



## Netzausgleichung unter Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit der Festpunkte

Martin Staudinger <sup>1</sup>, Johannes Otepka <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Geoinformation und Landesvermessung, Technische Universität Wien, Gusshausstraße 27-29/1 27, A-1040 Wien*

<sup>2</sup> *Department of Geomatics, The University of Melbourne Parkville, Victoria 3052 Australia*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **89** (1), S. 13–18

2001

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Staudinger_VGI_200102,  
Title = {Netzausgleichung unter Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit  
der Festpunkte},  
Author = {Staudinger, Martin and Otepka, Johannes},  
Journal = {VGI -- Österreichische Zeitschrift für Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {13--18},  
Number = {1},  
Year = {2001},  
Volume = {89}  
}
```





# Netzausgleichung unter Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit der Festpunkte

Martin Staudinger, Wien, und Johannes Otepka, Melbourne

## Zusammenfassung

Die derzeit gültige Vermessungsverordnung in Österreich schreibt bei Katastervermessungen eine Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeiten von Triangulierungs- und Einschaltpunkten vor. Nach einer Erläuterung des Begriffes der „mittleren Punktlagegenauigkeit“ werden zwei Ausgleichsmethoden, die der Vermessungsverordnung gerecht werden, diskutiert. Anhand eines Testnetzes aus der Praxis werden Möglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile dieser beiden Methoden gezeigt.

## Abstract

The Austrian regulations for cadastral surveying prescribe the consideration of the accuracy information of the used control points. After explaining the term „point accuracy“, we discuss two methods, which fulfil this regulation. Based on a test network, we show possibilities, advantages, and disadvantages of these two methods.

## 1. Einleitung

Eine Reihe von Vermessungen haben nach den Vorschriften zu erfolgen, die im Vermessungsgesetz (VermG) beziehungsweise der Vermessungsverordnung (VermV) geregelt sind. Die derzeit gültige Vermessungsverordnung, die seit dem 1. Dezember 1994 in Kraft ist, schreibt für die Vermessungen vor, dass sie „unter Bedachtnahme auf die mittlere Punktlagegenauigkeit der Festpunkte“ ausgeführt und dabei „mittlere Punktlagegenauigkeiten bei der Bestimmung von Standpunkten und Grenzpunkten nicht überschritten werden“ [1, §7]. Die mittleren Punktlagegenauigkeiten sind dabei für Triangulierungspunkte mit 5 cm, für Einschaltpunkte mit 7 cm, für Standpunkte mit 10 cm und für Grenzpunkte mit 15 cm angegeben. Eine ähnliche Regelung gilt auch in der Markscheideverordnung betreffend der „Vermessungen über Tage“ [2, §16] und der „Anschlussmessungen an die Festpunkte der Landesvermessung, die der Lageorientierung des untertägigen Lagenetzes dienen“ [2, §28].

In der VermV wird weiters festgehalten, dass „die nach dem Stand der Wissenschaft und Technik geeigneten Methoden“ zu wählen sind [1, §6]. Dies betrifft nach Meinung der Autoren nicht nur die eigentlichen Mess- sondern auch die Berechnungsmethoden, die „auf die mittlere Punktlagegenauigkeit Bedacht nehmen“. Nach der Theorie der Ausgleichsrechnung ist dabei das „Varianzfortpflanzungsgesetz“ anzuwenden und in weiterer Folge die Beobachtungen zur Bestimmung von Stand- und Grenzpunkten

als geodätisches Netz zu modellieren. Obwohl beide Methoden schon lange bekannt sind, kommen sie bei der praktischen Vermessung – auch im Liegenschaftskataster – nur selten zur Anwendung.

Schwierige Interpretierbarkeit der Ergebnisse, fehlende Software und ein damit verbundener scheinbar unnötiger Mehraufwand sind die oft gehörten Argumente, warum die Möglichkeiten der Ausgleichsrechnung nicht angewendet werden. Sowohl die Probleme der Interpretierbarkeit als auch der Mehraufwand können aber durch die Verwendung entsprechender Software beseitigt werden. Interpretationsschwierigkeiten sind bei guter Aufbereitung der Ausgleichsergebnisse sicher überwindbar. Der Mehraufwand, der zum Beispiel durch die Bereitstellung von Näherungskordinaten anfällt, ist ebenfalls softwaretechnisch lösbar. Um die Möglichkeiten der Ausgleichsrechnung voll ausschöpfen zu können und somit auch der VermV gerecht zu werden, muss sowohl im Feld als auch bei der Berechnung der Vermessungsergebnisse ein Umdenkprozess einsetzen, indem zum Beispiel von der „Polygonzugsmessung und -rechnung“ auf „Netzmessung und -ausgleichung“ übergegangen wird. Damit können gleichzeitig auch fehlerhafte Beobachtungen und – wie später noch gezeigt wird – Verschiebungen im amtlichen Festpunktfeld aufgedeckt werden. Diese merkliche Zunahme der Datenqualität sollte den dadurch fallweise anfallenden geringen Mehraufwand rechtfertigen. Letztendlich wird es auch Aufgabe der Geodäten sein, den vermutlich von ihnen in die Datenqualitätsdiskussion im Geoda-

ten- und GIS-Bereich „hineinreklamieren“ Begriff der Punktlagegenauigkeit selbst entsprechend angeben zu können.

## 2. Die „mittlere Punktlagegenauigkeit“

Zunächst sei der Begriff der „mittleren Punktlagegenauigkeit“ näher erläutert. Jeder Vermesser scheint zu wissen, worum es sich dabei handelt. Dennoch ist es nur ein sehr vager Terminus, der in der Statistik und Ausgleichsrechnung durch verschiedene Maße angegeben werden kann. „Genauigkeit“ ist ja zunächst ein Begriff zur qualitativen Beschreibung eines Sachverhalts [3]. Erst durch die Auswahl eines bestimmten Genauigkeitsmaßes wird daraus eine quantitative Größe. Im zweidimensionalen Fall kommen für die Punktlagegenauigkeit als quantitative Maße zum Beispiel die Standardabweichungen der einzelnen Koordinaten, der Punktlagefehler nach Helmert, die Fehlerellipse oder die Konfidenzellipse in Frage.

Die Vermessungsverordnung selbst geht nicht näher auf den Begriff „mittlere Punktlagegenauigkeit“ ein. Man wird dazu aber in einem Erlass des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen fündig. Dort wird die mittlere Punktlagegenauigkeit für Festpunkte charakterisiert als „*ein empirischer Wert, der die äußere Genauigkeit der Lage von Festpunkten definiert*“. Die mittlere Punktlagegenauigkeit für Grenzpunkte ist der „*empirische Wert, der die Reproduzierbarkeit in der Lage bei unabhängigen Wiederholungsmessungen definiert*“ [4, p.140]. Der Betrag der mittleren Punktlagegenauigkeit wird im angesprochenen Erlass dem „Helmert’schen Punktlagefehler“ gleichgesetzt. Diese Definition der mittleren Punktlagegenauigkeit wird explizit als „Erläuterung des §7 der VermV94“ bezeichnet. Wir werden daher auch im weiteren Verlauf dieses Artikels unter „Punktlagegenauigkeit“ dieses Fehlermaß verstehen.

Der Helmert’sche Punktlagefehler lässt sich aus

$$s_H = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \quad (1)$$

berechnen, wobei  $s_x$  die Standardabweichung in x-Richtung und  $s_y$  jene in y-Richtung ist. Diese Größen erhält man bekanntlich nach der Ausgleichung aus den Elementen der im Allgemeinen vollbesetzten Kovarianzmatrix der Unbekannten.

Die Umkehrfunktion, also die Berechnung von  $s_x$  und  $s_y$  aus einem gegebenen Punktlagefehler, ist ohne die Annahme weiterer Voraussetzungen nicht möglich. Weder in der VermV noch im oben zitierten Erlass sind entsprechende Vor-

aussetzungen dazu angegeben. Im Idealfall können wir aber in einem Netz der Landesvermessung von einer isotropen Situation ausgehen. Unterstellen wir dem österreichischen Netz der Landesvermessung Isotropie, so können wir aus Formel (1) die Umkehrfunktion bilden und erhalten für die Standardabweichungen in den beiden Koordinatenrichtungen

$$s_x = s_y = \sqrt{0.5} \cdot s_H \quad (2)$$

Ein Schließen auf eventuelle lineare stochastische Abhängigkeiten zwischen der x und y Komponente, also auf die vollständige Kovarianzmatrix, ist aus der alleinigen Angabe der Punktlagegenauigkeit nicht möglich. Für eine im Sinne der Statistik einwandfreie Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit wäre dies jedoch notwendig.

## 3. Punktlagegenauigkeiten der Festpunkte in der Ausgleichsrechnung

Die in der Ausgleichsrechnung vorkommenden Größen und Parameter können nach zwei Gesichtspunkten unterschieden werden:

1. Parameter, die als variable Größen („Unbekannte“) eingeführt und deren Wert im Zuge der Ausgleichsrechnung verändert („ausgeglichen“) wird, im Gegensatz zu Größen, deren Wert fest bleibt.
2. Parameter, die im Sinne der Statistik Zufallsgrößen darstellen, gegenüber solchen Parametern, die keine Zufallsgrößen sind.

Sind die in Frage kommenden Parameter Punktkoordinaten, so bezeichnen wir die zugehörigen Punkte als Neupunkte, wenn sie entsprechend dem ersten Unterscheidungsmerkmal variable Größen sind, und als Fest- oder auch Altpunkte, wenn sie feste Größen sind. Beim zweiten Unterscheidungsmerkmal geht man meist pragmatisch vor. Streng genommen sind die jeweiligen Koordinatenpaare der Festpunkte Realisierungen eines Zufallsvektors, weil sie ja aus einer vorausgehenden statistischen Auswertung stammen. Kennt man allerdings ihre Varianz und Kovarianz nicht, so werden sie meist als varianzfreie Größen eingeführt.

Diese Annahme ist solange zulässig, solange die Abweichungen der angenommenen Lage (also der amtlich geführten) von der wahren (aber unbekannt) Lage verschwindend klein sind gegenüber den zufälligen Abweichungen, mit denen die Beobachtungen behaftet sind und die zur Bestimmung der Neupunkten verwendet werden. Heute tritt hingegen im Allgemeinen der

umgekehrte Fall auf. Die zufälligen Abweichungen der Beobachtungen sind gegenüber den Abweichungen zwischen der wahren Lage der Festpunkte und den amtlich gebrauchten Koordinaten verschwindend klein.

Der in § 7 VermV geforderten Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit der amtlichen Festpunkte sollte daher im Zuge der Auswertung der Beobachtungen und Bestimmung der Koordinaten ein wesentlicher Stellenwert eingeräumt werden.

Wie kann man nun mit Hilfe der Ausgleichsrechnung dieser Forderung der VermV gerecht werden? Das Problem der varianzbehafteten Festpunkte wurde unter anderem bereits in [5] und [6] beschrieben. Im Folgenden werden wir zur Lösung des Problems zwei Ansätze angeben.

### 3.1 Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeiten mittels Varianzfortpflanzung im Gewichtsansatz

Diese Methode wurde in [6] beschrieben und ist auch in einigen Softwarepaketen implementiert. Hierbei werden die Punktlagegenauigkeiten der Festpunkte berücksichtigt, indem in den a priori angesetzten Varianzen der Beobachtungen von bzw. zu den Festpunkten auch deren Punktlagegenauigkeiten mittels Varianzfortpflanzung einbezogen werden. Dies führt unter anderem dazu, dass Beobachtungen von bzw. zu Festpunkten mit einer größeren Varianz in die Ausgleichung eingeführt werden als Beobachtungen zwischen Neupunkten, und letztere dadurch ein größeres Gewicht erhalten als erstere. Bei der Varianzfortpflanzung wird weiters in der Regel mangels vollständiger Information von einer isotropen Varianzsituation ohne weitere lineare stochastische Abhängigkeiten ausgegangen.

Nichtsdestotrotz wird dieser Ansatz manchmal auch als „korrelierter Ausgleich“ bezeichnet. Eine Bezeichnung, die in diesem Zusammenhang auch irreführend sein kann. Bei der Varianzfortpflanzung erhält man im Allgemeinen immer (mathematisch) korrelierte Parameter. Diese sind aber von Größen zu unterscheiden, die bereits während der Beobachtung als stochastisch abhängig betrachtet und dementsprechend als korrelierte Größen modelliert werden.

Nach der Ausgleichung lässt sich die Punktlagegenauigkeit der Neupunkte nach dem in [6] angegebenen Formelapparat nach Formel (1) berechnen.

Es kann bei der Anwendung dieser Methode aber auch zu unerwünschten Effekten kommen: Nachdem die Beobachtungen zwischen Festpunkten und Neupunkten ein deutlich geringeres Gewicht als Beobachtungen zwischen Neupunkten erhalten, werden Spannungen im Festpunktfeld hauptsächlich zwischen Neu- und Festpunkten wiedergegeben. An ein Netz, das im Katasterbereich Verwendung finden soll, wird allerdings die Forderung einer möglichst guten Einpassung an das vorhandene Festpunktfeld dergestalt gestellt, dass Spannungen des Festpunktfeldes gleichmäßig auf alle Neupunkt aufzuteilen sind.

Diese Forderung kann durch eine zweistufige Berechnung der Ergebnisse erreicht werden. Dazu werden zunächst die Koordinaten der Neupunkte in einem gezwängtem Netz mit varianzfreien Festpunkten bestimmt. Die Genauigkeitssituation wird in einem zweiten Schritt mit Hilfe einer Ausgleichung der oben beschriebenen Art der Varianzfortpflanzung beim Gewichtsansatz abgeschätzt.

Beim Datenaustausch mit dem Vermessungsamt ist im Sinne der vollständigen Beschreibung der Datenqualität ein aus beiden Ausgleichungsschritten kombiniertes Protokoll zu übergeben.

Betrachtet man die Ausgangsmatrizen dieses zweistufigen Verfahrens, so gibt es nur in den Matrizen des stochastischen Modells Unterschiede. Das funktionale Modell hingegen bleibt gleich. Damit gestaltet sich die programmtechnische Umsetzung entsprechend einfach.

### 3.2 Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeiten durch Einführung von Koordinatenbeobachtungen

Bei dieser zweiten Art der Ausgleichung werden die Koordinaten der Altpunkte nicht als feste sondern als variable, d.h. unbekannte Parameter angesetzt. Außerdem wird das Ausgleichmodell um eine Koordinaten-Beobachtungsgruppe erweitert. Dabei werden die Festpunktskoordinaten als Beobachtungen mit den entsprechenden Genauigkeiten modelliert. Für jeden Festpunkt gibt es zwei Beobachtung (x und y Koordinate). Durch Linearisierung erhält man folgende einfache Verbesserungsgleichungen.

$$v_{x_i} = 1 \cdot d_{x_i} - l_{x_i} \quad (3)$$

$$v_{y_i} = 1 \cdot d_{y_i} - l_{y_i} \quad (4)$$

Diese Beziehungen (4) und (5) vereinfachen sich noch, da die Absolutglieder  $l_{x_i}$  und  $l_{y_i}$  gleich Null sind.



sondern ein dem realen Vermessungsalltag entnommenes Beispiel handelt.

Das Testnetz wurde auf folgende drei Arten berechnet:

- Als gezwängtes Netz ohne Berücksichtigung von Punktlagegenauigkeiten
- Nach Methode 1: „Varianzfortpflanzung im Gewichtsansatz“
- Nach Methode 2: „Methode der Koordinatenbeobachtungen“

Die Ergebnisse der drei Ausgleichungen sind in Tab.1 und Tab.2 wiedergeben. In Tabelle 1 sind die Differenzen zwischen dem Zwangsnetz und den beiden Methoden 1 und 2 dargestellt,

	Methode 1 – Zwangsnetz			Methode 2 – Zwangsnetz		
	dy	dx	dL	dy	dx	dL
80102-218 A1	0,0	0,0	0,0	-104,4	-10,8	105,0
HP 100	-66,1	-9,9	66,8	- 82,4	- 4,2	82,5
HP 101	-54,9	-3,5	55,0	- 70,1	3,4	70,2
HP 102	-29,9	7,5	30,8	- 41,4	14,7	43,9
HP 104	- 3,5	18,0	18,4	- 12,1	26,5	29,1
80122-221 E1	0,0	0,0	0,0	2,6	31,8	31,9

Tabelle 1: Differenzen zwischen dem Zwangsnetz und den beiden unterschiedlichen Ausgleichungsmethoden (Koordinatendifferenzen dy und dx sowie Lagedifferenz dL in mm)

	PLG Methode 1 [mm]	PLG Methode 2 [mm]	Differenz [mm]
HP 100	44,3	58,7	-14,4
HP 101	44,1	58,6	-14,4
HP 102	43,8	58,3	-14,5
HP 104	44,0	58,7	-14,7

Tabelle 2: Punktlagegenauigkeiten (PLG) der Neupunkte nach den beiden unterschiedlichen Methoden.

und zwar für jeden Punkt sowohl in den beiden Koordinatenrichtungen als auch die entsprechende Lagedifferenz. Tabelle 2 enthält Angaben über die mit den beiden Methoden 1 und 2 erhaltenen Punktlagegenauigkeiten der einzelnen Neupunkt und deren Differenzen.

In Tabelle 1 sind die Punkte in der Reihenfolge ihrer räumlichen Lage gegeben. Man erkennt, dass die Lagedifferenzen der Neupunkte umso größer sind, je näher ein Punkt beim Festpunkt 80102-218 A1 liegt. Man kann auch erkennen, dass diese Differenzen zu einem großen Teil von Verschiebungen in y-Richtung herrühren. Dies legt die Vermutung nahe, dass der EP 80102-218 A1 selbst einen systematischen Fehler in y-Richtung aufweist. Prinzipiell ist diese Tendenz sowohl bei dem nach Methode 1 als auch bei dem nach Methode 2 berechneten

Netz erkennbar. Bei dem nach Methode 2 berechneten Netz ist nun aber noch zusätzlich eine Verschiebung der EP-Koordinate um mehr als 10 cm in dieser Richtung bemerkbar, was die obige Vermutung verstärkt. Methode 1 hingegen liefert diese Information nicht, da ja die Festpunktskoordinaten selbst nicht am Ausgleich teilnehmen.

In Tabelle 2 sind die Punktlagegenauigkeiten gegeben. Offensichtlich ergibt sich bei Methode 2 eine pessimistischere Genauigkeitsschätzung der Neupunkte, wobei die Differenzen zwischen den beiden Methoden in etwa immer gleich groß sind, die Genauigkeiten der beiden Methoden sich also immer um einen bestimmten Faktor unterscheiden. Führen wir nun noch eine Varianzkomponentenschätzung durch, so erhalten wir für die Gruppe der Koordinatenbeobachtungen a posteriori einen Wert, der genau diesem Faktor entspricht.

Die Varianzkomponente der Gruppe der Koordinatenbeobachtungen lässt noch eine weitere interessante Aussage zu. Die Varianzkomponenten sollen ja nur eine geringe Abweichung gegenüber der a priori gewählten Varianz der Gewichtseinheit haben. Liegen hier größere Abweichungen vor, so deutet dies entweder auf einen groben Fehler in den Beobachtungen oder auf ein falsches stochastisches a priori Modell hin [7]. Nachdem die Koordinaten bei der Methode 2 ja als Beobachtungen eingeführt werden, können Spannungen im Festpunktfeld je nach Größenordnung entweder als grobe Fehler interpretiert werden, oder als eine zu optimistische Schätzung der Genauigkeit. In jedem Fall stützt die durchgeführte Varianzkomponentenschätzung die oben gemachte Aussage, dass im gegenständlichen Fall im Bereich der amtlichen Punkte Spannungen vorhanden sind. Eine Software, die hier noch weitere Analysen ermöglicht, erlaubt eine schrittweise Eingrenzung des „Problem-Verursachers“ und in weiterer Folge eine statistisch saubere Lösung der Ausgleichungsaufgabe.

## 6. Zusammenfassung

Sowohl die Ausgleichung nach der „Methode der Varianzfortpflanzung im Gewichtsansatz“ als auch die Ausgleichung nach der „Methode der Koordinatenbeobachtungen“ werden der im § 7 geforderte Berücksichtigung der Punktlagegenauigkeit der amtlichen Festpunkte gerecht. Die Berechnung der Neupunktskoordinaten selbst sollte besonders bei vorliegenden oder

vermuteten Netzspannungen mittels eines „normalen“ Zwangsnetzes erfolgen.

Die „Methode der Koordinatenbeobachtungen“ ist gegenüber der erstgenannten Methode der grundsätzlich allgemeinere Ansatz und bietet besonders bei der Interpretation der Qualität des Festpunktfeldes Möglichkeiten, die den vielleicht höheren Implementierungsaufwand einer entsprechenden Software rechtfertigen.

#### Referenzen

- [1] Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über Vermessungen und Pläne (VermV), BGBl. Nr. 562/1994, 1994.
- [2] Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über Vermessungen beim Bergbau, das Bergbaukartenwerk und die Erfassung von Bodenbewegungen (Markscheideverordnung), BGBl. II Nr. 134/1997, 1997.
- [3] Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und Ermittlungsergebnissen, DIN 55350/T13, 1987.

- [4] BEV, Grenzkataster: Einrichtung, Neuanlegung, Führung und Amtshandlungen. 1994, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: Wien.
- [5] Gleinsvik, P. (1963): Über die Genauigkeit der trigonometrischen Punktbestimmung mit besonderer Berücksichtigung der Einwirkung der Festpunkte. In: Zeitschrift für Vermessungswesen, 88.Jhg., Heft 11, pp. 441-446
- [6] Daxinger, W. (1995): Der Einfluß fehlerhafter Altpunkte auf die Bestimmung von Neupunkten. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation, Heft 3, pp. 136-144
- [7] Kuang, S. (1996): Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications. Ann Arbor Press, Inc., Chelsea, Michigan.

#### *Anschrift der Verfasser:*

Dipl.-Ing. Dr. Martin Staudinger: Institut für Geoinformation und Landesvermessung, Technische Universität Wien, Gusshausstraße 27-29/127, A-1040 Wien, staudinger@geoinfo.tuwien.ac.at  
Johannes Otepka: Department of Geomatics, The University of Melbourne Parkville, Victoria 3052 Australia, johannes@avt.at



## Hochauflösende Gelände- und Oberflächenmodelle aus Laserscannerdaten – ein Anwendungsbeispiel aus der Forstinventur

*Michaela Ziegler, Andreas Wimmer, Mathias Schardt, Otto Eckmüller und Johannes Hofrichter, Graz*

#### Abstract

In this study laser scanner canopy height metrics data from the laser scanner Toposys-1 were investigated to derive forest attributes such as timber volume, tree height, and crown area coverage for the use in forest inventories. Investigations were mainly based on the processing of a correct DTM and on the derivation of single tree information from crown segmentation. Forest inventory parameters are classified on the base of single trees or small groups of trees using digital image processing methods such as segmentation and data filtering. First results for DTM-processing and single tree heights are very promising.

#### Zusammenfassung

In dieser Studie werden die Anwendungsmöglichkeiten von Laserscannerdaten des Scanners Toposys-1 hinsichtlich der Ableitung von forstwirtschaftlichen Parametern wie Holzvolumen, Baumhöhe und Kronenschirmfläche für die Forstinventur untersucht. Die exakte Geländemodell-Generierung sowie die Ableitung von Einzelbauminformationen aus der Kronensegmentierung standen dabei im Vordergrund. Die Forstparameter werden auf Basis der abgegrenzten Einzelbäume bzw. Baumgruppen mit Hilfe von Bildverarbeitungsmethoden wie Segmentierung und Filteralgorithmen ermittelt. Die ersten Ergebnisse für die Bodenmodell-Generierung und die Einzelbaumhöhen aus Laserscannerdaten sind vielversprechend.

#### 1. Untersuchungsgebiet

Die im folgenden präsentierten Auswertungen sind am Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research, Graz im Rahmen des EU-Projektes HIGHSCAN – Assessing forest stand attributes by integrated use of high-resolution satellite imagery and laserscanner – [1] entstanden. Für Österreich wurden 3 Testgebiete ausgewählt: ein alpines Gebiet (Hohentauern) und zwei Gebiete im oststeirischen Hügelland. Die

Ergebnisse dieser Veröffentlichung basieren auf den Daten des alpinen Testgebietes Hohentauern, Forstverwaltung Stift Admont.

Das alpine Testgebiet Hohentauern weist einen Höhenunterschied von ca. 1300 bis 1600 m auf und ist durch eine hohe Reliefenergie gekennzeichnet. Die Hauptbaumarten sind Fichte (*picea abies*) mit einem Anteil von 94 %, Tanne (*abies alba*) 1 %, Lärche (*larix*) 2 %, Kiefer (*pinus*) 2 % und Laubbäume mit einem Anteil von 1 %. Der Wald übernimmt hier in den höheren Lagen