



## Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen

Wolfgang Kusché<sup>1</sup>, Michael Siegl<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Universität für Bodenkultur Wien*

<sup>2</sup> *Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Universität für Bodenkultur Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 39–42

1996

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Kusche_VGI_199609,  
Title = {Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen},  
Author = {Kusché, Wolfgang and Siegl, Michael},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {39--42},  
Number = {1},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```



sammenstellung mehrerer Spektralbänder (TM2, TM3, TM4 und TM5) als beste Merkmalskombination.

## 5. Schlußbemerkung

Da die Spektralsignatur der Altersklassen durch den Waldtyp beeinflusst wird und umgekehrt, wäre es sinnvoll, diese Parameter in Abhängigkeit voneinander zu klassifizieren. Aufgrund einer ungünstigen Verteilung der Referenzdaten auf die so definierten Unterklassen war dies jedoch nicht möglich, so daß die Klassifikation von Waldtyp und Baumalter in zwei getrennten Arbeitsschritten erfolgen mußte. Aus denselben Gründen konnten auch weitere Faktoren, wie etwa die Höhenlage oder der Unterwuchs, der vor allem bei geringer Überschir-

mung die Spektralsignatur stark beeinflusst, nicht berücksichtigt werden.

## Literatur

- [1] Coenradie B., 1992: Waldklassifizierung und Totholzkartierung im Nationalpark Bayerischer Wald unter Verwendung von Landsat-TM- und digitalen Zusatzdaten. Diplomarbeit Universität Bonn, 199 S.
- [2] Horler D.N.H., Ahern F.J., 1986: Forestry Information Content of Thematic Mapper Data. Int. J. Remote Sensing, 1986, vol. 7, no. 3, pp 405–428.
- [3] Schardt M., 1990: Verwendbarkeit von Thematic Mapper-Daten zur Klassifizierung von Baumarten und natürlichen Altersklassen. Diss. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 200 S.

## Anschrift der Autoren:

Dr. Mathias Schardt, Mag. Ursula Schmitt, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research, Wastiangasse 6, 8010 Graz.



## Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen

Wolfgang Kusché, Michael Siegl, Wien

## Zusammenfassung

Die Erfassung der Bestandesentwicklung stellt ein wesentliches Kriterium bei der Planung und Dringlichkeitsreihung von forstlichen Maßnahmen im Schutzwald dar. Durch den Einsatz von historischem Luftbildmaterial kann der Mangel an zuverlässigen terrestrischen Inventurdaten ausgeglichen werden. Die stichprobenweise Erfassung und einzelpunktweise Auswertung von Bodenbedeckungskategorien (Fels, Gras, Jungwuchs, Dicketz/Stangenholz, Altholz und Windwurf) gibt einen sehr guten Einblick in die Entwicklung der einzelnen Bestände.

## 1. Einleitung

„Die Schutzfunktion, das ist insbesondere der Schutz vor Elementargefahren und schädigenden Umwelteinflüssen sowie die Erhaltung der Bodenkraft gegen Bodenabschwemmung und Verwehung, Geröllbildung und Hangrutschung,“ stellt für 30,7% der österreichischen Wälder die „Leitfunktion“ dar (BMLF 1995).

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser Waldbereiche müssen die Planungsgrundlagen erst sukzessive durch spezielle Schutzwaldinventuren aufgebaut werden, da die herkömmlichen Forstinventuren (sowohl die betrieblichen als auch die überregionalen) wenige zuverlässige Daten lieferten. Luftbilder können nun in zweierlei Hinsicht bei der Datenerfassung für Schutzwaldinventuren eingesetzt werden:

- Aktuelles FIR-Luftbildmaterial zur Erfassung von Bestandesdaten (Schutzwaldentwicklungsphasen) und zur Unterstützung der Geländearbeiten.
- Historisches Luftbildmaterial zur Erfassung der Bestandesentwicklung.

## 2. Schutzwaldphasenkartierung aus FIR-Luftbildern

Schutzwaldentwicklungsphasen sind typische Bestandesbilder, die nicht durch ein absolutes Alter oder einen bestimmten Holzvorrat definiert, sondern durch verschiedene Merkmale (standortsbedingte Baumhöhe, Kronenzustand, Kronenschlußgrad, usw.) charakterisiert sind. Die Einteilung der Schutzwaldentwicklungsphasen erfolgte nach den von Mayer-Ott, (1991) angege-

benen Kriterien. Im Rahmen der Pilotstudie „Höllengebirge“ (im Auftrag der Österreichischen Bundesforste) wurden Methoden zur Erfassung der Schutzwaldphasen durch Auswertung von Luftmeßbildern entwickelt und auf ihre Zuverlässigkeit untersucht (Kusché, Schneider, Mansberger 1994).

Ein Verfahren zur Schutzwaldphasenermittlung aus Luftbildern stellt die **visuelle Meßinterpretation** dar (Kusché Schneider, Mansberger 1994). Dabei wurden die Merkmale Geländehöhe (aus der Karte), Standort (Ebene, Graben, usw.), Baumartenanteil (in Zehntel der Schirmfläche), Mischungsform, Bestandeshöhe (Minimum, Mittel und Maximum), Kronendurchmesser, Schlußgrad (geschätzt in Zehntel), Bestandesgefüge horizontal und vertikal, Kronenzustand (Bestandesbeurteilung), Wuchsklasse und Besonderheiten (z.B. Windwurf) erfaßt. Die Bestimmung der Phasen erfolgte durch die statistische Auswertung (lineare Diskriminanzanalyse) der Einzelmerkmale. In Tabelle 1 wird die Übereinstimmung der verschiedenen Merkmals-

### 3. Luftbildzeitreihen

Die Entwicklungsdynamik (Veränderung der Phasen in Raum und Zeit) der einzelnen Bestände ist für die Planung einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Schutzwälder ein wesentlicher Faktor. Die zyklische Abfolge der Entwicklungsphasen, wie sie von Mayer und Neumann (1981) für Fichten-Tannen-Buchenurwälder publiziert wurde, konnte durch Darstellung von zwei charakteristischen, aber möglichst wenig korrelierenden Merkmalen in zweidimensionalen Merkmalsräumen (siehe Abb. 1) auch für den Schutzwald bestätigt werden. Bei der Erfassung aus einem Luftbildjahrgang wird die Phasendynamik aus dem räumlichen Nebeneinander der Einzelbestände des gesamten Untersuchungsgebietes abgeleitet. Aussagen über die Geschwindigkeit des Ablaufes sowie die Entwicklung eines bestimmten Bestandes können daraus nicht unmittelbar getroffen werden. Dies ist nur durch Auswertung von historischem Luftbildmaterial möglich.

	Merkmalskombinationen							
Baumhöhe Minimum	x				x			
Baumhöhe Mittel	x	x		x	x	x		x
Baumhöhe Maximum	x				x			
Kronenschlußgrad	x	x	x	x	x	x	x	
Kronenzustand	x	x	x	x			x	
Wuchsklasse	x	x	x		x	x		x
Kronendurchmesser	x				x			
Kronenschlußgrad/Kronenzust.								x
korrekt (feine Phaseneinteilung)	49%	45%	43%	41%	41%	35%	33%	38%
korrekt (grobe Phaseneint.)	63%	61%	60%	56%	52%	49%	44%	55%
max.Abw. ± 1 Stufe (feine Eint.)	72%	69%	67%	68%	63%	63%	55%	65%

Tab. 1: Klassifikationsgüte bei linearer Diskriminanzanalyse mit unterschiedlichen Merkmalen

kombinationen mit der terrestrischen Erfassung dargestellt.

Das Resultat ist bei Verwendung aller wesentlichen Merkmale deutlich besser als jenes bei einer visuell-integralen Interpretation (Bestimmung der Schutzwaldentwicklungsphase durch den Interpreten ohne explizit angegebene Entscheidungskriterien). Läßt man den Kronenzustand weg, so wird das Ergebnis zwar schlechter, die Daten sind aber durchaus noch brauchbar. Dies ist insofern von Bedeutung, da alle Merkmale mit Ausnahme des Kronenzustandes auch auf S/W-Luftbildern meß- bzw. interpretierbar sind (Kusché, Schneider, Mansberger 1994).

### 4. Auswertung von historischem Luftbildmaterial

#### 4.1 Datenmaterial und Auswertemethode

Als Datenmaterial standen S/W-Luftbilder aus dem Waldstandsflug 1953 (mittlerer Maßstab 1:17000), S/W-Luftbilder aus dem ÖK-Revisionsflug 1965 (mittlerer Maßstab 1:15000) sowie FIR-Luftbilder aus dem Jahr 1989, die im Zuge der Pilotstudie „Höllengebirge“ von den Österreichischen Bundesforsten in Auftrag gegeben wurden, zur Verfügung.

Die Datenerfassung erfolgte in den zwei Teilgebieten Wimmersberg und Langbathsee, die

auch Gegenstand der oben angeführten Pilotstudie waren. Jedes der beiden Gebiete hat eine Fläche von rund 100 ha. Im Gebiet Wimmersberg herrscht eine sehr kleinflächige Bestandesstruktur vor, flächige Veränderungen durch Nutzung oder Katastrophen (Windwurf) gibt es hier keine. Das Gebiet Langbathsee weist größere durch Nutzung bzw. Windwürfe geprägte Bestände auf.

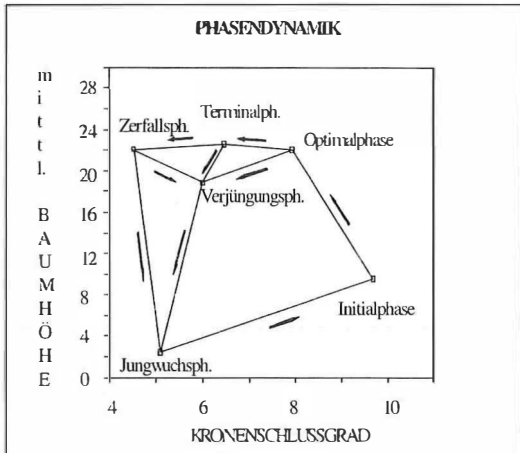


Abb 1: Phasendynamik; dargestellt in einem zweidimensionalen Merkmalsraum

Die Interpretation erfolgte stichprobenweise in einem 25m x 25m Raster (in der Natur), der mit dem Programm MONOMAP (Einbildkartiersystem des Instituts für Vermessungswesen und Fernerkundung auf der Basis von Auto-Cad. Schneider, Bartl 1994) in die Geometrie der jeweiligen Luftbildjahrgänge verzerrt und auf einer Transparentfolie zu den Luftbildern ausgeplottet wurde. Die äußere Orientierung des FIR-Bildmaterials konnte aus einer bestehenden Aerotriangulierung übernommen werden. Bei den Jahrgängen 1953 und 1965 wurden Paßpunkte aus den 1989-Bildern übertragen und mittels räumlichem Rückwärtsschnitt die äußere Orientierung bestimmt. Die Übereinstimmung der Punktraster lag zumeist unter 5m, wodurch das Aufsuchen identer Punkte in den verschiedenen Luftbildjahrgängen mit ausreichender Genauigkeit ermöglicht wurde.

An den jeweiligen Rasterpunkten wurden 6 Kategorien der Bodenbedeckung erfaßt:

- 1 Fels/Geröll
- 2 Gras
- 3 Jungwuchs
- 4 Dickung/Stangenholz
- 5 Altholz
- 6 Totholz liegend

Da es sich bei den angeführten Merkmalen um Flächenmerkmale handelt, mußte auch die Umgebung des Rasterpunktes in die Interpretation einbezogen werden (z.B. die Kategorie Jungwuchs wurde auch dann interpretiert, wenn der Rasterpunkt nicht unmittelbar auf eine Forstpflanze gefallen ist, sondern nur in der näheren Umgebung welche vorhanden waren).

#### 4.2 Interpretationsergebnisse

Vor dem Vergleich der einzelnen Luftbildjahrgänge wurden die Interpretationsergebnisse auf Plausibilität überprüft und etwaige Interpretationsfehler, die sich vor allem an Bestandesrändern aufgrund der unterschiedlichen Bildstürze ergaben, bereinigt.

##### Wimmersberg

Beim Vergleich von Häufigkeiten der einzelnen Bodenbedeckungsklassen ergab sich in den drei Luftbildjahrgängen kein eindeutiger Trend. Bei der einzelpunktweisen Analyse der Bodenbedeckung der Jahre 1953, 1965 und 1989 zeigte sich beispielsweise, daß ein Großteil der Bestände die 1953 Dickung/Stangenholz waren, in den folgenden Jahrgängen erwartungsgemäß in Altholz übergegangen sind, ohne daß es zu einem Auffüllen dieser Kategorie gekommen wäre.

##### Langbathsee

Im Untersuchungsgebiet Langbathsee konnten nur die Luftbildjahrgänge 1953 und 1989 ausgewertet werden, da im Jahrgang 1965 große Teile des Gebietes aufgrund von Schlag Schatten nicht interpretierbar waren. In diesem Gebiet fällt der Abbau des Altholzes zugunsten der restlichen Kategorien besonders auf. Analysiert man die Rasterpunkte, welche im Jahre 1953 Altholz waren, im Detail, so zeigt sich, daß die Kategorien Fels/Geröll und Gras mehr zunahmen als Jungwuchs und Dickung/Stangenholz.

#### 4.3 Datenauswertung

Aus den angeführten Beispielen der Interpretationsergebnisse können in Kombination mit terrestrischen Daten folgende planungsrelevante Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Tritt in einem Gebiet der Übergang von Altholz zu Gras häufig auf, so sind in diesem Bereich Aufforstungsmaßnahmen dringlicher als in jenen Bereichen, die über den gesamten Beobachtungszeitraum Gras waren.

- Geht die Bodenbedeckungsklasse Dichtung/Stangenholz im Laufe der Zeit in Altholz über, ohne aus dem Jungwuchs aufgefüllt zu werden, so sind dringend Verjüngungsmaßnahmen (Förderung von bestehenden Jungwuchshorsten durch Vergrößerung von Bestandeslücken, Klärung des Wildeinflusses, u.ä.m.) zu setzen.

## 5. Schlussfolgerung

Die Verwendung von aktuellen FIR-Luftbildern zur Bestandesdatenerfassung im Schutzwald hat sich bewährt und kann operationell eingesetzt werden. Die Bildqualität der historischen Luftbilder (Waldstandsaufnahme, ÖK-Revisionsflüge) ist mit Ausnahme von kleineren Bereichen mit Schlagschatten und Wolken für die Interpretation der Bodenbedeckungsklassen (Fels/Geröll, Gras, Jungwuchs, Dichtung/Stangenholz, Altholz und Totholz liegend) ausreichend. Die mit dem Programm MONOMAP in die verschiedenen Luftbildjahrgänge verzerrten Punktraster sind genau genug, um die identen Punkte aufzufinden. Die Schwierigkeit bei der Interpretation lag vor allem darin, daß die erhobenen Merkmale nicht über den gesamten Bestand homogen sind und daher das Problem der Bestandesabgrenzung nicht völlig umgangen werden kann. Ein weiteres Problem bei der Interpretation stellten die unterschiedlichen Bildstürze dar, die sich vor allem an Bestandesrändern negativ auswirken.

Die ersten Ergebnisse der Auswertung historischer Luftbilder sind vielversprechend. Vor allem

die Analyse der Entwicklungstendenz einzelner Bestände erscheint als wesentlicher Faktor zur Planung und Dringlichkeitsreihung forstlicher Maßnahmen.

### Literatur

- [1] *BMLF* (1995): Der Wald- das grüne Herz Österreichs. Broschüre des BMLF. Wien.
- [2] *Kusché, W., R. Mansberger, W. Schneider* (1995): GIS-Datenerfassung aus Luftbildern. 1. BOKU-GIS Userkonferenz; Tagungsband, BOKU.
- [3] *Kusché, W., W. Schneider, R. Mansberger* (1994): Schutzwaldphasenkartierung aus Luftbildern. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 111. Jg., Heft 1.
- [4] *Mayer, H., M. Neumann* (1981): Struktureller und Entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Corkova Uvala/Kroatien. In: Mayer, H. (1989): Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. 2. Auflage. Institut für Waldbau, BOKU.
- [5] *Mayer, H., E. Ott* (1991): Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege. 2.Auflage. Gustav Fischer Verlag; Stuttgart, New York.
- [6] *Pitterle, A.* (1990): Schutzwaldsanierung Höllengebirge. Interner Projektsbericht. Institut für Waldbau, BOKU; unveröffentlicht.
- [7] *Pitterle, A., G. Herzog, W. Urban* (1990): Schutzwaldsanierungsprojekt Höllengebirge, Kartierung der Entwicklungsphasen. Interner Projektsbericht. Institut für Waldbau, BOKU; unveröffentlicht.
- [8] *Schneider, W., R. Bartl* (1994): Forstliche Kartierung und GIS-Datenerfassung aus Luftbildern nach dem Monoplotting-Verfahren. In: Photogrammetrie & Forst. Tagungsband S. 317 ff. Herausgeber: Forstwissenschaftliche Fakultät, Abt. Luftbildmessung und Fernerkundung. Freiburg.

### Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Wolfgang Kusché, Michael Siegl, Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien.