

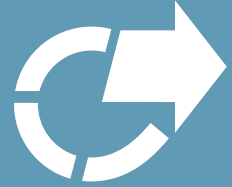


HEXAGON

Diamond Authorized Reseller

GEOSYSTEMS
THE GEOSPATIAL EXPERTS

An OHB Company



Historisches bDOM für Baden-Württemberg

Referenzkundenbericht: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg



Ausgangssituation und Zielsetzung

Das Land Baden-Württemberg stellt mit dem Digitalen Luftbildatlas, betrieben durch das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL), eine umfangreiche Sammlung aktueller und historischer Luftbilder und Orthophotos für das gesamte Landesgebiet bereit. Diese Daten sind über das Geoportal Baden-Württemberg öffentlich zugänglich und dienen Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft sowie der interessierten Öffentlichkeit als zentrale Informationsquelle zur Analyse räumlicher Entwicklungen.

Im Rahmen einer Erweiterung des Datenbestandes sollten zusätzlich historische dreidimensionale Geodaten bereitgestellt werden. Ziel des Projektes war die Ableitung eines flächendeckenden, bildbasierten Digitalen Oberflächenmodells (bDOM) aus historischen Luftbildern einer Straßendatenfluges aus dem Jahr 1968. Die Höheninformation stellt eine wesentliche Grundlage für die Analyse von Höhen- und Volumenänderungen, Zeitreihenuntersuchungen, Differenzmodelle sowie 3D-Visualisierungen dar und eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten in den Bereichen Raumplanung, Umwelt- und Wasserwirtschaft sowie Forschung.

Projektumfang und Zeitrahmen

Für die Modellierung des historischen bDOMs mussten rund 10.000 Luftbilder verarbeitet werden. GEOSYSTEMS erhielt Ende September 2025 den Zuschlag für das Projekt und lieferte am 1. Dezember 2025 das bDOM für eine Fläche von rund 18.000 km² aus. Dies entspricht etwa der Hälfte der Landesfläche Baden-Württembergs.

Datengrundlage und Besonderheiten historischer Luftbilder

Bildbasierte Digitale Oberflächenmodelle bilden gemäß der Definition der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (AdV) die Erdoberfläche einschließlich aller darauf befindlichen Objekte zum Zeitpunkt der Aufnahme ab. Die Modellierung erfolgt durch Korrelation orientierter Luftbilder, aus denen Punktwolken berechnet und in ein regelmäßiges Raster überführt werden.



Für die Berechnung des bDOMs stellte das LGL Baden-Württemberg folgendes Ausgangsmaterial zur Verfügung:

- digitalisierte historische Luftbilder
- Bildübersichten als PDF
- aus den Luftbildern berechnete Orthophotos
- Projektdateien mit innerer und äußerer Orientierung
- 1-km²-Kacheln als Shape-Dateien
- Shape-Dateien der Bearbeitungsgebiete

Die Luftbilder aus dem Jahr 1968 weisen typische Einschränkungen historischer Befliegungen auf. Dazu zählen eine begrenzte Bildschärfe und Kontrastqualität der schwarz-



Gescanntes historisches Luftbild von 1968.

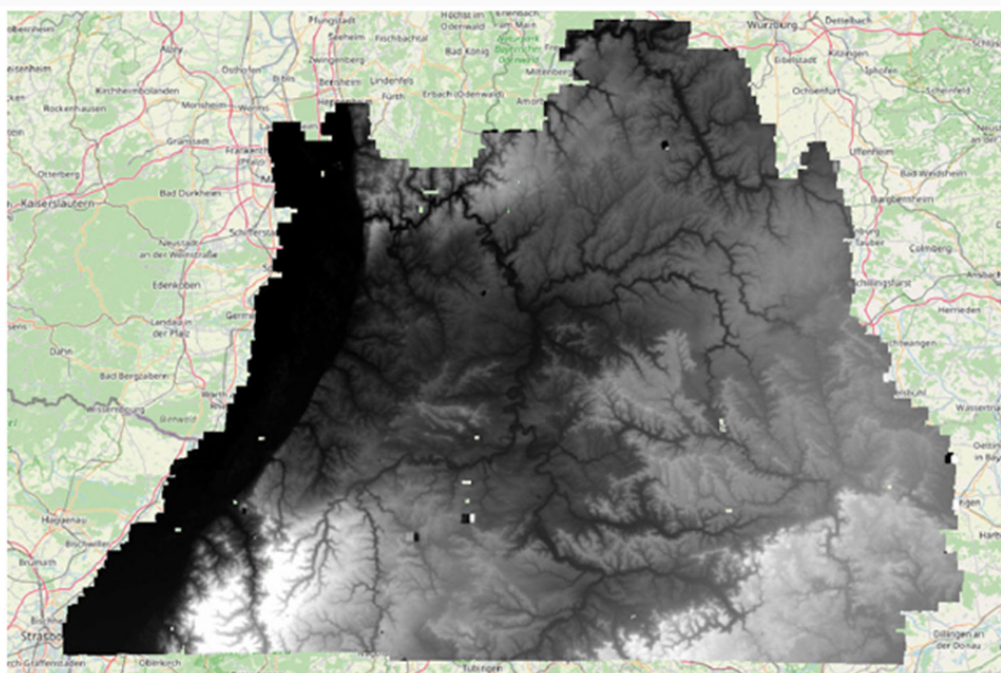
weißen Analogaufnahmen, Unregelmäßigkeiten in den Fluglinien mit variierender Längs- und Querüberdeckung sowie einzelne Lücken im Bildverband. Kalibrierungsprotokolle der eingesetzten Kameras lagen nicht vor.

Während für die moderne bDOM-Berechnung üblicherweise hohe Überdeckungen (z. B. 80 % Längs- und 60 % Querüberdeckung) angestrebt werden, betrug die durchschnittliche Längsüberdeckung der Befliegung von 1968 lediglich etwa 60 %, die Querüberdeckung lag zwischen 20 % und 30 %. Ein Großteil der Höheninformation konnte daher nur aus einzelnen Stereomodellen gewonnen werden, wodurch nur eine geringe Redundanz für die Höheninterpolation vorhanden war. Diese Rahmenbedingungen erforderten ein hohes Maß an photogrammetrischer Expertise in der Verarbeitung.

Verarbeitung und Workflow

Zur effizienten Bearbeitung der umfangreichen Datenmenge entwickelte GEOSYSTEMS einen weitgehend automatisierten Workflow auf leistungsstarker Hardware. Insgesamt fielen im Projektverlauf rund 18 TB an Daten an. Die Verarbeitung umfasste sämtliche Schritte von der Datenvorbereitung über die Triangulation bis hin zur Erstellung und Kachelung der Höhenmodelle.

Zum Einsatz kamen ERDAS IMAGINE, IMAGINE Photogrammetry sowie der DSM Extractor von



DOM Gesamtmosaik aus 9.066 Raster-DOMs

Hexagon, ergänzt durch Open-Source-Werkzeuge. Einzelne Verarbeitungsschritte erforderten zusätzliche manuelle Nachbearbeitungen, um die bestmögliche Ergebnisqualität zu erzielen.

Der Workflow umfasste unter anderem:

- Ausblendung der Bildrahmen
- Import der digitalisierten Luftbilder und Orientierung der Stereomodelle
- Erstellung der Blockdatei im Zielkoordinatensystem
- Extraktion der Punktwolken im LAS-Format mit einer Zielauflösung von 50 cm
- Einfärbung der Punktwolken mittels berechneter Orthophotos
- Zuschnitt der LAS-Daten in 1-km²-Kacheln

Nur über automatisch ablaufende Prozessierungs-Anleitungen, die mit dem Spatial Modeler in ERDAS IMAGINE erstellt wurden, konnten die enormen Datenmengen überhaupt prozessiert werden.

Mosaikierung, Kachelung und Datenformate

Zur Identifikation von Lücken und zur Fehleranalyse wurden zunächst die einzelnen Raster-DOMs ausgewertet. Fehlstellen resultierten überwiegend aus nicht vorhandenen Luftbildern oder fehlgeschlagenen Bildorientierungen.

Mit IMAGINE MosaicPro wurden 9.066 Raster-DOMs zu einem landesweiten DOM-Mosaik zusammengeführt. Aufgrund der Datenmenge wurde hierfür das verlustfrei komprimierte IMAGINE-IMG-Format ohne Größenbeschränkung verwendet. Anschließend erfolgte der Zuschnitt des Gesamtmosaiks anhand des 1 km × 1 km-Blattschnitts in insgesamt 18.414 Kacheln, die als GeoTIFF exportiert wurden. Die 50-cm-Raster-

TIFFs wurden anschließend in regelmäßige 50-cm-LAS-Punktwolken konvertiert. Leere Kacheln infolge von Datenlücken wurden aus dem Datensatz entfernt.

Genauigkeitsanalyse

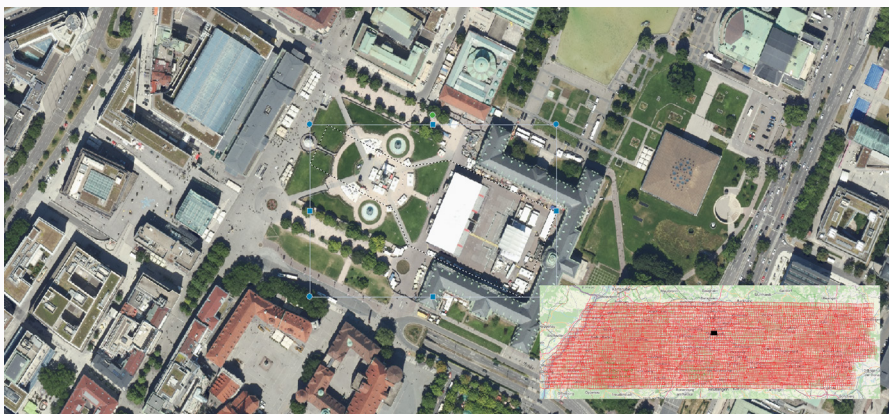
Die Genauigkeitsuntersuchung konzentrierte sich auf die Höhenbestimmung der Punktwolken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die absolute Lage- und Höhengenaugkeit maßgeblich von der Qualität der ursprünglichen Aerotriangulation abhängt. Diese wurde durch den Import der bereitgestellten Inpho MATCH-AT-Dateien unverändert übernommen.

Laut Angaben des LGL lag die erreichbare Genauigkeit der Aerotriangulation zur Zeit der Orthophotoerstellung der Befliegung von 1968 bei „einigen Metern“. Entsprechend waren Abweichungen ähnlicher Größenordnung bei den abgeleiteten Höhen zu erwarten.

Für eine unabhängige Bewertung nutzte GEOSYSTEMS Referenzdaten aus dem Geoportal des LGL, konkret das DOP20 RGB zur Flächenselektion sowie das hochgenaue DGM1 als Höhenreferenz. Als Vergleichsflächen wurden sieben über das Projektgebiet verteilte Areale ausgewählt, die eben, un bebaut und seit 1968 weitgehend unverändert sind (z. B. Wiesland mit geringer Neigung).

Die Referenzflächen umfassten jeweils 0,5 bis 2 Hektar, um den Einfluss von Objekten wie Gebäuden oder Vegetation zu vermeiden. Die Analyse zeigte eine sehr gute Übereinstimmung der Höhenmittelwerte von DGM1 und bDOM. Die maximale Differenz betrug +1,0 m, der Mittelwert aller sieben Flächen lediglich +0,16 m. Hinweise auf systematische Fehler in der Aerotriangulation ergaben sich nicht.

Die ermittelten Standardabweichungen der Höhenunterschiede lagen bei $\pm 0,5$ m bis $\pm 0,6$ m und übertrafen damit die ursprünglich erwartete Genauigkeit um den Faktor 2 bis 3.



Referenzfläche Stuttgart zur Genauigkeitsanalyse.



bDOM vom Bahnhof Stuttgart aus der Straßendatenbefliegung 1968

ERGEBNIS UND FAZIT

Mit dem Projekt konnte erfolgreich ein historisches, bildbasiertes Digitales Oberflächenmodell für die nördliche Hälfte Baden-Württembergs erstellt und fristgerecht bereitgestellt werden. Trotz der Herausforderungen historischer Luftbilddaten wurde eine hohe geometrische Qualität erreicht, die vielfältige Anwendungen in Analyse, Planung und Visualisierung ermöglicht.

Felix Kühner, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, fasst das Projekt wie folgt zusammen: „Das von der GEOSYSTEMS GmbH gelieferte bDOM ist von hervorragender Qualität. Die Professionalität und Sorgfalt des GEOSYSTEMS-Teams bei der Bearbeitung der historischen Luftbilddaten haben uns vollständig überzeugt. Wir würden für künftige photogrammetrische Dienstleistungen jederzeit wieder auf GEOSYSTEMS zukommen.“

INTERESSANT FÜR SIE?

Wollen auch Sie Ihre historischen Luftbilder in Wert setzen, doch es fehlt an finanziellen Ressourcen, passender Software oder Expertise? Gerne übernehmen wir diese Aufgabe für Sie. Mit unserem automatisierten Workflow erhalten Sie zeitnah und kostengünstig die gewünschten Ergebnisdaten.

Bei Fragen und für eine Beratung kontaktieren Sie uns unter info@geosystems.de.



GEOSYSTEMS ist eine führende Spezialistin für GeoIT und unterstützt Behörden, Unternehmen und Forschungseinrichtungen dabei, Geodaten effektiv für fundierte Entscheidungsprozesse zu nutzen. Mit über 35 Jahren Erfahrung entwickelt das Unternehmen hochautomatisierte Downstream-Services, die Satellitenbilddaten mit anderen Datenquellen kombinieren und die Ergebnisse in intuitiven, interaktiven Web-Applikationen bereitstellen. Die Lösungen von GEOSYSTEMS finden Anwendung in vielfältigen Bereichen, darunter nachhaltige Stadtentwicklung, Infrastrukturmanagement, Schutz natürlicher Ressourcen, Landesvermessung, Klimaanpassung, CO2-Kompensation, Smart Farming, Waldmanagement im Klimawandel sowie Sicherheitsanwendungen. Als Partner von Hexagon bietet GEOSYSTEMS weltweit anerkannte kommerzielle Standardsoftware (COTS) und Plattformen für Fernerkundung, Photogrammetrie, GIS, Datenmanagement sowie browserbasierte Applikationen und 4D-Echtzeitleösungen. Mit PhotoMesh Drone repräsentiert GEOSYSTEMS als Partner von Skyline Software Systems, Inc. in Deutschland, Österreich und der Schweiz wegweisende Technologie für die 3D-Photogrammetrie. GEOSYSTEMS ist ein OHB-Tochterunternehmen mit Sitz in Gilching bei München. Weitere Informationen: www.geosystems.de.

Kontakt

GEOSYSTEMS GmbH
Friedrichshafener Str. 1
82205 Gilching, GERMANY
T: +49 8105 39883-50
E: info@geosystems.de

