



Bild: RAG Aktiengesellschaft

Tagesabbruch durch unterirdische Hohlräume

# Digitalisierung im Altbergbau-Monitoring

Die RAG Aktiengesellschaft überwacht ihre ehemaligen Steinkohleabbaugebiete in Nordrhein-Westfalen und im Saarland mittels Fernerkundung. Für das Altbergbau-Monitoring nutzen die Mitarbeiter aus der Abteilung Geodaten/Fernerkundung neben Airborne Laserscanning (ALS) hauptsächlich Luftbilder. Sie erstellen unterschiedliche photogrammetrische Produkte, mit deren Hilfe sie Bergschäden sowie Umweltschutz-Themen beobachten. Um die Monitoring-Aufgaben auch künftig zeitgerecht und nachweisbar zu erfüllen, wurde bei der RAG ein neues Tool implementiert, das intelligentes Datenmanagement, Geoprocessing für den Photogrammetrie-Workflow und homogenes Projektmanagement vereint. Die Entwicklung des Tools erfolgte durch die Geosystems GmbH.

Autorin: Heike Weigand

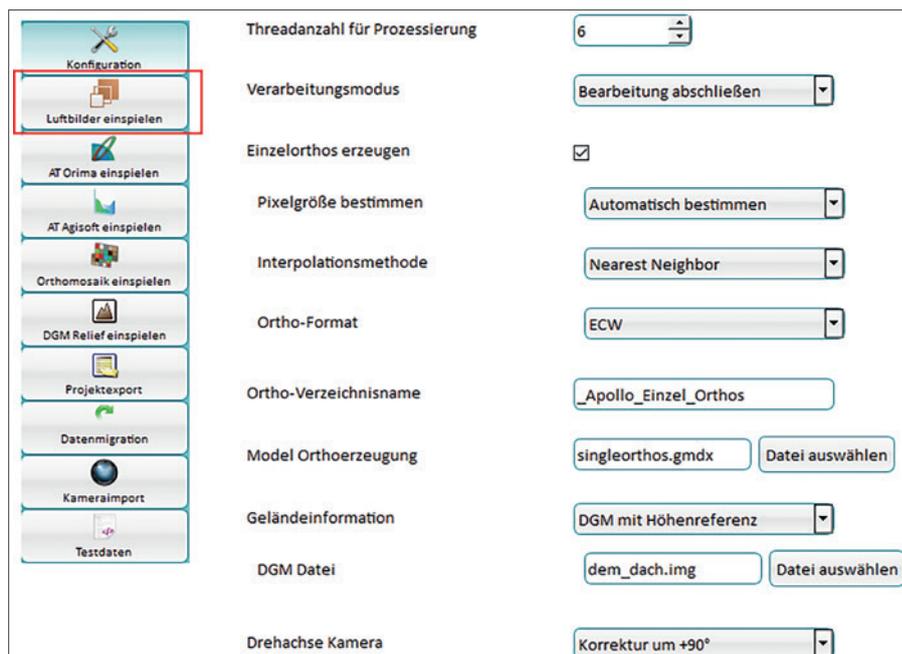
Jahrzehntlang wurde in Deutschland intensiv Steinkohle gefördert, besonders im Ruhrgebiet, Ibbenbüren und im Saarland. Erst im Jahr 2018 wurden die letzten Zechen geschlossen. Der Tiefbau hat diese Regionen stark geformt. Häufig entstanden großflächige Senkungen, die zu Bergschäden führten. In den historischen oberflächennahen Abbaugebieten können heute noch durch untertägige Hohlräume Mulden oder Tagesbrüche entstehen. Die RAG Aktiengesellschaft ist neben anderen Altgesellschaften für das Monitoring der ehemaligen Bergbaugebiete zuständig, unter anderem, damit heute noch auftretende Bergschäden rechtzeitig erkannt werden.

## Datengrundlagen und Datenmanagement

Das Altbergbau-Monitoring der RAG basiert auf ALS und Luftbilddaten. Auf dieser Basis werden hochauflösende digitale Geländemodelle (DGM) abgeleitet. Mithilfe der DGM lassen sich so kleinste Veränderungen an der Tagesoberfläche erkennen. Kleinste Mulde können so frühzeitig erkannt und saniert werden, um so einen eventuellen Tagesbruch zu verhindern. Neben den Altbergbau-Gebieten werden aber auch die RAG eigenen Halden und Tagesanlagen befliegen und photogrammetrisch ausgewertet. So entstehen Lagepläne, digitale Geländemodelle und Orthophotos als Ergebnis der Luftbilddatenauswertung. Eine Kombination aus Luftbild und ALS kommt immer dann zum Tragen, wenn durch dichten Bewuchs, wie in Waldregionen, kein Rückschluss auf die Geländeoberfläche möglich ist.

Das alles mag auf den ersten Blick mehr oder weniger einfach erscheinen. Tatsächlich heißt „Monitoring mit Luftbildern und Laserscandaten“, dass Tausende von Datensätzen photogrammetrisch prozessiert, unzählige Ergebnisprodukte (Orthophotos, digitale Geländemodelle etc.) vorgehalten und viele Parameter und Metadaten berücksichtigt werden müssen. Diese Aufgaben liegen bei den Mitarbeitern des RAG-Teams Fernerkundung unter dem Leiter Andreas Schlienkamp. Die großen Herausforderungen bei den Fernerkundungsaufgaben der RAG sind:

- homogene Katalogisierung des enormen Datenvolumens,



Hauptmenü des „Luftbildarchiv Admin Tools“ mit allen Arbeitsschritten und dem vorgegebenen Auswahlmeneü

- automatisierte Verarbeitung der Luftbilddaten und Verwaltung der photogrammetrischen Produkte,
  - einheitliches Projektmanagement, das alle Arbeitsschritte dokumentiert,
  - transparente, hoch performante Verteilung aller Daten und Informationen.
- Für die Katalogisierung von Befliegungsdaten und photogrammetrischen Produkten hat sich bei der RAG das Hexagon-Produkt Erdas Apollo bewährt. Bereits seit 2017 ist dieses Geodatenmanagementsys-

tem bei der RAG im Einsatz und verwaltet den gesamten Datenbestand, der sich im Petabyte-Bereich bewegt. Die Performance von Erdas Apollo in Bezug auf die Datenablage, dem Datenaustausch und der Veröffentlichung der Services ist hervorragend. „Erdas Apollo ist deutlich schlanker, schneller und weniger fehleranfällig als andere Produkte“, so fasst Andreas Schlienkamp seine Erfahrung mit Erdas Apollo zusammen.

## Exkurs zum photogrammetrischen Arbeitsablauf

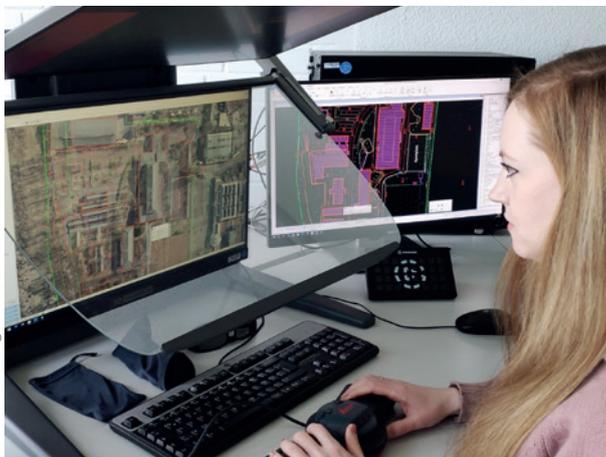
Eine Befliegungsfirma liefert Luftbilder üblicherweise inklusive der Bildmittensinformation sowie der Orientierungswinkel Omega, Phi und Kappa. Die Luftbilder werden mit terrestrisch eingemessenen und z. T. signalisierten Passpunkten aerotrianguliert. Aus diesem georeferenzierten Bildblock lässt sich dreidimensionale Information ableiten. Bildmittensinformation und Orientierungswinkel werden so ggf. korrigiert. Außerdem werden klassische Orthophotos und Mosaiken für die Gesamtübersicht berechnet. Schließlich wird ein digitales Geländemodell, das die echte Oberfläche ohne Vegetation abbildet, erstellt, z. T. auch aus zusätzlichen Laserscandaten. Im Vergleich von Geländemodellen unterschiedlicher Zeitpunkte werden Bodenbewegungen in Zentimetergenauigkeit berechnet. Für die photogrammetrische Bearbeitung der Luftbilder und die Geländemodellerstellung nutzt die RAG Software aus dem Hexagon Power Portfolio (Erdas Imagine, Imagine Photogrammetry, PRO600, Orima) sowie Produkte anderer Hersteller.

Das Geodatenmanagement lief einwandfrei. Ein homogenes Projektmanagement und eine automatisierte Datenprozessierung waren die nächsten Schritte auf dem Weg zum digitalen Altbergbau-Monitoring durch Fernerkundung bei der RAG. Die Arbeitsabläufe zu Befliegungsplanung, photogrammetrischer Verarbeitung, Katalogisierung und Datenablage waren innerhalb der Abteilung sehr heterogen. Die Planung der Befliegungen erfolgte z. B. teils in Excel, es wurden Textlisten geführt und externe Dienstleister lieferten Ergebnisse wieder in einem anderen Ablagesystem. Zusätzlich hatte jeder Mitarbeiter seine eigene Art und Weise in der Dokumentation. Diese Heterogenität verlangsamte die Prozesse und erschwerte die Transparenz über erfolgte Arbeiten. Es sollte eine Applikation entwickelt werden, die ein einheitliches, nachprüfbares Monitoring sicherstellt und die folgenden Vorgaben erfüllt:

- standardisierte Arbeitsumgebung,
- schnelle Performance der Datendarstellung,
- automatisierte Datenverarbeitung,
- Verfügbarkeit aller Daten für alle RAG-Mitarbeiter,
- Beweissicherung und Auswertungen bei Bergschadensfragen.

### „Luftbildarchiv Admin Tool“

Die Geosystems GmbH entwickelte im letzten Jahr das „Luftbildarchiv Admin Tool“, das den gesamten Kreislauf der Luftbildbearbeitung bei der RAG abbildet. Es beinhaltet sowohl eine Desktop-Applikation als auch einen browserbasierten Webclient.



Stereo-Auswertung von Luftbildern im Altbergbau-Monitoring

## Exkurs zur Datenmenge

Das Datenarchiv der RAG beinhaltet Luftbilder aus den Jahren 1970 bis 2022 in unterschiedlichen Bodenauflösungen von 0,5 cm – 20 cm bei variierender Flächenabdeckung von 0,5 km<sup>2</sup> – 420 km<sup>2</sup>. Neben den Rohdaten sind u. a. auch Orthophotos, digitale Geländemodelle, Lagepläne, Fließgewässeraufnahmen und Muldenerfassungen archiviert. Zusätzlich zu den bereits vorhandenen Daten im Archiv werden in regelmäßigem Turnus sowie nach Bedarf neue Befliegungen durchgeführt. Für die Gesamtabdeckung der Altbergbau-Gebiete der RAG mit Luftbildern und ALS fallen beispielhaft 100 TB pro Jahr an Daten an. Das setzt sich zusammen aus 18 000 Luftbildern in der Größe von 2 GB pro Bild mit einer Bodenauflösung von 3 cm, den ALS-Daten sowie Sicherungen und abgeleitete Produkte. Für die Gesamtheit aller historischen und aktuellen Befliegungen haben wir es hier mit Petabytes an Daten zu tun.

Das Desktop-Tool wird vom Team Fernerkundung genutzt. Über eine einheitliche Benutzeroberfläche und vorgegebene Parameter katalogisieren sie vorhandene Befliegungsdaten, planen neue Befliegungen und produzieren die nötigen photogrammetrischen Produkte. Die vorher manuell durchzuführenden Prozessierungsschritte sind nun automatisiert. Historische Luftbilddaten werden homogen migriert und neue Daten einfach hinzugefügt. Metadaten oder Kamerakalibrierungsdaten fließen z. T. automatisiert in den Katalog ein, was den Prozess deutlich beschleunigt. Zudem wird die Planung neuer Befliegungen im System hinterlegt und geographisch verlinkt. Die Bereitstellung der photogrammetrischen Produkte (Orthophotos, digitale Geländemodelle etc.) erfolgt über ein Geoprocessing – ohne das „Luftbildarchiv Admin Tool“ zu verlassen. Es müssen keine Daten hin- und herkopiert oder zusätzliche externe Tools eingesetzt werden. Kurz, der gesamte Prozess ist in einer einzigen Applikation gebündelt.

Dass das „Luftbildarchiv Admin Tool“ Aero-triangulationsdaten mit den Parametern Bildmitte und Orientierungswinkel vorhalten kann, ist nicht trivial und kann üblicherweise von klassischen Geoinformationssystemen nicht geleistet werden. Die Geosystems GmbH konnte dieses photogrammetrische Fachwissen in-

nerhalb des Daten- und Projektmanagement-Tools integrieren. Das ist ein besonderer Pluspunkt des „Luftbildarchiv Admin Tools“. Die Integration triangulierter Daten hat den zusätzlichen Vorteil, dass damit die direkte manuelle Stereo-Auswertung der Blockdatei möglich ist, zum Beispiel, um Gebäude genauer zu begutachten.

Der browserbasierte Webclient ermöglicht den Befliegungsexperten, die Einzelschritte ihrer Projekte zu überwachen und Zwischenergebnisse zu ergänzen.

Alle anderen RAG-Mitarbeiter können sich über den Webclienten ganz einfach und jederzeit über den Bearbeitungsstatus für jedes gewünschte Gebiet informieren. Der im Hintergrund arbeitende Erdas Apollo stellt die Kataloginhalte als Webservice hoch performant dar. Er zeigt die Footprints der Befliegungen an sowie die zugehörigen technischen Informationen wie z. B. Datum, Flughöhe und Auflösung. Alle photogrammetrischen Produkte sind zugänglich, sodass z. B. ein Vergleich von historischen Aufnahmen und aktuellen Orthophotos möglich ist. Außerdem liefert das System alle Daten zu geplanten Befliegungen und deren aktuellen Bearbeitungsstatus. Sollte also eine Anfrage von außen an die RAG herangetragen werden, kann jeder RAG-Mitarbeiter sofort Auskunft über den Sachstand geben, ohne vorher zwischen den Abteilungen zu kommunizieren oder sich in Archiven im Keller auf die Suche nach Bildern zu begeben. Die zentrale Datenverwaltung, -planung und -prozessierung machen die Luftbildverarbeitung transparent und gut dokumentiert – genau das, was man von einer Digitalisierung erwartet.



Der Webclient zeigt für ein ausgewähltes Gebiet die Liste aller Befliegungen an. Hier werden neben den Footprints auch die einzelnen Orthophotos über Erdas Apollo dargestellt

Mit dem kompletten homogenen Datenkatalog und dem standardisierten Projektmanagement-Tool ist die RAG in der Lage, ihrer Nachweispflicht in Bezug auf die Monitoringaufgaben auf „Knopfdruck“ nachzukommen. Die Bearbeitungszeit einer Befliegung inkl. Planung, Ablage und Darstellung hat sich mit der neuen Lösung um 50 % verkürzt. Zudem ist der Vorgang der Neudatengewinnung nun für alle Mitarbeiter transparent nachverfolgbar.

### Fazit und Weiterentwicklung

Beim Projektabschluss-Meeting im Oktober 2022 zieht Andreas Schlienkamp ein positives Fazit: „Wir sind hochzufrieden mit dem neuen ‚Luftbildarchiv Admin Tool‘ von der Geosystems GmbH. Das Geosystems-Team hat alle unsere Wünsche umgesetzt. Das große fachliche Know-how bei den Entwicklern ist bemerkenswert; es blieben keine Fragen offen. Die Anwendung läuft stabil und performant und ist in die Geodateninfrastruktur der RAG integriert. Wir sehen im ‚Luftbildarchiv Admin Tool‘ das perfekte Tool für die kommenden Jahre, mit dem wir auch bei steigendem Datenvolumen und mit begrenzter Personalausstattung sehr effizient und zuverlässig unsere Monitoringaufgaben erfüllen können.“

Passpunkte ist notwendig für eine saubere Aerotriangulation und diese ist wiederum die Bedingung für die exakte Berechnung von Bodenbewegungen. Bisher konnten aus Zeitgründen die Passpunkte z.T. erst nach Monaten überprüft werden. Mit der neuen Funktion der automatischen Prüfung erhöht sich die Datenqualität signifikant. Als weitere Verbesserung können im ‚Luftbildarchiv Admin Tool‘ künftig auch thematische oder Hintergrundkarten integriert werden. Damit lässt sich die Informationsdichte im Datenarchiv deutlich anreichern und die Visualisierung verbessern.

Die Weiterentwicklung des ‚Luftbildarchiv Admin Tools‘ ist bereits in Bearbeitung. Auf Wunsch der RAG wird eine Funktion eingebaut, die nach dem Import der Luftbilder in die Datenbank die Erkennbarkeit von am Boden eingemessenen, signalisierten Passpunkten in den erfassten Bildern automatisch überprüft. Die homogene Verteilung der

### Kontakt:

**Dipl.-Ing. Andreas Schlienkamp**  
 RAG Aktiengesellschaft  
 K-SG-NG Fernerkundung  
 E: andreas.schlienkamp@rag.de

**Fritz Spitzer**  
 Technischer Leiter  
 Geosystems GmbH  
 E: f.spitzer@geosystems.de

**Heike Weigand**  
 Marketing  
 Geosystems GmbH  
 E: h.weigand@geosystems.de

Abschlussmeeting für das „Luftbildarchiv Admin Tool“ in Herne bei der RAG Aktiengesellschaft. Von links: Fritz Spitzer (technischer Leiter Geosystems GmbH), Thomas Weser (Leiter Entwicklung Geosystems GmbH), Alexander Kipp (RAG), Anna Ens (RAG), Andreas Schlienkamp (Leiter Fernerkundung RAG), Irmgard Runkel (Geschäftsführerin Geosystems GmbH)