

# Interpretation von Digitalen Höhenmodellen

Uwe Weidner

Institut für Photogrammetrie  
Nußallee 15, 53115 Bonn  
email: weidner@ipb.uni-bonn.de

## 1 Einleitung

Einen Arbeitsschwerpunkt innerhalb des Teilprojekts D1 des SFB 350 bildet die Modellierung von Flächen. Im einzelnen werden Fragenstellungen bearbeitet, die mit der Generierung von digitalen Flächenmodellen (DFM) und ihrer Interpretation verknüpft sind. Eine wichtige Gruppe von solchen DFM bilden die Digitalen Höhenmodelle (DHM), die zum einen als Grenzfläche für Prozeßmodellierungen dienen, zum anderen aber auch die Datengrundlage für die Gewinnung von Informationen über die Fläche und ihre Veränderungen bilden.

Eine Interpretation von Daten benötigt Wissen über die Daten und die in den Daten enthaltenen Strukturen und Objekte. Wissen über die Strukturen ermöglicht die Integration von Modellwissen bei der Datenanalyse. Wissen über die Daten umfaßt Wissen über ihre Generierung, ihre Repräsentation und ihre Eigenschaften, z. B. ihre Auflösung oder ihre statistischen Eigenschaften, und ist im Hinblick auf die bei der Analyse anzuwendenden Verfahren notwendig. Die Ergebnisse der Interpretation sind von der Integration von Modellwissen und Daten abhängig, ihre Signifikanz wird bestimmt durch die Berücksichtigung des Wissens über die Daten bei der Interpretation.

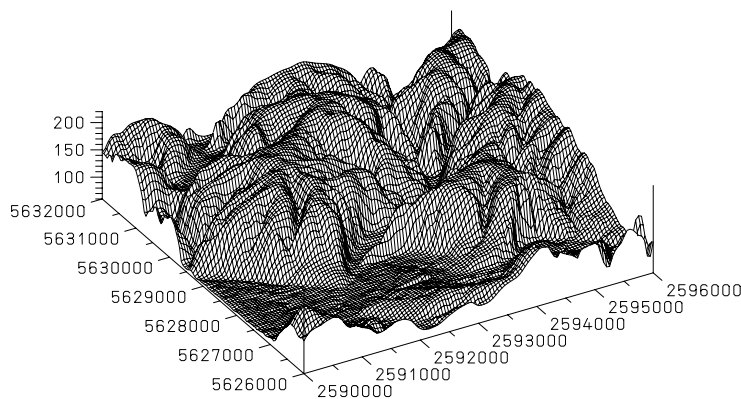


Abbildung 1: Digitales Höhenmodell – Topographie

Bei den Eingangsdaten der Interpretation handelt es sich hier um Digitale Höhenmodelle. Klassischerweise beschreiben solche DHM die topographische Oberfläche der

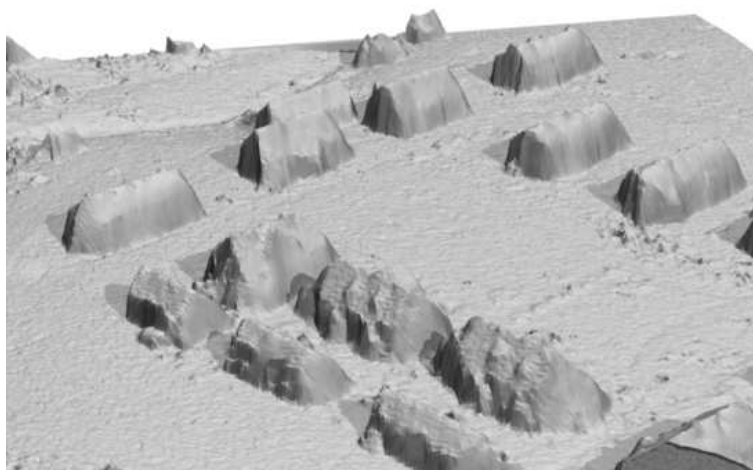


Abbildung 2: Digitales Höhenmodell – Stadtlandschaft

Erde als eine Graphenfläche (Fig. 1). Ihre Lageauflösung beträgt bei den von den Vermessungsverwaltungen bereitgestellten DHM i. A. 12.5 bis 50 m. Für Anwendungen in städtischen Bereichen und zur Erfassung von Stadtlandschaften können DHM eingesetzt werden, deren Auflösung von wenigen Metern bis zu wenigen Dezimetern reicht (Fig. 2). Sie beinhalten neben der Information über die topographische Oberfläche auch Information über Gebäude.

An dieser Stelle sollen anhand von Beispielen DHM-Generierung, DHM-Analyse und DHM-Nutzung aufgezeigt werden.

## 2 DHM-Generierung

Die Datengrundlage zur DHM-Generierung können sehr unterschiedlich sein. Zur Bestimmung eines DHM der topographischen Oberfläche wird häufig auf digitalisierte Daten von Höhenlinien aus Karten zurückgegriffen. Hierbei ist zu beachten, daß die Eigenschaften dieser Höhenlinien durch das angewendete Verfahren für ihre Generierung und ggf. durch eine kartographische Generalisierung bestimmt sind. Eine andere Datenquelle stellen Bilder in analoger oder digitalisierter Form dar. Diese können manuell oder automatisch photogrammetrisch ausgewertet werden. Ein Ergebnis einer automatischen Flächengenerierung für einen Aufschluß ist in Fig. 3 dargestellt. Hierzu wurde das Programm MATCH-T (Krzystek 1991) angewendet. Die erzielten Ergebnisse deuten auf die Anwendbarkeit von Techniken zur Erzeugung von DHM der topographischen Oberfläche auch in anderen Maßstabsbereichen und Anwendungsbereichen als den ursprünglich angezielten hin. Neben diesen Datengrundlagen kann auch eine Laserabtastung der Geländeoberfläche durchgeführt werden (Lindenberger 1993). Dieses Verfahren bietet auch die Möglichkeit zwischen Vegetation und tatsächlicher Geländeoberfläche zu unterscheiden.

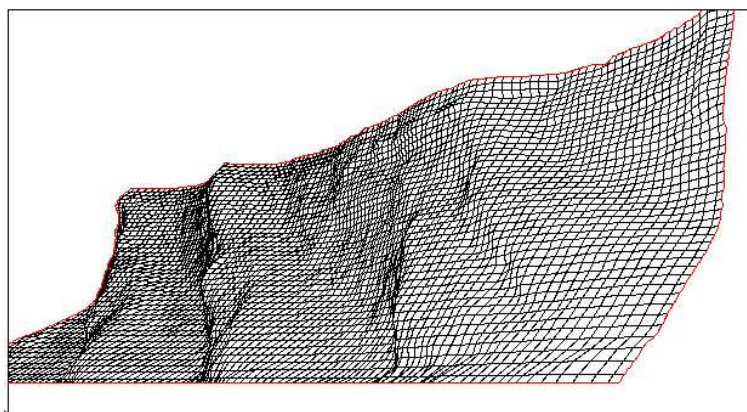


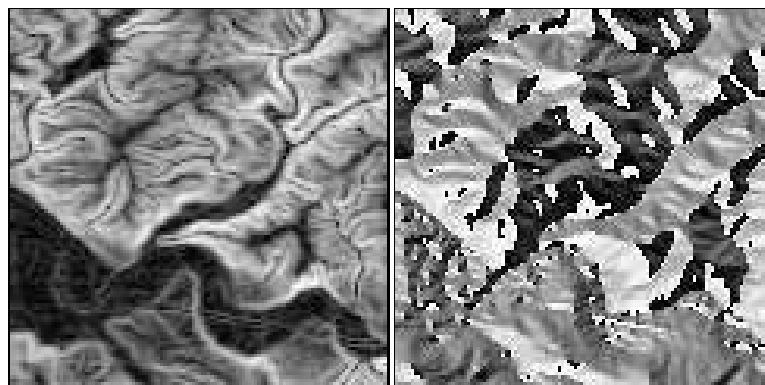
Abbildung 3: Digitales Flächenmodell – Aufschluß

### 3 DHM-Analyse

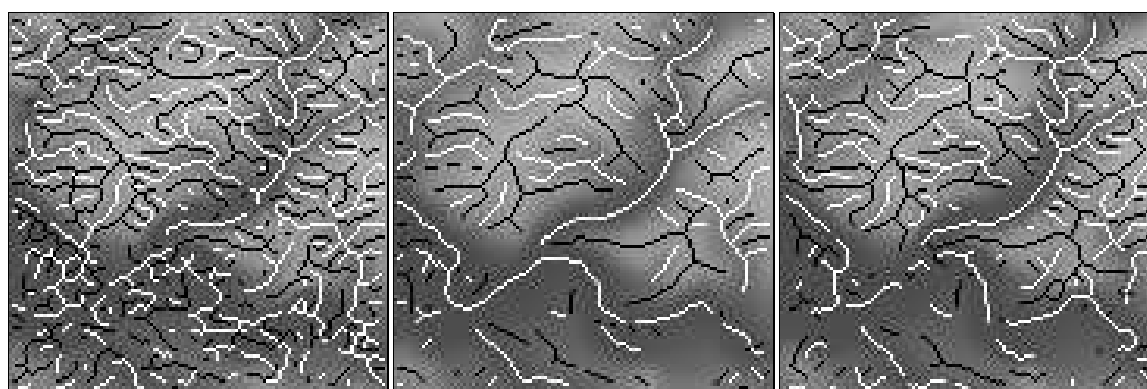
Eine DHM-Analyse kann für eine Reihe von Zielen durchgeführt werden. Hierzu gehören u.a. die Bestimmung von geometrischen Größen an jeder Stützstelle der Fläche, eine Klassifikation von Flächenbereichen und die Extraktion von Strukturlinien. Die Eingangsdaten für diese Analyse setzen sich aus dem wahren Signal und zufälligen Fehlern zusammen. Zufällige Fehler sind durch nicht im Detail modellierbare Einflüsse bei der Messung bedingt. Sie werden auch als (Meß)Rauschen bezeichnet und sind Ausdruck für die Genauigkeit der Messung. Zur Reduktion des Meßrauschens und der dadurch bedingten Einflüsse auf die Analyse, werden Glättungsfiler eingesetzt. Hinsichtlich der Analyse ist bei den Glättungsfilern darauf zu achten, daß sie in homogenen Bereichen die Meßwerte in Abhängigkeit vom Rauschen glätten, auf der anderen Seite sollten sie die in den Daten enthaltene Information möglichst erhalten bzw. sie nicht negativ beeinflussen.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für die Bestimmung geometrischer Größen aus einem DHM. Fig. 5 zeigt ein Beispiel für den Einfluß der Vorverarbeitung (Glättung) auf nachfolgende Analyseschritte. Von links nach rechts sind die Ergebnisse einer Strukturlinienextraktion für die verrauschten Daten, die mittels linearem Filter gefilterten Daten und einem informationserhaltenden Filter gefilterten Daten (Weidner 1994b) gegenübergestellt. Unterschiede der Ergebnisse können nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ nachgewiesen werden (Weidner 1994a).

Das Verfahren zur Strukturlinienextraktion basiert nur auf der Nutzung von differentialgeometrischen Größen und integriert kein Wissen über Strukturlinien, wie z.B. ihre Topologie. Aus diesem Grund kann auch keine Verfolgung und Verknüpfung der Linien erfolgen. Wissen über die Strukturen/Objekte ist jedoch wichtig und ermöglicht in vielen Fällen auch erst ihre Detektion und Formrekonstruktion. Fig. 6 zeigt das Ergebnis einer modellbasierten Analyse eines DHM zur Gebäudeerfassung (Weidner und Förstner 1995).



Hangneigung                      Hangexposition  
Abbildung 4: Bestimmung geometrischer Größen



Originaldaten                      Lineares Filter                      Informationserhaltendes  
Filter

Abbildung 5: Glättungsfiler & Strukturlineextraktion

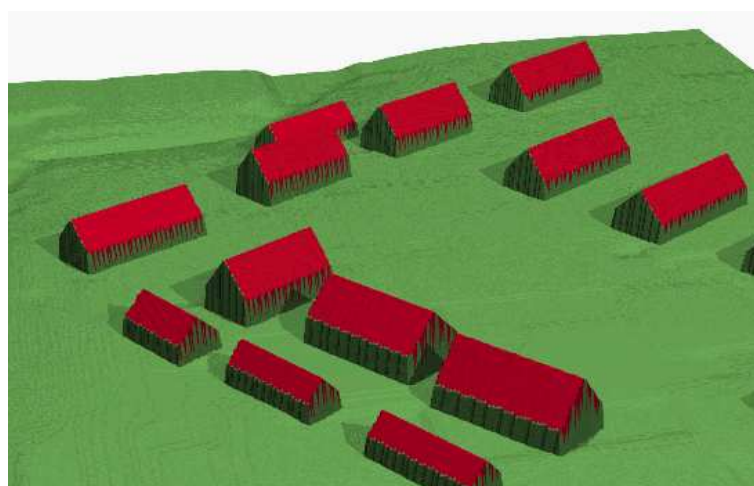


Abbildung 6: DHM-Analyse zur Gebäudeerfassung

## 4 DHM-Nutzung

Eine DHM-Nutzung besteht zum einen in einer der oben angesprochenen DHM-Analysen, zum anderen in der Nutzung als Randfläche für Prozeßsimulationen. Ein Ergebnis einer solchen Simulation, in diesem Falle eine Simulation der Windströmungen<sup>1</sup>, ist in Fig. 7 dargestellt.

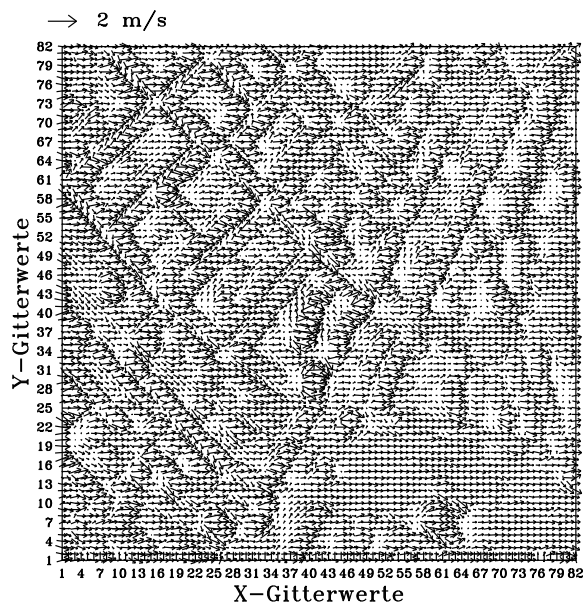


Abbildung 7: Ergebnis einer Windströmungssimulation

## Literatur

- Krzystek, P. (1991): Fully Automatic Measurement of Digital Elevation Models. In: *Proceedings of the 43rd Photogrammetric Week, Stuttgart*, Seiten 203–214, 1991.
- Lindenberger, J. (1993): *Laser-Profilmessungen zur topographischen Geländeaufnahme*, Band 400 der Reihe C. Deutsche Geodätische Kommission, München, 1993.
- Weidner, U.; Förstner, W. (1995): Towards Automatic Building Extraction from High Resolution Digital Elevation Models. *ISPRS Journal*, 50(4):38–49, 1995.
- Weidner, U. (1994): Information Preserving Surface Restoration and Feature Extraction for Digital Elevation Models. In: *ISPRS Comm. III Symposium on Spatial Information from Digital Photogrammetry and Computer Vision, Proceedings*. SPIE, 1994.
- Weidner, U. (1994): Parameterfree Information-Preserving Surface Restoration. In: Eklundh, J.-O. (Hrsg.), *Computer Vision - ECCV 94, Vol. II, Proceedings*, Seiten 218–224, 1994.

<sup>1</sup>Die Simulation wurde durch das Institut für Meteorologie in Köln durchgeführt.