

# Technologie zur Erstellung hochgenauer digitaler Geländemodelle (DGM)

Steffi Forberig

HGN Torgau, Bereich GIS/Kartographie, Süptitzer Weg, 04860 Torgau, E-Mail: S.Forberig@HGN-Online.de

---

## Spezifische Verbesserung von DGM als Grundlage für wasserwirtschaftliche Fragestellungen

Die in den Landesvermessungsämtern der Bundesländer verfügbaren DGM sind bei einer Rasterweite von meist 10 bis 20 m für die meisten Anwendungen zu gering aufgelöst und haben eine Höhengenaugigkeit von höchstens 0,5 bis 2 m. Deshalb werden für viele Anwendungsgebiete Laserscan-DGM erstellt, welche meist eine Rasterweite von 1 m haben. Der Höhenfehler wird i. a. kleiner als 15 cm angegeben. Dieser Wert ergibt sich jedoch rein rechnerisch und stellt die mittlere quadratische Abweichung über die gesamte Messpunktanzahl dar. Das Laserscanverfahren stößt bezüglich der genauen Abbildung der Erdoberfläche an Grenzen, da die Vegetation nur unvollständig durchdrungen werden kann. In nachgeordneten Filterprozessen wird versucht, Bauwerke und Vegetation herauszufiltern. Das führt jedoch oft dazu, dass extreme Änderungen im Gelände (z. B. Deichkronen) fehlinterpretiert werden und nicht in ihrer wahren Höhe im DGM enthalten sind. Eine weitere Ursache für ungenaue oder fehlende Kanten im Gelände ist die Punktzahl/m<sup>2</sup> beim Laserscanning, schmale Erhebungen (z. B. Mauern) werden nur teilweise erfasst, da sie durch das Raster fallen können.

Kann vom Laserstrahl die oberste Oberfläche nicht durchdrungen werden, so bleibt der darunter liegende Bereich unsichtbar. Z. B. kann bei Brückenauffahrten nicht erkannt werden, ob diese durchweg als Damm geschüttet sind oder auf Pfeilern ruhen, dichtes Buschwerk kann sich im DGM als mehr oder weniger hoher Damm abbilden. Durchlässe in Dämmen sind ebenfalls nicht erfassbar. Das Gewässerbett kann nicht bestimmt werden, da die Wasseroberfläche den Laserstrahl reflektiert.

Ein weiterer entscheidender Nachteil von vielen verfügbaren DGM ist, dass Bruchkanten nicht

flächendeckend oder gar nicht zur Verfügung stehen. Oder es ist unbekannt, ob und welche Bruchkanten einbezogen sind, weil diese nicht gesondert vorliegen. Werden aus Kapazitäts- oder Performancegründen geringere Rasterweiten aus den zur Verfügung stehenden Daten interpoliert, so kommt es gerade an den Extremwerten im DGM (z. B. Deichkronen) zu weiteren Glättungen, die nicht tolerierbar sind.

Am Beispiel eines DGM für hydrologische Anwendungen ist illustriert, mit welchen Maßnahmen das Laserscan-DGM verbessert werden kann, um wasserwirtschaftliche Fragestellungen mit ausreichender Sicherheit beantworten zu können.

Das DGM soll folgende Anforderungen erfüllen:

- Integration von Bruchkanten
- Höhengenaugigkeit von 10 cm
- Ausgangsdaten gleicher Genauigkeit und Aktualität
- Rasterweiten von 1, 2, 4 und 8 m
- kein Fehlen und keine Glättungen von hydrologisch relevanten Bruchkanten in den größeren Rasterweiten (2 bis 8 m)

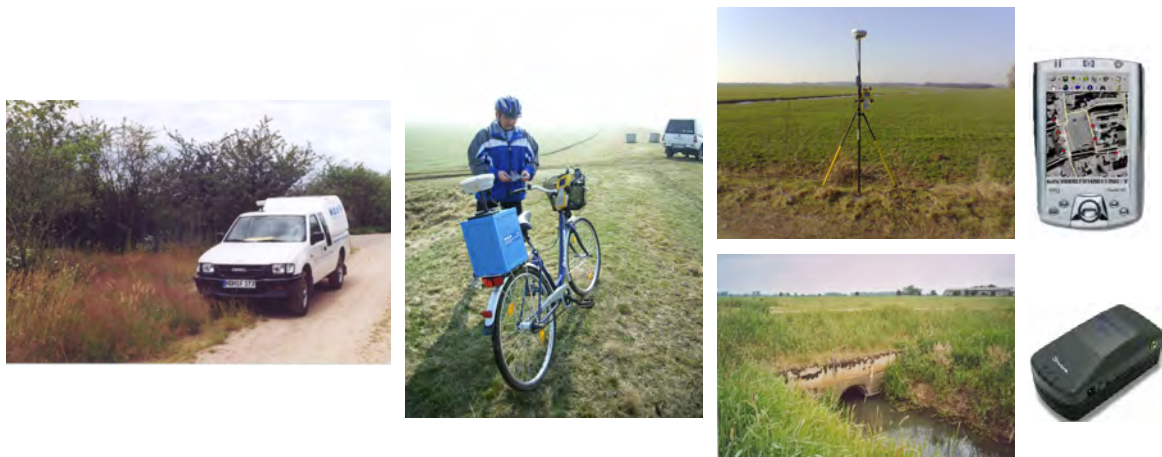
Alle hydrologisch relevanten Bruchkanten im Untersuchungsgebiet werden deshalb terrestrisch nachvermessen. Da eine konventionelle terrestrische Vermessung zu aufwändig ist, werden alle befahrbaren Straßen/Wege, Dämme/Deiche und sonstige Kanten mittels kinematischer hochgenauer GPS-Vermessung erfasst (Kfz oder Fahrrad). Nur in Ausnahmefällen – wenn eine Kante nicht befahrbar ist – werden Einzelpunkte per Stativ aufgemessen (z. B. Mauern). Das verwendete Mess-System erlaubt eine kontinuierliche Messung während der Fahrt in einem Höhenfehlerbereich von 10 cm. Diese Genauigkeit wird mit Hilfe der Verbindung zu SAPOS-Referenzstationen in Echtzeit erreicht. Einzelpunkte las-

sen sich mit einer Höhengenaugigkeit im Millimeterbereich erfassen.

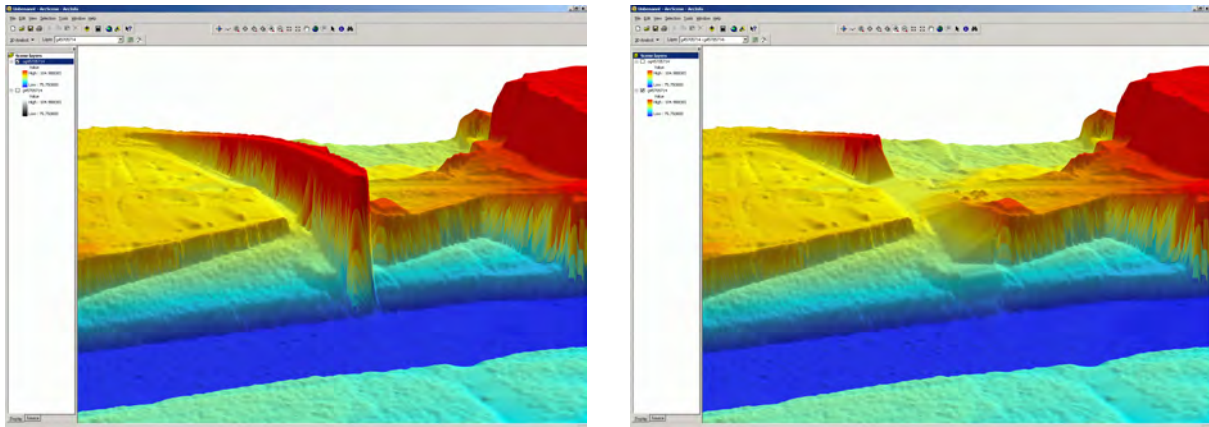
Sinnvoll ist eine Vermessung zeitnah mit der Aufnahme der Laserscandaten. Mit Hilfe der großen Anzahl an hochgenauen GPS-Messpunkten können diese benutzt werden, um das Laserscanmodell zu kalibrieren. Auf diese Weise kann man eine mittlere quadratische Abweichung von 5 cm erreichen.

Die Messpunkte werden zu Bruchkanten verbunden und in das DGM integriert. Die DGM mit

den Rasterweiten größer 1 m werden aus dem 1-m-DTM interpoliert und die Bruchkanten danach separat eingearbeitet, sodass alle vermessenen Bruchkanten mit ihren originären Höhenwerten im DGM enthalten sind. Durch die Verwendung der Bruchkanten ist auch sichergestellt, dass sich diese im erstellten Raster über eine Kante-Kante-Verbindung darstellen, was für Simulationen eine wichtige Rolle spielt.

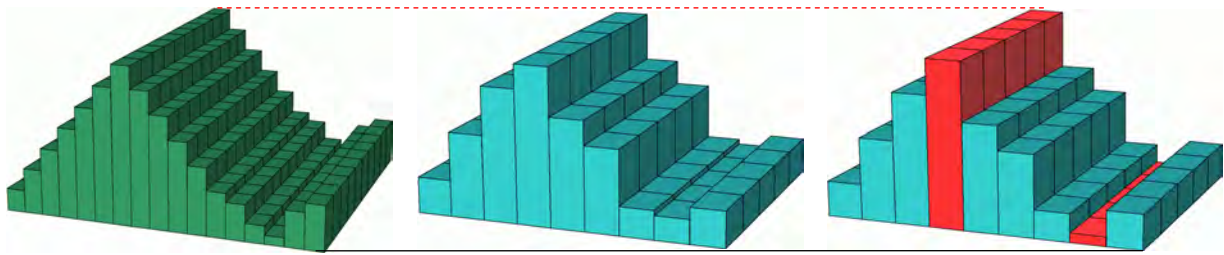


**Abb. 1: GPS-Vermessung der Straßen, Wege und Durchlässe (mittels Kfz, Fahrrad, Stativ oder Pocket PC).**



**Abb. 2: Bereinigung der Auffahrt der Elbebrücke in Torgau.**

**Kann die oberste Oberfläche vom Laserstrahl nicht durchdrungen werden, so bleibt der darunter liegende Bereich unsichtbar. So kann z.B. bei Brückenauffahrten nicht erkannt werden, ob diese durchweg als Damm geschüttet sind oder auf Pfeilern ruhen. An diesen Stellen war das DTM wie in der Abbildung gezeigt zu korrigieren.**



1-m-Raster: Deichkrone und Graben werden realitätsnah wiedergegeben.

2-m-Raster: Verringerung der Höhe der Deichkrone und der Tiefe des Grabens durch Resampling des 1-m-Rasters.

2-m-Raster: Re-Integration der Breaklines für Deichkrone und Graben nach Resampling des 1-m-Rasters.

**Abb. 3: Einarbeitung von Bruchkanten nach dem Resampling am Beispiel Deich mit Graben.**

**Die Abbildung zeigt beispielhaft die Glättung im 2-m-Raster durch Resampling des 1-m-Rasters. Deichkrone und Grabentiefe sind nicht mehr in ihrer wirklichen Höhe enthalten. Durch die Re-Integration der Breaklines können die ursprünglichen Höhen wieder hergestellt werden. Die Vermessung von Grabentiefen war allerdings nicht Gegenstand dieses Projektes und ist nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.**