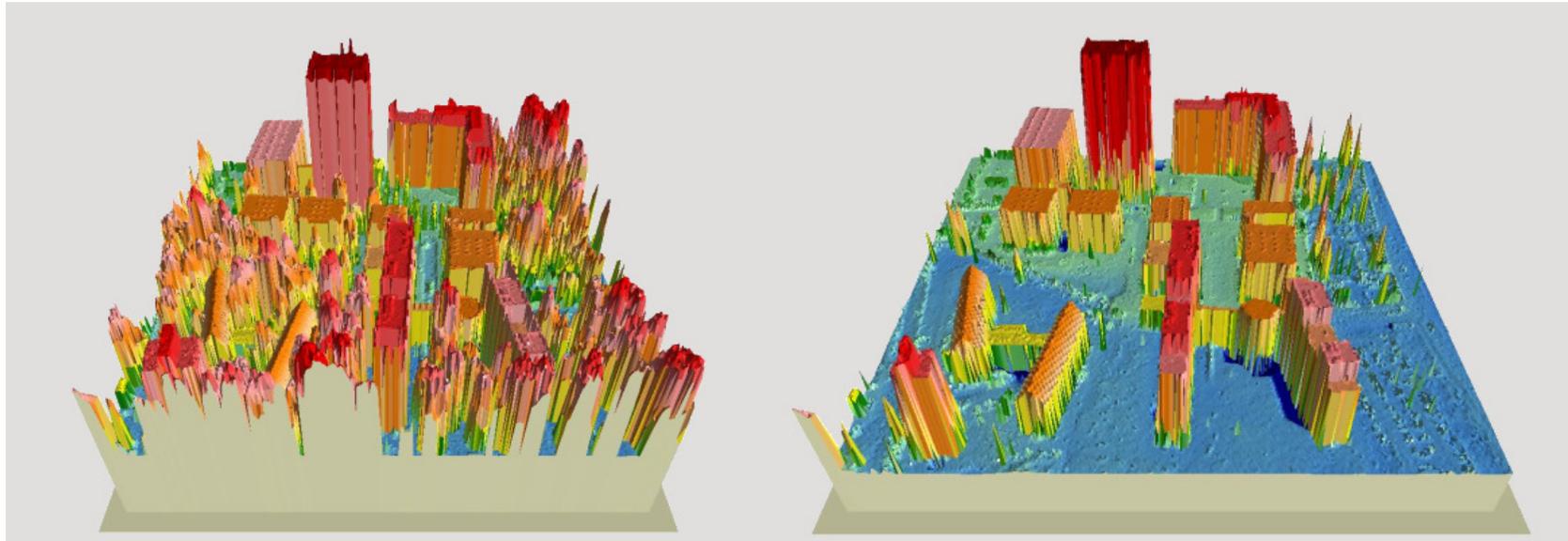


Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

1. Einleitung
2. Datenvorverarbeitung
3. Anwendungsbeispiele



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

1. Einleitung

1.1. Höhenmodelle

DGM - Digitales Geländemodell:

Digital Terrain Model DTM (Geländeoberfläche nach Beseitigung aller Objekte auf der Erdoberfläche, wie z.B. Vegetation, Gebäude etc.)

DOM - Digitales Oberflächenmodell:

Digital Surface Model DSM (Topographie mit „Geländeoberflächen-objekten“)

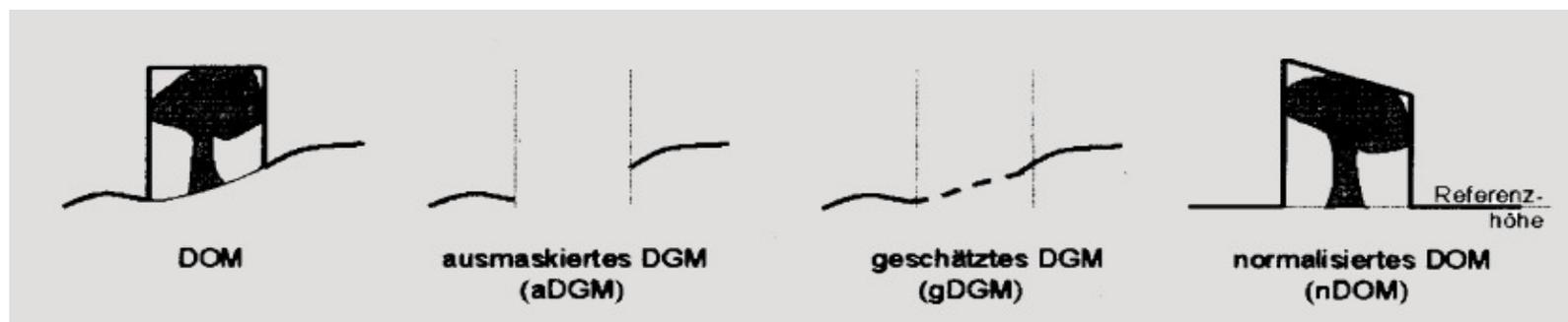
nDOM- normalisiertes DOM: $nDOM = DOM - DGM$



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

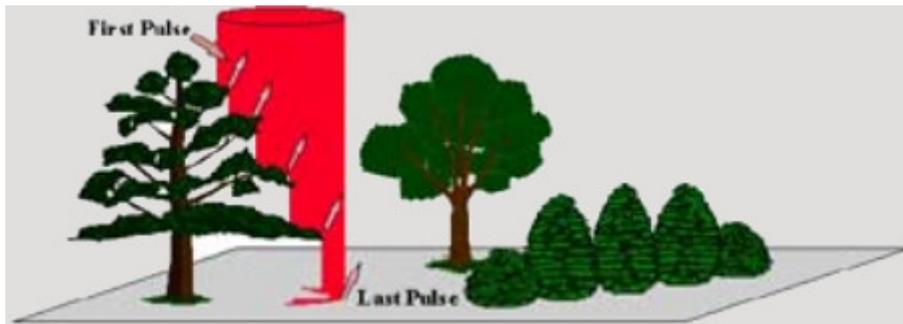
1. Einleitung

1.1. Höhenmodelle



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

1.2 Was liefert ein Lasersystem?



Leistungsdaten/ Sensor-Charakteristik:

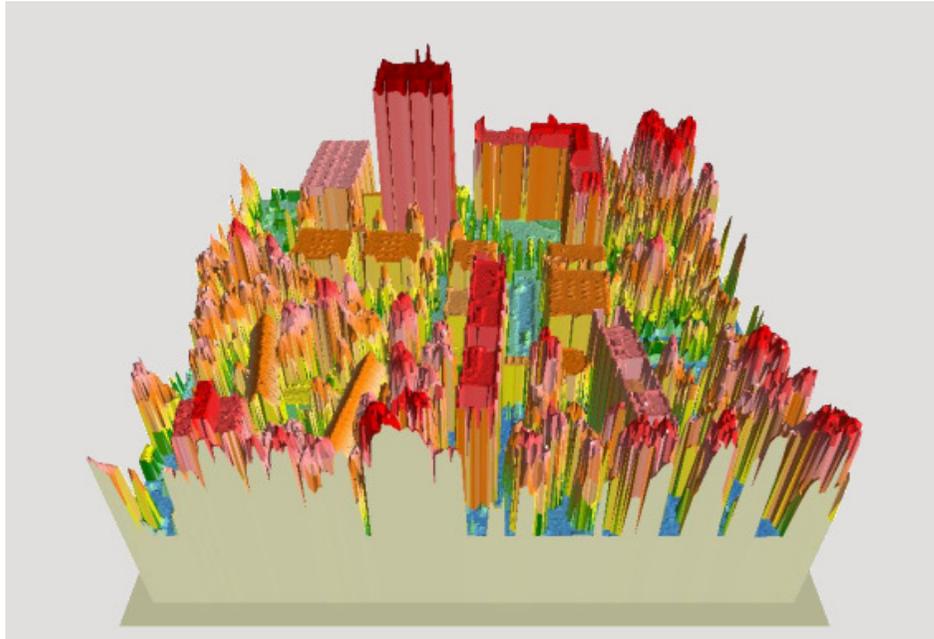
- Footprint 0.3 - 1.4 m (Laser-Strahl am Boden)
- Lagegenauigkeit x, y: 0.3 - 1.0 m
- Höhengenaugigkeit z: 0.1- 0.2 m first und last pulse in einem Footprint.

Aus den Messungen des Laserscannings resultiert:

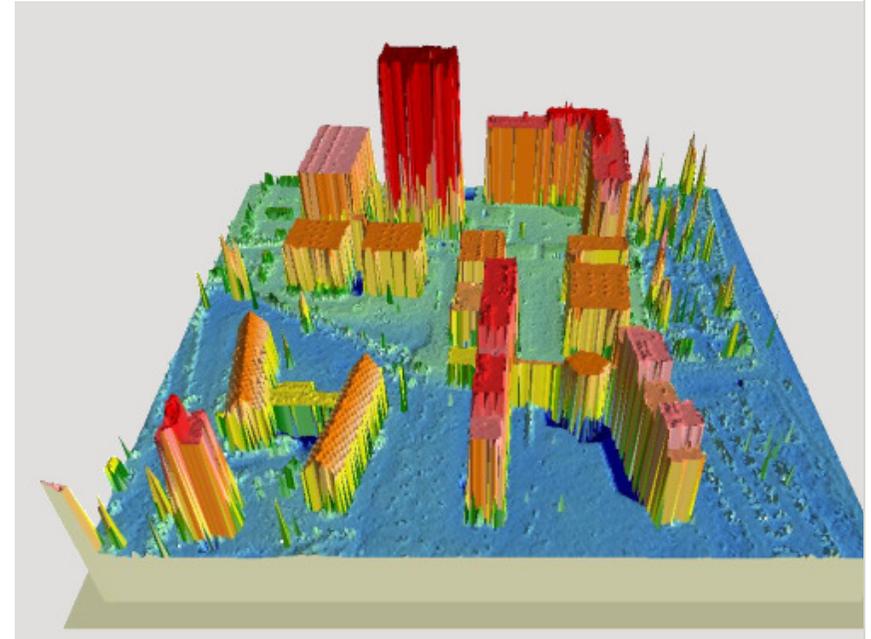
ein **D**igitales **O**berflächen-**M**odell (DOM)



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**



First pulse



Last pulse

[Steinle IPF]

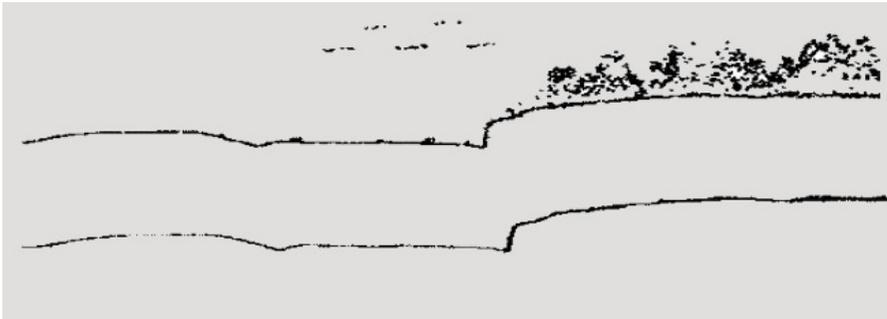


Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

2. Datenvorverarbeitung

2.1 Klassifizierung bzw. Filterung

Um aus einem DOM ein DGM abzuleiten, müssen Bodenpunkte gegenüber Objektpunkten klassifiziert bzw. herausgefiltert werden.



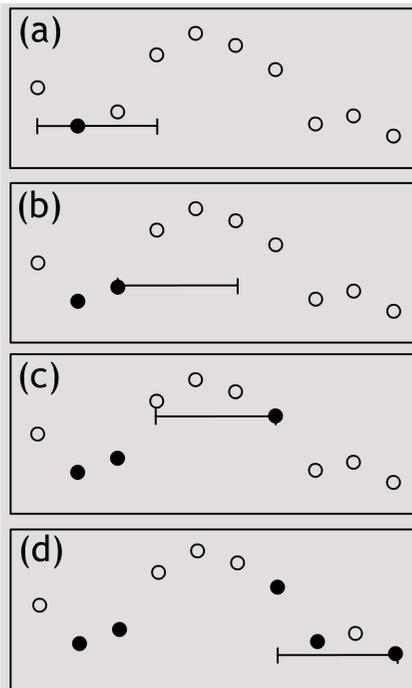
[P. Axelsson, 2000]

Hierfür gibt es verschiedene Verfahren zur Extraktion des Geländes:



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

2.1.1 Das Verfahren des gleitenden Minimums



[von Hansen, Vögtle, 1999]

Grundidee: die tiefstgelegenen Punkte zu extrahieren

- Filtermaske (| |), die über die Höhenmatrix verschoben wird
- Bestimmung und Markierung des Minimum (•) an jeder Position der Filtermaske
- zwischen den gefundenen Minima wird interpoliert, um schließlich ein vollständiges DGM/Ergebnishöhenmodell zu bekommen.



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

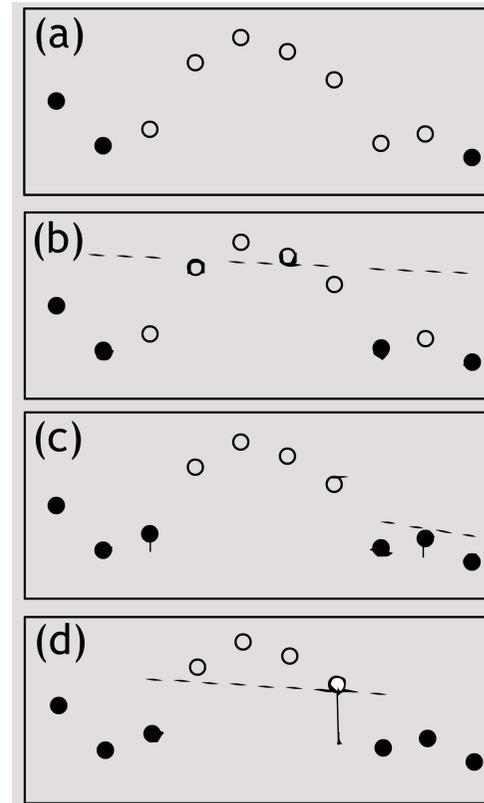
2.1.2 Das Verfahren der konvex-konkaven Hülle (nach v. Hansen/Vögtle 1999)

- es wird eine konvexe Hülle (aus Dreiecken) von unten an den Datensatz (3D) gelegt
- die vertikalen Abstände zu den jeweiligen Dreiecksflächen sind die Schwellwerte, die nicht überschritten werden dürfen
- innerhalb der Punkte, die den Schwellwert nicht überschreiten, wird das Minimum markiert
- mit den gefundenen Minima, werden weitere Dreiecke in der Hülle gebildet, und davon ausgehend weitere Schwellwerte gerechnet und Punkte gesucht, die die Kriterien (Unterschreiten des Schwellwerts und Minimum) erfüllen



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

- konvexe Hülle an den tiefsten Punkten (•) (a)
- Suchen und Markieren des Minimums (•) unterhalb des Schwellwerts (- - - - -) (b)
- neue Hüllendreiecke (im Beispiel Geraden) und Fortsetzen der Suche nach Punkten, die unterhalb der jeweiligen Schwellwerte liegen und Minima sind (c), (d)



[von Hansen, Vögtle, 1999]

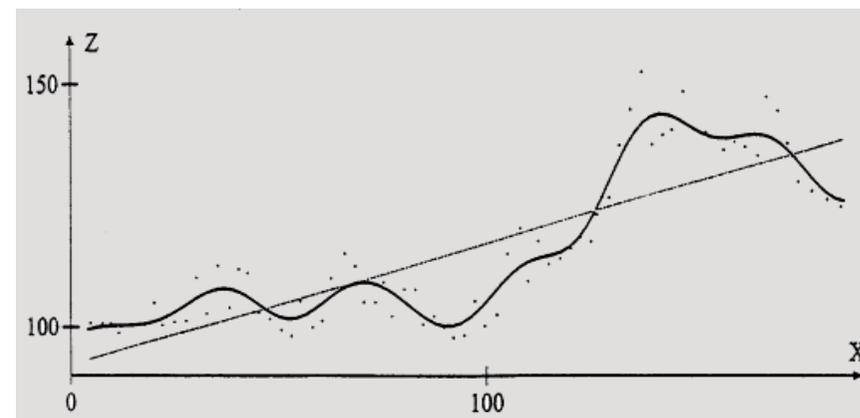


Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

2.1.3 lineare Prädiktion

Es wird eine Ausgleichsebene zu allen Punkten gerechnet. In einer **Kovarianzmatrix** werden die einzelnen Punkte hinsichtlich ihres Abstandes zur Ausgleichsebene gewichtet.

- stärker gewichtet, wenn die Punkte unterhalb der Ausgleichsebene liegen
- weniger gewichtet, wenn sie oberhalb liegen

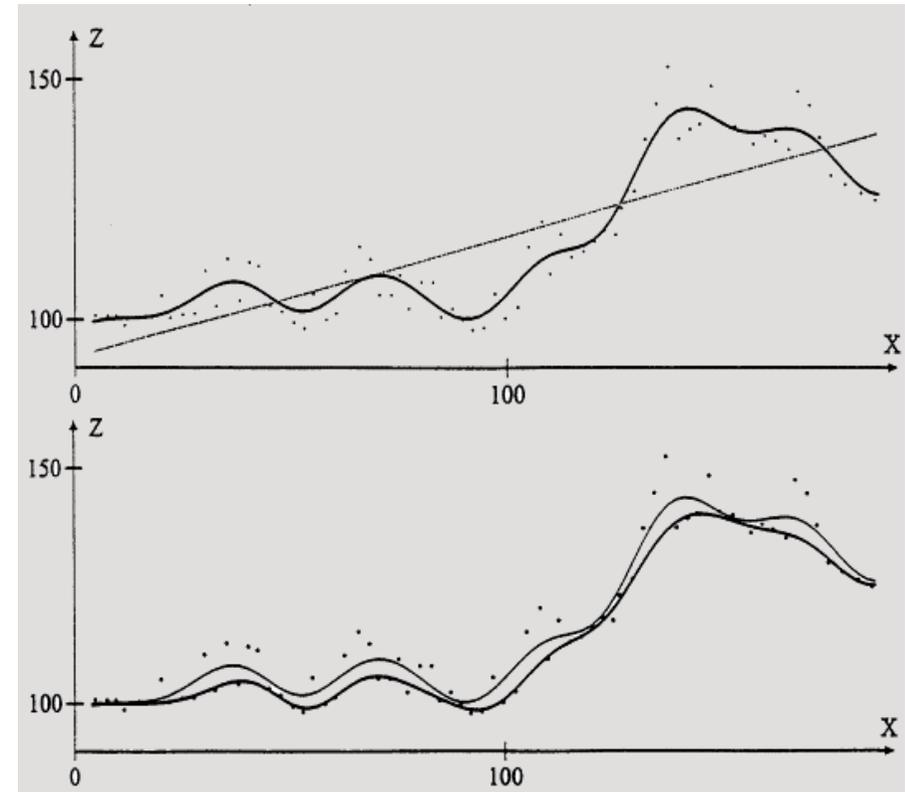


Mit diesen gewichteten Punkten wird eine erneute Ausgleichs-Geländeform gerechnet.



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

iterativ durchgeführt, resultiert daraus ein genähertes Geländemodell

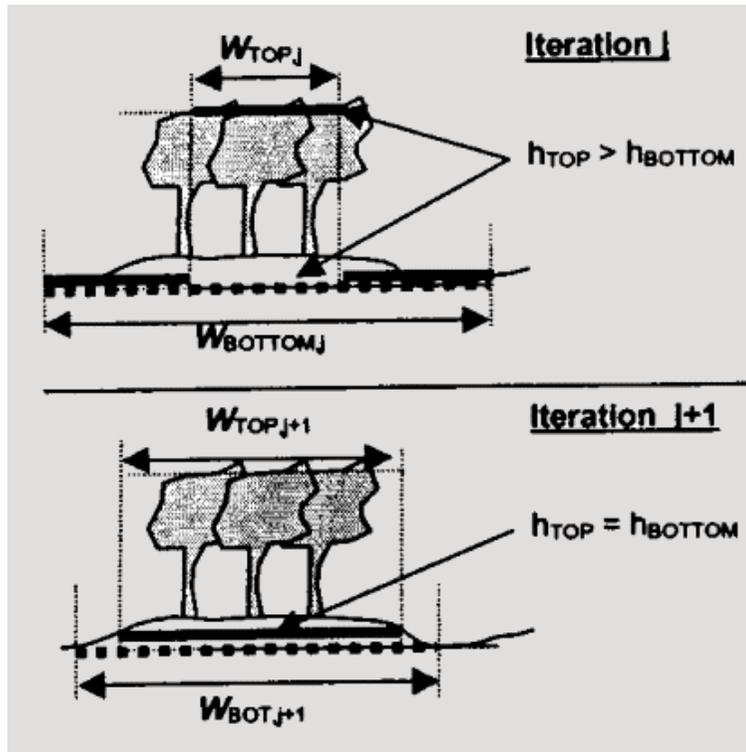


[Kraus, 1997]



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

2.1.4 Morphological Filter



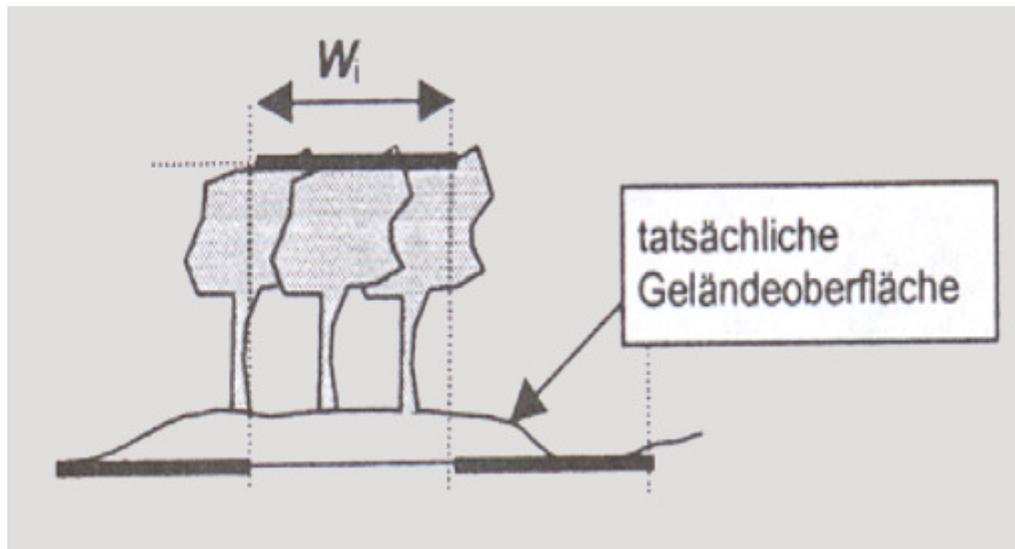
Bei diesem Verfahren werden zwei Filtermasken eingesetzt. Eine mit einer sehr großer Maskengröße (W_{bottom}) und eine mit einer sehr kleiner (W_{top})

Erwartungsgemäß weichen die in den beiden Masken gefundenen Minimum-Werte voneinander ab.

Sukzessiv wird nun W_{bottom} verkleinert und W_{top} vergrößert bis die Minimum-Werte identisch oder die Filtermasken gleich groß sind.



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**



Fehlklassifizierungen sind möglich, wenn der Operator nicht genügend groß ist und deswegen innerhalb eines Ausschnitts W_i keine Geländepunkte gefunden werden können (siehe Bild).



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3. Anwendungsbeispiele

3.1 Bruchkanten

Bruchkanten spielen eine wichtige Rolle beim Aufbau von präzisen Höhenmodellen. Es gibt allerdings noch keine automatische Bruchkantenfindung, jedoch sind in der Forschung schon verschiedene Verfahren zur Kantenextraktion in Entwicklung.

Bruchkanten dienen dazu, um

- eine besserer Geländedarstellung zu realisieren
- eine geringere Punktdichte und damit eine geringere Datenmenge zu erreichen



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3. Anwendungsbeispiele

3.2 Stadtmodelle



[TopoSys, 2002]

Typische Anwendungen von 3D-Stadtmodellen sind:

- Funknetzplanung
- Lärmschutz und Schallausbreitung
- Erfassung von Straßen
- Kartierung versiegelter Flächen
- Kartierung von Gebäuden
- Planung von Oberflächenwasser-Kanalisation: wo konzentriert sich Regenwasser?



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3. Anwendungsbeispiele

3.3 Hydrologische Modelle



[GeoLas Consulting, 2001]

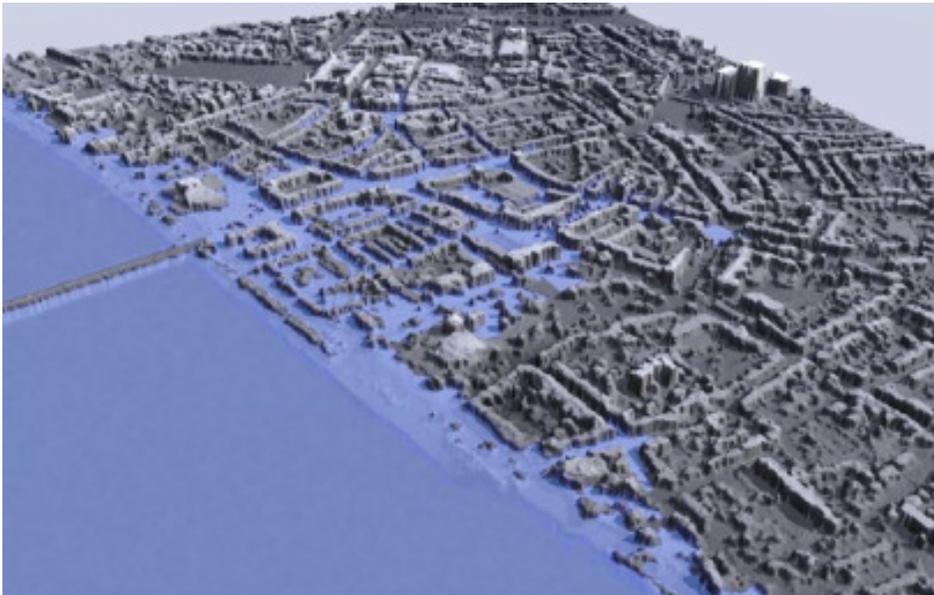
Wasser-Abflussmodelle werden für wasserbauliche Zwecke benötigt. Dazu müssen weitere Elemente aus dem DGM extrahiert werden:

- Gratlinien - **Wasserscheiden** (Wassereinzugs- gebiete)
- Tiefenlinien - **Tallinien** (Wassersammelpunkte)



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

Küstenschutz/ Flussläufe



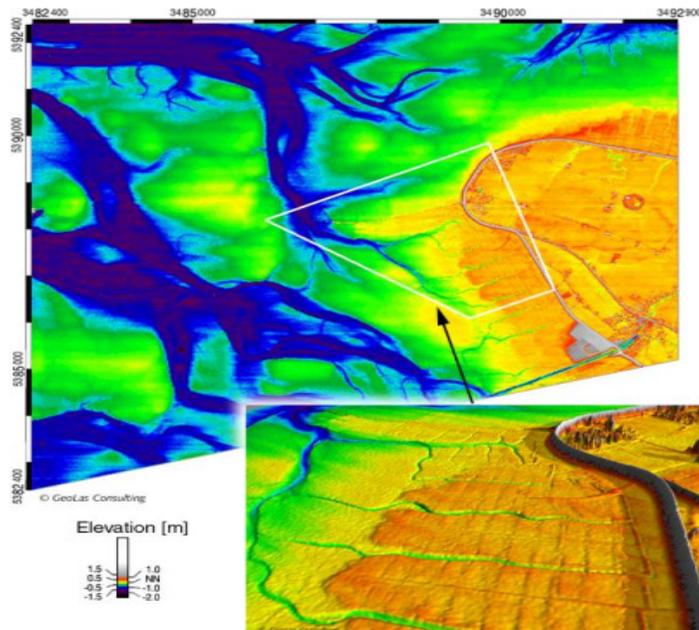
[GeoLas Consulting, 2001]

Simulation überschwemmungsgefährdeter Flächen



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

Küstenschutz/ Flussläufe



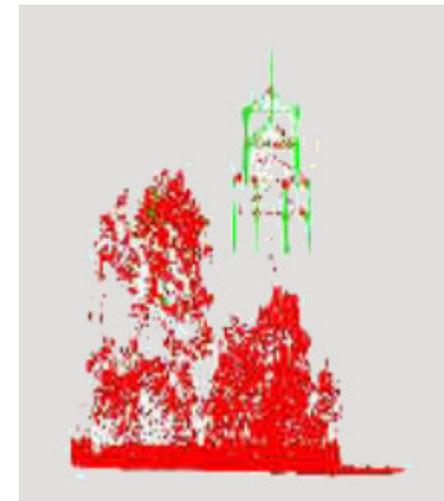
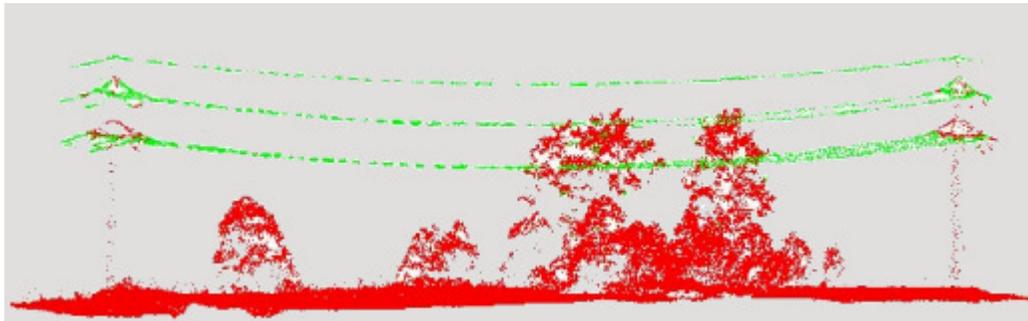
[GeoLas Consulting, 2001]

Bestimmung des Volumens von abgetragenen Küstenbereichen

Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.4 Hochspannungsleitungen

Wartung von Überlandleitungen. Aus den Daten können Informationen, wie Leitungsverlauf, Mastpositionen, Abstand zur Vegetation, abgeleitet werden.



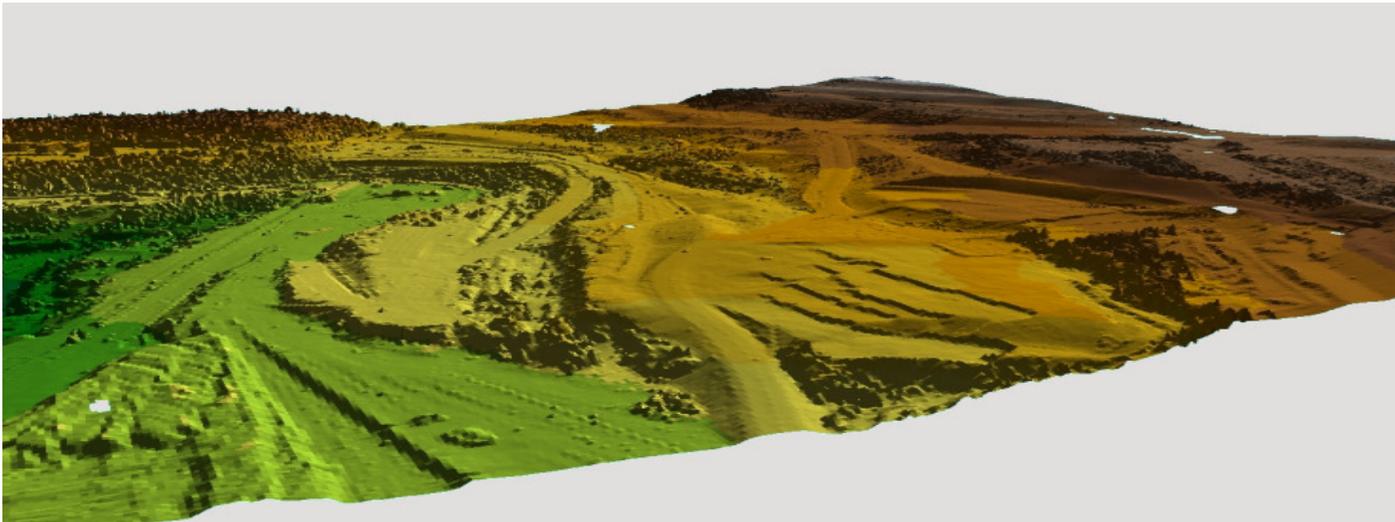
Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.5 Architektur und Landschaftsdesign

- Erleichterung des Entwurfsvorgangs in Hinsicht auf die „Ein-/Anpassung“ des Gebäudes in die bestehende Umgebung
- virtuelle Landschaftsgestaltung
- virtuelle Begehung der Landesgartenschau Kehl/Strasbourg 2004

Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.6 Tagebau



[TopoSys, 2002]

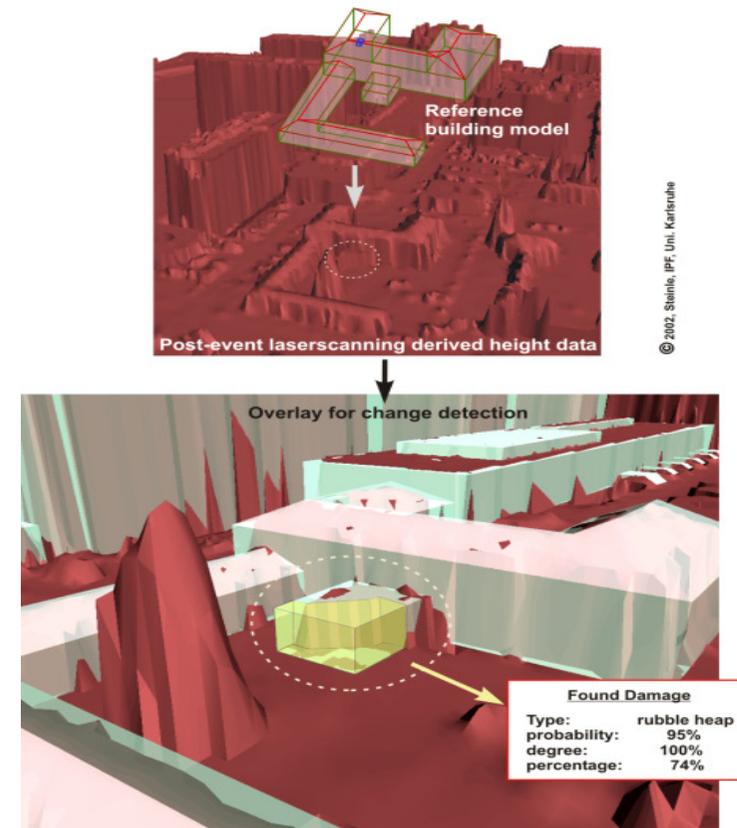
- Setzungsmessungen
- Dokumentation der Veränderungen (z.B. Volumenabtragung)

Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.7 Katastrophenmanagement

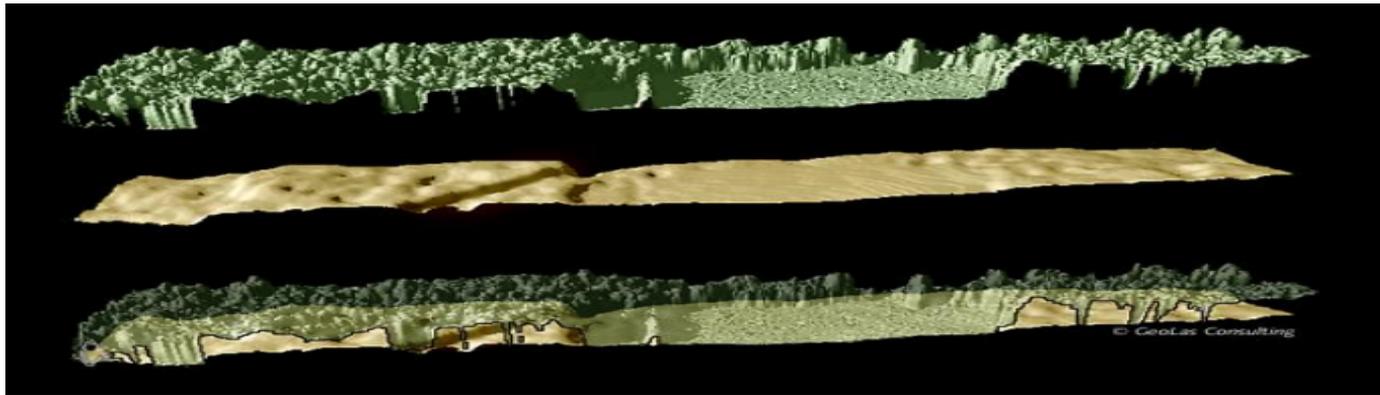
Schadensdetektion und -dokumentation bei:

- Erosion, Hangrutschungen
- Erdbeben
- Sturmschäden
- vulkanischer Aktivitäten



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.8 Forstwirtschaft/ Umwelt



[GeoLas Consulting, 2001]

- Wachstum erfassen
- Auswirkungen von Unwettern und Stürmen schnell erfassen
- Bestimmung von Einzelbaumhöhen
- Pflanzenerkrankungen erkennen
- Dokumentation von Auenwäldern



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

3.9 Unterhaltung

Oberflächenmodelle von realen Schauplätzen machen Computerspiele attraktiver:

- Die Topographie von realen Golfplätzen in Computergolf (mit Vegetation)
- Unterstützung von virtuellem Shopping
- Fantasyspiele in echten Wäldern und an bekannten Orten
- Flugsimulationen über wiedererkennbaren Landschaften
-
-



Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

Literaturangaben:

- **Axelsson, P.:** DEM Generation from laser scanner data using adaptive tin models, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIII Seite 110-117, Amsterdam 2000
- **GeoLas Consulting**, <http://www.geolas.com/Pages/gallerie.html>, besucht im Januar 2001
- **Hoss, H.:** Einsatz des Laserscanner-Verfahrens beim Aufbau des Digitalen Geländehöhenmodells (DGM) in Baden-Württemberg, Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation Seite 131-142, Stuttgart 1997
- **Kraus, K.:** A new method for surface reconstruction from laser scanner data, ISPRS WG III/2 and WG III/3 Workshop Seite 80-86, Haifa 1997
- **Lohmann, P.; Koch, A.; Schaeffer, M.:** Approaches to the filtering of laser scanner data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIII Seite 540-547, Amsterdam 2000

Laserscanning **Auswertung und Anwendungen**

- **Schiewe, J.:** Ein regionen-basiertes Verfahren zur Extraktion der Geländeoberfläche aus Digitalen Oberflächen-Modellen, Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation Seite 81-90, Stuttgart 2
- **Schiewe, J.:** Integration von Digitalen Höhen-Modellen und multispektralen Bilddaten zur automatischen Objekterkennung, Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung Band 9, Seite 187-194, Berlin 2001
- **Toposys,** <http://www.toposys.com/anwendungen/anwendungen.htm>, besucht im Januar 2001
- **von Hansen, W; Vögtle, T.:** Extraktion der Geländeoberfläche aus flugzeuggetragenen Laserscanner-Aufnahmen, Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation Seite 229-236, Stuttgart 1999

