

7. Zusammenfassung

Die Erhaltung und der Schutz der natürlichen Umwelt gewinnt in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Eine vollständige und flächendeckende Inventarisierung der Naturraumausstattung bildet daher die Grundlage für einen umfassenden Schutz und für eine zielgerichtete Pflege. Insbesondere im städtischen Lebensraum, der durch vielfältige Nutzungsansprüche und daraus entstehende Interessenskonflikte geprägt wird, hat eine fachübergreifende und querschnittsorientierte Planung eine große Bedeutung.

Für viele flächenbezogene Fragestellungen hat sich in der Vergangenheit die Auswertung von Fernerkundungsaufzeichnungen als operational erwiesen. In Kombination mit modernen Geo-Informationssystemen steht damit ein Instrumentarium zur Verarbeitung und Analyse komplexer raumbezogener Daten bereit.

Ziel dieser Untersuchung war daher die Entwicklung und Darstellung einer Methodik zur Konzeption eines raumbezogenen Baum- und Grünflächenfachinformationssystemes. Hierbei wurde insbesondere geprüft, wie durch Nutzung von luftbildgestützten Fernerkundungsauswertungen und der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) ein kommunales Informationssystem auf den Grundsätzen des MERKIS-Konzeptes (**“Maßstaborientierte einheitliche Raumbezugsbasis für kommunale Informationssysteme (MERKIS)“**) erstellt werden kann. Als Untersuchungsgebiet wurde der Ortsteil Weende der Stadt Göttingen ausgewählt.

Das vom DEUTSCHEN STÄDTETAG (1988) entwickelte MERKIS-Konzept gibt den Rahmen für die Entwicklung kommunaler Fachinformationssysteme vor. Für die Speicherung der geometrischen Bezugsbasis ist je nach Maßstabebene die automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) und das amtlich kartographisch topographische Informationssystem (ATKIS) vorgesehen. Als Datenmodell und zum Datenaustausch dient die einheitliche Datenbankschnittstelle (EDBS). Mittels einer Umfrage bei den bundesdeutschen kommunalen Grünflächenämtern wurde ein Anforderungskatalog für die Entwicklung kommunaler Baum- und Grünflächenfachinformationssysteme

zusammengestellt. Die technischen und fachlichen Rahmenbedingungen wurden mit Hilfe der *Entity-Relationship*-Methode von CHEN (1976) analysiert und als Datenmodell für eine relationale Datenbank umgesetzt. Die Analyse der Anforderungen ergab, daß es für ein derartiges Informationssystem vorteilhaft sein kann, wenn im Gegensatz zu der üblichen Trennung von Geometrie- und Sachdaten in kommerziellen Produkten eine gemeinsame Speicherung aller Daten in einer relationalen Datenbank erfolgt. Aus diesem Grunde wurde auf Basis der Datenbank *4th Dimension* und dem Geodatenvisualisierer *MapGrafix* ein eigenständiges fensterorientiertes Programmpaket (*Arboretum urbanum*) entwickelt. Dieses Vorgehen erwies sich aus verschiedenen Gründen als vorteilhaft. Durch die Integration verschiedener raumbezogener Auswerteverfahren wurde die Funktionalität der Datenbank erweitert, so daß beispielsweise eine automatische Zuordnung von Baumpositionen zur Flurstücken möglich wurde. Aufgrund dieser Ergänzungen konnte die Datenbank für viele raumbezogene Datenbankabfragen und -analysen auch isoliert genutzt werden. Dies bedeutet, daß in einem kommunalen Grünflächenamt getrennte Arbeitsplätze mit ausschließlich attributiver und attributiv-geometrischer Abfrage eingerichtet werden können. Dies reduziert deutlich die Bereitstellungskosten für ein derartiges Fachinformationssystem. Ein weitere Vorteil ist darin zu sehen, daß sich innerhalb des Informationssystems durch die *Client-Server*-Architektur automatisch alle Abfragen auf den aktuellen Datenbestand beziehen. Aktualisierungen der automatisierten Liegenschaftskarte führen zu einer automatischen Neuordnung des Flurstücksbezuges bei der Verwaltung der Baumdaten.

Eine flächendeckende und besitzübergreifende Kartierung aller Bäume, Sträucher und Grünflächen wird erst durch die Nutzung von Fernerkundungsaufzeichnungen möglich. Die analytische Photogrammetrie erwies sich hierfür als sehr gut geeignet. Innerhalb des öffentlich zugänglichen Bereiches konnte durch die Luftbildauswertung der terrestrische Erfassungsaufwand deutlich reduziert werden. Regressionsmodelle zur Schätzung des Stammumfanges bzw. der Schutzwürdigkeit in Sinne von Baumschutzsatzungen wurden anhand der aus den im Luftbild gemessenen Kronendimensionen hergeleitet. Automatische Bildverarbeitungsverfahren, wie sie mit der *Softcopy*-Photogrammetrie und der digitalen Bildverarbeitung bereitstehen, wurden exemplarisch auf ihre Eignung zur vollautomatischen rechnergesteuerten Bildinterpretation untersucht. Die in der Untersuchung eingesetzte Kombination spektraler

Daten (Spektralbereiche des Farbinfrarot-Filmes) mit den durch Differenzbildung zwischen digitalem Oberflächen- und digitalem Geländemodell hergeleiteten Objekthöhendaten zeigt erste Ansätze zur automatischen Bildinterpretation auf.

Die beispielhaft durchgeführten Analysen zur Bestimmung der Grünausstattung und der Grünversorgung betonen die Notwendigkeit der dreidimensionalen Erfassung innerstädtischer Bäume und Grünflächen. Eine ausschließlich zweidimensionale Erfassung kann nur eingeschränkt zur Charakterisierung der Grünversorgung eingesetzt werden.

Durch die Kombination von Luftbildauswertungsverfahren und durch den Einsatz eines Geo-Informationssystemes konnte für das Untersuchungsgebiet ein leistungsfähiges Baum- und Grünflächenfachinformationssystem erstellt werden.

7.1 Summary

The conservation and protection of the natural environment has increasingly gained in importance during the past years. Therefore, a complete inventory comprising the total vegetation for a given natural geographic region builds the basis for comprehensive conservation and for aim-oriented landscape management. Interdisciplinary and cross-sectional planning is of especial importance in urban habitats, which are characterized by diversified claims on utilization and the conflicts of interest arising therefrom.

In the past, the analysis of remote sensing imagery has proven its operability in many area-related investigations. This, in combination with sophisticated geographic information systems, provides a tool for processing and analyzing complex spatial data.

The research objective was to develop and present a method for designing a spatial-related tree and vegetation information system. It was hereby especially tested how aerial image-supported remote sensing analyses and the automated Liegenschaftskarte (ALK) could be utilized to develop a communal information system on the principles

of the MERKIS Concept ("Scale-oriented, Uniform Spatial Reference for Communal Information Systems [MERKIS]"). Weende, a Göttingen suburb, was selected as the research area.

The MERKIS Concept developed by the "DEUTSCHE STÄDTETAG" (1988) stipulates the guidelines within which a communal specialized data information system must be developed. Depending on the scale level, the geometric reference is to be stored under the automated Liegenschaftskarte (ALK) and/or the "Amtlich Topographisch Kartographisch Informationssystem" (ATKIS [Official Topographic/Cartographic Information System]). The "Einheitliche Datenbankschnittstelle" (EDBS [Uniform Database Interface]) serves as a data model and in data transmission. A questionnaire regarding specifications for the development of communal tree and vegetation specialized information systems was sent to all German Community Vegetation Authorities and the results were subsequently cataloged. The technical and methodological framework was analyzed with the aid of CHEN's (1976) Entity Relationship Method and subsequently converted to a relational database. The analysis of the specifications revealed that in an information system such as this, it could be of advantage if, contrary to the conventional practice for commercial products of separating geometric and attributive data, all data are stored together in a relational database. For this reason, the independent, window-oriented program package "Arboretum urbanum" was developed on the basis of the 4th Dimension database and the geo data visualizer MapGrafix. This procedure proved to be advantageous for various reasons. By integrating different methods of spatial analysis, the database functionality was expanded in such a manner that, for example, tree positions could be automatically assigned to specific land parcels. Due to these supplements, the database could be applied in isolated use for many spatial-related queries and analyses. This means that Community Vegetation Authorities could equip separate workstations exclusively for attributive and attributive/geometric queries, which in turn, would considerably reduce the provider costs for such a specialized information system. A further advantage is that within the information system, the client/server architecture automatically relates all queries to the current database. Updating the automated Liegenschaftskarte results in automatic reassignment of land parcel and tree data relations.

The application of remote sensing imagery enables the total mapping of all trees,

shrubbery and vegetation, and is not limited by property rights. Analytical photogrammetry proved highly suitable for this purpose. Within public-assessable areas, the cost of terrestrial surveys was significantly reduced by aerial photogrammetric analysis. Regression models for estimating stem perimeter or the worthiness of being protected as defined by the Tree Protection Regulations were derived from the crown dimensions measured on the aerial photographs. In case studies, automated image-processing methods such as those provided by Softcopy photogrammetry and digitized image processing were tested as to their suitability for fully-automated computer-supported image analysis. Combining spectral data (spectrum of the color infrared film) with the height-of-object data derived from the differences between a digital surface model and a digital terrain model revealed initial approaches to automated image analysis.

The examples of the analyses performed to determine existing vegetation and vegetation density emphasize the necessity of a three-dimensional recording of inner-city trees and vegetation. Characterizing vegetation using an exclusively two-dimensional recording can only be applied with limitations.

By combining aerial-photogrammetric methods and the application of a geographic information systems, it was possible to design an operational tree and vegetation specialized information system.

Danksagung

Die Bearbeitung des Promotionsthemas erfolgte im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen. Allen Mitarbeitern möchte ich für die tatkräftige Unterstützung herzlich danken. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. A. Akça, der als Doktorvater kritisch beratend und zielgerichtet lenkend dieses nicht typisch forstliche Thema über die Jahre hinweg betreut hat.

Die sehr gute technische Ausstattung des Institutes und die zusätzliche Möglichkeit die EDV-Anlage des Instituts für Biometrie und Informatik zu nutzen, haben zum Gelingen der Arbeit wesentlich beigetragen. Hier sei besonders Herr Dr. Reinhold Meyer und Herrn Hendrik Heydecke gedankt.

Mit dem Grünflächenamt und dem Vermessungsamt der Göttinger Stadtverwaltung stand ein interessierter Partner für das Forschungsvorhaben zur Verfügung. Erst durch die Bereitstellung des Luftbildmaterials und der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) konnte das Thema bearbeitet werden. Für die "Einführung in die Grundlagen der Katasterverwaltung" und die vielen kleinen Tips im Laufe der Zeit möchte ich mich herzlich bei Herrn Strysio vom Göttinger Vermessungsamt bedanken.

Tatkräftige Unterstützung fand ich in meiner Familie. Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Frau Birgit, die auf vielfältige Weise zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Für die Übernahme der Koreferate danke ich Prof. Dr. J. Saborowski und Prof. Dr. A.W. Bitter, sowie Herrn Prof. Dr. K von Gadow für die Bereitschaft als Prüfer tätig zu werden.