
Bedarf und Einsatz von 3D-Modellen in der Sicherheitsdomäne

Clemens STRAUß, Friedrich TEICHMANN

Institut für Militärisches Geowesen, Österreichisches Bundesheer, Wien

Zusammenfassung

Das Österreichische Bundesheer (ÖBH) besitzt mit dem Institut für Militärisches Geowesen (IMG) ein spezielles Organisationselement, das die heeresinternen Bedürfnisse an Geo-Daten und Geo-Produkte stillt. Eingedenk des Entwicklungsstandes an Sensoren, Auswertung und Präsentationsmedien kann 3D-Geoinformation in unterschiedlicher Form durch das IMG akquiriert, analysiert und bereitgestellt werden: Von der Anaglyphenkarten, über interaktive Perspektivmodelle bis zur Virtual Reality können diese 3D-Modellvarianten das taktische Führungsverfahren im ÖBH für Inlands- und Auslandsaufgaben so unterstützen, dass eine gefahrlose und kostengünstige Beurteilung des Geländes im Einsatzraum möglich wird.

1 Einleitung

Wo sich das Ziel befindet und wie dieses erreicht werden kann, sind zwei der zentralen Fragen, die es im Umfeld sicherheitskritischer Szenarien zu beantworten gilt. Das dabei die Geographie in unterschiedlichen Ausprägungen eine wesentliche Rolle spielt, hat Carl von CLAUSEWITZ (1834) folgend formuliert: „[...] [D]er Feldherr [muss] sich bis zu den allgemeinen geographischen Gegenständen einer Provinz und eines Landes erheben, den Zug der Straßen, Ströme und Gebirge immer lebhaft vor Augen haben [...].“

Für das Österreichische Bundesheer (ÖBH) agiert in diesem wesentlichen Umfeld das Institut für Militärisches Geowesen (IMG). Vor dem Hintergrund jeglicher heeresinternen Prozesse auf taktischer, operativer und strategischer Ebene recherchiert oder erhebt selbst, verarbeitet und stellt das IMG passende Geo-Produkte dem Bedarfsträger zur Verfügung. Dabei spannt sich der Bogen des Portfolios von Geo-Daten für Führungs-, Einsatz- und Simulationssysteme über klassische Kartenwerke (z.B. Österreichische Militärmarte 1 : 50.000) und Landesbeschreibungen bestehender bzw. potentieller Auslandseinsatzorte bis hin zu einsatzspezifischen 3D-Visualisierungen und Beratungsleistungen eingesetzter Kommandanten und Stäbe.

2 Militärische Nutzungsszenarien

Die Vielfältigkeit der militärischen Nutzungsszenarien, in denen Geo-Produkte des IMG ein zweckmäßiges Führungsmittel darstellen, können grob entlang dreier Achsen aufgetragen werden:

Entlang der ersten Achse wird der **Einsatzort** aufgetragen – Inland bzw. Ausland. Diese Unterscheidung begründet sich in der generellen Verfügbarkeit, Zugang und Qualität der Einsatzort-beschreibenden Geo-Daten.

Die **Einsatzphasen** befinden sich entlang der zweiten Achse. Beginnend mit der Planung, gefolgt von Bewältigung und Dokumentation und abschließend durch die Nachbereitung, die im Sinne eines Regelkreises für eine neuerliche Planung als Grundlage zu verstehen ist. Hier ist die Zeitdauer von Auftragserteilung eines Geo-Produktes an das IMG bis zur Auslieferung an den Bedarfsträger, speziell bei der Einsatzbewältigung, der kritische Faktor. Das Element GeoOps des IMG ist hierfür speziell ausgerichtet und steht dem einsatzführenden Kommando unmittelbar zur Verfügung. In Abbildung 1 ist dazu das Aufgabenspektrum von Datenakquise über Datenverarbeitung und Produkterstellung skizziert.

Die letzte Achse listet die **Einsatzebenen** auf; von taktisch über operativ bis strategisch, wobei eine Unterscheidung zwischen militärischem Einsatz und Assistenzeneinsatz zulässig ist. Die entsprechende Zuteilung zu einer Einsatzebene wirkt sich großteils auf den Maßstab des Geo-Produktes aus – von sehr großen Maßstäben für kleinstaktische Einsätze, bei denen Gebäudegruppen klar darzustellen sind, bis hin zu Landesbeschreibungen mit ihren kleinmaßstäbigen Übersichts- und Orientierungskarten für Strategieentwicklungen mit militärpolitischem Bezug.

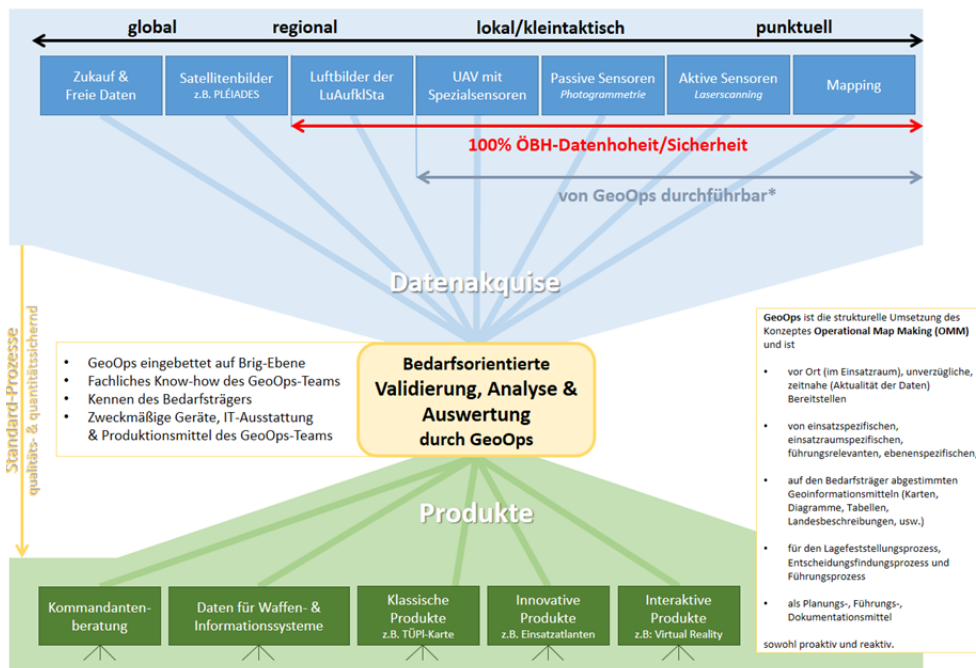


Abb. 1: Prinzipskizze über das Aufgabenspektrum von GeoOps.

3 3D-Modelle

Geschuldet der technischen Entwicklung der letzten Jahre und der Erfahrung und Erwartungshaltung aus dem persönlichen Umfeld im Kreise der Bedarfsträger, öffnet sich das IMG mit seinem Produktportfolio seit geraumer Zeit der Dreidimensionalität. Dabei tastet sich das IMG Schritt für Schritt an zweckmäßige Produkte heran. Die Integration der 3D-Produkte in bestehende Prozesse und das Vermitteln des Mehrwertes ergänzend zu bestehenden und etablierten Führungsmitteln erfolgt im engen Dialog mit dem Bedarfsträger auf unterschiedlichen Ebenen. Wie sich der Prozess hin zu einem 3D-Produkt darstellt, ist nachfolgend, aufgeteilt in Datenquellen, Datenverarbeitung und Produkte und Anwendung, skizziert. Dieser Prozess startet auf Grundlage eines konkreten Bedarfes und nach Absprachen mit den zukünftigen Nutzern.

3.1 Datenquellen

Das IMG schließt **freie Geo-Daten** als Grundlage für seine Projekte kategorisch nicht aus, geht jedoch mit diesen Daten je nach Quelle besonders kritisch um. Typischerweise beschreiben diese Art der Daten geographische Phänomene mit globaler Abdeckung; Beispiele sind Vektordaten der OpenStreetMap, Oberflächenmodelle á la SRTM oder ASTER und Bilddaten, wie LANDSAT oder SENTINEL.

Frei, aber durch die öffentliche Verwaltung bereitgestellt, sind Daten der Initiative **OpenGovernment für das österreichische Staatsgebiet** von großer Bedeutung. Im Kontext der 3D-Modellierung sind Oberflächenmodelle auf Basis wiederkehrender ALS-Befliegungen, wie sie das Bundesland Steiermark oder Tirol als Rasterdatensatz mit einer Auflösung von 5m bereitstellt, von großem Nutzen.

Aus dem Bereich der **kommerziellen Produkte** mit globaler Abdeckung nutzt das IMG Bilddaten des Satellitensystems PLÉIADES; zum einen auf Produktlevel „Sensor“ für eigene Oberflächenrekonstruktionen, zum anderen bereits orthorektifizierte Bilder als Textur bestehender 3D-Oberflächen. Beispielsweise stellt die Kombination von orthorektifizierten PLÉIADES-Bildern mit dem Overlay-Layer von basemap.at, einem OpenGovernment-Datensatz (OGD), eine attraktive Kombination dar: Hochaktuelle Bilddaten werden mit Namensgut für Orientierung innerhalb des dargestellten Raumes genützt.

Als Quelle für Bilddaten mit regionaler Ausdehnung steht dem IMG die **Luftaufklärungsstaffel** (LuAufklSta) des ÖBH zur Verfügung. Die LuAufklSta ist mit der VEXCEL ULTRACAM Eagle und Osprey ausgestattet und stellt für ihre direkten Bedarfsträger, wie dem IMG, u.a. 3D-Punktwolken im LAS-Format, Orthobilder und Oberflächenmodelle bereit. Prinzipiell operiert die LuAufklSta im gesamten Inland, sowie in bestehenden Auslandseinsatzräumen des ÖHB unter Berücksichtigung der im jeweiligen zugrundeliegenden Mandat zugestandenen Rechte und Pflichten.

Bei kleinräumiger Ausdehnung des Interessensgebietes (ca. 4ha) sind Luftbilder, von einer **Drohne** aufgenommen, dem Aufnahmesystem der LuAufklSta ebenbürtig und aus wirtschaftlicher Sicht besonders attraktiv.

Zur lokalen Geo-Datenverdichtung an ausgewählten Stellen stehen dem IMG zwei **terrestrische Aufnahmesysteme** zur Verfügung: 1) Eine terrestrische Stereokamera zur photo-

grammetrischen Auswertung und 2) eine GNSS-Ausrüstung zur Aufnahme einzelner Vektordaten (Punkt, Linie und Polygon) mit entsprechender manueller Attribuierung.

3.2 Datenverarbeitung

Die Verarbeitung der erhobenen Daten umfasst im Wesentlichen die **photogrammetrische Auswertung** der Bildreihen bzw. zumindest eines Stereobildpaares hin zu einem Orthobild und einem Oberflächenmodell. Diese beiden Datensätze dienen einer weiteren Verarbeitung in einem Geographischen Informationssystem (GIS), in dem Profilschnitte, Sichtbarkeiten, Vegetationshöhen, Zielräume von ballistischen Kurven und weiteres bestimmt werden können. Speziell zur Darstellung des Geländes in einer Virtual Reality (VR) sind darauf abgestimmte Datenformate notwendig; Konkave Formen, die für ein horizontales Koordinatenpaar mehrere Höhenwerte ausweisen, sind nur eine Besonderheit in VR-Darstellungen, die bei vielen Standard-GIS-Anwendung keine Berücksichtigung finden.

Neben der geometrischen Auswertung der Bilddaten ist bei manchen Datenquellen (z.B. Satellitenbilder und Luftbilder der LuAufklSta) ebenso eine **spektrale Auswertung** möglich. Hier kann unter Einbeziehen eines nahen Infrarotkanals (NIR) z.B. Gewässeroberflächen oder in Kombination mit dem roten Kanal der normalisierte differenzielle Vegetationsindex (NDVI) bestimmt werden. Nutzt man Ergebnisse aus der geometrischen Auswertung, orthorektifizierte Bilder und Oberflächenmodell, zusammen mit jenen aus der spektralen Analyse, so können bspw. Landbedeckungen mit hoher Differenzierung klassifiziert werden. Von hohem militärischen Nutzen sind Aussagen über Befahrbarkeit des Geländes, wo nicht nur Steigung, abgeleitet aus dem Oberflächenmodell, sondern auch Bodenbeschaffenheiten, vorrangig die Feuchte, Einfluss auf das Fortkommen motorisierter und mechanisierter Einheiten hat.

3.3 Produkte und Anwendung

Das traditionelle Produkt des IMG, die analoge Karte, hat längst nicht ausgedient und ist noch immer auf den Gefechtsständen aufgehängt und zusammengefaltet in den Schenkeltaschen der Soldaten präsent. Selbst in dieser Form gibt es die Möglichkeit 3D-Information zu transportieren: Als **Anaglyphenkarte**, wie in Abbildung 2 dargestellt. Zusätzlich zu den topographischen Einzeichnungen wird das Gelände als Anaglyphendarstellung berechnet und als Hintergrundebene im Kartenblatt platziert. Durch diese Trennung erscheinen die topographischen Einzeichnungen scharf erkennbar ohne rot/blau-Schatten, setzt man die Anaglyphenbrille auf, so erhebt sich das Gelände und wird deutlich verständlicher als ausschließlich durch Schattenwurf und Isohypsen.

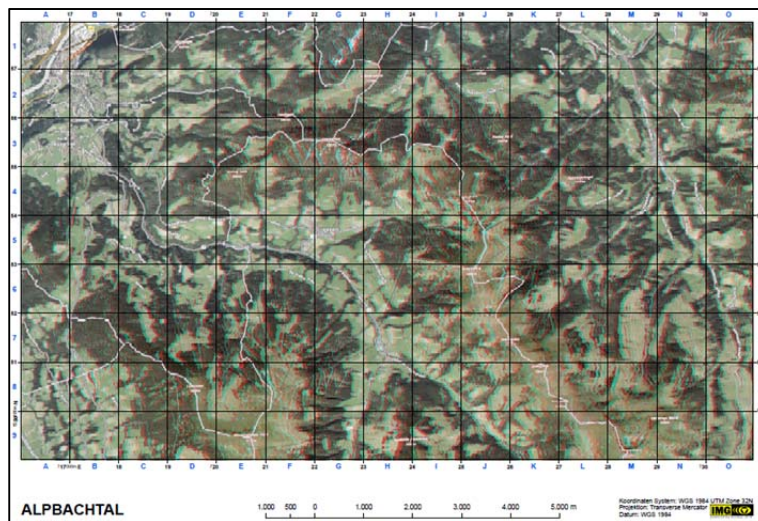


Abb. 2: Anaglyphenkarte auf Basis OGD.

Für die **perspektive Darstellung** von texturierten Oberflächenmodellen, wie in Abbildung 3 dargestellt, nutzt das IMG u.a. Qgis2threejs, ein Plugin für das freie GIS QGIS. Das Produkt aus diesem Plugin lässt sich ohne bestehender Internetverbindung in einem Internetbrowser öffnen und ermöglicht ein interaktives betrachten des 3D-Modelles: Rotieren, Vergrößern, Verkleinern und Abfragen aller drei Koordinatenwerte an einem Punkt, sowie dem Abfragen von Attributwerten bei integrierten Vektordaten. Bei entsprechender HTML- und JS-Kenntnis kann die Funktionalität des Basismodelles aus Qgis2threejs beliebig erweitert und ergänzt werden. Mit dieser Strategie kann das ÖBH auch in abgeschlossenen IT-Infrastrukturen 3D-Geodaten in einer zeitgemäßen und intuitiv zu steuernden Form konsumieren – die Hardwareanforderungen spielen dabei eine untergeordnete Rolle und entsprechen jenen eines handelsüblichen Büroarbeitsplatzrechners.

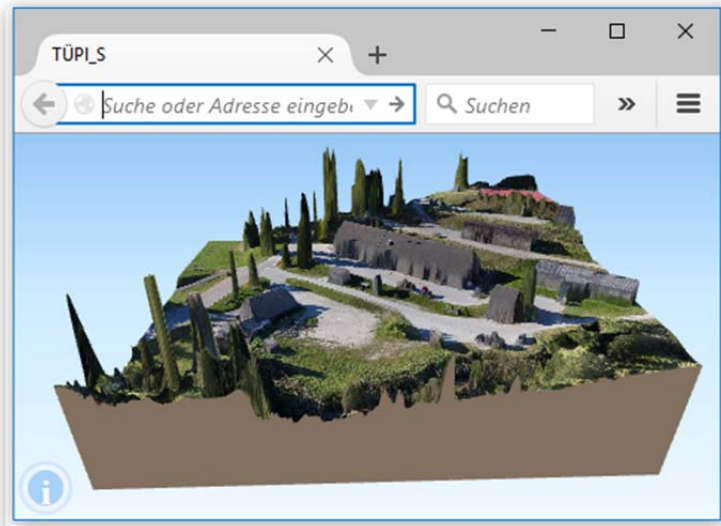


Abb. 3: Internetbrowser-basierte perspektive 3D-Darstellung auf Basis einer Drohnenbefliegung.

Virtual Reality (VR) ist momentan jene Technologie, die das Betrachten eines 3D-Modelles am intensivsten erleben lässt (subjektives Empfinden des Autors). Mit VR stehen aus militärischer Sicht zwei wesentlich Funktionen zur Verfügung: 1) Darstellung eines Gebietes als Sandkasten; Militärjargon für eine Geländedarstellung im Maßstabsbereich einer Modelleisenbahn, die im Operationsgebiet aus Zweigen, Moos und Tannenzapfen zur Geländeeinweisung gebaut wird. 2) Einblick ins Gelände bei einsatzkritischen Schlüsselstellen, wie in Abbildung 4 dargestellt.

Beide Funktionen können auf Basis digitaler Geo-Daten standardisiert erstellt und kostengünstig sowie gefahrlos konsumiert werden. Im Kontext der Vorbereitung auf einen Auslandseinsatz sind dies Faktoren, die sehr stark für den Nutzen der VR-Technologie sprechen. Und setzt das Auslandseinsatzkontingent das erste Mal den Fuß in den Einsatzraum, so ist dieser bereits aus der VR gut bekannt und die erste Orientierung kann viel schneller erfolgen – ein Zeitfaktor mit möglicherweise letalem Vorteil.



Abb. 4: Beurteilung des Geländes mit Hilfe einer VR-Ausrüstung; Leihgerät der Fa. VRVis; Foto: Bundesheer/ Kapici Lisa.

4 Kooperationen

Das IMG begegnet dem Thema der 3D-Modelle nicht alleine, sondern mit kompetenten Partnern an seiner Seite. Diese Partnerschaften entstehen im Rahmen von Forschungsprojekten:

ÖBH-internes Forschungsprojekt: Sehen – Verstehen – Entscheiden: Alternativ, nachhaltige und zeitgemäße Methoden der Gelände- und Raumbewertung zur Beschleunigung des militärischen Führungsverfahrens, kurz Visual Analytics im MilGeoRaum zusammen mit **VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH**.

ÖBH-internes Forschungsprojekt: Entwicklung eines terrestrischen „Tactical 3D-Mapping“-Systems zur raschen Aufnahme, Dokumentation und Analyse kritischer Infrastruktur und Schutzobjekte zusammen mit **JOANNEUM RESEARCH Forschungs-GmbH**.

ASAP Forschungsprojekt: Dreidimensionale Rekonstruktion und Klassifizierung hochauflösender optischer Satellitendaten, kurz ReKlaSat3D zusammen mit **WU Wien**, Institut für Statistik und Mathematik; **TU Wien**, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung; **Siemens AG Österreich; Vermessung Schmid ZT GmbH**.

Literatur

CLAUSEWITZ (1834): Vom Kriege – Hinterlassenes Werk des Generals Carl v. Clausewitz, hg. von Marie von Clausewitz, Bd. 1-3, bei Ferdinand Dümmler, Berlin (1832-1834).