Forstwirtschaft denkbar ungünstige Vorzeichen für ein Satellitennavigationssystem bestehen, man denke hier insbesondere an die Abschirmung des Signals durch die Blätter oder dessen Reflektion an den Baumstämmen (Multipath), werden seit den frühen 90er Jahren in immer stärkerem Maße GPS und in jüngster Zeit auch GLONASS in der forstlichen Vermessung eingesetzt [10]. Für die forstliche Kartierung ist in den meisten Fällen eine Genauigkeit von 5m erwünscht. Um diese zu erreichen ist die relative GPS-Meßmethode anzuwenden.

Die Hauptvorteile von GPS sind einerseits, daß die Vermessung von einer einzelnen Person durchgeführt werden kann und andererseits, daß nach einmaliger Bestimmung der Transformationsparameter eine Positionierung direkt im System der Gebrauchskoordinaten möglich ist, ohne daß lokale Bezugspunkte vorhanden sein müssen [6].

Der Hauptnachteil dabei ist jedoch, daß das Meßsignal sehr empfindlich gegen Abschirmung ist. Erfahrungen im praktischen Betrieb zeigen, daß in geschlossenen Nadelwäldern oder vollbelaubten Laubwäldern Messungen kaum möglich sind. Aus diesem Grund sollten Messungen im geschlossenen Bestand generell im Winterhalbjahr durchgeführt werden, wenn die Belaubung gering ist. Versuche von [5] haben gezeigt, daß auch bei Messungen im Nadelholzbestand die Ergebnisse im Winterhalbjahr besser sind als jene im Sommerhalbjahr.

Trotzdem ist eine zentimetergenaue Positionsbestimmung über Trägerphasenlösung in geschlossenen Beständen auch in der laublosen Zeit meist nur in Beständen mit hohem Laubholzanteil möglich. In allen anderen Fällen ist nur eine Codelösung zu erwarten.

Wie genau ist nun aber die Codelösung, und kann eine Beziehung zwischen Bestandstypen und Positionsgenauigkeit hergestellt werden?

Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Codelösung

In einer Kooperation zwischen dem Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation und dem Lehrforstzentrum werden seit 1998 in Beständen verschiedener Altersstadien und Baumartenzusammensetzungen Untersuchungen in Hinblick auf die Genauigkeit und Zu-

verlässigkeit der satellitengestützten Positionierung im Bestand durchgeführt. Im folgenden werden einige der erzielten Ergebnisse dargestellt.

- **Einmessung von forstlichen Einteilungslinien**

In diesem Fall wurden Bestandesgrenzen im gelichteten Buchenreinbestand mit einer Leica MX9400 GPS-Ausrüstung eingemessen.

Die Vorgangsweise war dabei so, daß für jede Linie eine kinematisch Meßkette aufgenommen wurde, d.h. es wurden die jede Sekunde empfangenen und berechneten Positionen direkt verwendet. An Bruchpunkten der Linie wurde 30 – 60 Sekunden verweilt, um eine graphische Mittelung zu ermöglichen. Die Ergebnisse der anschließenden Auswertung zeigt Abbildung 4. Die gemessenen Punkte sind grün dargestellt. Der endgültige Linienzug wurde manuell interpoliert und in Rot dargestellt.

Die Ergebnisse liegen durchaus im brauchbaren Bereich von bis 5 m Standardabweichung (Kreis 2 in Abbildung 4). Einzelne Linienzüge waren jedoch wesentlich ungenauer mit Abweichungen über 50m (Kreis 1 in Abbildung 4). In

Abteilung 16 waren die Abweichungen wesentlich größer als in Abteilung 15, obwohl die Bestandesbilder in beiden Fällen ähnlich waren.

Zu erwarten wäre, daß die Messungen auf dem Südhang (Abteilung 16) aufgrund der höheren Verfügbarkeit von Satelliten bessere Ergebnisse liefern. Allerdings waren im Südsektor mehr Satelliten mit geringem Höhenwinkel sichtbar. Möglicherweise werden die Signale tieferstehender Satelliten stärker an den Baumstämmen reflektiert und verursachen die Verfälschung.

Leider ist dies für die im Feld messende Person nicht vorhersehbar. Dort kann nur auf den Empfang einer ausreichenden Anzahl von Satelliten und deren Geometrie (DOP-Wert) geachtet werden.

- **Einmessung von Einzelpunkten**

In diesem Fall wurden 14 koordinativ bekannte Punkte im ebenen Gelände mit Laub-Nadelmischwald ausgewählt. Zum Zeitpunkt der Messung betrug die Belaubungsdichte etwa 80%. Die Punkte wurden statisch für jeweils zwei Minuten belegt. Gemessen wurde mit hochpräzisen

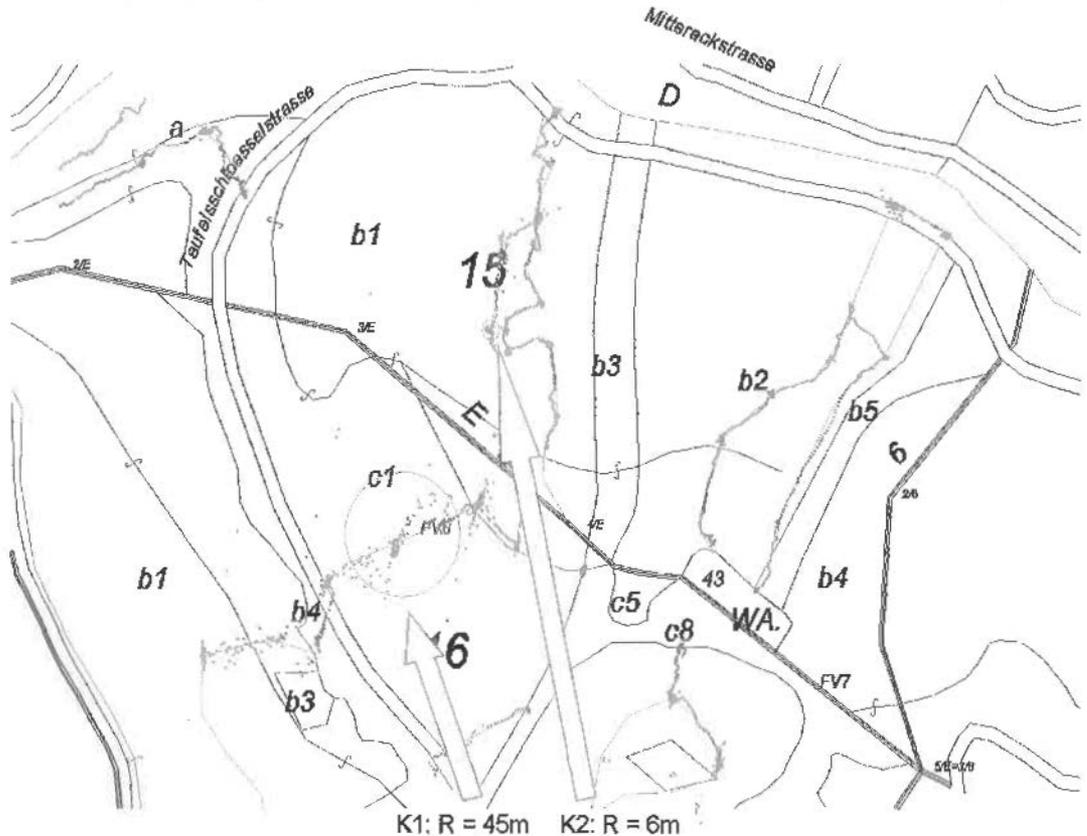


Abb. 4: Ergebnisse der kinematischen GPS – Linienmessung im Wald

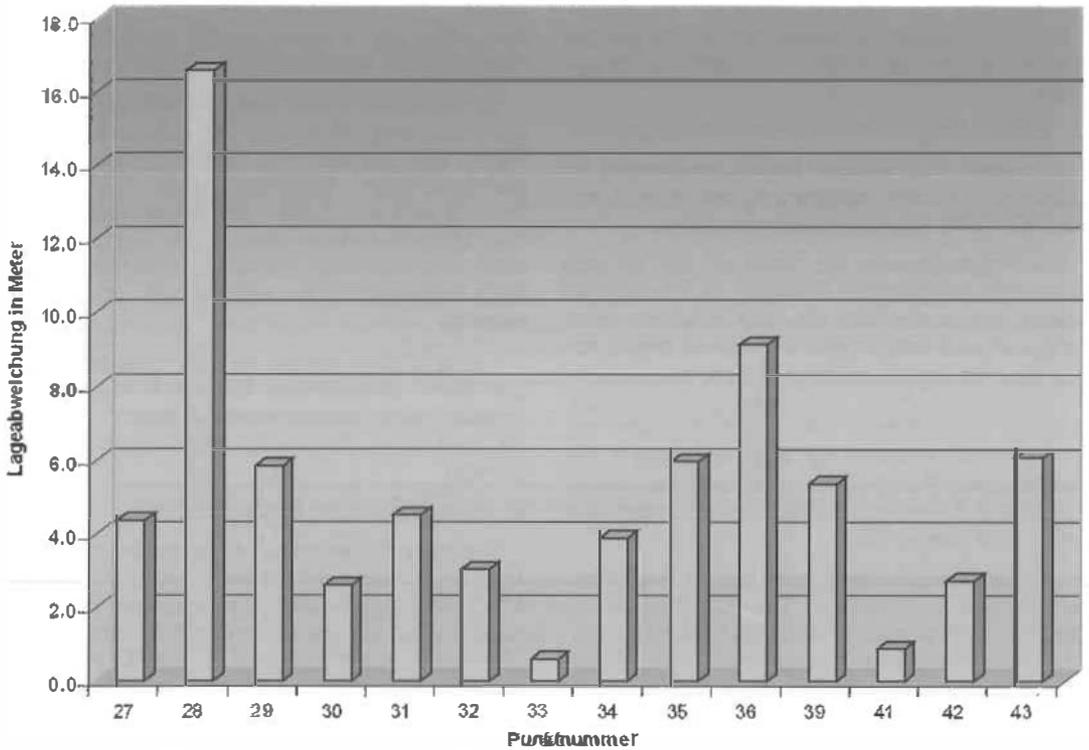


Abb. 5: Lageabweichungen statischer GPS-Messungen im geschlossenen Bestand

Empfängern (Locus von Ashtech) und einer Aufzeichnungsrate von zwei Sekunden. Die Auswertung erfolgte auch hier wieder im Postprocessing.

Die Abweichungen der Mittelwerte liegen hier zwar größtenteils im forstlich akzeptablen Bereich von 1m bis 5m. Jedoch gibt es Ausreißer von 9m und 16m. Der Grund für die generell starke Streuung liegt hier in dem durch die starke Überschirmung hervorgerufenen verstärktem Signalauschen.

Wie schon im Bereich der kinematischen Messung der forstlichen Einteilungslinie gilt auch hier im Falle der statischen Punkteinmessung, daß die Brauchbarkeit der jeweiligen GPS-Messung vom Bearbeiter im Feld nicht eingeschätzt werden kann.

Aus diesen Gründen wäre die Anwendung von Echtzeit-DGPS natürlich von Vorteil. Dabei kann die Qualität der aufgenommenen Daten aufgrund des Drifts der Einzelwerte bereits im Gelände beurteilt werden.

Echtzeit-DGPS – Genauigkeit und Zuverlässigkeit

Bei Echtzeit-DGPS werden die während des Meßzeitraumes erhaltenen Positionen über die

RTCM-Schnittstelle an einen Palmtop- oder PEN-Computer übertragen und können dort durch visuellen oder numerischen Vergleich auf ihre Brauchbarkeit hin beurteilt werden. Einige der neueren GPS-Instrumente haben diese Möglichkeit auch bereits im System integriert und ermöglichen die Kontrolle direkt am Instrumentendisplay im gewünschten Koordinatensystem.

Bei der Echtzeit-Messung kommt zur GPS-Signalproblematik noch die Schwierigkeit einer fehlerfreien Korrekturdatenübertragung. Topographie, Ausrichtung zum Sender und Hindernisse wie Baumbewuchs spielen dabei eine wichtige Rolle [3].

Im Zuge einer Diplomarbeit am Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation [8] wurde untersucht, inwieweit die Anwendung von Echtzeit-DGPS ohne Betrieb einer eigenen Basisstation für die Forstkartierung in Österreich einsetzbar ist.

Dabei wurden die in Österreich verfügbaren DGPS-Dienste OMNISTAR und DARC-DGPS betrachtet.

Beim DARC-DGPS Dienstes werden die an den sieben österreichischen Referenzstationen ermittelten Korrekturdaten über die ORF-Sende-

Tabelle 3: Ergebnisse von Echtzeit-DGPS-Messungen im Lehrforst der BOKU

Pkt.-Nr	Exposition	Baumarten	Über-Schirmung [%]	OMNISTAR		DARC-DGPS	
				Signal-qualität	Lageabweichung [m]	Signal-qualität	Lageabweichung [m]
27	SW	Kie,Fi,Bu	60	-	-	o	2,6
31	W	Bu	50	+	2,9	+	2,3
33	NW	Bu,Kie	80	o	18,2	-	-
39	Eben	Fi,Bu	50	+	3,4	+	3,7
40	NW	Fi,Bu,Hbu	40	+	7,1	-	-
43	N	Bu	80	o	27,7	-	-
44	N	Bu	70	-	-	-	-
46	N	Bu	70	-	-	-	-

Korrektursignal: +...gut; o...lückenhaft; -...kein Empfang
 Baumarten: Kie...Kiefer; Fi...Fichte; Bu...Buche; Hbu...Hainbuche

anlagen über UKW ausgestrahlt. Aus den vom Betreiber angebotenen drei Genauigkeitsklassen Standard, Profi und Premium wurde im Test die Profi-Klasse mit einer möglichen Genauigkeit von kleiner 1m verwendet.

Bei OMNISTAR werden die Korrekturdaten für virtuelle Basisstationen, basierend auf primär an den Küsten verteilten Referenzstationen berechnet. Die erzielbaren Genauigkeiten werden mit $\pm 3m$ mit 95% Wahrscheinlichkeit angegeben. Zur Aussendung der Korrekturdaten werden geostationäre Satelliten verwendet. Der für Österreich in Betracht kommende Satellit befindet sich im Südsektor unter einem Höhenwinkel von etwa 35°.

Tabelle 3 bietet ein Zusammenstellung der auf acht Meßpunkten mit einem GDOP < 10 erzielten Ergebnisse.

Auch bei diesem Systemen ist mit Signalausfällen zu rechnen, jedoch kann der Nutzer fallweise durch geringfügige Standortsveränderung den Empfang des Korrekturdatensignals verbessern. Von diesem Exzenter kann dann der benötigte Punkt durch kurze terrestrische Ergänzungsmessungen bestimmt werden.

4. Diskussion und Ausblick

Die bisherigen Erfahrungen mit GIS zeigen, das diese Programmpakete eine wertvolle Erleichterung und Bereicherung der Arbeit mit raumbezogenen Daten darstellen können. Allerdings bringen speziellere Anwendungen einen mehr oder weniger hohen Programmieraufwand mit sich. Auf der anderen Seite ist die Offenheit der Systeme die Voraussetzung, wiederkehrende Tätigkeiten mehr oder weniger zu automatisieren bzw. einfacher für den Benutzer zu gestalten.

Das bringt jedoch mit sich, daß die Möglichkeiten des GIS erst nach einer längeren Einschulungs- und Einarbeitungsphase genutzt werden können. Gemeinsam mit den Grundkosten für die Programmpakete hat das zur Folge, daß nach wie vor nur größere Institutionen und Betriebe mit entsprechender personeller und finanzieller Ausstattung diese Möglichkeiten nutzen können. Allenfalls über Zusammenarbeit oder externe Auftragsvergabe können auch kleinere Betriebe ein GIS nutzen, bei entsprechend eingeschränkter Individualität.

Zu beachten ist beim GIS-Einsatz, daß die Qualität von durch Neukombination und -interpretation entstandenen Datenbeständen nur so gut ist wie jene der Ausgangsdaten. Die zweite Voraussetzung für brauchbare Ergebnisse ist natürlich die Plausibilität der Klassifizierungsvorschriften etc.

Auch bei der Erhebung der raumbezogenen Daten hat man sich durch die allgemeine Verfügbarkeit von neuen Technologien, insbesondere dem DGPS wesentliche Erleichterungen versprochen.

Die praktischen Erfahrungen zeigen aber, daß der Einsatz von GPS aufgrund der bewuchsbedingten Signalabschirmung und Signalverfälschung im Forst besonders problematisch ist.

Oft stellt sich nämlich im Postprocessing heraus, daß zwar eine ausreichende Anzahl an Satelliten empfangen werden konnten, aber bedingt durch Signalrauschen und Mehrfachreflexion des Signals an der Vegetation die Genauigkeit nicht befriedigend ist.

Hier kommt der Vorteil der Echtzeit-DGPS-Messung zu tragen. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß im Meßgebiet die erforderlichen Korrektursignale fehlerfrei empfangen werden können.

nen. Diesbezüglich haben die praktischen Untersuchungen gezeigt, daß die gelieferte Genauigkeit für die forstliche Kartierung in den meisten Fällen ausreichend ist, jedoch die Verfügbarkeit der Korrektursignale in den forstlichen Lagen fernab von besiedeltem Gebieten im einen und auf Nordhängen im anderen Fall nicht in ausreichenden Maße gegeben ist.

In dieser Hinsicht darf man auf die weitere Entwicklung des für 2002 geplanten europäischen Satellitennavigationssystems Egnos (European Geostationary Navigation Overlay Service) gespannt sein, bei dem das korrigierte Positionssignal über drei geostationäre Kommunikationssatelliten verbreitet wird.

Literatur

- [1] Burrough, P.A. (1986): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press, New York, p. 50.
- [2] Driatz P., Krügge W., Löffler H. (1984): Walderschließung. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey.
- [3] Fürst P. (1998): GPS for Nature's Welfare – Real Time Kinematik in The Donauauen Nationalpark of Austria. GPS in Forestry: Western Workshop '98. Kelowna, British Columbia, Canada.

- [4] Grammel R. (1988): Holzernte und Holztransport. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey.
- [5] Hamberger J. (1999): Ist GPS geeignet um Befahrungen schwerer Holzermaschinen auf Rückegassen zu dokumentieren? Forsttechnische Informationen 5+6/99. Mainz.
- [6] Heine E.; Kostka R. (1998): Probleme der Auswertung von GPS-Messungen. Academic Publishers Graz/Austria.
- [7] Mathies D.; Kremer J. (1999): Bodenmechanische und bodenphysikalische Ergebnisse im Rahmen des „Informationssystems zum bodenverträglichen Forstmaschineneinsatz“. Forsttechnische Informationen 5+6/1999, S. 44–48.
- [8] Moser M. (1999): GPS-Einsatz in der Forstwirtschaft. Diplomarbeit BOKU Wien.
- [9] Purkhart J. (1990): Anwendung des Geographischen Informationssystems ARC/INFO für Zwecke der forstbetrieblichen Zustandserhebung und Planung. Diplomarbeit BOKU Wien.
- [10] Zimmernann T. (1997): GPS im Forstbereich – Stand der derzeitigen Untersuchungen. Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Universität München.

Anschrift der Autoren:

Dipl.Ing. Dr. Josef Gasch, Universität f. Bodenkultur, Lehrforstzentrum, Heuberg 82, A-7212 Forchtenstein. Email: gasch@mail.boku.ac.at

Dipl.Ing. Dr.techn. Erwin Heine, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82/II, A-1190 Wien. Email: eheine@edv1.boku.ac.at



GIS in der Forsttechnik – Derzeitige Situation und künftige Einsatzmöglichkeiten

Christoph Skolaut und Hubert Dürstein, Wien

Zusammenfassung

Verbunden mit dem Vormarsch der modernen Datentechnik haben sich in den letzten Jahrzehnten die Möglichkeiten zur Informationsverwaltung und -anwendung enorm entwickelt. Zur Beurteilung von mehreren Handlungsalternativen greift heute die Forsttechnik auf sogenannte Decision Support Systeme (DSS) zurück. Durch die Verknüpfung mit Geographischen Informationssystemen (GIS) können raumbezogene Daten in den Entscheidungsprozeß einbezogen werden. Anhand von drei Beispielen wird dargestellt, für welche Zwecke diese Instrumente eingesetzt werden können. Darüber hinaus werden Perspektiven für den zukünftigen Einsatz von GIS und DSS im Bereich der Forsttechnik gegeben.

Abstract

In connection with the evolution of the electronic data processing different types of information systems were developed within the last decades. In the field of forest technology decision support systems (DSS) are used to evaluate different operational actions. By implementation of GIS the decision making process will be supported by spatially referenced data. Application and practicability of these tools will be described on three examples. Beyond this prospects for future use of GIS and DSS in forest technology are given.

1. Einleitung

Für Entscheidungsprozesse in der Forstwirtschaft und im speziellen in der Forsttechnik sind in der Regel große Datenmengen zu verwalten.

Ohne moderne EDV-gestützte Datenverwaltungssysteme ist es bei den vielfältigen Ansprüchen an den Wald nicht mehr möglich, für diese komplexen Fragestellungen befriedigende und allseits akzeptierte Resultate zu erzielen.