Möglichkeiten rechnergestützter Kronenzahlermittlung aus Luftbildern

A. HERING[1]

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Beitrag stellt eine Methode zur rechnergestützten Ermittlung von Kronenzahlen aus Luftbildern und die damit erzielten Ergebnisse für Fichtenreinbeständen vor. Diskutiert werden diese Resultate im Vergleich mit denen aus visueller Auswertung, terrestrischer Erhebung und einem anderen rechnergestützt arbeitenden Verfahren. Im Ergebnis ist festzustellen, daß sich die vorgestellte Methode MAXI als gleichwertig gegenüber der visuellen Auswertung - für die Anwendung auf Fichtenbestände erweist.

ABSTRACT

This article describes a method of computer-aided determination of tree tops quantity by means of air photographs as well as the obtained results which are important for pure spruce stands. These results are discussed in comparison with the results of visual analysis, terrestric inquiries and another computer-aided method. Finally, it can be said that the described method MAXI is of the same quality as the visual analysis used in concern to spruce stands.

EINLEITUNG

Die vorgestellte Problematik wurde am Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie der heutigen Universität Potsdam im Rahmen einer Dissertation bearbeitet. An diesem Institut wurden in Forschungskooperation mit dem Zentralinstitut für Physik der Erde (ZIPE) Potsdam u.a. forstliche Fragestellungen bearbeitet. Diese bezogen sich im wesentlichen auf Möglichkeiten zur Früherkennung von Waldschäden und Methoden zur rechnergestützten Holzvorratsermittlung. Letzteres war auch Aufgabenstellung für die Arbeiten, deren Ergebnisse im folgenden vorgestellt werden.

MATERIAL UND METHODEN

Für die Bearbeitung wurden Luftbilder der Kamera MSK-4, Kanal 3 (Infrarot) in einem Maßstab von ca. 1:14.000 verwendet. Es sind ausschließlich Aufnahmen von Fichtenreinbeständen des Erzgebirges. Die Festflächen sind Bestände der Oberförsterei Eibenstock.

[1] WIB Weltraum-Institut Berlin GmbH
Lassenstr. 11-15, 1000 Berlin 33

Bearbeitet wurden vorrangig Hochflächen und Nordhänge in den Revieren Gerlsfeld und Brückenberg. Das Bildmaterial wurde einheitlich mit einer Schrittweite von 80 μ digitalisiert, was für ein Pixel eine Kantenlänge von 1,2 m ergibt.

Aus dem digitalisierten Material wurden Ausschnitte der einheitlichen Größe von 40 x 40 Pixel bestandesweise ausgewählt. Die Größe ist in der Anwendbarkeit einer der rechnergestützten Verfahren (ZEIKO) begründet.

Auf diese Bildausschnitte wurden jeweils drei Methoden zur Ermittlung von Kronenzahlen angewendet:

1. visuelles Auszählen,
2. Zeilenkoinzidenzverfahren ZEIKO
3. Verfahren MAXI

wobei (2) und (3) rechnergestützte Verfahren bezeichnen.

Das visuelle Auszählen erfolgte nicht - wie sonst üblich - stereoskopisch, sondern innerhalb des digitalisierten Ausschnittes am Bildschirm. Das Zeilenkoinzidenzverfahren - kurz ZEIKO - ist ein Verfahren zur Objektisolierung. Solche Verfahren werden besonders bei der Bildanalyse für medizinische Fragestellungen eingesetzt. Der Ursprung dieses ZEIKO-Programmes ist ebenfalls dort zu suchen. Ausgangspunkt ist die Aufgabe, Objekte aus dem Bild zu isolieren. ZEIKO zerlegt die Menge der Objektpunkte eines Bildes in elementfremde Teilungen. So sollen Einzelobjekte unterschieden werden. Die Entscheidung, welche Punkte des Bildes Objektpunkte sind, wird durch das Festlegen einer Grauwertschwelle getroffen. Das kann manuell oder durch Pegeloptimierung erfolgen, was im Rahmen des Programms geschieht. Dabei wird die Schnittebene als günstigster Pegel benannt, bei der die meisten Objekte isoliert werden (SIEBERT 1984).

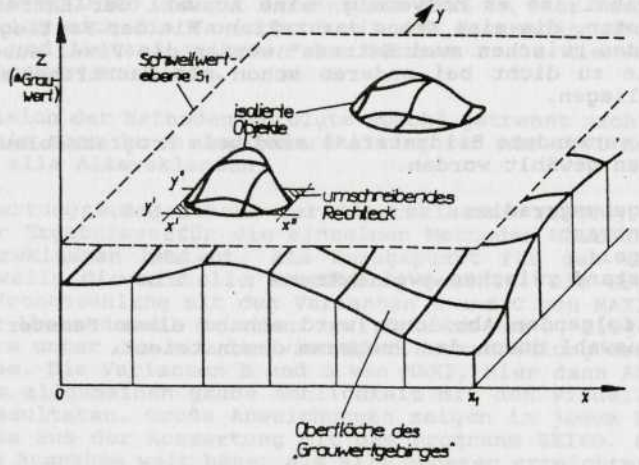


Abb. 1: Schematische Darstellung des Zeilenkoinzidenzverfahrens (aus SIEBERT 1984)

Eigens für die Problematik der Kronenzahlermittlung wurde das Programm MAXI entwickelt. Die Bearbeitung sollte schneller und nutzerfreundlicher als mit dem Verfahren ZEIKO möglich sein. Eine weitere Forderung ist die Einsetzbarkeit auf jedem PC. Die Programmiersprache ist GWBasic. Ziel der Bearbeitung der digitalisierten Bildausschnitte mit den Programmen ist die zeilenmäßige Erfassung und räumliche Verteilung der luftbildsichtbaren Baumkronen. Das erfolgt in diesem Programm durch die Ermittlung von Extrema der Grauwerte.

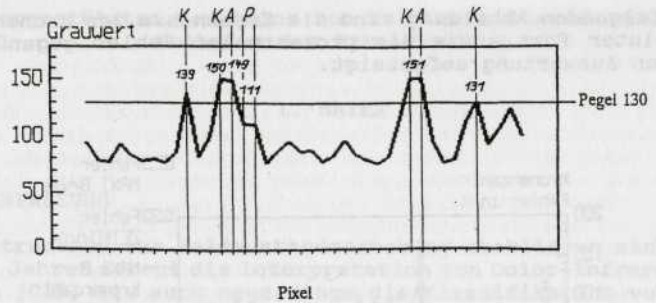
Die Grauwerte nebeneinander liegender Pixel ändern sich erheblich, wenn sich das Objekt von "Nicht-Baumkrone" zu "Baumkrone" ändert. D.h., daß die Differenz dieser beiden Grauwerte relativ groß ist. Das Anliegen des Programms MAXI besteht darin, durch Differenzenbildung zwischen Nachbar-Grauwerten Grauwertextrema zu ermitteln. Benachbarte Pixel können innerhalb einer Zeile, einer Spalte oder einer Diagonale auftreten. So entsteht um ein Pixel ein Nachbarschafts- oder Umgebungsfeld. Dieses Umgebungsfeld kann unterschiedlichen Umfang haben, es ist im Programmablauf als Umgebungsradius wählbar. Innerhalb dieses Umgebungsfeldes erfolgt dann die Differenzenbildung. Erfüllt ein Grauwert eines Pixels innerhalb seiner Umgebung die Bedingung, daß die Grauwertdifferenz mindestens den Betrag eines angegebenen "Kontrastes" hat, wird dieses Pixel als Extrema gekennzeichnet.

Nicht jedes markierte Extremum wird jedoch eine Baumkrone markieren. Es können Objekte gekennzeichnet werden, die zwar lokal ein Extremum darstellen, deren Grauwert jedoch nicht im Grauwertbereich für "Baumkrone" liegt. Um dies auszuschließen, wird ein Grauwert als untere Grenze oder auch Pegel für diesen Bereich festgelegt, d.h., daß nur im Grauwert darüberliegende Extrema eine Baumkrone markieren. Bei räumlich dicht zusammenliegenden Extrema ist es recht unwahrscheinlich, daß jedes dieser Extrema eine Baumkrone kennzeichnet. In diesem Fall ist anzunehmen, daß eine Krone durch mehrere Extrema gekennzeichnet wird. Dabei ist es notwendig, eine Auswahl der Extrema zu gewährleisten, die eine Krone darstellen. Mit der Festlegung eines "Abstandes zwischen zwei Extrema" werden die Pixel ausgeschlossen, die zu dicht bei anderen schon als Baumkrone markierten Pixeln liegen.

Für das verwendete Bildmaterial sind beim Programmablauf folgende Größen gewählt worden.

Umgebungsradius:	1 bzw. 2
Kontrast:	25
Pegel:	130
Abstand zwischen zwei Extrema :	3 bzw. 2

In der folgenden Abbildung wird anhand einer Fensterzeile die Kronenauswahl durch das Programm demonstriert.



K - als Krone gezählt

A - Abstand entspricht nicht der Vorgabe, daher nicht als Krone markiert

P - lokales Maximum, aber unter dem Pegel

Abb. 2: Grauwertverlauf in einer Fensterzeile (aus HERING 1991)

Im Anschluß möglicher Bildverarbeitung mit ERDAS kann eine veränderte Bilddatei angelegt werden. Durch das Belegen der ausgewählten Extrema mit neuen Grauwerten wird im Originalausschnitt unter Zuhilfenahme von Farbpaletten eine farbliche Markierung der ausgeschiedenen Extrema und damit der gekennzeichneten Baumkronen vorgenommen.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Insgesamt wurden 164 Testfenster aus 50 Teilflächen ausgewertet. Die Kronenzählung erfolgte für jedes Testfenster visuell, mit dem Verfahren ZEIKO und mit der Methode MAXI in vier Variantenn. Dabei erwies sich die Variante B mit den Parametern Umgebungsradius 2 und Abstand zwischen den Extrema 2 als die wohl günstigste Auswertevariante.

Ein Vergleich der Methoden erfolgte sowohl getrennt nach Altersklassen als auch durch Gegenüberstellung von nur zwei Methoden, dann für alle Altersklassen.

Die Auswertung entsprechend der Altersklassen zeigte, daß der Trend der Ergebnisse für die einzelnen Methoden unabhängig von den Altersklassen besteht. Als Bezugspunkt für den Vergleich wurde jeweils die visuelle Auszählung gewählt. Die Ergebnisse aus der Kronenzählung mit den Varianten A und C von MAXI, d.h., mit einer Abstandswahl zwischen zwei Extrema von 3, liegen generell etwas unter den mit der visuellen Kronenzählung erreichten Ergebnisse. Die Varianten B und D von MAXI, hier dann Abstand 3 zeigen im allgemeinen große Ähnlichkeit mit den visuell ermittelten Resultaten. Große Abweichungen zeigen in jedem Fall die Ergebnisse aus der Auswertung mit dem Programm ZEIKO. Sie sind fast ohne Ausnahme weit höher als alle anderen erreichten Ergebnisse.

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse der Kronenzählung in absoluter Form sowie die prozentualen Fehler gegenüber der visuellen Auswertung aufgezeigt.

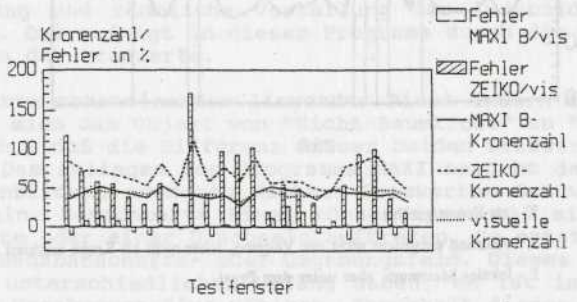


Abb. 3: Ergebnisse visueller und automatisierter Kronenzählung an Fichten der Altersklasse II mit prozentualen Fehlern (aus HERING 1991)

Die im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen erreichten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen. Eine Anwendung des Luftbildes für die Ermittlung von Kronenzahlen ist für Fichtenbestände sinnvoll. Neben der visuellen Auswertung ist eine rechnergestützte Kronenzählung anwendbar. Dazu eignen sich digitalisierte Luftbilder der Maßstäbe 1:10.000 bis 1:15.000. Für die rechnergestützte Auswertung werden das Zeilenkoinzidenzverfahren ZEIKO und das Programm MAXI angewendet. ZEIKO liefert im Vergleich mit visuellen Ergebnissen bei der Anwendung auf Fichtenreinbeständen nicht zufriedenstellende Ergebnisse. Das Verfahren MAXI ist extra für diese Problematik erarbeitet worden. Die vorgenommenen Untersuchungen in den Varianten bescheinigen, daß die damit erzielten Ergebnisse mit den visuellen Resultaten korrelieren.
Sie können mit durchschnittlich unter 10% liegenden Fehlern in allen Altersklassen gegenüber der visuellen Auswertung als gleichwertig betrachtet werden, zumal der subjektive Einfluß einer visuellen Auszählung bei MAXI entfällt. Ein mögliches Übertragen der Ergebnisse auf andere Baumarten insbesondere Kiefer sollte bei allen zu erwartenden Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Kronen- und Wuchsform geprüft werden.

LITERATURVERZEICHNIS

HERING, A., 1991: Methoden zum Einsatz von Luftbildern für die Holzvorratsschätzung - Möglichkeiten rechnergestützter Kronenzahlermittlung, Dissertation, Universität Potsdam.
SIEBERT, R., 1984: Ableitung und Nutzung von Texturmerkmalen, Forschungsbericht, AdW, ZIPE, Potsdam.