

Generierung digitaler Oberflächenmodelle im DGPF-Projekt unter Verwendung von NGATE - Erste Ergebnisse

HEIDI HASTEDT, CHRISTIAN GINZLER¹

Zusammenfassung: Mit diesem Beitrag werden ersten Ergebnisse zur automatischen Generierung von digitalen Oberflächenmodellen unter Verwendung von NGATE SocetSet vorgestellt. Die Untersuchungen finden im Rahmen des DGPF-Projektes zur Evaluierung digitaler Luftbildkameras statt. Es werden vorläufige Resultate für die Kamerasysteme Intergraph/ZI DMC und Vexcel Imaging UltraCamX sowie für die Leica Geosystems ADS40 vorgestellt. Es liegen noch keine abschliessenden Ergebnisse und Genauigkeitsuntersuchungen vor. Die vorläufigen Ergebnisse sollen einen ersten Überblick über das Potential der digitalen Kamerasysteme für die automatische Generierung digitaler Oberflächenmodelle geben.

1 Einleitung

Die Verfügbarkeit hochauflösender digitaler Luftbildkamerasysteme ermöglicht eine höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit in der Generierung digitaler Oberflächenmodelle mittels Bildverarbeitungsalgorithmen als es bei analogen Kamerasystemen der Fall war. Die stark verbesserte Bildqualität, die hohe Redundanz der Bilddaten und der zusätzliche Gewinn durch die Verfügbarkeit mehrerer spektraler Kanäle bieten vielfältigere und verbesserte Möglichkeiten im Bereich der digitalen Bildverarbeitung. Für die Fernerkundung stellen die verfügbaren spektralen Kanäle und die verbesserte radiometrische Auflösung der Bilddaten einen erheblichen Gewinn für spezifizierte Analysen dar. Ein Forschungsschwerpunkt der Gruppe Mustererkennung und Photogrammetrie an der WSL ist die Extraktion von forstlich relevanten Merkmalen und Einzelgehölzen ausserhalb der eigentlichen Waldflächen aus Bilddaten. Die Kombination aus digitalen Bilddaten und neuen Algorithmen der Stereokorrelation sind sehr vielversprechend.

Im Rahmen des DGPF-Projektes stehen zur Untersuchung des Potentials verfügbarer digitaler Kamerasysteme verschiedene Bilddaten zur Verfügung. CRAMER ET AL. 2009 stellen das DGPF-Projekt im Allgemeinen und das verfügbare Bild- und Datenmaterial (Referenzdaten, Referenzorientierungen) für die Evaluationen im Rahmen des Projektes vor. HAALA & WOLFF 2009 berichten über die verschiedenen Softwaresysteme zur Bildzuordnung, die teilweise speziell für neue digitale Bilddaten entwickelt oder modifiziert wurden. Ebenfalls bieten HAALA & WOLFF 2009 einen guten Überblick zum allgemeinen Potential digitaler Kamerasysteme für die Höhenmodellgenerierung und stellen erste Ergebnisse zur automatischen Höhenmodellgenerierung in unterschiedlichen Gebieten (ebenes Gelände, Stadtgebiet, Ackerbau) vor.

¹ Heidi Hastedt, Christian Ginzler. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz; E-Mail: (christian.ginzler,heidi.hastedt)wsl.ch

Die im Rahmen des Projektes an der WSL durchgeführten Untersuchungen zur Generierung digitaler Oberflächenmodelle sollen in diesem Beitrag vorgestellt werden. Es werden vorläufige Resultate für die Kamerasysteme Intergraph/ZI DMC und Vexcel Imaging UltraCamX sowie für die Leica Geosystems ADS40 unter Verwendung von NGATE von BAE Systems vorgestellt. Es handelt sich hierbei um erste Ergebnisse, die keine Prüfung auf Genauigkeit oder Zuverlässigkeit beinhalten. Die Ergebnisse sollen einen ersten Überblick über das Potential der digitalen Kamerasysteme bzw. derer Bilddaten für die automatische Generierung digitaler Oberflächenmodelle geben.

2 Untersuchungen

2.1 Grundlagen

2.1.1 Kamerasysteme und Bildzuordnungsverfahren

Für die Untersuchungen zur Generierung digitaler Oberflächenmodelle wurden Bilddaten der Kamerasysteme Intergraph/ZI DMC, Microsoft UltraCamX, sowie der Leica Geosystems ADS40 hinzugezogen (Tab. 1). Im Rahmen des Projektes werden für die Generierung digitaler Oberflächenmodelle vom Auswerteteam Geometrie Referenzorientierungen bereitgestellt. In Anbetracht der zeitlichen Möglichkeiten zu Untersuchungen und Bereitstellungen von Daten liegen zum Zeitpunkt des Beitrages DGPF-Referenzorientierungen für Bilddaten von Framesensoren vor. Die Bereitstellung von Referenzorientierungen und vor allem von unabhängig erzeugten Orientierungsdaten stellt einen wesentlichen Anteil zur Evaluation der digitalen Kamerasysteme dar. Die Ergebnisse für die ADS40 Daten sind aus diesem Grund zusätzlich als "Erste Ergebnisse" zu betrachten. Die Autoren möchten mit der Hinzunahme der ADS40 Daten ebenfalls das Potential des Zeilensensors im Vergleich aufzeigen. Die Leica Geosystems ADS40 Daten unterliegen einer stabilen Herstellerorientierung, jedoch sind die Ergebnisse nicht abschliessend vergleichbar zu denen für die DGPF-Referenzorientierungen vorliegen.

Tab. 1: Kamerasysteme und Orientierungsdaten

Kamerasystem	Sensortyp	Auflösung	Orientierungsdaten
DMC	Framesensor	8cm und 20cm	DGPF-Referenzorientierung
UltraCamX	Framesensor	8cm und 20cm	DGPF-Referenzorientierung
ADS40 2nd	Zeilensensor	8cm und 20cm	<i>!Herstellerorientierung!</i>

Die Untersuchungen wurden für die in Tab. 1 aufgeführten Bilddaten unter Verwendung von NGATE (Next Generation Automatic Terrain Extraction) von BAE Systems durchgeführt. Das Modul zur automatischen Höhenmodellgenerierung (NGATE) implementiert laut DE VENECIA ET AL. 2007 eine pixelweise Bildzuordnung, die durch eine neue, schnellere Algorithmik eine gute

Performance erreicht, sowie ein kombiniertes Flächen- und Kantenmatching, welches durch die hybride Verarbeitung vor allem Inkonsistenzen im Bereich von Gebäudedächern Rechnung trägt.

Es wurden jeweils Digitale Oberflächenmodelle mit einer an der WSL modifizierten NGATE Strategie erstellt. Dabei kamen zwei Strategien zum Einsatz, die sich lediglich um wenige Parameter unterscheiden, um den unterschiedlichen digitalen Eigenschaften der Frame- und Zeilensensoren gerecht zu werden. Im Wesentlichen enthalten die Strategien vergleichbare Parameter zur Extraktion von Höhenmodellen. Die Maschenweite der Höhenmodelle beträgt jeweils 0.5m x 0.5m. Für alle resultierenden Höhenmodelle wurden pro Pixel-Matching jeweils 2 RGB-Bilder bzw. 2 RGB-Bildstreifen verwendet. Aufgrund des ausgewählten Testgebietes mussten für die DMC-Daten jeweils 3 Bilder für das Matching zur Verfügung gestellt werden, aus denen NGATE ein passendes Bildpaar auswählte. Es handelt sich bei den Generierungen um eine einfache, nicht-redundante Bildzuordnungen. Für weitere Untersuchungen kann noch erhebliches Potential durch Multi-Image-Matching erreicht werden.

2.1.2 Untersuchungsgebiete

Es wurden zwei Untersuchungsgebiete ausgewählt. Testgebiet 1 (Obststreuwiese) wurde im Auswerteteam Höhenmodellierung / Stereoplotting definiert und umfasst ein nahezu ebenes Gelände mit Grasbewuchs sowie vereinzelt Gehölzen. Testgebiet 2 (lockere Gehölz- und Landnutzungsfläche) wurde an der WSL definiert, da hier wesentlich stärkere Bewuchs- und Flächenunterschiede vorliegen und demzufolge eine stärkere Beanspruchung der Bildzuordnungsalgorithmen zu erwarten ist. Abb. 1 zeigt die ausgewählten Untersuchungsgebiete T1 und T2 in der Übersicht.



Abb. 1: Übersicht des Testgebietes Vaihingen und der Untersuchungsgebiete

2.2 Digitales Oberflächenmodell aus LiDAR-Daten

Im Rahmen des DGPF-Projektes wurde zusätzlich zu den Datenerfassungen mit digitalen Kamerasystemen eine LiDAR Erfassung mit einem Leica Geosystems ALS50 Sensor durchgeführt. Die Punktdichte des Datensatzes beträgt 5 Punkte/m². An der Universität Stuttgart wurde aus den LiDAR Rohdaten ein Digitales Oberflächenmodell ('DOM Vai') mit einer

Rasterweite von 25 cm abgeleitet. Zum Vergleich und als Unterstützung zur Beurteilung der generierten digitalen Höhenmodelle wurde für die beiden Testgebiete aus dem 'DOM Vai' je ein DOM mit der Rasterweite 50cm, analog zu den digitalen Höhenmodellen, abgeleitet und wird den Ergebnissen (siehe 2.3) des jeweiligen Testgebietes vorangestellt.

2.3 Ergebnisse der Generierung digitaler Höhenmodelle

2.3.1 Testgebiet 1 - Obststreuwiese

Im Folgenden sind die resultierenden digitalen Höhenmodelle mit der quadratischen Rasterweite 50cm für das Testgebiet 1 dargestellt. Abb. 2 zeigt das korrespondierende DOM aus LiDAR-Daten für das Testgebiet 1, Abb. 3 den untersuchten Geländeausschnitt im DMC-RGB Bild.

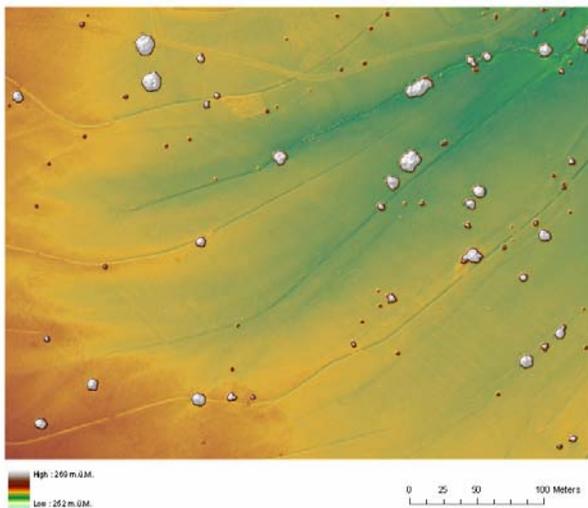


Abb. 2: ALS50 Digitales Oberflächenmodell für Testgebiet 1 ('DOM T1') Abb. 3: Ausschnitt Testgebiet 1 im RGB-Bild

In der linken Spalte von Abb. 5 sind die Resultate der aus Tab. 1 untersuchten Kamerasysteme mit 8cm Auflösung dargestellt, in der rechten Spalte die mit 20cm Auflösung. Die Darstellungen sind je Auflösung des Datenmaterials in einem einheitlichen Farbschema (Abb. 4) dargestellt, welches jeder Abbildung beigefügt ist. Die Ergebnisse sind in der Reihenfolge zeilenweise den Kamerasystemen UltraCamX (8/20cm), DMC (8/20cm), ADS40 (8/20cm).



Abb. 4: Farbschema für Digitale Höhenmodelle Testgebiet 1

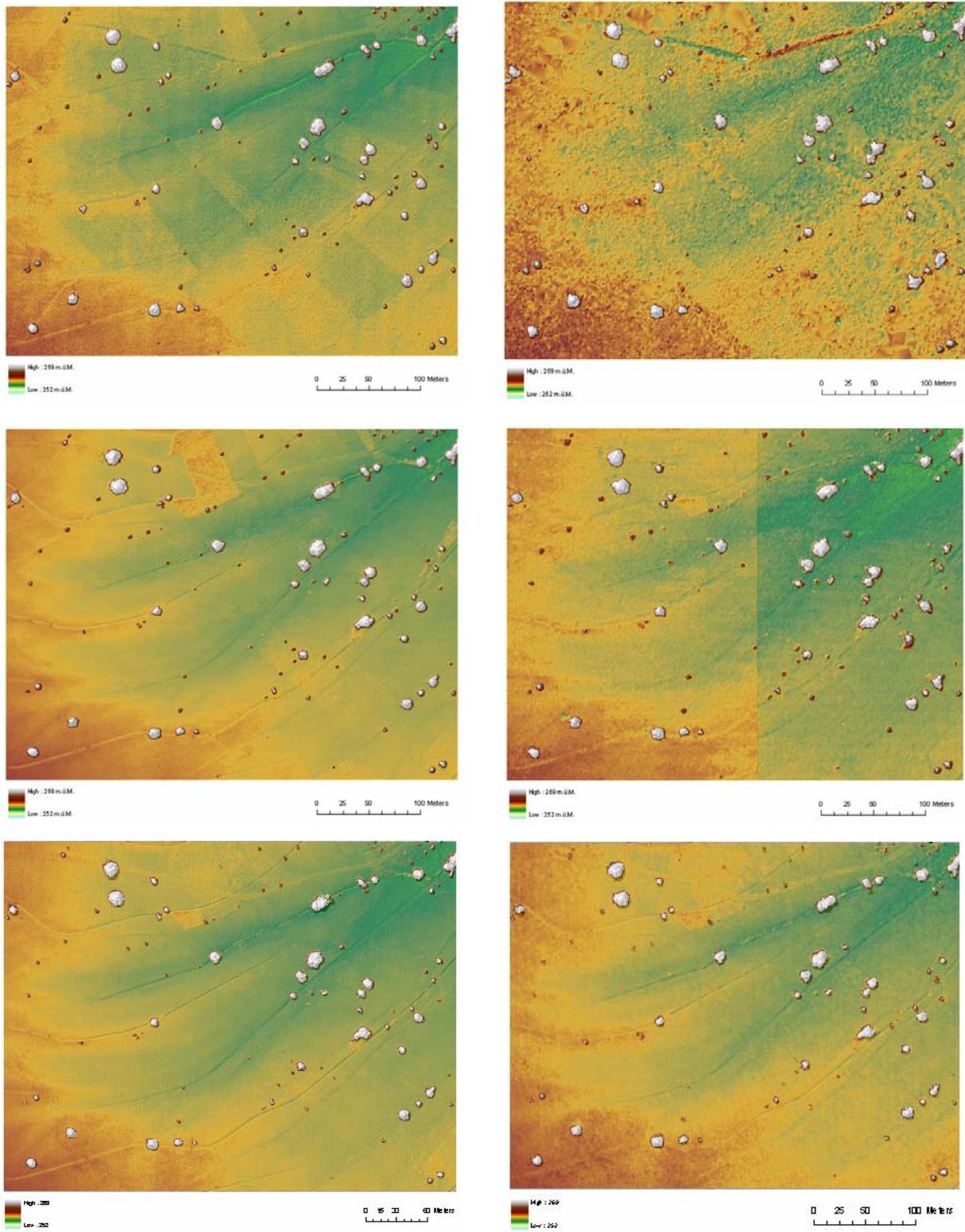


Abb. 5: Resultierende digitale Höhenmodelle mit NGATE Testgebiet 1; Datenreihenfolge von oben links nach unten rechts: UltraCamX 8cm, UltraCamX 20cm, DMC 8cm, DMC 20cm, ADS40 8cm, ADS40 20cm

Die erzeugten digitalen Höhenmodelle zeigen deutlich das hohe Potential der neuen Kamerasysteme. Alle Ergebnisse weisen deutliche Ähnlichkeiten zum LiDAR Datensatz auf. Die Datensätze konnten jeweils die Einzelgehölze im Testgebiet auflösen. DMC und ADS40 liefern in beiden Auflösungen (8/20cm) sehr beeindruckende Ergebnisse in Homogenität und Detailtreue der Resultate. Der Höhengsprungeffekt in den DMC Ergebnissen wird dem Bildzuordnungsverfahren zugeschrieben. Die Detailtreue in der ebenen Grasfläche scheint bei der UltraCamX mit 8cm Auflösung auf den ersten Blick stärker zu sein. Die Ergebnisse lassen auf weitere Untersuchungen und Verfeinerungen der Auswertung hoffen.

2.3.2 Testgebiet 2 - lockere Gehölz- und Landnutzungsfläche

Im Folgenden sind die resultierenden digitalen Höhenmodelle mit der quadratischen Rasterweite 50cm für das Testgebiet 2 dargestellt. Abb. 6 zeigt das korrespondierende DOM aus LiDAR-Daten für das Testgebiet 2, Abb. 7 den untersuchten Geländeausschnitt im DMC-RGB Bild.

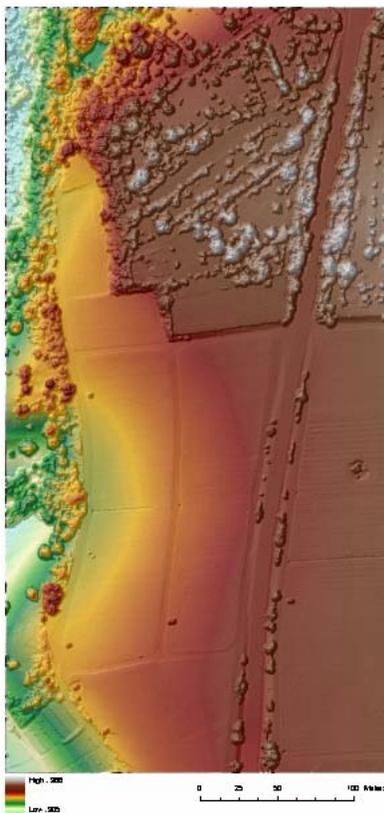


Abb. 6: ALS50 Digitales Oberflächenmodell Testgebiet 2



Abb. 7: Ausschnitt Testgebiet 2 im RGB-Bild

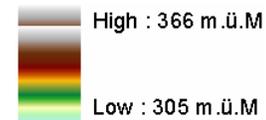


Abb. 8: Farbschema für Digitale Höhenmodelle Testgebiet 2

Die Ergebnisse in Abb. 9 sind zeilenweise angeordnet. Zeile 1 enthält die resultierenden Höhenmodelle der Kamerasysteme UltraCamX, DMC und ADS40 mit je 8cm Auflösung, die zweite Zeile enthält analog dazu die Ergebnisse der Kamerasysteme mit 20cm Auflösung. Die Darstellungen sind je Auflösung des Datenmaterials in einem einheitlichen Farbschema (Abb. 8) dargestellt, welches jeder Abbildung beigelegt ist.

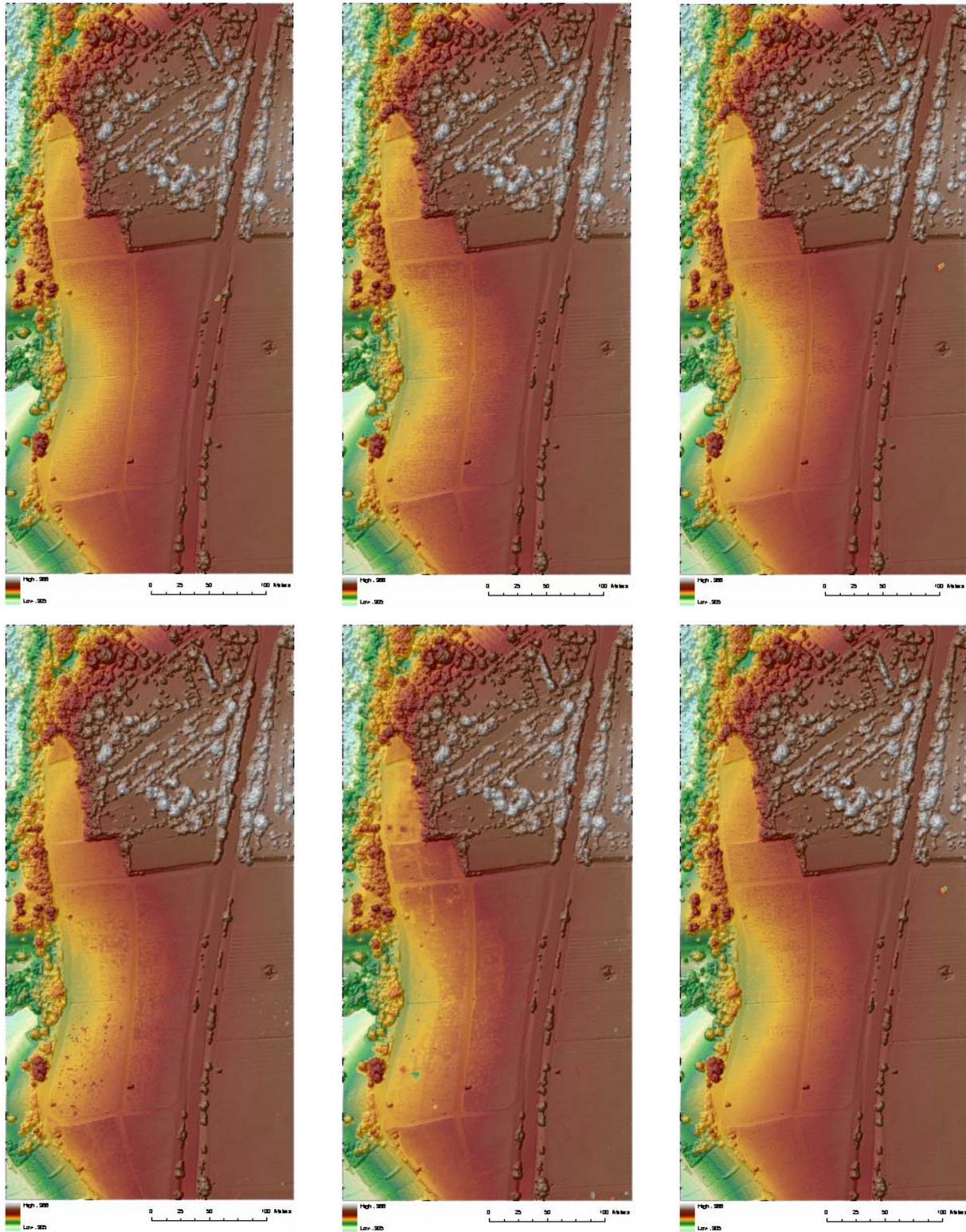


Abb. 9: Resultierende digitale Höhenmodelle mit NGATE für Testgebiet 2; obere Zeile UltraCamX, DMC, ADS40 je 8cm, untere Zeile je 20cm

Die digitalen Höhenmodelle zeigen auch bei einem anspruchsvolleren Testgebiet deutlich das hohe Potential der neuen Kamerasysteme. Alle Ergebnisse weisen deutliche Ähnlichkeiten zum LiDAR Datensatz auf. Die Datensätze konnten jeweils die Einzelgehölze im Testgebiet auflösen. Alle Systeme liefern in der Auflösung 8cm sehr beeindruckende Ergebnisse in Homogenität und Detailtreue der Resultate. Die Homogenität in den ADS40 Daten mit 20cm Auflösung erscheint stärker als bei den anderen Kamerasystemen. Die Ergebnisse lassen auf weitere Untersuchungen und Verfeinerungen der Auswertung hoffen.

3 Diskussion und Ausblick

Die hier untersuchten Kamerasysteme zeigen hohes Potential in ihrer Datenqualität zur Generierung digitaler Oberflächenmodelle. Erste Ergebnisse, wie sie in diesem Beitrag vorgestellt wurden, zeigen sehr detailtreue und homogene Resultate in denen mit NGATE generierten Höhenmodellen.

Da bei den Untersuchungen das Potential der digitalen Kamerasysteme und der Bildzuordnungsverfahren nicht ausgenutzt wurde, sind hier noch erhebliche Steigerungen in der Qualität der Ergebnisse zu erwarten. Ein Multi-Image-Matching kann eine höhere Konsistenz der Ergebnisse erzielen, ebenso ist es denkbar, dass eine stärkere Beeinflussung der Strategien zur Bildzuordnung und die Anwendung von Datenfilterung zu weiteren Verbesserungen in der Generierung digitaler Höhenmodelle führen können.

Des Weiteren sollen Genauigkeitsprüfungen durchgeführt werden, die die Qualität der generierten digitalen Oberflächenmodelle beschreiben. Es bleibt zu prüfen für welche Anwendungen die Anforderungen und Erwartungen von den Kamerasystemen in welchem Masse erfüllt werden können.

4 Literaturverzeichnis

- CRAMER, M., KRAUB, H., JACOBSEN, K., VON SCHÖNERMARK, M., HAALA, N. & SPRECKELS, V., 2009: Das DGPF-Projekt zur Evaluierung digitaler photogrammetrischer Kamerasysteme. DGPF-Tagungsband 18 / 2009
- DEVENECIA, K., WALKER, S., ZHANG, B. 2007: New Approach to Generating and Processing High Resolution Elevation Data with Imagey. Photogrammetric Week '07, S. 279 - 308
- HAALA, N., WOLFF, K., 2009: Digitale photogrammetrische Luftbildkameras - Evaluation der automatischen Generierung von Höhenmodellen. DGPF-Tagungsband 18 / 2009.